

UNIwersytet MORSKI
W GDYNI

Wydział Zarządzania i Nauk o Jakości

mgr inż. Natalia Żak

**Wykorzystanie metod fizykochemicznych do oceny jakości,
identyfikacji oraz potwierdzenia autentyczności krajowych
miodów odmianowych**

Rozprawa doktorska napisana pod kierunkiem
dr hab. inż. Aleksandry Wilczyńskiej, prof. UMG

GDYNIA 2021

Spis treści

Wstęp	4
Rozdział I Zagadnienia w świetle literatury	7
1.1. Charakterystyka miodu – definicje, klasyfikacja, wymagania oraz właściwości	7
1.1.1. Surowce do produkcji miodu.....	7
1.1.2. Klasyfikacja miodów.....	9
1.1.3. Skład chemiczny i właściwości prozdrowotne miodów.....	14
1.1.4. Czynniki wpływające na jakość miodu	18
1.2. Autentyczność miodu jako atrybut jakości miodu	21
1.2.1. Istota autentyczności produktów spożywczych	25
1.2.2. Wielowymiarowe podejście do oceny jakości i autentyczności miodu.....	28
1.3. Modelowanie autentyczności miodu.....	46
Rozdział II Część doświadczalna.....	51
2.1. Cel pracy i hipotezy badawcze.....	51
2.2. Badany materiał.....	52
2.3. Etapy badań i metody.....	53
2.3.1. Etapy badań.....	53
2.3.2. Metody badawcze.....	54
2.3.3. Metody analizy statystycznej	57
Rozdział III Wyniki badań i dyskusja wyników.....	61
3.1. Charakterystyka badanych miodów	61
3.1.1. Cechy fizyko-chemiczne badanych miodów.....	61
3.1.2. Parametry jakości organoleptycznej.....	73
3.1.3. Współzależności między cechami fizykochemicznymi i parametrami organoleptycznymi.....	86
3.1.4. Charakterystyka badanych miodów odmianowych na podstawie spektrometrii fluorescencyjnej.....	91
3.1.5. Współzależności między fluorescencją, cechami fizykochemicznymi i parametrami organoleptycznymi	94
3.2. Identyfikacja odmian badanych miodów	96
3.2.1 Identyfikacja odmian miodów na podstawie parametrów fizykochemicznych.	96
3.2.2. Identyfikacja odmian na podstawie parametrów jakości organoleptycznej.....	98
3.2.3. Identyfikacja odmian na podstawie widm fluorescencyjnych	100

3.2.3.1.	Rozróżnianie odmian miodów o ciemnej barwie	104
3.2.3.2.	Rozróżnianie odmian miodów o jasnej barwie	107
3.2.4.	Identyfikacja odmian miodu na podstawie parametrów fizykochemicznych, spektrometrii fluorescencyjnej oraz oceny sensorycznej.....	110
Rozdział IV Podsumowanie i wnioski.....		117
Literatura.....		120
Spis tabel.....		146
Spis rysunków.....		148
Spis załączników.....		149
Streszczenie pracy.....		151
Summary.....		153
Załączniki.....		155

Wstęp

Miód naturalny, będący przedmiotem badań niniejszej pracy, jest produktem wytwarzanym przez pszczoły miodne *Apis mellifera* z zebranego przez nie nektaru lub ze spadzi i zajmuje szczególne miejsce w diecie ludzi. Rolę w odżywianiu społeczeństwa zawdzięcza bogatym walorom smakowym oraz działaniu wzmacniającemu i odżywcemu na organizm ludzki.

Miód naturalny występuje w bardzo zróżnicowanych odmianach, zależnych od pożytku (miody nektarowe oraz spadziowe), pochodzenia botanicznego oraz geograficznego. Zaklasyfikowanie miodu do danej odmiany zależy od tego, którego kwiatu pyłek jest dominujący (tzw. pyłek przewodni). Przykładowo w Polsce identyfikowane są następujące odmiany miodów: rzepakowe, lipowe, mniszkowe, nawłociowe, gryczane, spadziowe (ze spadzi z drzew liściastych i iglastych), a także mniej znane takie, jak: malinowe i koniczynowe. Miód, w którym nie przeważa żaden pyłek, jest klasyfikowany jako wielokwiatowy. W innych strefach geograficznych spotykane są miody eukaliptusowe, kasztanowe, różane, lawendowe, pomarańczowe i inne charakterystyczne dla roślinności występującej w danej strefie geograficznej. Każdy z tych miodów, w zależności od odmiany oraz sposobu produkcji i pochodzenia, będzie posiadał odmienne cechy jakości.

Jakość miodów uwarunkowana jest wieloma czynnikami zależnymi od samego pożytku, pszczoł oraz pszczelarza, jak i warunków panujących w środowisku produkcji miodu naturalnego.

Specyficzne walory smakowe i właściwości prozdrowotne miodów przyczyniają się do ich wysokiej ceny. Chęć zwiększania zysków skłania producentów lub handlowców do fałszowania miodu. Proces fałszowania dokonywany jest na przykład poprzez mieszanie odmian, błędne ich oznaczanie, stosowanie dodatku syropów cukrowych, wielokrotne podgrzewanie miodów i inne procesy stosowane celowo przez producentów.

Jakość miodu, tak jak pozostałych produktów spożywczych, ma charakter wielowymiarowy. Jakość ta może być oceniana nie tylko na podstawie cech ocenianych przez konsumenta w trakcie zakupu i konsumpcji, ale również – na podstawie różnych parametrów fizykochemicznych. W celu weryfikacji jakości miodów oraz potwierdzenia ich autentyczności stosuje się szereg metod badawczych.

Obligatoryjne metody oceny jakości miodów opisane są zwykle w aktach prawnych. W Polsce jest to Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 29 maja 2015 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowych wymagań w zakresie jakości handlowej miodu (Dz.U. 2015 poz. 850). Ponadto zarówno w Polsce, jak i na całym świecie stosowane są inne, pozanormatywne metody oceny parametrów jakości miodów, za pomocą których można ustalić nie tylko elementarny skład chemiczny poszczególnych miodów, ale również można określić biologiczną aktywność miodów i ich składników.

W wyniku analizy literatury dotyczącej oceny jakości oraz autentyczności miodów stwierdzono, że nie można wskazać powtarzalnych, charakterystycznych parametrów, których wartość pozwoliłaby jednoznacznie określić przynależność danej próbki do konkretnej odmiany miodu. Różne metody, które do tej pory były stosowane, wymagają nie tylko nakładów finansowych oraz czasu, ale również potwierdzenia dokładności swojego wyniku alternatywnymi pomiarami. W wielu krajach poszukuje się związków charakterystycznych dla konkretnej odmiany miodu lub tworzy się profile chemiczne konkretnej klasy produktów naturalnych (tzw. „finger-prints” poszczególnych miodów odmianowych), ale wyniki tych prac są wciąż niezadowalające. Można więc przypuszczać, iż podjęcie działań w zakresie opracowania wiarygodnej, szybkiej i taniej metody oceny jakości i autentyczności miodów pozwoli również na wykrycie oraz zapobieganie wprowadzaniu do obrotu miodu zafałszowanego bądź o obniżonej jakości.

W związku z powyższym główną przesłanką podjęcia badań zaprezentowanych w niniejszej pracy była teza, że możliwe jest opracowanie wielowymiarowego modelu oceny jakości oraz autentyczności miodów odmianowych, na podstawie wyników pomiarów parametrów fizykochemicznych, w powiązaniu z oceną sensoryczną oraz fluorescencją.

Pracę podzielono na trzy zasadnicze części – przegląd literatury, prezentacja założeń badawczych oraz część doświadczalną, opisującą przeprowadzone badania empiryczne. W pierwszej części pracy omówiono wybrane zagadnienia związane z jakością miodu oraz jego autentycznością. Dokonano również przeglądu literatury z zakresu przeprowadzanych metod i badań nad jakością oraz autentycznością miodów odmianowych z szczególnym uwzględnieniem znaczenia badań w powyższym zakresie dla rynku miodów krajowych. Ponadto przedstawiono zarys metod stosowanych w wielowymiarowej ocenie żywności z syntetycznym uwzględnieniem modelowania

jakości oraz autentyczności miodów. W założeniach badawczych pracy przedstawiono cel pracy zakres oraz hipotezy badawcze.

W części empirycznej pracy przedstawiono charakterystykę materiału badawczego oraz metod badawczych. Następnie przedstawiono wyniki badań w odniesieniu do standardów oraz istniejącego stanu wiedzy. Zakończenie pracy stanowi podsumowanie wyników badań wraz z końcowymi wnioskami.

Rozdział I. Zagadnienia w świetle literatury

1.1. Charakterystyka miodu – definicje, klasyfikacja, wymagania oraz właściwości

Miód pszczeli znany jest człowiekowi od czasów prehistorycznych. Pierwsze wzmianki świadczące o umiejętności jego pozyskiwania pochodzą z Hiszpanii sprzed 10000 lat p.n.e. Stosowany był nie tylko jako środek spożywczy, ale również jako substancja lecznicza [Hołderna-Kędzia i Kędzia, 2008; Kędziarska-Matyssek i wsp., 2013; Escuredo i wsp., 2019].

Według definicji zawartej w Dyrektywie UE: „miód jest naturalną słodką substancją wytwarzaną przez pszczoły *Apis mellifera* z nektaru kwiatów lub z wydalin żywych części roślin, lub też wydzielin owadów ssących soki żywych części roślin, które pszczoły zbierają, przenoszą i łączą ze specyficznymi substancjami własnymi, składają i pozostawiają do dojrzewania w plastrach” [Rozp. MRiRW, 2003; Dyrektywa 2014/63/UE, 2014].

Definicja miodu zawarta w Standardach Światowego Kodeksu Żywnościowego [Standard for Honey, 2019] jest podobna, jednak nie określa gatunku pszczół biorących udział w produkcji miodu: „miód to naturalna słodka substancja wytwarzana przez pszczoły miodne z nektaru roślin lub z wydzielin żywych części roślin lub wydzieliny owadów wysysających rośliny na żywych częściach roślin, które pszczoły zbierają, przekształcają poprzez łączenie z konkretnymi substancjami własne, osadzają, odwadniają, magazynują i pozostawiają plaster miodu dojrzeje”.

1.1.1. Surowce do produkcji miodu

Miód wytwarzany jest z dwóch rodzajów surowców: nektaru oraz spadzi, czyli tzw. pożytków. To od surowca zależą jego cechy organoleptyczne, skład chemiczny oraz właściwości poszczególnych rodzajów miodu [Rozp. MRiRW, 2003]. Źródłem pożytków są tzw. rośliny miododajne. Rośliny miododajne można podzielić na sześć grup w zależności od pór roku, w których nektarują: od pożytków wczesnowiosennych do jesiennych.

Najbardziej wydajnymi roślinami miododajnymi w Polsce są: rzepak i wierzba (wiosenny pożytek), malina (wczesnoletni pożytek), lipa, koniczyna, nawłóć (letni pożytek), gryka i facelia (późnoletni pożytek), wrzos (jesienny pożytek) [Wilczyńska, 2012].

Do roślin miododajnych można również zaliczyć zioła takie, jak: Melisa lekarska (*Melissa officinalis* L.), Szałwia lekarska (*Salvia officinalis* L.), Arcydzięgiel lekarski litwor (*Archagelica officinalis* Hoffm) – są to późnoletnie pożytki [Newerli-Guz, 2016].

Nektar stanowi substancję, która zwabia owady zapylające. Jest słodką, bardzo aromatyczną substancją wydzielaną przez nektarniki kwiatów. Głównym źródłem nektaru są żeńskie odmiany roślin rozdzielnopłciowych oraz roślin, które nie są źródłem pyłku dla pszczoł, np. malwa [Kotłowski, 2003; Wilczyńska, 2012]. Nektar jest przede wszystkim źródłem energii, ale oprócz cukrów (od 5% do 70%), głównie glukozy, fruktozy i sacharozy i wody (30-90%), zawiera różne drobne składniki, które mogą, bezpośrednio lub pośrednio, mieć znaczenie odżywcze. W mniejszych ilościach występują w nektarze związki białkowe, aminokwasy, kwasy organiczne, związki fosforowe, olejki eteryczne, barwniki, niektóre witaminy, enzymy oraz sole mineralne [Popek, 2001; Jasicka-Misiak i Kafarski, 2011; Nicolson, 2011; red. Tichonow, 2017]. Ogólny skład nektaru został przedstawiony w tabeli 1.

Tabela 1.

Ogólny skład nektaru

Składniki	Zawartość (%)
Woda	50-70
Cukry redukujące	2,57
Sacharoza	0,37
Skrobia	0,87
Azotan amonu	2,30
Aminokwasy i amidy	0,11
Azotany	0,10

Źródło: [red. Tichonow, 2017].

Spadź jest lepłą cieczą występującą na liściach oraz gałęziach niektórych drzew, a niekiedy krzewów. Stanowi przetworzony przez mszyce oraz czerwce sok roślinny wzbogacony w wydaliny ich organizmów, natomiast nie zawiera elementów białkowych, które pobrały te owady [Popek, 2001; Wilczyńska, 2012; Jasicka-Misiak i Kafarski, 2011].

W odróżnieniu do nektaru spadź charakteryzuje się mniejszą zawartością wody, ciemniejszą barwą, bardziej gęstą konsystencją, a także obecnością dekstryn. Charakterystycznym elementem jest również kilkukrotnie większa niż w nektarze obecność składników mineralnych. Najwięcej spadzi pojawia się od czerwca do sierpnia. Pszczoły przede wszystkim bazują na drzewach takich, jak: świerki, jodły, modrzewie, sosny, klony, dęby i lipy. W Polsce spotykane są dwa rodzaje spadzi: iglasta

(źródło: często - jodła, świerk, rzadziej - modrzew i sosna) oraz liściasta, rzadziej wykorzystywana przez pszczoły ze względu na szybki proces wysychania (źródło: lipa, buk, brzoza, topola, drzewa owocowe) [Popek, 2001; red. Przybyłowski, 2008; Oberrisser, 2009; Wilczyńska, 2012].

1.1.2. Klasyfikacja miodów

Szczegółowa klasyfikacja miodów, stanowiąca podstawę ich identyfikacji odmianowej i nie tylko, jest przedstawiona w Rozporządzeniu Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dn. 3 października 2003 r. w sprawie szczegółowych wymagań w zakresie jakości handlowej miodu (Dz.U. z 2003r. Nr 181, poz. 1773 z późn. zmianami) [Rozp. MRiRW, 2003].

Podstawowym kryterium podziału miodów jest pożytek – ze względu na jego rodzaj wyróżnia się trzy typy miodów:

1. **Nektarowe lub kwiatowe** – otrzymywane z nektaru roślinnego. Są to miody o charakterystycznej jasnej barwie, w stanie płynnym, prawie bezbarwne, jasnożółte (z wyjątkami przybierającymi odcienie od ciemnożółtego do brązu), delikatnym smaku oraz wyczuwalnej kwiatowej nucie zapachowej [red. Przybyłowski, 2008]. Według danych literaturowych miody nektarowe określone są jako smakowo ostrzejsze – bardziej słodkie i drażniące niż miody spadziowe [Czerwińska, 2009]. Można dokonać podziału tych miodów na odmiany, biorąc pod uwagę ilość pyłku przewodniego danej odmiany pożytku pszczelego, tj. rośliny, z której owady najczęściej korzystały przy jego produkcji. Stąd również pochodzą nazwy tych miodów. W ramach tej grupy wyróżnia się miody nektarowe o jednokwiatowym pochodzeniu (miód rzepakowy, akacjowy, lipowy, gryczany, wrzosowy, nawłociowy, faceliowy) oraz miody wielkokwiatowe – wytwarzane z mieszaniny nektarów różnych gatunków roślin [PN-88 A-77626 Miód pszczeli, Rozp. MRiRW, 2003].
2. **Spadziowe** – uzyskane głównie z wydalin owadów wysysających (*Hemiptera*) żywe części roślin lub wydzielin żywych części roślin. Miody te charakteryzuje przede wszystkim ciemnobrązowa barwa, bardzo często z zielonkawo-oliwkowym odcieniem, za którą odpowiadają barwniki karotenoidowe (beta-karoten i ksantofil) [Czerwińska, 2009]. Natomiast po skryształowaniu ciemna barwa jaśnieje oraz można zaobserwować jej szarawe odcienie. W porównaniu do miodów nektarowych występują różnice dotyczące smaku, który jest łagodniejszy, mniej

mdły oraz słodki. Ich skład chemiczny jest również różny – przykładowo zawiera melecycozę, która występuje w śladowych ilościach lub nie występuje w miodach nektarowych [Wilczyńska, 2012]. Miody spadziowe zawierają więcej związków mineralnych, dekstryn, związków azotowych w porównaniu do miodów nektarowych [red. Przybyłowski, 2008]. Biorąc pod uwagę pochodzenie pożytku, można podzielić tę grupę produktów na miody ze spadzi iglastej oraz spadzi liściastej [Rozp. MRiRW, 2003].

3. **Nektarowo - spadziowe** – otrzymywane przez pszczoły z wydalin owadów wysysających soki żywych części roślin wraz z nektarem roślin. Produkowane są przez pszczoły w szczególnym czasie, gdy równocześnie kwitną rośliny i występuje na nich spadz. Są to tzw. miody mieszane o sensorycznych i chemicznych cechach miodów spadziowych oraz nektarowych. Posiadają charakterystyczną bursztynową barwę o zielonkawym połysku oraz korzenną nutę zapachową [red. Flaczyk, 2006; Bertoneclj i wsp., 2007].

Najczęściej spotykanym miodem nie tylko w Polsce, ale również w Unii Europejskiej, jest miód wielokwiatowy [Pires i wsp., 2009; Wilczyńska, 2012]. Natomiast najpopularniejszymi odmianami w Polsce są także miody: rzepakowe, wrzosowe, gryczane, akacjowe, lipowe, a w ostatnich latach – faceliowe.

Powyższy podział uwzględniający typy miodów oraz podział miodów na odmiany jest najczęściej spotykanym. Miody można podzielić również ze względu na ich cechy sensoryczne. Stosowany jest podział miodów w zależności od barwy (miody jasne i ciemne) oraz konsystencji (miody płynne – patoka, miody skrzystalizowane – krupiec oraz miody kremowane) [Niedźwiedzki, 2003; Popek, 2018; Wilczyńska, 2012]. W przypadku braku możliwości określenia odmiany dominującego pyłku pszczelego, wprowadzono podział miodów ze względu na czas zbioru: miody wczesne, wiosenne, majowe, lipcowe, jesienne, późne oraz późnojesienne [Marshall, Kim i Wei, 2000; Bertoneclj i wsp., 2007]. Decydującym kryterium podziału miodów może być również położenie pasieki, można tu zaobserwować podział na miody: wędrujące, górskie, leśne, łąkowe. Spotykane są również odmiany takie, jak miód: malinowy, mniszkowy, chabrowy, koniczynowy, które posiadają odrębne właściwości nie tylko sensoryczne, ale również lecznicze i skład chemiczny [red. Przybyłowski, 2008; Hołderna-Kędzia i Kędzia, 2008].

Miód może być również klasyfikowany zgodnie z jego pochodzeniem geograficznym. Określone rodzaje miodów pochodzą z różnych obszarów

geograficznych UE. Miody te posiadają cechy, które są zasadniczo lub wyłącznie związane z określonym regionem lub szczególnym środowiskiem lokalnym z nieodłącznymi czynnikami naturalnymi i ludzkimi. Mogą być wyróżnione oznaczeniami Chronionej Nazwy Pochodzenia (ChNP) i Chronionego Oznaczenia Geograficznego (CHOG) [Rozp. (EWG) nr 2081/92, 1992; Soares i wsp., 2017]. W Polsce są również produkowane miody posiadające te oznaczenia unijne. Według Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi jako ChNP i ChGO w Polsce zarejestrowano sześć takich miódów:

1. Miód wrzosowy z Borów Dolnośląskich [Rozp. Komisji (WE) 483, 2008],
2. Miód Kurpiowski [Rozp. Komisji (UE) 613, 2010],
3. Podkarpacki miód spadziowy [Rozp. Komisji (UE) 710, 2010],
4. Miód drahimski [Rozp. Wyk. Kom. (UE) 765, 2011],
5. Miód z Sejneńszczyzny, Łódzieszczyzny [Rozp. Wyk. Kom. (UE) 75, 2012],
6. Miód spadziowy z Beskidu Wyspowego [Rozp. Wyk. Kom. (UE) 1154, 2020].

Istnieje jeszcze kilka podziałów miódów: w zależności od przeznaczenia (miód przeznaczony bezpośrednio do spożycia i miód piekarniczy) oraz sposobu pozyskiwania i prezentacji miodu (sekcyjny, plastrowy, odsączony, odwirowany, wytłoczony, przefiltrowany) [Rozp. MRiRW, 2003].

Miód naturalny, oprócz różnorodnego składu chemicznego (Tab. 2.), charakteryzuje się odmiennymi cechami organoleptycznymi (Tab. 3.). Przykładowo może mieć różnorodną barwę, od białej (migdałowej) poprzez żółtą do brunatnej [Kędzierska–Matysek i wsp., 2013]. Poszczególne odmiany miódów mogą różnić się również właściwościami fizykochemicznymi, co powoduje różnice we właściwościach odżywczych i leczniczych [Wilczyńska, 2012; Majewska, Kowalska i Jeżewska, 2010; Rosiak i Jaworska, 2019].

Tabela 2.

Wymagania fizykochemiczne dla miodów pszczelich

Wyszczególnienie	Typ miodu		
	nektarowy	nektarowo-spadziowy	spadziowy (s. liściasty, s. iglasty)
Zawartość wody, %	nie więcej niż 20% z tym, że nie więcej niż: 1) 23% – w miodzie wrzosowym i w miodzie piekarniczym; 2) 25% – w miodzie piekarniczym wrzosowym		
Zawartość cukrów redukujących (suma fruktozy i glukozy)	nie mniej niż 60g/100g	nie mniej niż 45g/100g	
Zawartość sacharozy	nie więcej niż 5 g/100 g z tym, że nie więcej niż: 1. 10 g/100 g – w miodzie pochodzącym z grochodrzewu (<i>Robinia pseudoacacia</i>), lucerny (<i>Medicago sativa</i>), Menzies Banksia (<i>Banksia menziesii</i>), suchodrzewu francuskiego (<i>Hedysarum</i>), karczunkowca czerwonego (<i>Eucalyptus camadulensis</i>), rzemienicy (<i>Eucryphia lucida</i> , <i>Eucryphia milligani</i>), Citrus spp.; 2. 15 g/100 g – w miodzie pochodzącym z lawendy (<i>Lavandula spp.</i>), ogórecznika (<i>Borago officinalis</i>)		
Zawartość wolnych kwasów	nie więcej niż 50 mval/kg z tym, że nie więcej niż 80 mval/kg – w miodzie piekarniczym (przemysłowym)		
Liczba diastazowa (wg skali Schade)	nie mniej niż 8, z wyjątkiem miodu piekarniczego (przemysłowego), z tym że nie mniej niż 3 – w miodzie z naturalnie niską aktywnością enzymów oraz zawartością HMF nie większą niż 15 mg/kg.		
Zawartość 5-hydroksymetylofurfuralu (HMF),	nie więcej niż 40 mg/kg, z wyjątkiem miodu piekarniczego (przemysłowego) z tym, że nie więcej niż 80 mg/kg w miodzie pochodzącym z regionów o klimacie tropikalnym oraz w mieszankach takich miodów		
Zawartość proliny, mg/100g miodu	25		
Przewodność właściwa	nie więcej niż 0,8 mS/cm, z wyjątkiem miodów i ich mieszanek, wymienionych poniżej, z tym że nie mniej niż 0,8 mS/cm – w miodzie spadziowym, miodzie kasztanowym i ich mieszankach. Nie określa się przewodności właściwej dla miodu pochodzącego z drzewa truskawkowego (<i>Arbutus unedo</i>), wrzośca (<i>Erica</i>), eukaliptusa, lipy (<i>Tilia spp.</i>), wrzosu pospolitego (<i>Calluna vulgaris</i>), manuka leptospermum, drzewa herbacianego (<i>Melaleuca spp.</i>)		
Zawartość substancji nierozpuszczalnych w wodzie	nie więcej niż: 0,1 g/100 g, z tym że nie więcej niż: 0,5 g/100 g w miodzie wytłoczonym		
Zawartość arsenu, mg/kg miodu	0,2		
Zawartość ołowiu, mg/kg miodu	0,4		
Zawartość miedzi, mg/kg miodu	10,0		
Zawartość cynku, mg/kg miodu	15,0		
Zawartość cyny, mg/kg miodu	20,0		

Źródło: [opracowanie własne na podstawie: PN-88/A-77626 Miód pszczeli., Rozp. MRiRW, 2015].

Tabela 3.

Wymagania organoleptyczne dla miodu pszczelego

Wymagania organoleptyczne						
Typ	Odmiana	Barwa		Konsystencja	Zapach	Smak
		przed skryształizowaniem	po skryształizowaniu			
Nektarowy	rzepakowy	od bezbarwnej do słomkowej	biało- lub szarokremowa	ciecz gęsta, krystalizująca szybko, po krystalizacji drobnoziarnista, mazista	słaby, zbliżony do zapachu kwiatów rzepaku	słodki, mdły, lekko gorzkawy
	akacjowy	od bezbarwnej do jasnokremowej	od białej do słomkowej	ciecz gęsta, krystalizująca powoli	słaby, zbliżony do zapachu kwiatów akacji	słodki, lekko mdły
	lipowy	od zielonkavo żółtej do jasnobursztynowej	od białożółtej do złocistożółtej	ciecz gęsta, po krystalizacji drobnoziarnista, krupkowata	silny, podobny do zapachu kwiatów gryki	słodki, ostry z gorzkawym posmakiem
	gryczany	ciemnoherbaciana do brunatnej	brązowa	ciecz gęsta, po krystalizacji gruboziarnista, niejednolita; dopuszcza się na powierzchni cienką warstwę płynną	bardzo silny, zbliżony do zapachu kwiatów gryki	słodki, ostry
	wrzosowy	czerwonobrunatna	żółtopomarańczowa lub brunatna	ciecz gęsta, po skryształizowaniu galaretowata, może być średnioziarnista	silny, podobny do zapachu kwiatów wrzosu	mało słodki, ostry, gorzkawy
	wielokwiatowy	od jasnokremowej do herbacianej	od jasnożółtej lub jasnoszarej do jasnobrażowej	ciecz gęsta, po skryształizowaniu średnioziarnista	silny, podobny do zapachu wosku pszczelego	słodki, łagodny, do ostrego, z posmakiem gorzkawym
Nektarowo-spadziowy	nektarowo spadziowy	od zielonkawej do brunatnozielonkawej	od jasno- do ciemno-brunatnej	ciecz gęsta, po krystalizacji drobno- lub średnioziarnista	słaby, lekko korzenny	mało słodki, łagodny
Spadziowy	ze spadzi liściastej	od zielonkawoherbacianej do jasnobrażowej	szarobrażowa, może być z odcieniem zielonym do brązowej	ciecz gęsta, krystalizacja średnioziarnista	słaby, lekko korzenny	łagodny z posmakiem cierpkawym
	ze spadzi iglastej	ciemna, od szarawozielonkawej do brązowej lub prawie czarnej	ciemnobrażowa z odcieniem szarym lub zielonkawym	ciecz gęsta, krystalizująca wolno, krystalizacja średnioziarnista; kryształki mogą tworzyć zlepy	lekko korzenny lub żywiczny	łagodny, mało słodki, lekko żywiczny

Źródło: [PN-88/A-77626 Miód pszczeli].

Parametrami dyskwalifikującymi miód naturalny są:

- obecność sztucznego inwertu, melasy i skrobi,
- obecność nadmiernej zawartości 5-HMF,
- obecność nadmiernej zawartości sacharozy,
- obecność sztucznych barwników,
- obecność rozkruszka,
- obce cechy sensoryczne (obcy zapach i smak),
- widoczne oznaki fermentacji [PN-88/A-77626 Miód pszczeli., 1988; Rozp. MRiRW, 2015].

1.1.3. Skład chemiczny i właściwości prozdrowotne miodów

Miód naturalny jest mieszaniną od 300 do 500 substancji organicznych i nieorganicznych (Tab. 4.). Miód składa się głównie z różnych węglowodanów (przeważają fruktoza i glukoza), jak również innych substancji takich, jak: woda, składniki mineralne, aminokwasy, związki azotowe, olejki eteryczne, witaminy oraz innych substancji (kwasy, substancje pektynowe, pektyny, dekstryny, barwniki substancje aromatyczne) [Popek, 2001; Alvarez-Suarez i wsp., 2010; Bogdanov, 2011; Wilczyńska, 2012; red. Wilde, 2013; red. Tichonow, 2017]. Skład chemiczny miodu może być bardzo zróżnicowany, a wynika to przede wszystkim z rodzaju i gatunku roślin wykorzystanych do produkcji miodu przez pszczoły [Kędziarska-Matysek i wsp., 2013].

Tabela 4.

Charakterystyka składu chemicznego miódów pszczelich

Składnik	Zawartość		Uwagi
	Wg normy oraz literatury*	Wg badań literatury*	
Woda	17-20%	miód wrzosowy 23%	
Węglowodany, w tym:	65-87%	miody nektarowe – ok. 80%, miody spadziowe – ok. 77%, glukoza ok 31%, fruktoza – ok 38%	Zawartość sacharydów w miodzie determinowana jest między innymi: pochodzeniem miodu, porą zbioru oraz długością okresu przechowywania; miody spadziowe zawierają więcej oligosacharydów i dekstryn, podczas gdy w miodach nektarowych przeważają cukry proste. Największą ilość sacharozy zawierają miody niedojrzałe. Natomiast oligosacharydy odpowiadają za prebiotyczne właściwości miódów.
- Monosacharydy (glukoza, fruktoza)	67-70%		
- disacharydy	65-80%		
- redukujące (maltoza, izomaltoza, maltuloza, izomaltuloza, koibioza, turanoza, nigerroza, gencjobioza)	0-10%	maltoza 2,8-7,5%	
- nieredukujące (sacharoza, trehaloza)	0-15%	sacharoza średnio 1-3%,	
- oligosacharydy (redukujące i nieredukujące)	0,5-10%		
- dekstryny	1-10%	1-3% - miody nektarowe 5-10% - miody spadziowe	
Związki azotowe			
- aminokwasy (w miodzie oznaczono 21 aminokwasów, m.in. kwas asparaginowy, kwas glutaminowy, alaninę i prolinę – 50-85% aminokwasów w miodzie).	0,25-3%	miody nektarowe 0,08-0,4%, miód wrzosowy i gryczany do 1%, miód spadziowy 1-1,9%	Większą zawartością związków azotowych w porównaniu z innymi odmianami miódów charakteryzuje się miód wrzosowy. Enzymy występujące w miodach są pochodzenia roślinnego (z pyłku kwiatowego oraz spadzi), jak i zwierzęcego (gruczołów pszczół). Pełnią rolę skutecznych, biologicznych katalizatorów w reakcjach rozkładu i syntezy. Np. inwertaza rozkłada sacharozę, diastaza uczestniczy w hydrolizie skrobi.
- białka (albuminy, globuliny)	0,2%		
- enzymy (amylazy, inwertaza, katalaza, fosfatazy, lizozym i oksydaza glukozowa).	0,2-1%		
Kwasy organiczne (glukonowy, cytrynowy, mlekowy, jabłkowy, bursztynowy, masłowy, propionowy, winowy, szczawiowy, linolowy, linolenowy).	0,01-1,5%	70-90% tych związków stanowi kwas glukonowy.	Determinują smak i aromat miodu oraz właściwości drobnoustrojowe. Ich zawartość uzależniona jest od gatunku i pochodzenia miodu.
Kwasy nieorganiczne (solny i fosforowy)	0,03-0,1%		
Witaminy (A, C, D, K, B ₁ , B ₂ , PP, B ₆ , B ₅ , B ₉ , H)	0,04%	-	Stanowi istotne źródło witamin w diecie człowieka
Substancje mineralne (ok. 47 biopierwiastków: potas, krzem, sód, żelazo, miedź, magnez, mangan, siarka, nikiel, fosfor, chlor, kobalt, jod, cynk, pallad, arsen, stront, glin, wolfram, ołów, chrom, tytan, bar, molibden, wanad, cyna, srebro).	0,02-1%	miody nektarowe zawierają 0,05 - 0,50% składników mineralnych, miody nektarowo-spadziowe – 0,32-0,52%, a miody spadziowe najwięcej – ok. 1% składników mineralnych.	Ilość składników mineralnych w miodzie zależy przede wszystkim od gatunku rośliny miododajnej oraz od mineralnego składu gleby w rejonie zbioru pożytków miodowych przez pszczoły.
Substancje aromatyczne			
- aldehydy i ketony (aldehydy: mrówkowy, octowy i izomasłowy oraz aceton, diacetyl), - związki polifenolowe, estry, wyższe alkohole alifatyczne.	0,07-0,1%	ok. 200 związków aromatycznych (olejków eterycznych), pochodzących głównie z nektaru.	Decydują o cechach organoleptycznych. Zawartość substancji aromatycznych maleje podczas ogrzewania i długiego przechowywania.
Barwniki Są to karotenoidy (karotenu i ksantofilu), flawonoidy (także związki powstałych przez ich połączenie), chlorofil oraz antocyjany, taniny.			

Źródło: * [Grembecka, Hendożko i Szefer, 2007; Stangaciu i Hartenstein, 2007; Bogdanov, 2011; Wilczyńska, 2012; red. Wilde, 2013; red. Tichonow, 2017; Rosiak i Jaworska, 2019; Doba, Cieślak i Zmudziński., 2020].

Miód pożądany jest nie tylko ze względu na swój smak i wartości odżywcze, ale także ze względu na właściwości prozdrowotne. Stosowanie miodu generalnie

kojarzone jest z jego właściwościami leczniczymi. Miód wykorzystuje się do wspomagania leczenia przeziębienia i chorób dróg oddechowych oraz leczenia ran i oparzeń [Simka, 2006; Soares i wsp., 2017; Bąkowska i Janda, 2018]. Szybkie przyswajanie miodu, a także jego właściwości odżywcze, dietetyczne i lecznicze warunkowane są poprzez analogiczny skład mineralny krwi i miodu [red. Tichonow, 2017]. Miód posiada również wiele innych właściwości leczniczych, przykładowo ma on działanie immunomodelujące, przeciwbakteryjne, hepatoprotekcyjne, hipoglikemiczne, przeciwnadciśnieniowe, gastroprotekcyjne, przeciwgrzybicze, przeciwzapalne i przeciwutleniające [Simka, 2006; Gomes i wsp., 2010; Erejuwa Sulaiman i Waha., 2012; Godlewska i Świsłowska, 2015; Soares i wsp., 2017; Szweda i Pajor, 2017; red. Tichonow, 2017; Bąkowska i Janda, 2018; Jagiełło i wsp., 2018; Rosiak i Jaworska, 2019].

Dodatkowo miód jest jednym z produktów pszczelich pozytywnie wpływających na wygląd skóry, stosowanych w kosmetyce, tak zwanej apikosmetyce [Marwicka i wsp., 2014; Dubiago, Nowak i Klimowicz, 2019; Kędzia i Hołderna-Kędzia, 2020].

Profil substancji chemicznych, odpowiedzialnych za nadanie miodom odmianowym określonych właściwości odżywczych i leczniczych, tym samym za ich finalną jakość, zależy jest od wielu czynników, szczegółowo omówionych w następnym rozdziale pracy [Wilczyńska, 2012; Basisata; 2013; Kędzia-Matyssek i wsp., 2013; Ajibola, 2015; red. Tichonow, 2017; Jagiełło, 2018; Soares i wsp., 2017; Rosiak i Jaworska, 2019]. Przykładowo miód lipowy, dzięki wysokiej aktywności antybiotycznej łagodzi kaszel, obniża gorączkę, ma działanie napotne [Waś i wsp., 2011a, 2011b, 2011c]. Prozdrowotne właściwości miodów odmianowych omówiono szczegółowo w tabeli 5.

Tabela 5.

Prozdrowotne właściwości miodów odmianowych

Odmiana miodu	Prozdrowotne właściwości miodów
Rzepakowy	<ul style="list-style-type: none"> • wspomaga działanie wątroby i dróg żółciowych • wspomaga stany zapalne dróg oddechowych • wspomaga prawidłowe funkcjonowanie mięśnia sercowego (zawiera najwięcej glukozy i fruktozy oraz potasu i magnezu)
Akacjowy	<ul style="list-style-type: none"> • wpływa pozytywnie na błonę śluzową żołądka, schorzenia układu pokarmowego • wspomaga leczenie przeziębienia • działa kojąco w stanach wyczerpania fizycznego oraz umysłowego • działa lekko nasennie
Lipowy	<ul style="list-style-type: none"> • wspomaga układ odpornościowy • wpływa na zmniejszenie poziomu stresu • wspomaga układ krążenia • wspomaga górne i dolne drogi oddechowe • działa rozgrzewająco i kojąco przy schorzeniach oskrzeli, zatok, ma działanie przeciwzapalne, dlatego stosuje się go na grype i przeziębienie, warto go też stosować w stanach osłabienia

Wrzosowy	<ul style="list-style-type: none"> wspomaga pracę dróg moczowych, nerek i prostaty wspomaga leczenie zapalenia gardła i przeziębienia działa kojąco na stany zapalne żołądka
Mniskowy	<ul style="list-style-type: none"> wspomaga pracę wątroby
Gryczany	<ul style="list-style-type: none"> wspomaga układ krążenia niweluje niedokrwistość z powodu braku żelaza uszczelnia naczynia krwionośne i przeciwdziałania miażdżycy, a także podnosi przyswajalność witaminy C
Nawłociowy	<ul style="list-style-type: none"> działa kojąco na stany zapalne i zakażenia dróg moczowych wspomaga leczenie kamicy nerkowej działa kojąco na infekcje górnych dróg oddechowych działa kojąco na infekcje dróg żółciowych poprawia ukrwienie żył kończyn dolnych i nerek działa przeciwzakrzepowo
Wielokwiatowy	<ul style="list-style-type: none"> wzmacnia organizm i odporność dodaje energii i witalności wspomaga leczenie stanów alergicznych dróg oddechowych wspomaga przy anemii, zmęczeniu, regulacji ciśnienia
Faceliowy	<ul style="list-style-type: none"> działa na choroby układu sercowo-naczyniowego (nadciśnienia, miażdżycy) wspomaga leczenie chorób układu oddechowego, zapalenia gardła, przeziębienia, grypy, wspomaga regenerację organizmu po dużym wysiłku fizycznym i intelektualnym wzmacnia organizm i odporność dodaje energii i witalności
Spadziowy z drzew iglastych	<ul style="list-style-type: none"> działa kojąco na choroby gardła i górnych dróg oddechowych reguluje zaparcia i biegunki wspomaga leczenie chorób serca działa wspierająco na układ krążenia i problemy z sercem
Spadziowy z drzew liściastych	<ul style="list-style-type: none"> wspomaga pracę nerek i dróg moczowych wspomaga pracę wątroby i dróg żółciowych
ODMIANY RZADZIEJ SPOTYKANE W POLSCE	
Słonecznikowy	<ul style="list-style-type: none"> działa antybiotycznie, antybakteryjnie i przeciwdrobnoustrojowo działa regenerująco na błony śluzowe układu pokarmowego oraz odżywczo w obliczu chorób ze strony układu trawiennego wspomaga układ odpornościowy dodaje energii i witalności wspomaga leczenia infekcji górnych dróg oddechowych wspomaga leczenie zapalenia gardła i przeziębienia
Malinowy	<ul style="list-style-type: none"> działa antybiotycznie, antybakteryjnie i przeciwdrobnoustrojowo działa napotnie i rozgrzewające działa przeciwgorączkowo i immunomodulująco wspomaga leczenie infekcji górnych dróg oddechowych działa na zapalenie gardła, przeziębienia i grype poprawia ukrwienie żył kończyn dolnych i nerek działa przeciwzakrzepowo wspomaga zapobieganie miażdżycy, udarowi, zawałowi.
Nostrzykowy	<ul style="list-style-type: none"> wspomaga leczenie chorób układu krwionośnego (nadciśnienie, zakrzepica, miażdżycy, zapalenie żył) wspomaga sen, działa wyciszająco
Kasztanowy	<ul style="list-style-type: none"> wspomaga niedobory wapnia i minerałów działa antybiotycznie, antybakteryjnie i przeciwdrobnoustrojowo stosowany jest w leczeniu ran wywołanych bakteriami o wysokiej oporności na antybiotyki dostarcza do organizmu witaminy z grupy B, Wit. C i żelazo wzmacnia mięśnie i kości wpływa na poprawę krążenia krwi dodaje energii i witalności wspomaga leczenie infekcji górnych dróg oddechowych działa na zapalenie gardła i przeziębienie
Tymiankowy	<ul style="list-style-type: none"> działa przeciwbakteryjne, immunomodulujące, łagodnie przeciwzapalne zapobiega rozwojowi nowotworów (raka piersi, prostaty i endometrium) wspomaga układ krążenia i funkcjonowania serca działa wyciszająco
Lawendowy	<ul style="list-style-type: none"> działa antybakteryjnie wspomaga terapię wszawicy pomaga z nieświeżym oddechem wspomaga leczenie infekcji górnych dróg oddechowych, przeziębienia i grypy wspomaga stany wyczerpania psychicznego i fizycznego działa na zaburzenia braku apetytu i mdłości działa uspokajająco

Źródło: [Popek, 2001, Stangaciu i Hartenstein, 2007; Bogdanov i wsp., 2008; Jasicka-Misiak i Kafarski, 2011; Kędzior, 2012; Ajibola, 2015; Majewska i wsp., 2015; Da Silva i wsp. 2016; DaĀ, Siralı i Tarakçı, 2017; red. Tichonow, 2017; Jagiełło, 2018; Sowa, Dżugan i Jarecki, 2018].

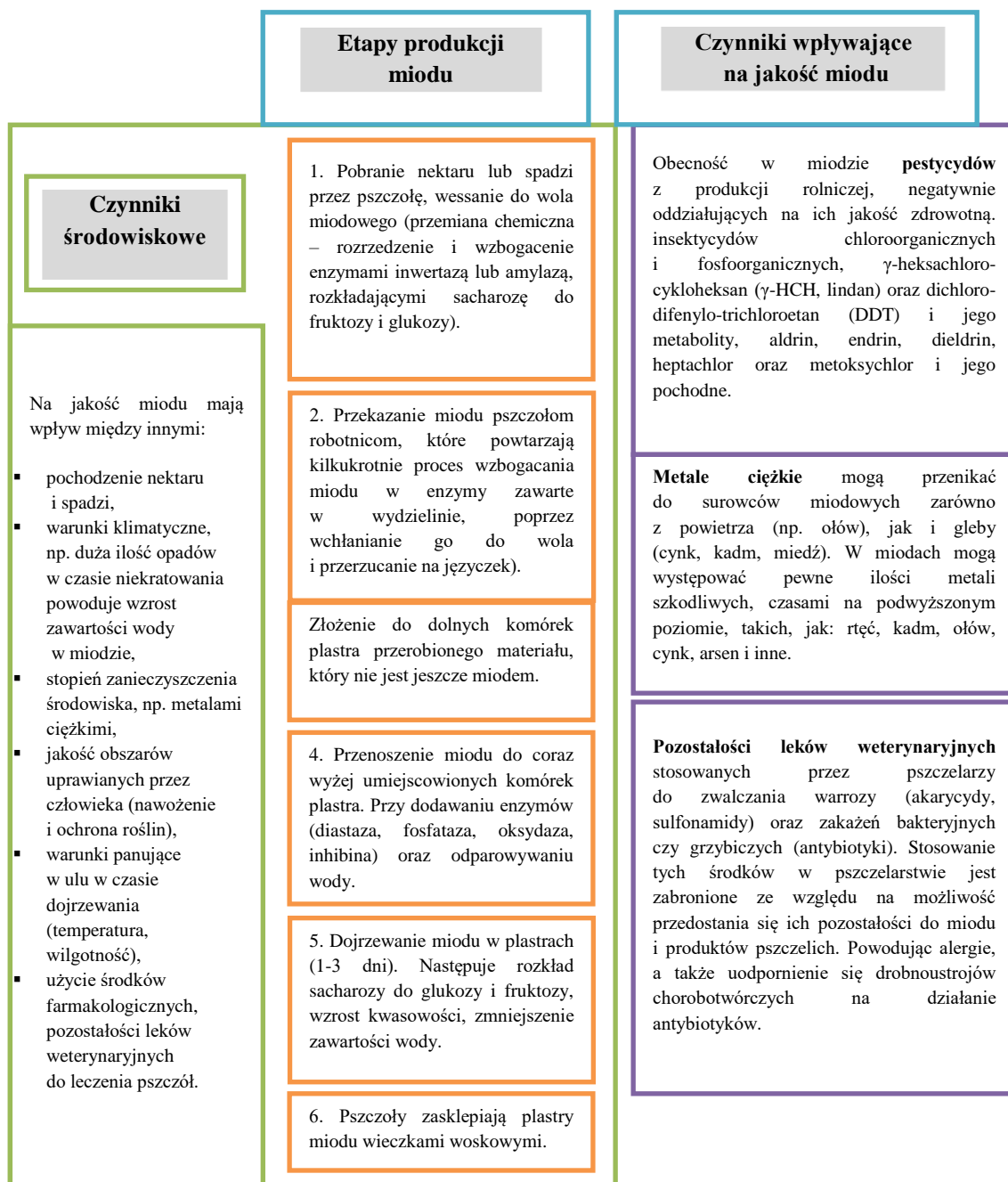
1.1.4. Czynniki wpływające na jakość miodu

Wśród czynników odpowiadających za nadanie miodom specyficznych właściwości organoleptycznych (smak, zapach, barwa) i odżywczych, tym samym za finalną ich jakość, można wyróżnić:

- rodzaj pożytku i jego skład (spadź, nektar), pochodzenie botaniczne,
- substancje dodawane przez pszczoły (enzymy),
- warunki panujące w ulu pszczelim podczas dojrzewania miodu,
- uwarunkowania środowiskowe, należą do nich: pora roku i warunki klimatyczne (opady, amplituda temperatury w okresie nektarowania), obszar geograficzny, związki chemiczne występujące w przyrodzie (pestycydy, metale ciężkie, pozostałości leków weterynaryjnych wykorzystywanych do leczenia chorób pszczół),
- wszelkie działania podjęte przez pszczelarzy (funkcjonowanie pasieki oraz sposób i warunki przechowywania i technologia zastosowana do ekstrakcji miodu przez pszczelarzy). Największe ryzyko związane z obniżeniem walorów miodu jest związane z procesem ogrzewania miodu w celu rekrytalizacji, następnie jego rozlew do opakowań jednostkowych, fermentacja, higiena pozyskiwania miodu, filtracja i inne [Popek, 2001; Szczęśna, 2003; Wilczyńska, 2012; Kowalski i wsp., 2012; Schievano i wsp., 2013; Kędzierska-Matysek i wsp., 2013; Wojtacka i wsp., 2014; Soares i wsp., 2017, Kiczorowski i wsp., 2020; Fakhlaei i wsp.; 2020].

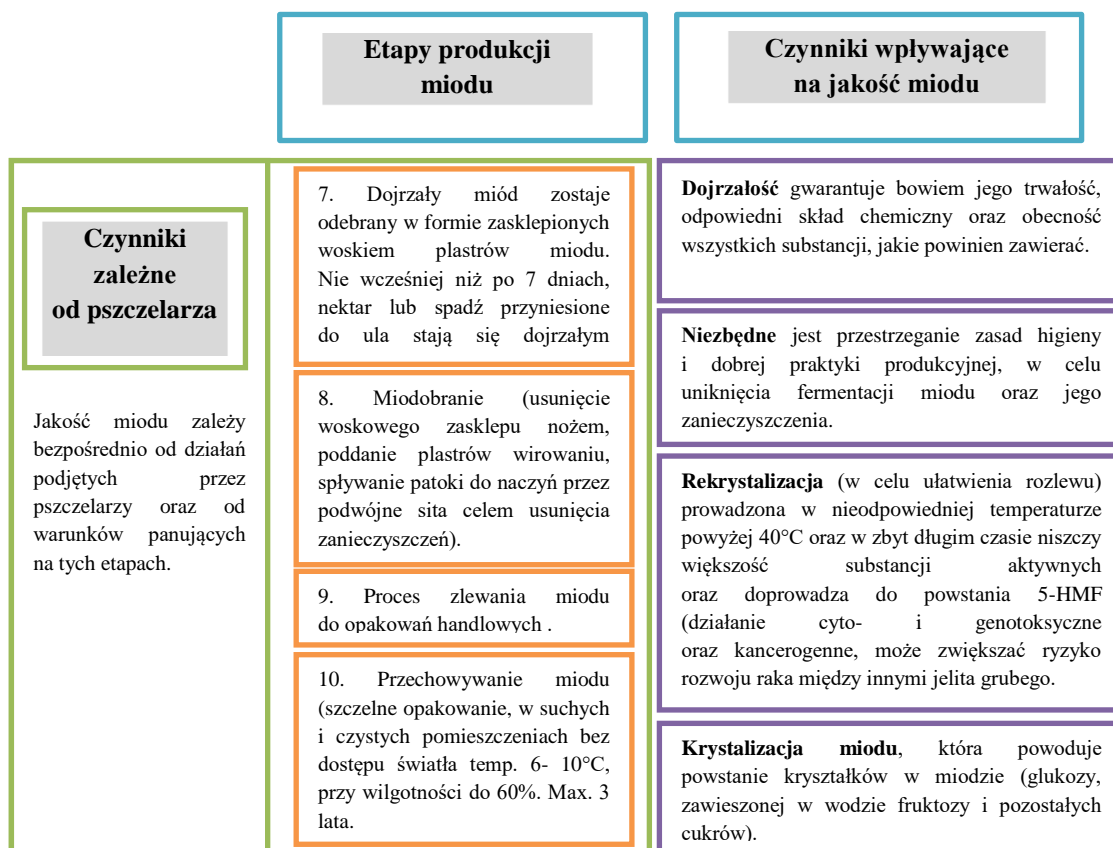
Technologia procesu wytwarzania miodu, sposób ekstrakcji miodu oraz warunki jego przechowywania są grupą czynników mających znaczący wpływ na kreowanie jakości miodu w procesie jego produkcji (Rys. 1. oraz Rys. 2.).

Spośród wielu oddziaływań to czynniki zależne od pszczelarza mają diametralny wpływ na jakość miodu oraz jego skład chemiczny. Głównymi determinantami w tym zakresie są warunki rozlewu miodu do opakowań handlowych (temperatura) oraz proces przechowywania. To w tym czasie może dochodzić do największych zmian. Miód stanowi produkt tzw. „żywy”, tj. zachodzą w nim ciągle zmiany aktywności enzymatycznej i reakcje biochemiczne w zakresie przemian: cukrów, aminokwasów, aktywności enzymatycznej, substancji aromatycznych oraz barwników [Popek, 2001].



Rys. 1. Proces produkcji miodu oraz czynniki środowiskowe wpływające na jego jakość

Źródło: [Szczęsna, 2003; Wilczyńska, 2012; Fakhlaei i wsp.; 2020].



Rys. 2. Proces produkcji miodu oraz czynniki determinowane środowiskiem wewnętrznym oraz parametrami technologicznymi wpływającymi na jego jakość

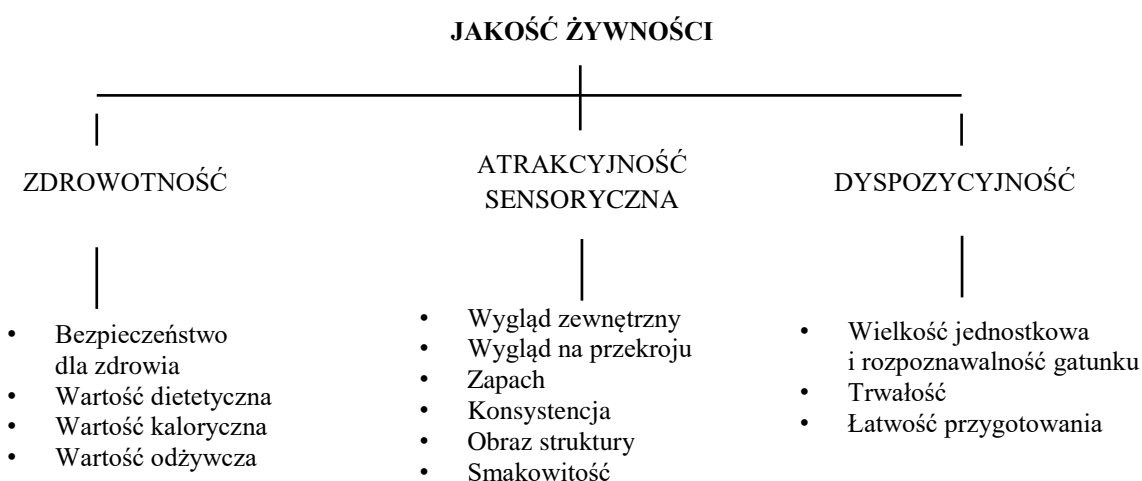
Źródło: [Szczęsna, 2003; Ruoff i Bogdanov, 2004; Wilczyńska, 2012; Soares i wsp., 2017; Fakhlaei i wsp., 2020].

Czynnikiem wpływającym w dużym stopniu na jakość miodów jest także ich przechowywanie, które może powodować wiele zmian fizykochemicznych takich, jak: ciemnienie barwy (na skutek reakcji Maillarda), zmiana składu cukrowego, malejąca aktywność enzymatyczna oraz bakteriostatyczna, wzrost zawartości 5-HMF, postępująca krystalizacja miodu, stopniowe utlenienie substancji aromatycznych miodu [Krauze i Krauze, 1991; Pereyr, Burin, Pilar Buera, 1999; Bakier, 2008; Brudzynski i Klim, 2011; Wilczyńska, 2011; Śliwińska, Przybylska i Bazylak, 2012; Piotraszewska-Pająk i Gliszczyńska-Świątło, 2015; Wilczyńska i Chomaniuk, 2016; Kędzia-Matysek i wsp., 2017; Żak, Wilczyńska i Przybyłowski, 2018; Haouam i wsp., 2019; Braghini i wsp., 2020, da Silva i wsp., 2020; Fakhlaei i wsp., 2020; Kiczorowski i wsp., 2020; Drivelos i wsp., 2021; Tischer Seraglio i wsp., 2021].

1.2. Autentyczność miodu jako atrybut jakości miodu

Produkty spożywcze są charakteryzowane przez zbiór cech, który świadczy o ich jakości oraz akceptacji przez konsumentów. Według Haski i Martyniuk [2019] dla konsumentów najważniejszym kryterium wyboru produktu jest jego jakość. Definicja jakości jest pojęciem wielowymiarowym, które może być rozpatrywane w kontekście obiektywnym i subiektywnym. Sposób obiektywny stanowi zestaw cech mierzalnych produktu, a subiektywny jest zestawem cech określanych przez postawy i zachowania konsumentów. Jakość może stać się parametrem konkurencyjności dla producentów jedynie w przypadku, kiedy producent spełni oczekiwania konsumentów, które w prawidłowy sposób będą zidentyfikowane przez konsumenta [Haska i Martyniuk, 2019].

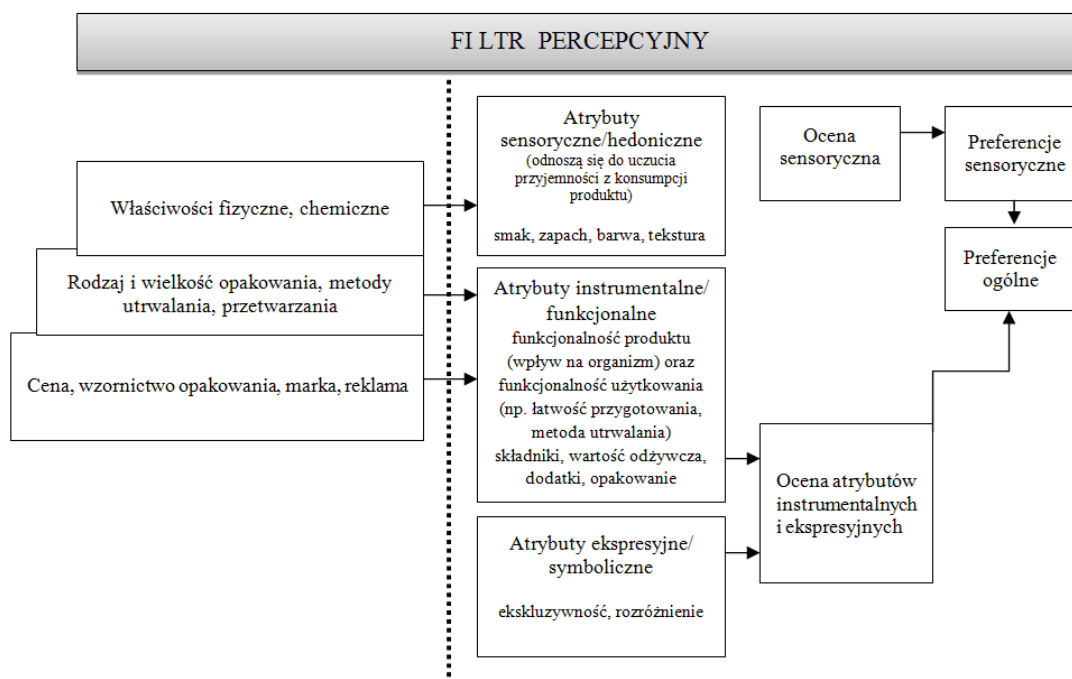
Przywołując definicję z normy PN-EN ISO 9000:2015-10, jakość stanowi stopień, w jakim zbiór inherentnych właściwości spełnia wymagania użytkownika [PN-EN ISO 9000:2015-10]. Natomiast według Verdú-Jover i współpracowników [2004] jakość może być definiowana w zależności od perspektywy, z jakiej jest rozpatrywana: producenta (specyfikacji technologicznej oraz procesu technologicznego) lub konsumenta. Jakość żywności składa się z trzech atrybutów: jakości zdrowotnej, wartości sensorycznej oraz dyspozycyjności (Rys. 3.) [Szczucki, 1970; Baryłko-Pikielna, 1983; Nierzwicki, 2010; Śmiechowska, 2013a; Dmowski, 2019].



Rys. 3. Determinanty jakości żywności

Źródło: [Szczucki 1970; Baryłko-Pikielna, 1983].

Wieloatrybutowe podejście do jakości produktów spożywczych wraz z uwzględnieniem kształtowania preferencji konsumentów przedstawił już wiele lat temu Wierenga [1983] (Rys. 4.). Model ten wskazuje również na istnienie filtra percepcyjnego u każdego konsumenta. Oznacza to, że tylko niektóre cechy produktów biorą udział w kreowaniu preferencji konsumenta, a pozostałe są ignorowane.



Rys. 4. Model kształtowania postawy konsumentów w odniesieniu do produktów żywnościowych

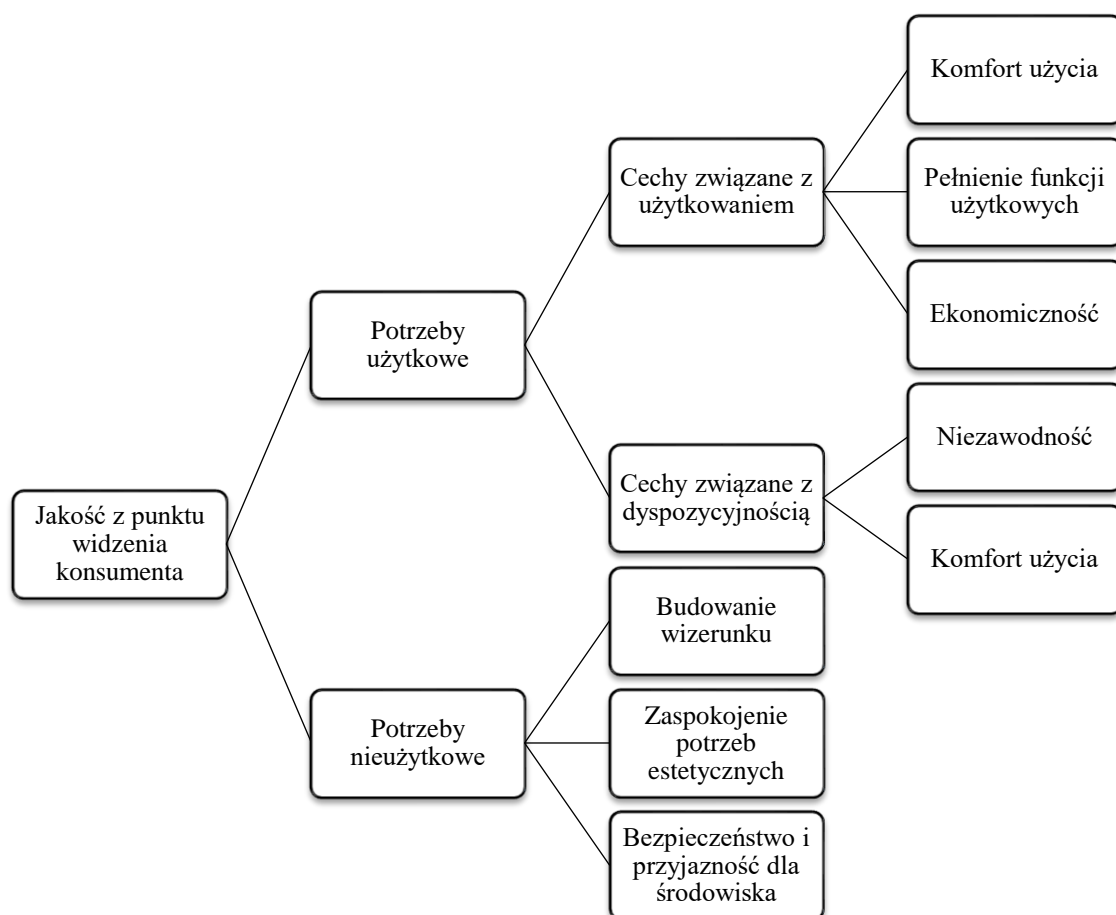
Źródło: [Wierenga, 1983].

Według Kołożyn – Krajewskiej i Sikory jakość produktu jest zależna od znaczenia poszczególnych cech w produkcji. Produkt może mieć cechy krytyczne (dyskwalifikujące) oraz cechy klasyfikujące [Kołożyn-Krajewska i Sikora, 2010].

Według Horubały pojęcie jakości zbudowane jest z czterech determinant: sensorycznych, użytkowych i ekonomicznych, odżywczych i zdrowotnych oraz preferencji konsumenta [Horubała, 1991; Ruszkowska, 2018].

Według Dmowskiego istnieje jakość produktu spożywczego, która jest normatywna (właściwości fizykochemiczne i parametry sensoryczne) oraz pozanormatywna (bezpieczeństwo produktu, zdrowotność oraz jego atrakcyjność sensoryczna), na którą zwracają szczególną uwagę konsumenci [Dmowski, 2019].

W uzupełnieniu do tych wszystkich definicji jakości produktów warto wspomnieć o podziale uwzględniającym oczekiwania producentów, tj. zysk oraz konkurencyjność (Rys. 5.) i konsumentów, tj. potrzeby użytkowe i nieużytkowe (Rys. 6.) [Fraś, 2000; Bielawa, 2011; Ruszkowska, 2018].



Rys. 5. Jakość z uwzględnieniem potrzeb konsumenta

Źródło: [Fraś, 2000; Bielawa, 2011, Ruszkowska, 2018].



Rys. 6. Jakość z punktu widzenia producenta

Źródło: [Frąs, 2000; Bielawa, 2011, Ruskowska, 2018].

Zdefiniowanie w 2008 roku pojęcia całkowitej jakości żywności (ang. *Total Food Quality*) pozwoliło na oddanie złożonego charakteru czynników popartych wachlarzem technik i metod pomiarowych [Giusti, Bignetti i Canella, 2008; Przybyłowski i Grudowski, 2019; Dmowski, 2019].

1.2.1. Istota autentyczności produktów spożywczych

Badania dotyczące jakości i autentyczności produktów spożywczych wynikają nie tylko z wymogów zawartych w aktach prawnych i mają na celu zapewnienie bezpiecznych produktów, ale również są prowadzone w celu spełnienia wymagań konsumentów [Niemczas, 2021; Ustawa o bezpieczeństwie żywności i żywienia (Dz.U.2020.2021)]. Określenie zależności między obiektywnymi parametrami a jakością postrzeganą przez konsumenta powinno wynikać z uwzględnienia w procesie projektowania wyrobu również jego opinii [Jaworska i Pruska, 2012; Czajkowska i wsp., 2013; Hajduk i Zalega, 2013; Jeżewska-Zychowicz, 2014; Grzybowska-Brzezińska, 2018].

Złożony charakter jakości oraz autentyczności produktu spożywczego stanowi wielkie wyzwanie badawcze. Poniżej przedstawiono czynniki, które definiują jakość produktów spożywczych oraz metody ich oceny:

- **Atrybuty sensoryczne i organoleptyczne**, do których należą: barwa, smak, zapach, tekstura, struktura, wygląd. Ich ocena jest przeprowadzona za pomocą obiektywnych pomiarów cech fizykochemicznych, odpowiadających za kształtowanie cech organoleptycznych bądź przy wykorzystaniu paneli sensorycznych przeprowadzonych przez wykwalifikowany zespół badawczy.
- **Bezpieczeństwo**, o którym świadczy poziom obecności substancji toksycznych, dodatków organicznych i nieorganicznych do żywności, zanieczyszczeń mikrobiologicznych, biochemicznych, chemicznych, fizycznych i technologicznych. Ocena tych parametrów jest przeprowadzana za pomocą analizy chemicznej, mikrobiologicznej i biochemicznej [Ustawa o bezpieczeństwie żywności i żywienia (Dz.U. z 2006 r. Nr 171, poz. 1225)].
- **Wartość zdrowotna i odżywcza** dotyczy zawartości składników odżywczych i nieodżywczych w produkcie oraz ich wartości energetycznej. Dodatkowo wskazuje na obecność, przyswajalność oraz wpływ na organizm substancji dodatkowych do żywności często o działaniu prozdrowotnym, jak na przykład: probiotyki, związki polifenolowe czy witaminy. Ich poziom oraz obecność są wskazywane za pomocą analizy chemicznej i biochemicznej składu produktów oraz na podstawie doświadczeń biologicznych.
- **Cechy funkcjonalne** dotyczą przede wszystkim aspektów związanych z łatwością użycia składników w celu ich przetworzenia, ale również wielkości

porcji, dodatkowo ich zakres odpowiada za cechy odporności na zniszczenia oraz stabilności w czasie przechowywania. Do oceny parametrów tych właściwości stosuje się analizę fizyczną, biochemiczną oraz chemiczną surowców i produktów gotowych.

- **Parametry psychologiczne** stanowią bardzo istotny aspekt jakości żywności. Wykorzystanie takich cech, jak: wygoda i łatwość użycia przy odpowiednim poziomie ceny oraz poziomu nowości, atrakcyjności wraz z uwzględnieniem indywidualnych cech i potrzeb konsumenta sprawia to, że budowane jest przyzwyczajenie do produktów. Ocena tych parametrów jest przeprowadzana za pomocą badań rynku i zachowań konsumentów, poprzez badanie reakcji fizjologicznych oraz zachowań na bodźce [Kijowski i wsp., 2003; Gawęcki, Baryłko-Pikielna, 2007; Kołożyn-Krajewska, 2010; Zawirska-Wojtasik, 2012; Wijayaa 2015; Piotrowska-Puchała, 2018; Żakowska-Biemans i Gutkowska, 2018].

Badania w zakresie autentyczności produktów spożywczych wynikają przede wszystkim z potrzeb konsumentów oraz działań kontrolnych mających miejsce na rynku produktów spożywczych. Wykazanie autentyczności produktu, a także zapewnienie odpowiedniego poziomu identyfikowalnej jakości produktów przez przedsiębiorstwa jest również traktowane jako element konkurencyjności oraz prestiżu firmy. Dodatkowo stało się to elementem marketingu przekładającym się na wzrost zysków [Śmiechowska, 2007].

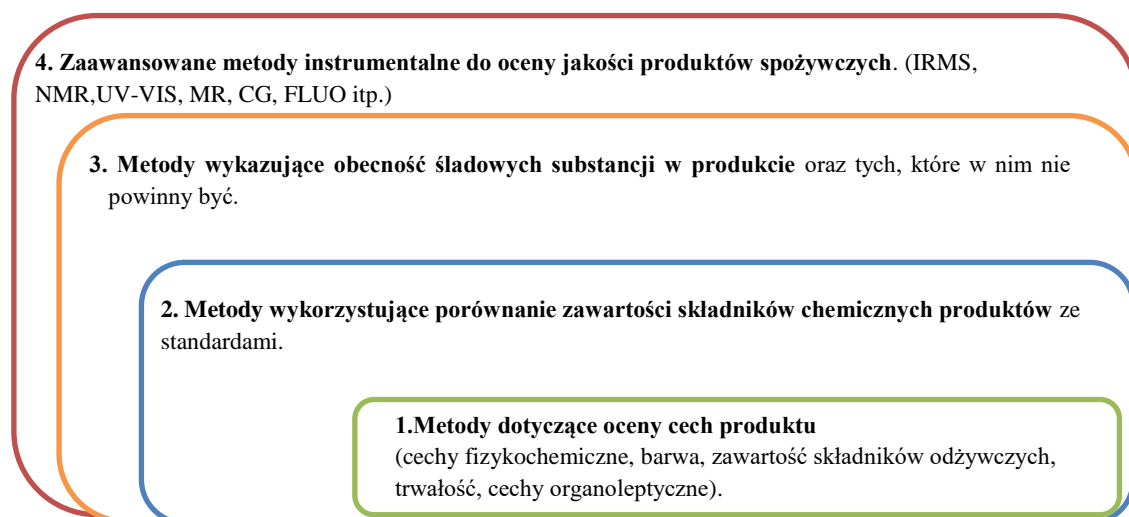
Początkowo zagadnienie autentyczności produktów dotyczyło jedynie aspektu fałszowania poprzez wprowadzenie konsumenta w błąd poprzez zmianę składu produktu bez informowania o tym konsumentów. Zamianie ulegały na przykład składniki bardziej wartościowe na mniej wartościowe. Produkt w ten sposób fałszowany cechami zewnętrznymi przypominał produkt właściwy, ale jakość jego była gorsza. [Krauze, 1975; Śmiechowska, 2007].

Nie tylko zmiana składu produktu może być uznawana za naruszenie jego autentyczności. Produkty, które zostały niewłaściwie oznakowane (np. bezprawnie wykorzystano określenia takie, jak: „bio”, „eko”, „chroniona nazwa pochodzenia” i „chronione oznaczenie geograficzne” bez identyfikacji pochodzenia surowców), są traktowane jako zafałszowane, a fakt umieszczania takich określeń może świadczyć o celowym wprowadzeniu konsumenta w błąd oraz naruszeniu autentyczności produktów [Śmiechowska, 2007; Rozp. PEiR UE 2011, 2003; Rozp. MRiRW, 2014].

Istnieje wiele metod analitycznych, których zastosowanie daje możliwość wykrycia konkretnych związków świadczących o zmianach jakości produktów spożywczych oraz zmianach parametrów fizykochemicznych lub sensorycznych, a w efekcie możliwych zafałszowaniach żywności. Możliwości instrumentalne stwarzają również warunki do dostarczenia całego spektrum informacji – danych w zakresie nieprawidłowości w składzie produktów [Kowalski i Łukasiewicz, 2018].

Metody analityczne stosowane w celu identyfikacji autentyczności produktów spożywczych dzieli się na metody: chromatograficzne, izotopowe, enzymatyczne, genetyczne, elektroforetyczne, atomowej spektrofotometrii emisyjnej, fizykochemiczne, immunologiczne, biologiczne oraz analizy chemometryczne stanowiące ich uzupełnienie i inne [Targoński i Stój, 2005; Tuszyński i Czernicka, 2008; Przetaczek-Rożnowska, Rosiak, 2011; Makała, 2013, Rudnicka, 2020].

Oceny autentyczności żywności dokonuje się zazwyczaj kilkietapowo (Rys. 7.). Można zaobserwować, że na początku procesu oceny wykorzystuje się metody najtańsze, najszybsze oraz najmniej wiarygodne. Pozostałe zaś wymagają odpowiedniej wiedzy, umiejętności, środków finansowych, a przede wszystkim infrastruktury laboratoryjnej [Czapski i Tyma, 1996; Targoński, 2000; Makała, 2013].



Rys. 7. Metody stosowane w kolejnych etapach oceny autentyczności żywności

Źródło: [opracowanie własne na podstawie: Czapski i Tyma, 1996; Targoński, 2000; Makała, 2013].

W przypadku miodu spotykana jest praktyka jego fałszowania poprzez dodawanie miodu o innym pochodzeniu botanicznym bądź geograficznym, pochodzącego z innych krajów, zwykle spoza Unii Europejskiej. Miód ten cechuje się niższą ceną oraz gorszą

jakością i składem chemicznym, który często odbiega od norm [Rozp. MRiRW, 2003]. Działanie to wynika zazwyczaj z chęci osiągnięcia zysków. Nie byłoby problemu, gdyby producenci umieszczali na etykiecie informację o kraju pochodzenia produktu, w innym przypadku jest to traktowane jako zafałszowanie. Istnieje możliwość mieszania miodów o różnym pochodzeniu (kraj), jednak należy go oznaczyć w sposób niewprowadzający konsumenta w błąd odnośnie pochodzenia nabywanego produktu [PN-88/A-77626 Miód pszczeli; Gómez i wsp., 2000; Śmiechowska, 2007; Dyrektywa 2014/63/UE, 2014].

Wiele produktów spożywczych było ocenianych pod kątem możliwego ich zafałszowania. Badania w zakresie identyfikacji produktów oraz ich autentyczności dotyczyły produktów spożywczych, takich jak: oliwa, oleje roślinne, soki, owoce i przetwory owocowe i warzywne, wina, ocet winny, wanilina naturalna, nasiona sosny, zioła i przyprawy, kawa i herbata, ryby [Śmiechowska, 2007; Makała, 2013; Min i Chang, 2014; Kowalska, 2016; Kowalska, 2017].

1.2.2. Wielowymiarowe podejście do oceny jakości i autentyczności miodu

Wieloatrybutowe określenie jakości miodu jest złożonym zadaniem. Proces badań jest ułatwiony poprzez wykorzystanie wymagań oraz „ram” podstawowych parametrów opisujących jakość miodu ustanowionych w Ustawie o jakości handlowej artykułów rolno-spożywczych z dnia 21 grudnia 2000 r. (Dz. U. 2001 Nr 5 poz. 44), do której aktem wykonawczym jest Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 29 maja 2015 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowych wymagań w zakresie jakości handlowej miodu (Dz.U. 2015 poz. 850). Powyższe rozporządzenie wprowadza wymagania wynikające z Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/63/UE z dnia 15 maja 2014 r. Zmieniająca Dyrektywę Rady 2001/110/WE odnoszącą się do miodu (Council Directive 2014/63/EC).

W przypadku badań jakości oraz autentyczności miodów można dokonać podziału wykonywanych badań na szereg grup metodologicznych wynikających z aktów prawnych [PN-88/A-77626 Miód pszczeli, Rozp. MRiRW, 2015] oraz opartych na nowoczesnych metodach stosowanych przez liczne zespoły badawcze (Tab. 6.).

Poniższa analiza literatury ilustruje, jak rozwijały się badania oraz stosowane metody w zakresie oceny jakości miodów naturalnych oraz ich różnicowania z uwzględnieniem aspektów autentyczności odmianowej oraz składu miodów.

Kompleksowa analiza powinna być interpretacją statystycznej analizy wyników z zakresu badań organoleptycznych, fizykochemicznych, analizy pyłkowej, ale również nowoczesnych metod wspomnianych powyżej – popartych przede wszystkim doświadczeniem zespołu badawczego.

Można również zauważyć, iż analizy jednoskładnikowe lub też wieloskładnikowe parametrów jakości miodów (np. 5-HMF, liczba diastazowa, przewodność właściwa, czy też zawartość pyłku przewodniego lub cukrów) nie prowadzą do uzyskania jednoznacznej informacji w zakresie pochodzenia botanicznego miodów. Są one pomocne w dokładniejszym wskazaniu kierunku pochodzenia oraz jakości miodu, jednak w dalszym ciągu brakuje interdyscyplinarnej, szybkiej, efektywnej i taniej metody, która pozwoliłaby na identyfikację typu i odmiany miodu, co jest jednym z celów niniejszej dysertacji.

Tabela 6.

Metody badawcze stosowane w ocenie jakości i autentyczności miodów odmianowych

Stosowane metody - nazwa	Stosowane metody - opis	Czynniki identyfikacji problemów	Grupa problemów autentyczności miodów	Źródło
Analiza pyłkowa	<p>Analiza melisopalinologiczna tzw. analiza pyłkowa miodów</p> <p>Analiza ilościowa polega na policzeniu wszystkich części roślinnych (N), tj. ziaren pyłku, zarodników grzybów i strzępków glonów, drożdże, ziarna skrobi i inne w 10 g miodu. Jej efektem jest przypisanie miodu do jednej z pięciu klas.</p> <p>Analiza jakościowa określa odmiany miodów, ze szczególnym wskazaniem miodów oraz ich dodatków pochodzących z innych stref klimatycznych. Jest podstawę stanowi określenie oraz klasyfikacja roślin wykorzystanych nektarowych biorących udział w powstawaniu miodu. Polega na liczeniu ziaren pyłku w preparacie mikroskopowym, a następnie porównanie ich z przepisami regulującymi udział pyłku przewodniego w miodach odmianowych. Minimalny procent udziału pyłku przewodniego dla miodów: rzepakowego - 45%, akacjowego - 30%, lipowego - 20%, gryczanego - 45%, wrzosowego - 45%, wielokwiatowego - brak. Metoda jest klasycznym podejściem do potwierdzenia botanicznego pochodzenia miodu. Jest przydatna przy kontroli i klasyfikacji miodów poszczególnych odmian oraz importowanych z różnych regionów świata. Jednak jest metodą czasochłonną oraz zależną od doświadczenia eksperta. Metoda ta pozwala również na odróżnienie miodu ze spadzi lub też nektaru.</p>	Identyfikacja pyłku przewodniego.	Identyfikacja pochodzenia botanicznego/geograficznego miodu.	Loveaux i wsp., 1978 Faegri i Iversen, 1978 Yang i wsp., 2012; 133 Sarmiento Silva i wsp., 2013 Karabagias 2014a Bogdanov i Galmann, 2008 Puścion-jakubik i Borawska, 2016; Kuś i wsp., 2018 Thakode i wsp. 2018 Bodó i wsp., 2020
Analiza sensoryczna	Podstawą przeprowadzenia tej formy badań są zmysły i odczucia związane z zapachem, smakiem, barwą, wyglądem, konsystencją produktu. Jest to analiza dotycząca cech charakterystycznych dla odmian miodów i ich pochodzenia geograficznego, ale również określenia ich jakości. Ma zastosowanie przy kontroli poziomu jakości i klasyfikacji miodów poszczególnych odmian oraz wykrycia zmian parametrów fizykochemicznych oraz biologicznych. Metoda jest zależna od doświadczenia zespołu oceniającego oraz musi być podparta badaniami fizykochemicznymi. Wynik przeprowadzenia badania jest zależny od doświadczenia zespołu badawczego.	Identyfikacja cech sensorycznych (barwa, smak, zapach, wygląd, konsystencja) charakterystycznych dla: <ul style="list-style-type: none"> ▪ miodów odmianowych, jakości miodów, ▪ dodatków substancji niedozwolonych, ▪ zanieczyszczeń w miodach, ▪ oznak fermentacji, ▪ konsystencja. 	<p>Identyfikacja pochodzenia botanicznego/geograficznego miodu.</p> <p>Ocena jakości miodu pszczelego.</p> <p>Identyfikacja zafalszowań.</p> <p>Identyfikacja fermentacji miodu pszczelego.</p> <p>Identyfikacja zanieczyszczeń.</p>	Serra Bonvehi i Gomez Pajuelo, 1988; Popek, 2001 Kortesniemi, 2018 Vieira da Costa i wsp., 2018 Rosiak i Jaworska, 2019 Tischer Seraglio i wsp., 2021

Analiza parametrów fizykochemicznych	<p>Parametry fizykochemiczne jakości miodów stanowią podstawę w celu identyfikacji autentyczności oraz zafalszowań miodów.</p> <p>Najbardziej przydatnym parametrem w identyfikacji jest przewodność elektryczna właściwa. Zastosowanie tego parametru pozwala na odróżnienie miodów nektarowych niektórych odmian w stosunku do miodów nektarowych wielokwiatowych a przede wszystkim grupy miodów nektarowych od spadziowych.</p> <p>Kolejne metody różnicujące odmiany miodów to:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ określenie zawartość wody, ▪ określenie kwasowości ogólnej i czynnej, ▪ określenie zawartości popiołu ogólnego, ▪ określenie zawartości cukrów w tym stosunek stężenia glukozy do fruktozy (szczególnie ważne przy identyfikacji miodu wrzosowego), ▪ analiza kwasów aromatycznych i aminokwasów, ▪ określenie zawartości proliny, ▪ określenie poziomu liczby diastazowej, ▪ oznaczanie zawartości proliny, ▪ oznaczenie pH. <p>Metody te wykorzystane samodzielnie nie pozwalają jednak na jednoznaczne różnicowanie miodów odmianowych na poszczególne typy i odmiany.</p>	Identyfikacja parametrów fizykochemicznych charakterystycznych dla: <ul style="list-style-type: none"> ▪ miodów odmianowych, - jakości miodów, ▪ dodatków substancji niedozwolonych, ▪ zanieczyszczeń w miodach, ▪ miodów upłynnianych/podgrzewanych/długo przechowywanych. 	Identyfikacja pochodzenia botanicznego/geograficznego miodu.	<p>Popek, 1998</p> <p>Hernanz i Heredia F., 2004</p> <p>Bogdanov i Ruoff, 2004</p> <p>Acquarone, Buera i Elizalde, 2007</p> <p>Ruoff, 2007</p> <p>Majewska i Kowalska, 2011</p> <p>Sarmento Silva i wsp., 2013</p> <p>Karabagias 2014b</p> <p>Majewska i wsp., 2017</p> <p>Popek, Halagarda i Kursa, 2017</p> <p>Sykut, Kowalik i Hus, 2018</p> <p>Madaş i wsp., 2019</p> <p>Bodó i wsp., 2020</p> <p>Tischer Seraglio i wsp., 2021</p>	
	<p>Metody, które zasługują na szczególne wyróżnienie to:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ określenie poziomu zawartości 5-HMF, ▪ określenie poziomu liczby diastazowej. <p>Parametry te pozwalają na określenie poziomu starzenia się miodu oraz błędów związanych z nieprawidłowym przechowywaniem oraz ich obróbką termiczną. Wartość powyższych parametrów ulegają zmianie wraz z wpływem czasu przechowywania miodu.</p>		Ocena jakości miodu pszczelego.		Identyfikacja zafalszowań.
Pomiary parametrów barwy w systemach $L^* a^* b^*$ i XYZ	<p>Barwa miodu stanowi jeden z pierwszych elementów, który jest oceniany przez konsumentów. Do oceny barwy miodu wykorzystano instrumentalnie kolorymetrię trójchromatyczną. Parametry barwy $L^* a^* b^*$ wyznaczono w międzynarodowym systemie CIE. Kolor wyrażono w systemie CIE $L^* a^* b^*$, gdzie L^* oznacza jasność, natomiast współrzędne a^* i b^* informują o udziale koloru zielonego (wartości a^* ujemne), czerwonego (a^* wartość dodatnia), niebieskiego (wartości b^* ujemne) i żółte (wartości b^* dodatnie).</p>	Identyfikacja parametrów barwy charakterystycznych dla miodów odmianowych.	Identyfikacja pochodzenia botanicznego/geograficznego miodu oraz przegrzania miodu.	<p>Giemza, 1999</p> <p>Wilczyńska, 2012</p> <p>Szabó i wsp., 2016</p> <p>Kuś i wsp., 2018</p>	
Ekstrakcja lotnych związków	<p>Przydatność techniki mikroekstrakcji do fazy stałej (SPME) z wykorzystaniem chromatografii gazowej sprzężonej ze spektrometrem mas (GC-MS) jest w dalszym ciągu testowana w zakresie określania autentyczności botanicznej miodów. Zastosowana analiza jakościowa profili związków lotnych ma za zadanie określanie autentyczności botanicznej miodów nektarowych.</p>	Identyfikacja lotnych frakcji miodów charakterystycznych dla miodów odmianowych.	Identyfikacja pochodzenia botanicznego/geograficznego miodu.	<p>Radovic i wsp., 2001</p> <p>Verzera i wsp., 2001</p> <p>Majewska i Delmanowicz, 2007</p> <p>Głory-Cuevas, 2007</p> <p>Jasicka-Misiak i Kafarski, 2011</p> <p>Majewska, 2013</p> <p>Escriche i wsp., 2017</p> <p>Moraís da Silvavi i wsp., 2017</p> <p>Madaş i wsp., 2019</p> <p>Karabagias i wsp., 2020</p> <p>Laaroussi i wsp., 2020</p> <p>Rodríguez-Flores i wsp., 2021</p> <p>Tischer Seraglio i wsp., 2021</p>	

Analiza aktywności przeciwutleniającej miodu oraz analiza obecności flawonoidów	Do najaktywniejszych przeciwutleniaczy obecnych w żywności należą związki polifenolowe. Zastosowanie metod spektralnych miało na celu określenie profili związków polifenolowych, a także ocenę potencjału antyoksydacyjnego poszczególnych odmian miodów pszczeleli. Pochodzenie botaniczne miodów istotnie wpływa na aktywność antyoksydacyjną mierzoną jako zdolność zmiatania wolnych rodników DPPH•.	Identyfikacja poziomu aktywności antyoksydacyjnej oraz ogólnej wartości polifenoli charakterystycznych dla danych odmian miodów.	Identyfikacja pochodzenia botanicznego/geograficznego miodu.	Meda i wsp., 2005 Wilczyńska, 2010, 2012 Borawska i Piekut; 2003, 2006 Braghini i wsp., 2020 Da Silva i wsp., 2020 Dżugan i wsp., 2018 Halagarda i wsp., 2020 Laaroussi i wsp., 2020
	Zastosowanie testu fotochemiluminescencji (PCL) polega na optycznym wzbudzeniu sensybilizatora UV, który odpowiada za generowanie wolnych rodników, częściowo eliminowanych przez przeciwutleniacze występujące w próbce. Inne rodniki powodują luminescencję wykrytej substancji. Funkcję sensybilizatora i detektora pełni ten sam związek, luminol. Pomiar jest szybki oraz dokładny, ponieważ zajmuje tylko kilka minut, a obliczenia na podstawie krzywej kalibracyjnej są wykonywane automatycznie przez oprogramowanie.		Ocena jakości miodu pszczelego.	Identyfikacja zafałszowań.
Analiza NMR (Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy)	Analiza ta ma bardzo wszechstronne zastosowanie nie tylko w celu oceny identyfikacji pochodzenia botanicznego miodu, ale również określenia składu i jakości składników miodu. Przykładowo określono zróżnicowanie składników miodów, w tym sacharydów oraz wszelkiego rodzaju aminokwasów, które potwierdzają ich grupowanie zgodnie z pochodzeniem miodu (przy wykorzystaniu analizy PCA).	Identyfikacja i ocena składników miodu charakterystycznych dla danych odmian miodów.	Identyfikacja pochodzenia botanicznego/geograficznego miodu.	Cazor i wsp., 2006 Donarski i wsp., 2010 Boffo i wsp., 2012 Consonni i wsp., 2012 Ohmenhaeuser i wsp., 2013 Zeng i wsp., 2016
	Wykorzystywana jest również metaboliczna analiza ekstraktów organicznych, która służy do geograficznej dyskryminacji komercyjnych europejskich miodów akacjowych występujących na rynku włoskim oraz miodów ekwadorskich (<i>Geotrigona-Trigona</i> , <i>Melipona</i> , <i>Scaptotrigona</i> i <i>Apis mellifera</i>).		Ocena jakości miodu pszczelego.	Identyfikacja zafałszowań.
Analiza identyfikacji obrazu mikroskopowego miodu	Jest to metoda wykorzystywana w przypadku dodawania do miodu substancji słodzących np. sacharozy poprzez dokarmianie pszczół lub też zafałszowanie miodu dodatkiem trzciny cukrowej lub fruktozy. Dodatkowo metoda ta pokazuje obraz zanieczyszczeń miodu np. nanocząsteczek lub obecność/ilość drożdży – w przypadku miodów o dużej zawartości wody (np. dodatku wody). Badanie to nie wskazuje jednoznacznej fermentacji.	Identyfikacja substancji dodatkowych oraz zanieczyszczeń.	Identyfikacja zafałszowania miodu dodatkami.	Kerkvliet i Meijer, 2000
			Ocena jakości miodu pszczelego.	
			Identyfikacja fermentacji miodu pszczelego.	
			Identyfikacja zanieczyszczeń.	

<p>Analiza izotopowego składu miodu za pomocą IRMS (Isotope Ratio Mass Spectrometer)</p>	<p>Pomiar stosunku izotopowego 13C/12C</p> <p>Jedną z metod spektrometrycznych stosowanych w wykrywaniu zafałszowań miodu dodatkiem cukru trzcinowego lub kukurydzianego oraz nieprawidłowej deklaracji pochodzenia miodu, jest analiza izotopowa IRMS. Zawartość izotopów w jest powiązana z szerokością geograficzną tj. klimatem panującym w miejscu pozyskiwania miodu. Metoda ta opiera się na wykorzystaniu proporcji izotopów charakterystycznych dla poszczególnych gatunków roślin. Jej zadaniem jest oszacowanie ilości lub stosunków izotopów jednego z trzech podstawowych pierwiastków (¹³C/¹²C, ¹⁸O/¹⁶O, ²H/¹H) i porównaniu ich z wartościami standardowymi.</p>	<p>Identyfikacja substancji dodatkowych oraz zanieczyszczeń.</p>	<p>Identyfikacja zafałszowania miodu dodatkami.</p>	<p>White i Doner, 1978 Elflein i Raezke, 2008 Przetaczek-Rożnowska i Rosiak, 2011 Lipiński i Czajkowska, 2012 She i wsp., 2019</p>
<p>Analiza chromatograficzna składu miodu</p>	<p>Analiza chromatograficzna wysokosprawnej chromatografii cieczowej (HPLC), chromatografia gazowa (GC) oraz chromatografia gazowa sprzężona ze spektrometrią mas (PTR-MS) są podstawą oznaczeń składu oraz jakości miodów pszczele. Wyniki tych analiz są interpretowane za pomocą narzędzi statystycznych. Oznaczenie jest szybkie, łatwe i efektywne, jednak kosztowne. Metody te pozwalają na różnicowanie pochodzenia botanicznego jedno- i wielokwiatowych miodów. Jednak HPLC wykazuje przewagę nad PTR-MS zapewniając znacznie lepsze różnicowanie wszystkich analizowanych rodzajów miodów. Chromatograficzne odciski palców zarejestrowane przy 210 nm pozwalają na najlepszą klasyfikację miodu. Spektrometria masowa z reakcją transferu protonów jest przydatna do rozróżniania miodu gryczanego.</p>		<p>Identyfikacja zafałszowania miodu dodatkami. Ocena jakości miodu pszczelego. Identyfikacja fermentacji miodu pszczelego. Identyfikacja zanieczyszczeń.</p>	<p>Cabanero. 2006 Kuś i Ruth, 2015 Jandrić i wsp. 2017 Nasab i wsp., 2020</p>
<p>Analiza zawartości gliceryny lub etanolu</p>	<p>Jedną z metod stosowanych w ocenie autentyczności (odróżniania miodu naturalnego od sztucznego) oraz świeżości miodów jest analiza zawartości gliceryny. Gliceryna jest efektem procesów metabolicznych powodowanych przez mikroorganizmy obecne w płynie zbieranym przez pszczoły.</p>	<p>Identyfikacja cech charakterystycznych dla miodów, w których doszło do fermentacji.</p>	<p>Ocena jakości miodów. Identyfikacja fermentacji miodu pszczelego.</p>	<p>Beckh i wsp., 2005 Zucchi i wsp., 2006</p>
<p>Badania spektroskopii fluorescencyjnej</p>	<p>Zaletą spektroskopii fluorescencyjnej jest wysoka czułość i specyficzność klasyfikacji. Spektroskopia fluorescencyjna wymaga jedynie minimalnego przygotowania próbki. Wyniki powyższych badań potwierdziły, że pojedyncze synchroniczne widma fluorescencji różnych miodów różnią się istotnie ze względu na ich odmienne właściwości fizykochemiczne i dostarczają wystarczających danych do wyraźnego zróżnicowania pomiędzy grupami miodów. Badania wykazały, że metoda ta jest wartościową i obiecującą techniką uwierzytelniania miodu. Miody są dobrze znane z tego, że zawierają liczne fluorofory, takie jak polifenole i aminokwasy. Niektóre z nich zostały zaproponowane jako znaczniki dla miodów jednokwiatowych – kwas elagowy dla miodu wrzosowego, hesperetyna dla miodu cytrusowego, fenyloalanina i tyrozyna, które okazały się być charakterystyczne dla miodu lawendowego i pozwoliły na odróżnienie od miodu eukaliptusowego oraz tryptofanu i kwasu glutaminowego, które okazały się przydatne do różnicowania miodów spadziowych i kwiatowych. Ze względu na obecność tak silnych fluoroforów, spektroskopia fluorescencyjna może być pomocna w potwierdzaniu pochodzenia botanicznego miodu. Dodatkowo badania te mogą być podstawą do identyfikacji przegrzania miodu oraz identyfikacji pochodzenia botanicznego miodów filtrowanych, w których nie ma możliwości przeprowadzenia analizy pyłkowej.</p>	<p>Identyfikacja i ocena autentyczności miodów.</p>	<p>Identyfikacja pochodzenia botanicznego/geograficzne go miodu.</p>	<p>Gębala i wsp., 2005 Karoui i wsp., 2007 Lenhardt i wsp. 2014, 2015 Drami'canin i wsp., 2018 Wilczyńska i wsp., 2018, 2020 Parri i wsp., 2020 Xagoraris, 2021</p>

Analiza spektroskopii w podczerwieni	<p>Autentyczność różnych rodzajów miodów można również potwierdzić za pomocą spektroskopii w podczerwieni.</p> <p>Spektroskopia w podczerwieni obejmuje widmo promieniowania elektromagnetycznego z zakresu między obszarem widzialnym a obszarem mikrofalowym (14 300 a 200 cm⁻¹; 700 – 50 000 nm.). W zależności od długości fali dzieli się ją na spektroskopię:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Bliskiej podczerwieni (NIR – Near Infrared Spectrometry) 14 300 – 4000 cm⁻¹ (700 – 2500 nm.), ▪ Średniej (właściwej) podczerwieni (MIR – Middle Infrared Spcetrometry) 4000 – 700 cm⁻¹ (2500 – 14 300 nm.), ▪ Dalekiej podczerwieni (FIR – Fourier-Transform Infrared Spectrometry) 700 – 200 cm⁻¹ (14 300 -50 000 nm.). <p>Szybkie określenie ilościowe, a także jakościowe poszczególnych parametrów, które decydują o jakości naturalnych miodów pszczelich jest możliwe dzięki zastosowaniu spektroskopii w zakresie bliskiej podczerwieni – NIR (near-infrared). Analiza Poprzez analizę podstawową widm, możliwe jest rozróżnienie miodów spadziowych, sztucznych oraz nektarowych, zaś przy wykorzystaniu chemometrii istnieje możliwość określenia odmian miodów nektarowych. Badania prowadzone na przestrzeni lat wykazały również możliwość obecności w miodach fruktozy kukurydzianej.</p>	Identyfikacja i ocena autentyczności miodów.	Identyfikacja zafalszowania miodu dodatkami.	Bogdanov i Ruoff, 2004 Ruoff i wsp., 2005 Ruoff i wsp., 2006 Kelly i wsp., 2006 Etzold i wsp., 2007 Woodcock i wsp., 2009 Szterk i Lewicki, 2010 Piekut, 2011 Lenhardt i wsp., 2015 Nasab i wsp., 2020
		Identyfikacja składników decydujących o jakości naturalnych miodów pszczelich	Identyfikacja pochodzenia botanicznego/geograficznego miodu.	
Badania właściwości elektrycznych	<p>Cechy elektryczne materiałów (impedancja, przenikalność elektryczna i współczynnik strat dielektrycznych) opisują zachowanie materiału w polu elektrycznym. Za właściwości fizyczne i chemiczne odpowiada budowa cząsteczkowa materiału tak, więc istnieje związek między cechami elektrycznymi danego materiału, a jego parametrami fizycznymi i chemicznymi. Istnieje możliwość wykorzystania różnych wielkości dielektrycznych (przenikalności elektrycznej, współczynnika strat dielektrycznych oraz konduktywność) do różnicowania odmian miodów oraz dodatków takich, jak woda oraz cukier jest w dalszym ciągu badane. Dodatkowo badania te mogą również opisywać poziom przegrzania miodów oraz stopień krystalizacji.</p>	Identyfikacja i ocena autentyczności miodów.	Identyfikacja pochodzenia botanicznego/geograficznego miodu.	Łuczycka, 2009, 2010 Pentoś i wsp., 2014, 2015 Łuczycka i wsp., 2016 Łuczycka i Pentoś, 2018 Pentoś i Łuczycka, 2018 Vozáry i wsp., 2020
			Identyfikacja zafalszowania miodu dodatkami.	
Analiza czystości mikrobiologicznej miodu	<p>Badanie zanieczyszczenia mikrobiologicznego miodu ma za zadanie ocenę jego jakości, przeważnie oznaczanymi parametrami są: bakterie grupy coli, <i>Clostridium</i> redukujące siarczyn, drożdże i pleśnie, tlenowe bakterie mezofilne, <i>Salmonella spp.</i> i <i>Bacillus sp.</i></p>	Identyfikacja cech charakterystycznych dla miodów, w których doszło do fermentacji.	Ocena jakości miodów.	Beckh i wsp., 2005 Zucchi i wsp., 2006 Laaroussi i wsp., 2020
Badania w zakresie właściwości reologicznych miodów	<p>Struktura krystaliczna jest cennym źródłem informacji o miodzie. Właściwości reologiczne miodów wskazują na cechy ich pochodzenia i jakości. Możliwość tworzenia się kryształów oraz obserwacja ich zachowań z wykorzystaniem interferometrii birefrakcyjnej oraz komputerowej analizy obrazu, może przedstawić ilościową charakterystykę struktury krystalicznej miodu stosowaną do jego oceny. Do analiz bierze się pod uwagę standardowe parametry stereologiczne takie, jak: liczba identyfikowanych obiektów i wartości średnie - pola powierzchni, obwodu i średnicy maksymalnej kryształów. Dodatkowo analizie poddaje się rozkład liczbowy kryształów ze względu na średnicę maksymalną. Mogą one być wykorzystywane tak do identyfikacji jego pochodzenia, jak i innych celów np. określania właściwości reologicznych miodu skryształowanego.</p>	Identyfikacja i ocena autentyczności miodów.	Identyfikacja pochodzenia botanicznego/geograficznego miodu.	
			Identyfikacja zafalszowania miodu dodatkami.	
			Ocena jakości miodów.	

Źródło: Opracowanie własne.

Ocena jakości miodu pszczelego determinowana jest przepisami prawnymi wspomnianymi powyżej, jednak o wyborze miodu oraz jego popularności decyduje przede wszystkim konsument. Według Tichonowa i wsp. [2017] ocena jakości miodu pszczelego przez konsumentów stanowi duży problem. Problematiczne jest przede wszystkim odróżnienie miodu naturalnego dobrej jakości od miodu wątpliwej jakości, a już nie wspominając o jego autentyczności [red. Tichonow, 2017]. Dodatkowo problemem stały się również zmieniające się trendy w konsumpcji żywności, przez co producenci miodów proponują również różne ich warianty (miody filtrowane, kremowane oraz z dodatkami np. ziołami czy owocami) [Sobczyk, 2014].

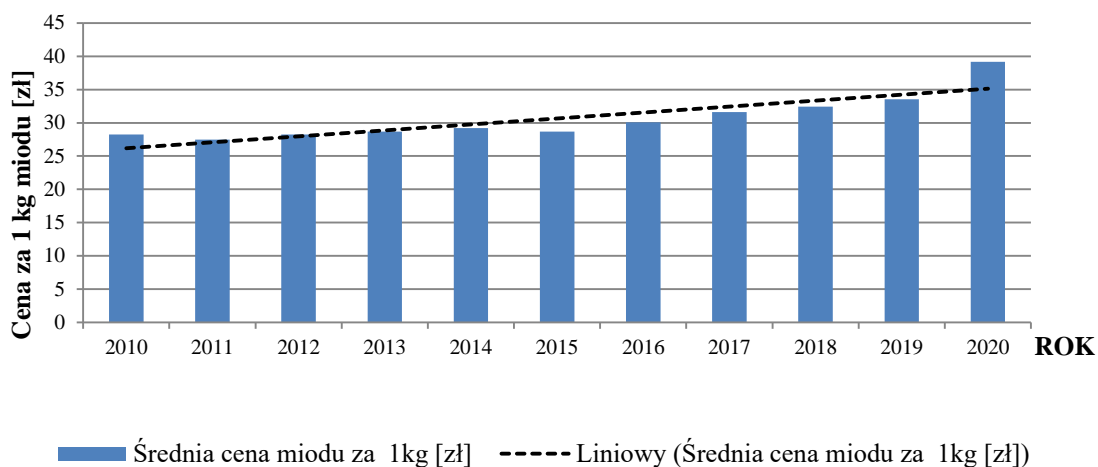
Konsumenci, dokonując wyboru miodu, oczekują spełnienia przez miód określonych wymagań. W związku z powyższym można wyróżnić konsumenta czulego na bezpieczeństwo, dla którego jakość, autentyczność, brak zafałszowań oraz identyfikowalność, walory smakowe czy prozdrowotne miodu będą ważniejsze niż jego cena. Drugim typem konsumenta jest osoba wrażliwa na cenę, dla której: cena, marka, opakowanie będą ważniejsze niż cechy związane z jakością miodu.

Dotychczasowe badania dotyczące preferencji konsumentów na rynku miodów wskazują, iż konsumenci chętniej wybierają miody jasne o delikatnym smaku, najlepiej wielokwiatowe, bez oznak krystalizacji o płynnej konsystencji. Konsumenci wybierając miody naturalne kierują się przede wszystkim dwoma czynnikami: jakością oraz ceną miodu [Giemza, 2004; Żak, 2017; Pocol, Šedík, Horsk, 2018; Kopała, Kuźnicka, Balcerak, 2019; Harasim i Kwiatkowski, 2020].

Miód, ze względu na swoje specyficzne walory smakowe oraz właściwości odżywcze i prozdrowotne, co m.in. wpływa na jego wysoką cenę, może być zaliczany do tzw. produktów „premium”. Dlatego też ceny miodów, zarówno na rynkach światowych, jak i w Polsce są niezmiernie wysokie [Standard for Honey, 2019; Kowalski i Łukasiewicz, 2018]. Związany jest z tym również stały wzrost jego ceny na rynkach światowych oraz krajowych [Szczęsna, 2003; Soares i wsp. 2017; Semkiw, 2019].

Ceny miodów w Polsce w ostatnich latach przedstawiono na rysunku 8 i 9. Jak można zauważyć, od roku 2010 ceny te niezmiernie rosną, na przestrzeni lat 2010-2020 średnia cena miodu wzrosła o 11 zł za 1 kg. W roku 2020 odnotowano wzrost cen o 17% w przypadku sprzedaży bezpośredniej i o 12% w przypadku sprzedaży detalicznej w stosunku do roku 2019. Prawdopodobnie miało to związek z ograniczoną podażą miodu, jak i zwiększonym popytem na ten produkt wywołany

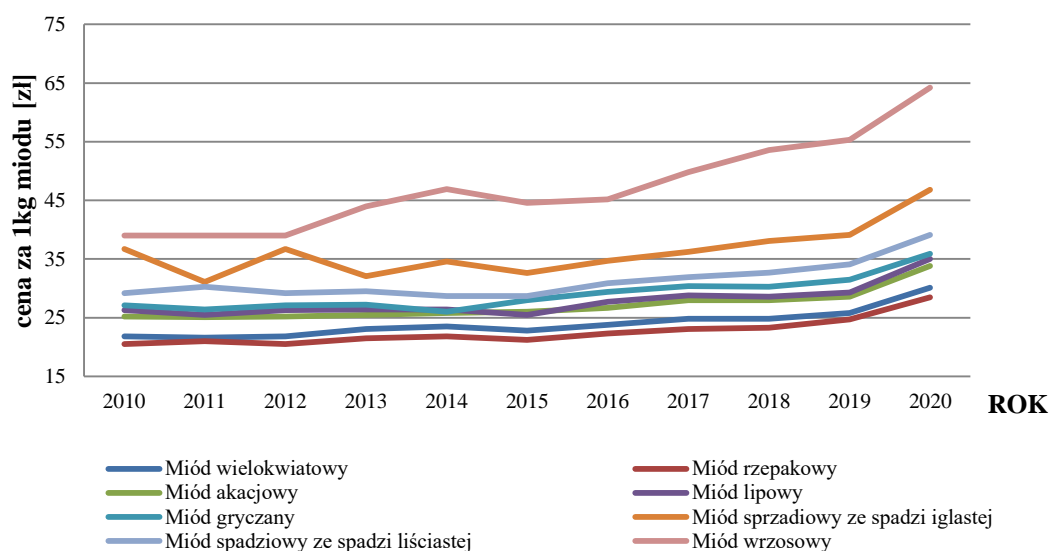
rozprzestrzenianiem się koronawirusa SARS-CoV-2 oraz wzrostem jego znaczenia we wzmacnianiu odporności [Semkiw, 2019; Semkiw, 2020].



Rys. 8. Średnie ceny miodu w sprzedaży bezpośredniej w latach 2010-2020 [zł/kg]

Źródło: [Semkiw, 2011-2017; Semkiw i wsp., 2018; Semkiw, 2019; Semkiw, 2020].

Miód jest produktem uważanym generalnie za drogi. Jego cena za 1 kg wynosi średnio tyle samo, co 1 kg dobrego mięsa – około 39 zł/1 kg. Najdroższym miodem jest miód wrzosowy, którego cena wynosi prawie 65 zł/kg (Rys. 8. i 9.).



Rys. 9. Ceny miodów odmianowych w sprzedaży bezpośredniej w latach 2010-2020 [zł/kg]

Źródło: [Semkiw, 2011-2017; Semkiw i wsp., 2018; Semkiw, 2019; Semkiw, 2020].

Wysoka cena miodu, zróżnicowana jakość i pochodzenie sprawiły, że stał się on produktem chętnie fałszowanym. Wyniki licznych badań dotyczących autentyczności produktów spożywczych wskazują, iż miód jest jednym z wielu fałszowanych produktów spożywczych posiadających unikalne walory oraz wysoką cenę. Oprócz miodu najczęściej fałszowane są produkty spożywcze takie, jak: ryby i owoce morza, mięso i przetwory mięsne, suplementy diety, oliwa, oleje, miód, soki owocowe i warzywne, mleko i produkty mleczne, mięso i produkty mięsne, wina i inne alkohole, kawa, herbata, przyprawy i produkty tradycyjne [Śmiechowska, 2013a, 2013b; Jaafar i wsp., 2020].

Według Ustawy o bezpieczeństwie żywności i żywienia środkiem spożywczym zafałszowanym jest: „środek spożywczy, którego skład lub inne właściwości zostały zmienione, a konsument nie został o tym poinformowany w sposób określony w przepisach rozporządzenia nr 1169/2011, albo środek spożywczy, w którym zostały wprowadzone zmiany mające na celu ukrycie jego rzeczywistego składu lub innych właściwości; środek spożywczy jest środkiem spożywczym zafałszowanym, w szczególności jeżeli:

- a) dodano do niego substancje zmieniające jego skład lub obniżające jego wartość odżywczą,
- b) odjęto składnik lub zmniejszono zawartość jednego lub kilku składników decydujących o wartości odżywczej lub innej właściwości środka spożywczego,
- c) dokonano zabiegów, które ukryły jego rzeczywisty skład lub nadały mu wygląd środka spożywczego o należytej jakości,
- d) niezgodnie z prawdą podano jego nazwę, skład, datę lub miejsce produkcji, termin przydatności do spożycia lub datę minimalnej trwałości albo w inny sposób nieprawidłowo go oznakowano - wpływając przez te działania na bezpieczeństwo środka spożywczego” [Ustawa o bezpieczeństwie żywności i żywienia (Dz.U.2020.2021)].

W literaturze przedmiotu spotykane są praktyki, które dotyczą różnych form zafałszowań produktów spożywczych. Przede wszystkim można wskazać:

- działania dotyczące składu produktu – zastąpienie substancji/składnika pełnowartościowego innym (tańszym); zmiana ilości składu produktu poprzez rozcieńczanie, wstrzykiwanie, itp.; dodanie do składu produktu składnika nielegalnego w obrocie w danym kraju lub składnika niezadeklarowanego,

- ukrywanie wad produktów poprzez zastosowanie wszelkich zabiegów, np. termiczna obróbka,
- szara strefa, tj. operacje poza kontrolą,
- niedozwolone wzbogacanie (np. dodatek melaminy),
- podrabianie produktów,
- niewłaściwe oznakowanie produktów poprzez umieszczenie nieprawidłowej deklaracji składu ilościowego produktu (niezgodnością z etykietą) oraz nieprawdziwej deklaracji pochodzenia produktu [Targoński i Stój, 2005].

Według zmian wprowadzanych do standardów IFS to producent będzie również odpowiadał za monitoring obecności zafałszowań mogących pochodzić z surowców oraz określenie pozornego ryzyka dla konsumenta [IFS Food Standard 7, 2020].

Nawet niewielka ilość indywidualnych charakterystycznych substancji w miodzie o danym pochodzeniu botanicznym może stanowić o jego unikatowym charakterze, jest to tzw. ślad chemiczny (z ang. „Footprint”) wykorzystywany do identyfikacji autentyczności miodów według pochodzenia botanicznego i geograficznego, a także do określania jego jakości [Schievano i wsp., 2013; Soares i wsp., 2017]. W związku z powyższym autentyczność miodów stanowi jeden z głównych aspektów badań nad jego jakością.

Zaproponowana przez zespół Tichonowa i wsp. [2017] ocena jakości miodu pszczelego obejmuje wszystkie wspomniane przez innych autorów determinanty autentyczności miodu i powinna obejmować następujące cele:

- identyfikację odmiany miodu,
- wskazanie miejsca pozyskania miodu,
- określenie wskaźników jakości,
- wykrywanie zafałszowań miodu,
- określenie okresu przechowywania,
- kontrolę procesów technologicznych [red. Tichonow, 2017].

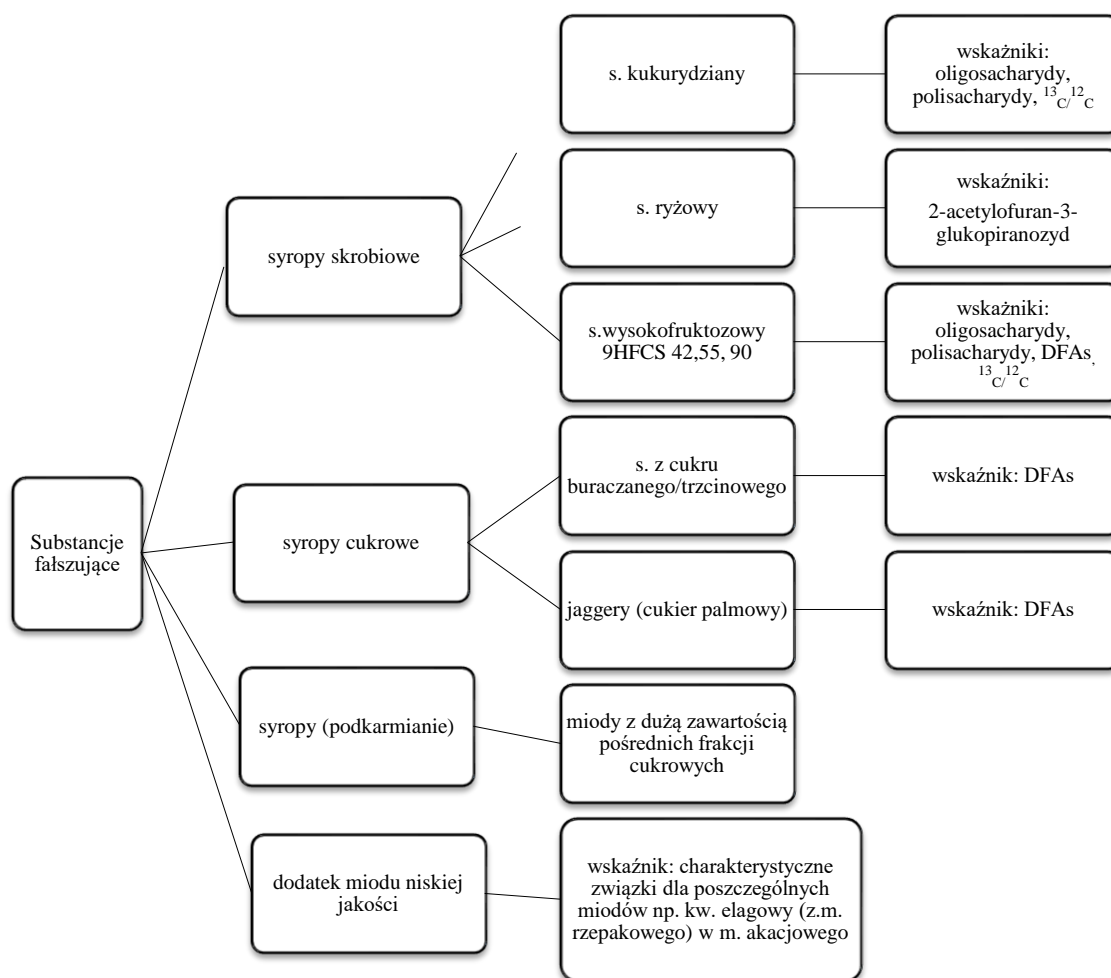
Według Soares i wsp. [2017] główne obawy związane z jakością i autentycznością miodu koncentrują się na jego pochodzeniu geograficznym i botanicznym. Autorzy podkreślają, że często spotykanym problemem jest dodawanie innych substancji niedozwolonych (syrupy lub cukry) do tego produktu naturalnego. Chęć intensyfikowania zysków skłania producentów lub handlowców do fałszowania

miodu. Działania te mają negatywny wpływ nie tylko na jego jakość, ale również na samo pszczelarstwo, jako część gospodarki [Kowalski i Łukasiewicz, 2018].

W związku z powyższym stosowane są przez producentów również inne praktyki związane z zaburzeniem autentyczności miodów, polegające na:

- mieszaniu miodu z wodą i cukrem bądź sprzedawanie roztworów wody, cukru i mąki, gotowanych kwiatów,
- mieszaniu odmian,
- sprzedaży miodów importowanych (często o gorszej jakości, nie spełniających wymagań, co do składu i właściwości) lub ich mieszanek z miodami krajowymi,
- dodatku miodów importowanych zawierających pozostałości leków zabronionych w krajach UE ze względu na toksyczne działanie (np. chloramfenikolu – antybiotyk wykryty w miodach z Chin),
- umieszczeniu nieprawidłowych danych o pochodzeniu botanicznym i geograficznym produktu,
- dodatku syropów cukrowych (glukozowo-fruktozowego),
- dodatku syropu ziemniaczanego i buraczanego,
- dodatku melasy,
- dodawaniu do miodu inwertów, w celu zwiększenia jego masy towarowej i osiągnięcia szybkich zysków (proceder nielegalny i obcy etyce pszczelarskiej),
- dokarmianiu pszczoł cukrem – w okresie nektarowania roślin,
- wielokrotne podgrzewanie miodu w celu jego dekrystalizacji,
- zbiór miodu przed jego dojrzałością,
- nadużywaniu leków weterynaryjnych, antybiotyków [Gómez Báez i wsp., 2000; Szczęsna, 2003; Bogdanov i wsp., 2004, 2008; Guler i wsp., 2007; Śmiechowska, 2007; Piotraszewska-Pajak i Gliszczyńska-Świgło, 2015; Soares i wsp., 2017; Dżugan i wsp., 2018].

Szczegółową charakterystykę substancji, które są dodawane do miodu oraz mają wpływ na jego autentyczność, a także wskaźniki pozwalające na ich wykrycie przedstawiono na rysunku 10.



Rys. 10. Główne substancje stosowane w celu fałszowania miodu naturalnego

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Kowalski i Łukasiewicz, 2018; Soares i wsp., 2017].

Pomimo powyżej wymienionych możliwości wykrywania zafałszowań miodów naturalnych na podstawie obecności określonych substancji wskaźnikowych istotnym jest wskazanie, że miód w świeżej i dojrzałej formie powinien stanowić klarowną, silnie higroskopijną ciecz o gęstości 1,38-1,45 g/cm³. Stężenie cukrów (w szczególności cukru inwertowanego i sacharozy) wpływa wprost proporcjonalnie na lepkość oraz gęstość miodu [red. Flaczyk, 2006]. Wielu autorów badań wskazuje, iż zmiany w jakości miodu mogą być sygnalizowane także szeregiem parametrów fizycznych i fizykochemicznych [Al.-Diab i wsp., 2015; Tosi i wsp., 2004; Turkmen i wsp., 2006; Tornuk i wsp., 2013; Kędzierska-Matysek i wsp., 2017, Jasińska i wsp., 2020].

Pierwszym parametrem wskazującym na zmianę jakości miodu są odbiegające od normy cechy sensoryczne. Barwa, zapach oraz smak miodu mogą być zależne od wielu czynników takich, jak: pochodzenie pyłku, klimat, warunki pogodowe oraz czas i warunki przechowywania. Jakakolwiek zmiana w obrębie tych czynników może skutkować odmiennymi, niż standardowe dla danej odmiany, cechami organoleptycznymi [Tornuk i wsp., 2013; Pentoś i Łuczycka, 2017].

Według standardów Kodeksu Żywnościowego [Codex Alimentarius Standard, 2001] istnieje kilka międzynarodowych wskaźników jakości miodów, które mogą wskazywać na zmianę jego jakości (zafałszowanie, domieszkę miodów importowanych, przegrzanie miodów oraz zbyt długi i niewłaściwy okres przechowywania), są to:

1. **Zawartość 5-HMF (5-hydroksymetylofurfuralu)** – ten naturalny składnik miodu heterocykliczny aldehyd 5-hydroksymetylofurfuralu powstaje w kwaśnym środowisku z fruktozy (2-oksoheksosa). Naturalny miód nie zawiera 5-HMF bądź jego ilości są bardzo małe (2-7 mg/kg). Jego zawartość może wzrosnąć wraz z przedłużającym się czasem przechowywania oraz zbyt wysoką temperaturą jego obróbki. Dlatego 5-HMF jest nazywany parametrem starzenia się miodu, zawartość 5-HMF świadczy nie tylko o jakości, ale również o autentyczności miodu – podwyższona zawartość tego składnika wskazuje również na zafałszowanie cukrem inwertowanym lub syropem skrobiowym. W przypadku bardzo dużego poziomu tego związku powyżej, 200 mg/kg można domniemywać zafałszowanie inwertem chemicznym. Poziom tej substancji w miodach naturalnych nie powinien przekraczać 20 mg/kg [PN-88/A-77626 Miód pszczeleli 1988; Al.-Diab i wsp., 2015; Tosi i wsp., 2004; Turkmen i wsp., 2006; Kursa i Popek, 2011; Rozp. MRiRW, 2015; Kędzierska-Matyssek i wsp., 2017; Pasias i wsp., 2017].
2. **Poziom liczby diastazowej** – diastaza (α -amylaza) i inwertaza są jednymi z najważniejszych biologicznych składników miodu – enzymami pochodzącymi z gruczołów ślinowych pszczół. To ich obecność decyduje o właściwościach odżywczych i prozdrowotnych miodu. Liczba diastazowa jest wskaźnikiem enzymatycznej aktywności miodu. Wyrażana jest za pomocą ilości jednostek Schade ¹ na 1 g miodu. Poziom aktywności diastazy jest jednym z najważniejszych wskaźników, które świadczą o wysokiej jakości miodu. Wartość

¹ Jednostka Schade jest to taka aktywność diastazy, która przekształca 0,01 g skrobi w temperaturze 40°C do określonego punktu końcowego w czasie jednej godziny.

aktywności diastazy powinna być wyższa niż 8 jednostek, często jednak liczba diastazowa jest wyższa od 20 [PN-88/A-77626 Miód pszczeni, 1988; Rozp. MRiRW, 2015]. W przypadku niskiej wartości liczby diastazowej można domniemywać, że miód był ogrzewany do temperatury powyżej 40°C, może to też wskazywać na dodatek syropu cukrowego [Pasias i wsp., 2017] oraz długie przechowywanie miodu w niesprzyjających warunkach [Kędzińska-Matysek i wsp., 2017; Wesołowska i Dżugan, 2017].

3. **Zawartości wody** – woda stanowi od 17% do 20% składu miodu, w przypadku miodów wrzosowych jej zawartość może sięgać 23% [PN-88/A-77626 Miód pszczeni., 1988; Rozp. MRiRW, 2015]. Zawartość wody jest uważana za wskaźnik trwałości miodu oraz odporności na fermentację drożdżową. Jej wysoki poziom powoduje nie tylko fermentację i psucie się miodu, ale również utratę smaku. Dodatkowo aktywność wody jest parametrem odpowiadającym za wzrost drobnoustrojów [Tornuk i wsp., 2013; Pentoś i Łuczycka, 2017]. W przypadku zmian zawartości wody, a zwłaszcza wzrostu, można domniemywać, że do miodu dolano wodę lub może świadczyć to o zbyt szybkim odebraniu miodu z ula. Na ten parametr mają też wpływ warunki atmosferyczne w czasie miodobrania. Jego podwyższona wartość jest o tyle niebezpieczna, że może wpłynąć na rozwój drożdży i pleśni w miodach [Soares i wsp., 2017; Laaroussi i wsp., 2020].
4. **Zawartość cukrowców** – węglowodany stanowią 65–87% składu miodów (miody nektarowe – ok. 80%, miody spadziowe – ok. 77%). Zawartość sacharydów w miodzie determinowana jest między innymi: pochodzeniem miodu, porą zbioru oraz długością okresu przechowywania; miody spadziowe zawierają więcej oligosacharydów i dekstryn, podczas gdy w miodach nektarowych przeważają cukry proste. Największą ilość sacharozy zawierają miody niedojrzałe. Oligosacharydy odpowiadają za prebiotyczne właściwości miodów. Zawartość poszczególnych węglowodanów może świadczyć o dojrzałości miodu, czy też jej braku. Zawartości sumy glukozy i fruktozy nie powinna być mniejsza niż 60 g/100 g w miodach nektarowych oraz nie mniejsza niż 45 g/100 g w miodach spadziowych i spadziowo-nektarowych [PN-88/A-77626 Miód pszczeni, 1988; Rozp. MRiRW, 2015]. W przypadku disacharydów obecnych w miodach ich zawartość powinna mieścić się w przedziale od 3,29% do 18,60%, zaś oligosacharydów od 0,13% do 10,00%, w zależności od odmiany.

- Dojrzałe miody nektarowe nie powinny zawierać więcej niż 5% (5 g/100 g miodu) sacharozy, zaś spadziowe nie więcej niż 10%. Wskaźnikiem zafałszowania miodu jest, więc jej zawartość wyższa niżeli 5% w miodach nektarowych i 10% w miodach spadziowych. Podwyższona zawartość sacharozy może świadczyć o zafałszowaniu miodu poprzez dokarmianie pszczół sacharozą lub jej dodanie do miodu, ale również o mieszaniu odmian miodów. Warto również wspomnieć, iż miody pochodzące z grochodrzewu (*Robinia pseudoacacia*), lucerny (*Medicago sativa*), Menzies Banksia (*Banksia menziesii*), suchodrzewu francuskiego (*Hedysarum*), karczuczowca czerwonego (*Eucalyptus camadulensis*), rzemienicy (*Eucryphia lucida*, *Eucryphia milligani*), Citrus spp mogą zawierać maksymalnie 10% sacharozy, a w przypadku miodu z lawendy (*Lavandula spp.*), ogórecznika (*Borago officinalis*) maksymalnie 15% [PN-88/A-77626 Miód pszczeli, 1988; Rozp. MRiRW, 2015].
 - Kolejnym bardzo istotnym wskaźnikiem jest obecność w miodach spadziowych tzw. cukru spadziowego – melecycyzy – cukier ten nie występuje w miodach nektarowych. Dodatkowo zaobserwowano, iż w miodach spadziowych stosunek zawartości fruktozy względem glukozy jest wyższy niż w miodach nektarowych. Jedynym wyjątkiem jest miód z robinii akacjowej, w której przypadku przewaga fruktozy nad glukozą zapewnia płynną konsystencję nawet przez kilka miesięcy. Przewaga glukozy odpowiada za szybką krystalizację miodu, np. w miodach rzepakowych lub z mniszka lekarskiego [Bakier, 2008].
5. **Wartość poziomu wolnych kwasów** – poziom wolnych kwasów może wskazywać na dojrzałość miodu, a także na zaburzenia związane z mikrobiologicznym skażeniem miodu [Terrab i wsp., 2003; Pentoś i Łuczycka, 2017]. Poziom wolnych kwasów powinien wynosić nie więcej niż 50 mval/kg, przy czym w miodzie piekarniczym (przemysłowym) zawartość wolnych kwasów nie powinna być wyższa niż 80 mval/kg – [PN-88/A-77626 Miód pszczeli, 1988; Kędzia i Hołderna-Kędzia, 2008; Rozp. MRiRW, 2015].
 6. **Wartość przewodności elektrycznej właściwej** – wartość przewodności elektrycznej właściwej jest zależna od wartości poziomu związków mineralnych i kwasów miodzie. W przypadku tego parametru miody nektarowe powinny charakteryzować się wartością do 0,8 mS×cm⁻¹, a miody spadziowe, ze względu na większą obecności składników mineralnych, powinny mieć tą wartość powyżej wskazanego powyżej poziomu, nawet do 1,5 razy – do 0,17 mS/cm².

Wszelkie odstępstwa od tej normy mogą świadczyć o mieszaniu miodów nektarowych i spadziowych. Obniżona wartość przewodności elektrycznej właściwej w miodach spadziowych może świadczyć o zafałszowaniu miodem nektarowym. Podwyższona zawartość sacharozy w połączeniu z obniżoną przewodnością elektryczną, liczbą diastazową i zawartością proliny może świadczyć o zafałszowaniu miodu syropem cukrowym [Popek, 1998; Tichonow i wsp., 2017].

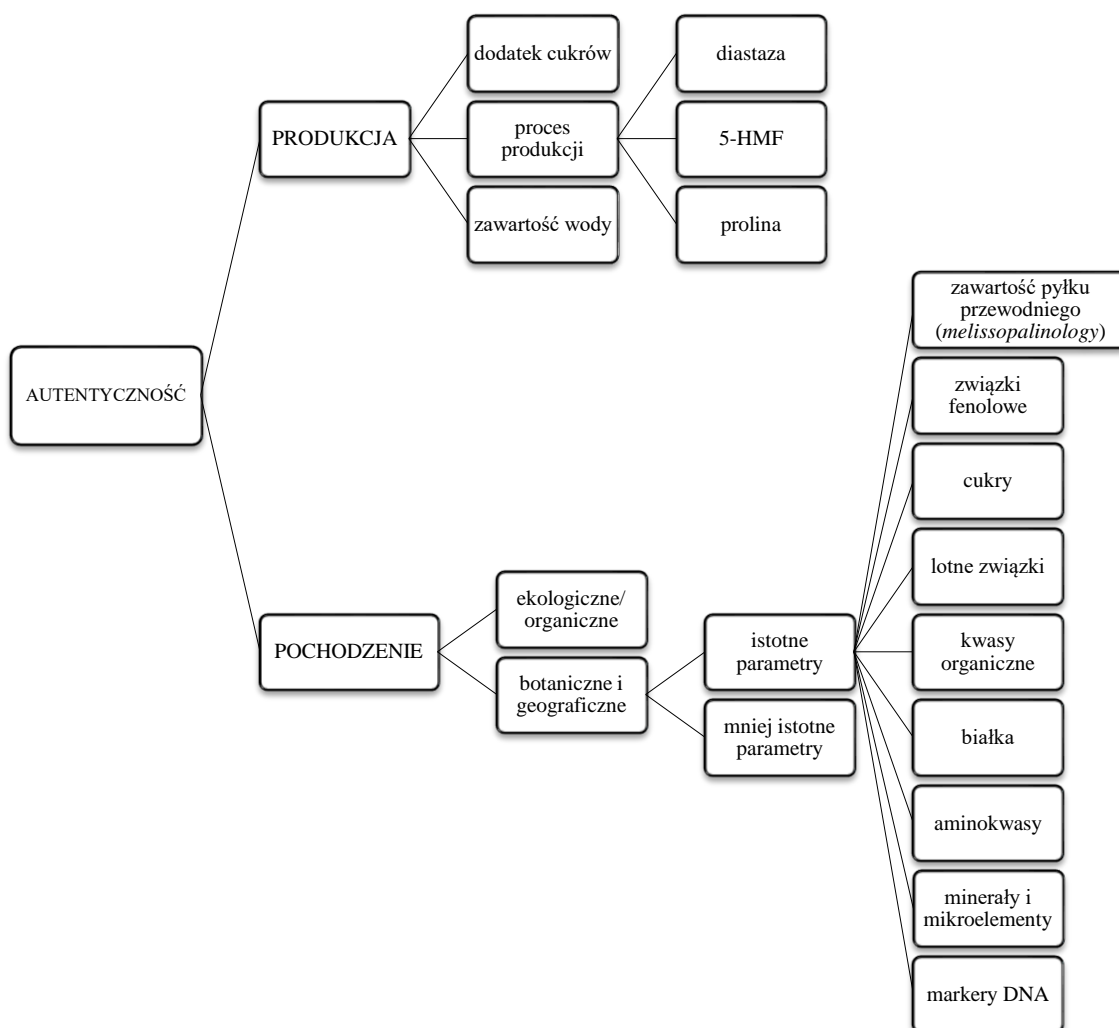
7. **Lepkość i powstawanie kryształów** – proces krystalizacji jest naturalnym procesem zachodzącym w miodzie. Proces ten nie obniża jakości miodu, jednak konsumenci wolą miody płynne. Za krystalizację miodu odpowiada glukoza, która znajduje się w stanie przesyconym i w związku z tym dąży do uzyskania stanu równowagi poprzez wykryształowanie. Miody, w których występuje przewaga fruktozy nad glukozą krystalizują wolniej lub wcale np. miody akacjowe. Fruktaza stęży roztwór wraz z innymi cukrami i podnosi jego lepkość, co utrudnia krystalizację miodu. Natomiast miody, w których występuje przewaga glukozy, krystalizują szybciej (miód rzepakowy oraz z mniszka lekarskiego). Parametr ten nie jest normowany przez akty prawne, jednak sam wygląd miodu może już świadczyć o tym, czy miód jest odpowiedniej odmiany oraz czy był podgrzewany [Bakier, 2008; Tichanow, 2017].
8. **Zawartość proliny** – prolina jest aminokwasem, który jest dominujący w miodzie. Jej zawartość w miodzie naturalnym powinna wynosić co najmniej 25 mg/100 g miodu [PN-88/A-77626 Miód pszczele, 1988]. W przypadku zafałszowań miodu naturalnego sacharozą obserwuje się spadek jej zawartości nawet do 10 mg/100 g miodu [Kursa, 2015].

Ogrzewanie miodów w temperaturze przekraczającej 40°C powoduje w miodzie wzrost zawartości 5-HMF oraz obniżenie wartości liczby diastazowej. Proces ogrzewania ma, więc znaczący wpływ na obniżenie poziomu najważniejszych biologicznych składników, które decydują o właściwościach zdrowotnych, leczniczych i odżywczych miodu [Tosi i wsp., 2004; Turkmen i wsp., 2006; Kędzierska-Matyssek i wsp., 2016; Al.-Diab i wsp., 2015; Pasiak i wsp., 2017; Wesołowska i Dżugan, 2017].

Miody zafałszowane syropem cukrowym lub innymi inwertami mogą zawierać w swoim składzie dekstryny skrobiowe oraz niewłaściwy obraz cukrów [Szczęsna, 2003; Borawska i Piekut, 2006]. Analiza literatury wykazała, że obniżony poziom wartości przewodności elektrycznej właściwej i liczby diastazowej,

przy jednoczesnym podwyższeniu zawartości sacharozy, może świadczyć o celowym zafałszowaniu miodu syropem cukrowym [Zhu i wsp., 2010].

Literatura wskazuje na dwa główne czynniki, które wpływają na autentyczność miodów: proces produkcji i pochodzenie miodu. W wyniku analizy powyższych aspektów powstał schemat przedstawiony przez Soares i wsp. [2017] (Rys. 11.). W procesie produkcji miodu szczególną uwagę zwrócono na poziom diastazy, proliny, 5-HMF, następnie dodawanie cukrów/syropów i zawartość wody. Ponadto uwzględnione zostały zmiany wynikające z pochodzenia miodu, przede wszystkim jego organiczne/ekologiczne, botaniczne oraz geograficzne pochodzenie charakterystyczne głównie dla miodów wysokiej jakości. Potwierdzenie autentyczności pochodzenia miodu oparto przede wszystkim na badaniach zawartości pyłku przewodniego pomiarach parametrów fizykochemicznych, a także najbardziej zaawansowanych metodach opartych na DNA i podejściach spektroskopowych [Soares i wsp., 2017; Kowalski i Łukasiewicz, 2019].



Rys. 11. Schemat dotyczący głównych zagadnień związanych z autentycznością miodu

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Soares i wsp., 2017; Kowalski i Łukasiewicz, 2019].

1.3. Modelowanie autentyczności miodu

Jak już wspomniano, jakość produktów spożywczych ma interdyscyplinarny wymiar, a jej parametry dotyczą wielu aspektów. Można zauważyć, że wielu autorów inicjowało swoje badania w zakresie jakości oraz autentyczności produktów spożywczych rozpoczynając od badań instrumentalnych, następnie przechodząc do badań konsumenckich, finalizując – podsumowując modelowym podejściem do oceny jakości żywności oraz jej autentyczności [Giusti i wsp., 2008; Gębowiec, 2015; Angowski, Kijek i Skrzypek, 2019; Przybyłowski i Grudowski, 2018; Salerno-Kochan i wsp., 2019]. W dostępnej literaturze przedmiotu przedstawiono liczne przykłady modelowych koncepcji jakości żywności oraz czynników je kształtujących,

które uwzględniają nie tylko perspektywę oceny jakości parametrów mających wpływ na proces produkcji wyrobu w ujęciu jakościowych i ilościowych parametrów technologicznych, ale również określenie jego charakterystycznych właściwości wynikających z opinii konsumenta [Verdú-Jover, Lloréns Montes i Fuentes, 2004; Giusti, Bignetti i Canella, 2008; Piotrowska-Puchała, 2018; Dmowski, 2019; Drozd, 2020; Garo i wsp., 2020].

Na podstawie analizy powyższej literatury można wnioskować, iż przyszłością badań prowadzonych nad jakością i autentycznością produktów spożywczych jest interdyscyplinarne i wielowymiarowe podejście do oceny, poprzez standaryzację parametrów pomiarowych oraz rozwój metod instrumentalnych, uwzględniając obiektywne pomiary cech sensorycznych, ale również metod chemometrycznych [Verdú-Jover, Lloréns Montes i Fuentes, 2004; Giusti, Bignetti i Canella, 2008; Hanrahan, 2010; Kołożyn-Krajewska, 2010; Pentoś i Łuczycka, 2017; Salerno-Kochan i wsp., 2019, Popek, Halagarda i Kursa, 2017].

Takie podejście modelowe, czy też wielokryterialne zastosowano już do oceny jakości wielu produktów spożywczych takich, jak: jabłka, soki, herbata, kawa, miód, pieczywo, chrupki, wino, czekolada, itd. [Wierenga, 1983; Cortez i wsp., 2009; Popek, 2001; Wilczyńska, 2012; Popek, Halagarda i Kursa, 2017; Ruszkowska, 2018; Dmowski, 2019; Velásquez i wsp., 2019; Luna i wsp., 2019; Drozd, 2020].

Także wielu autorów publikowało wyniki oceny parametrów jakości i autentyczności miodów (Tab. 6.). Wyniki wspomnianych powyżej, często skomplikowanych analiz, które w wielu przypadkach wymagają użycia drogiego sprzętu, nie pozwalały na jednoznaczne potwierdzenie lub zakwestionowanie autentyczności miodu. Dlatego od szeregu lat trwają próby wykorzystania wielowymiarowych metod statystycznych do interpretacji wyników pomiarów laboratoryjnych (np. analiza zmienności, kanoniczna, kluczowych składników, taksonomiczna, dyskryminacyjna. Celem ich zastosowania jest przede wszystkim zmniejszenie złożoności podjętych działań oraz zapewnienie lepszej interpretacji zbiorów danych. W efekcie może to pozwolić na wybranie kilku cech miodu, jako optymalnych cech wyróżniających odmianę lub geograficzne pochodzenie danego miodu [Terrab i wsp., 2003; Yücel i Sultanoglu, 2013; Pita-Calvo, Guerra-Rodríguez i Vázquez, 2017; Popek, Halagarda i Kursa, 2017].

W światowej literaturze można znaleźć wiele publikacji naukowych, które dotyczą wykorzystywania i zastosowania metod chemometrycznych wraz w połączeniu

z metodami instrumentalnymi lub sensorycznymi. Ze względu, iż temat ten jest bardzo rozległy, poniżej scharakteryzowano najistotniejsze prace.

Modelowe ujęcie identyfikacji cech determinujących odmiany miódów zostało przedstawione przez Popka w 2001 roku. Prowadził on badania nad przewodnością elektryczną właściwą oraz innymi parametrami fizykochemicznymi. Następnie zaproponował model zespolony, który w sposób pośredni pozwala na oszacowanie zawartości związków mineralnych, określonych jako zawartość popiołu ogółem. Pomysł ten miał na celu skrócenie czasu oraz kosztu badań, a jego efektywność okazała się być duża [Popek, 2001].

Niektóre z badań analiz chemometrycznych parametrów fizykochemicznych (zawartość: sacharydów, azotu, sacharozy, 5-hydroksymetylofurfuralu, popiołu, wody, kwasów aromatycznych i aminokwasów, stężenia glukozy do fruktozy, poziom pH, kwasowości całkowitej i skręcalności właściwej) pozwoliły na rozpoznanie jedynie niektórych miódów jednokwiatowych. Jednak wyniki te nie znalazły zastosowania w przypadku klasyfikacji wszystkich miódów według ich poszczególnych rodzajów i odmian [Terrab i wsp., 2003; Ojeda de Rodríguez i wsp., 2004; Serrano i wsp., 2004].

W roku 2006 Ruoff zaprezentował wyniki swoich badań z zakresu oceny autentyczności botanicznej miódów odmianowych z uwzględnieniem ich profili na podstawie oceny sensorycznej, parametrów fizykochemicznych oraz z zastosowaniem spektroskopii (bliskiej oraz średniej podczerwieni, ramanowskiej i fluorescencyjnej) i spektrometrii, jednak podejście to nie stanowiło modelowego ujęcia, a jedynie analizę zależności [Ruoff, 2006].

Wykorzystanie parametrów fizykochemicznych wraz z oceną wskaźników sensorycznych przeprowadził zespół Persano Oddo w 2004 roku [Persano Oddo i wsp., 2004], a następnie zespół Ruoffa w 2007 roku. Badania te stały się punktem odniesienia do statystycznych metod analizy dyskryminacyjnej oraz klasyfikacji profili odmianowych miódów [Ruoff i wsp., 2007].

Badania przeprowadzone przez zespół Sahinlera i wsp. w 2009 roku potwierdziły zasadność wykorzystania metod analizy chemometrycznej do weryfikacji botanicznego pochodzenia miodu. Efektem tych prac było odróżnienie botanicznego pochodzenia próbek miodu z terenu Turcji, przy zastosowaniu analizy dyskryminacyjnej do takich parametrów, jak: zawartość minerałów, wilgotność, pH, kwasowość, skład cukrowy, aktywność diastazy i HMF [Sahinler, Sahinler i Gul, 2009].

Badania przedstawione przez zespół Wei i Wang [2014] wykazały możliwość zastosowania analizy funkcji dyskryminacyjnej na podstawie pomiarów potencjometrycznych i woltametrycznych miodów jednokwiatowych [Wei i Wang, 2014].

W wyniku przeprowadzonej analizy chemometrycznej wybranych związków lotnych i parametrów fizykochemicznych [Karabagias i wsp., 2014a] oraz wybranych związków fenolowych i konwencjonalnych parametrów [Karabagias i wsp., 2014a], zespół Karabagiasa stwierdził możliwość identyfikacji botanicznego pochodzenia greckiego miodu.

W roku 2015 zespół Pentoś, Łuczycka i Kapłon opracował model identyfikacji zależności pomiędzy wybranymi parametrami miodu poprzez ekstrakcję udziału zmiennych zależnych w modelu sieci neuronowej. Wykazano duży wpływ obecności 5-HMF oraz poziomu pH na impedancję miodu [Pentoś, Łuczycka i Kapłon, 2015].

W roku 2014 Zieliński podjął próbę wskazania chemicznych znaczników polskich miodów odmianowych i opracowania koncepcji określania pochodzenia botanicznego i/lub geograficznego miodów opartego na badaniu ich składu chemicznego poprzez definiowanie „chemicznych odcisków” palca badanych miodów [Zieliński i wsp., 2014; Zieliński, 2016].

W roku 2017 Popek i jego współpracownicy opracowali model klasyfikacji odmian miodów na podstawie parametrów fizykochemicznych oraz chemicznych wynikających z oznaczeń zawartych w Rozporządzeniu Ministra [MRiRW, 2015; Popek, Halagarda i Kurska, 2017]. Model ten okazał się być skuteczny w zakresie potwierdzenia pochodzenia botanicznego miodu z terenu Polski w przypadku 98,61% prób.

Podsumowując można stwierdzić, że ocena parametrów jakości i autentyczności miodów stanowi bardzo rozległe spektrum badań, poparte wieloma pracami naukowymi. Wyniki często skomplikowanych metod badawczych, które w wielu przypadkach wymagają drogiego sprzętu, nie pozwalają na niezawodne potwierdzenie lub zakwestionowanie autentyczności miodu. Stwierdzono, że nie ma wiarygodnych podstaw do jednoznacznego stwierdzenia, czy istnieje powtarzalność wskaźników charakterystycznych dla miodów bądź przewaga jednego głównego, przykładowo polifenoli lub aminokwasów.

Wszystkie przedstawione powyżej modele stosowane są do oceny składowych świadczących o jakości miodów. Istnieje natomiast potrzeba wprowadzenia jednolitej metodyki, która w jednoznaczny oraz szybki i wiarygodny sposób wskazywałaby

determinanty jakości miodu charakterystyczne dla jego pochodzenia botanicznego. Dodatkowo interesującym jest również opracowanie takiego modelu, który oprócz parametrów pochodzenia instrumentalnego, będzie zawierał wyróżniki oceny sensorycznej.

Rozdział II. Część doświadczalna

2.1. Cel pracy i hipotezy badawcze

Przedmiot badań niniejszej pracy stanowiły krajowe miody odmianowe. Rynek miódów odmianowych jest tradycyjnym oraz znaczącym sektorem polskiego rolnictwa. Miód występujący na krajowym rynku charakteryzuje się zróżnicowanym pochodzeniem botanicznym i poziomem jakości. Biorąc pod uwagę fakt, iż miód stanowi istotny element diety społeczeństwa, a jego skład chemiczny warunkuje jego działanie biologiczne, podjęcie proponowanej tematyki jest w pełni uzasadnione.

Głównym celem niniejszej pracy było opracowanie wielokryterialnego modelu wykorzystującego parametry fizykochemiczne do oceny jakości, identyfikacji oraz potwierdzenia autentyczności krajowych miódów odmianowych.

W związku z powyższym w niniejszej pracy postawiono główną hipotezę brzmiącą następująco:

Wybrane parametry fizykochemiczne, widma fluorescencji oraz wyróżniki sensoryczne mogą być podstawą opracowania wielokryterialnego modelu pozwalającego potwierdzić autentyczność odmianową miódów.

Na podstawie studiów literatury przedmiotu oraz przeprowadzonych badań pilotażowych postawione zostały cząstkowe hipotezy badawcze:

1. Dla każdej odmiany miodu można wskazać charakterystyczne zakresy wartości parametrów fizykochemicznych, następnie na ich podstawie można dokonać klasyfikacji danej odmiany miodu.
2. Poszczególne odmiany miódów różnią się między sobą widmami fluorescencji, co może być wykorzystane do weryfikacji autentyczności ich pochodzenia botanicznego.
3. Istnieje możliwość wyselekcjonowania sensorycznych determinant jakości miodu do identyfikacji oraz potwierdzenia autentyczności miódów odmianowych.

4. Kompilacja wybranych determinant fizykochemicznych oraz sensorycznych jakości miodu przy użyciu metod i narzędzi statystycznych pozwala na zidentyfikowanie grup miodów o podobnym pochodzeniu botanicznym.

Cel badań empirycznych osiągnięto realizując zadania badawcze:

1. Oznaczenie wartości wskaźników fizykochemicznych określających jakość miodów odmianowych.
2. Potwierdzenie przynależności odmianowej badanych próbek miodu – charakterystyka widm całkowitych oraz synchronicznych fluorescencji miodów odmianowych.
3. Określenie wyróżników sensorycznych do oceny jakości, identyfikacji oraz potwierdzenia autentyczności miodów odmianowych.
4. Wykorzystanie narzędzi statystycznych służących określeniu autentyczności odmianowej miodów.
5. Opracowanie nowej metody określenia autentyczności miodów odmianowych, w oparciu o badania właściwości, fluorescencji oraz wyróżników sensorycznych.

2.2. Badany materiał

Materiałem badanym było 108 próbek świeżych, niestandardyzowanych miodów odmianowych, zaliczonych do dziesięciu odmian:

- akacyjowej,
- faceliowej,
- gryczanej,
- lipowej,
- mniszkowej,
- nektarowo-spadziowej,
- rzepakowej,
- spadziowej iglastej,
- wielokwiatowej,
- wrzosowej.

Próbki badanych miodów pochodziły bezpośrednio od pszczelarzy z terenu całej Polski, ze zbiorów w latach 2014-2016. Liczebność badanych prób kolejnych odmian przedstawiono w tabeli 7.

Tabela 7.

Liczebność badanych prób kolejnych odmian miodu

Lp.	Odmiana miodu	Rok zbioru			N
		2014	2015	2016	
1.	AKACJOWY	3	3	2	8
2.	FACELIOWY	2	2	5	9
3.	GRYCZANY	2	5	6	13
4.	LIPOWY	2	6	6	14
5.	MNISZKOWY	2	2	6	10
6.	NEKTAROWO-SPADZIOWY	3	1	6	10
7.	RZEPAKOWY	1	4	8	13
8.	SPADZIOWY - IGŁA	2	3	3	8
9.	WIELOKWIATOWY	3	4	7	14
10.	WRZOSOWY	2	2	5	9
OGÓŁ		22	32	54	108

Zródło: badania własne.

Badane próbki do czasu wykonania analiz były przechowywane w szczelnie zamkniętych opakowaniach jednostkowych – słoikach szklanych o pojemności 250 ml z zamknięciem „Twist off”, w temperaturze $16 \div 20^{\circ}\text{C}$.

2.3. Etapy badań i metody

2.3.1. Etapy badań

Praca stanowiła wielowymiarowe podejście do badań jakości oraz potwierdzenia autentyczności pochodzenia botanicznego miodów odmianowych. Oprócz przeglądu literatury dotyczącej oceny jakości oraz stosowanych metod do wielowymiarowej oceny jakości oraz potwierdzenia autentyczności miodów gatunkowych dokonano również realizacji założonych badań empirycznych.

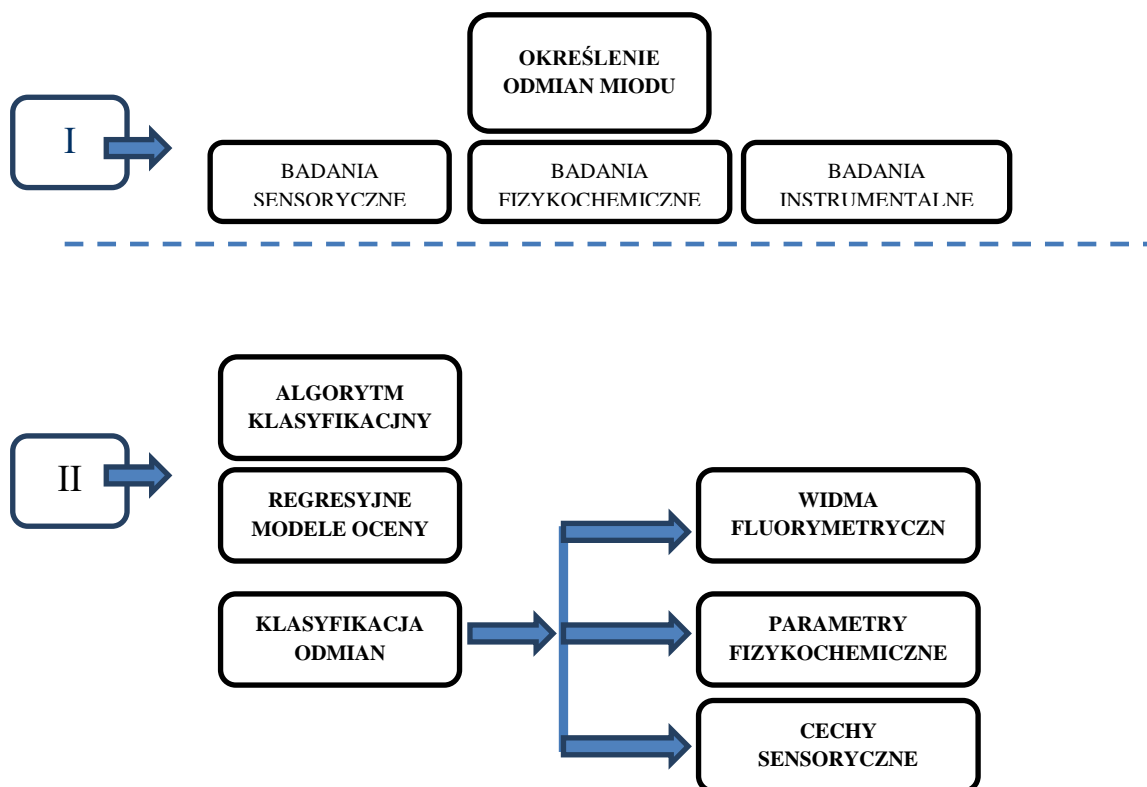
Działania przeprowadzone w ramach badań podzielono na dwa etapy (Rys. 12.).

Etap I obejmował wybór materiału badawczego, określenia odmian miodu i wykonania:

- pomiarów podstawowych parametrów fizykochemicznych, wykorzystywanych do oceny jakości miodów, zapisanych w Rozporządzeniu Ministra [Rozporządzenie MRiRW, 2015],

- pomiarów instrumentalnych obejmujących oznaczenie barwy w systemie CIE L*, a*, b* [CIE Draft Standard 014-4.3/E:2007] oraz pomiarów fluorescencji ze swobodnej powierzchni płynnej próbki miodu [Gębala i Przybyłowski, 2010],
- oceny sensorycznej jakości przez przeszkolony panel sensoryczny. Zadaniem zespołu była wstępna identyfikacja oraz zdefiniowanie determinant jakości sensorycznej miodów, a następnie wykonanie oceny sensorycznej.

Etap II obejmował próbę stworzenia algorytmu klasyfikacyjnego w celu selekcji próbek oraz finalnie w celu stworzenia regresyjnych modeli oceny autentyczności do klasyfikacji odmian miodów na podstawie widm fluorescencji, parametrów fizykochemicznych oraz cech sensorycznych (Rys. 12.).



Rys. 12. Schemat postępowania badawczego

Źródło: opracowanie własne.

2.3.2. Metody badawcze

W dążeniu do realizacji założonych w niniejszej pracy celów dotyczących oceny jakości miodów przeprowadzono badania z wykorzystaniem 12 metod badawczych, które wykorzystano do:

1. Oznaczania parametrów fizykochemicznych.

2. Oznaczania parametrów barwy.
3. Oznaczenia aktywności antyoksydacyjnej.
4. Pomiaru fluorescencji ze swobodnej powierzchni płynnej próbki miodu.
5. Oznaczenia wyróżników sensorycznych.

Oznaczenia parametrów fizykochemicznych, parametrów barwy oraz potencjału antyoksydacyjnego dokonano przy użyciu powszechnie znanych metod (Tab. 8.), natomiast do pomiaru fluorescencji i oznaczenia wyróżników sensorycznych użyto zmodyfikowanych przez Autorkę metod, które opisano poniżej.

Tabela 8.

Wybrane metody badawcze wykorzystane w pracy

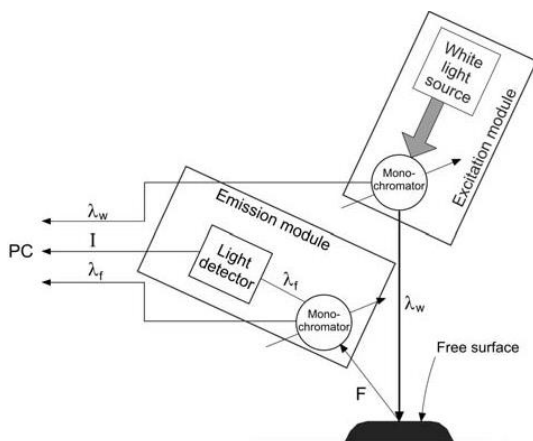
Rodzaj analizy	Wykorzystane metody badawcze	Źródło
1. Oznaczenie parametrów fizykochemicznych	<ol style="list-style-type: none"> 1. Oznaczenie zawartości wody 2. Oznaczenie zawartości fruktozy i glukozy 3. Oznaczenie zawartości sacharozy 4. Oznaczenie zawartości 5-hydroksymetylofurfuralu 5. Oznaczenie poziomu wolnych kwasów 6. Oznaczenie poziomu przewodności właściwej 7. Oznaczenie liczby diastazowej 	<p>Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 30 lipca 2015 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie metod analiz związanych z dokonywaniem oceny miodu (Dz.U. 2015, poz. 1173).</p> <p>PN-88/A-77626. Miód pszczeli (wraz ze zmianami – biuletyn PKNMiJ nr 1/90 poz.1, nr 10/91 poz.67, nr 12/93 poz. 71).</p>
2. Oznaczenie parametrów barwy	8. Pomiar barwy w systemie CIE L*, a*, b*	CIE Draft Standard 014-4.3/E:2007
3. Oznaczenie potencjału antyoksydacyjnego	<ol style="list-style-type: none"> 9. Oznaczenie aktywności przeciwrodnikowej miodów pszczelich z użyciem roztworu DPPH 10. Oznaczenie całkowitej zawartości polifenoli za pomocą metody z zastosowaniem odczynnika Folin-Ciocalteu 	<p>Turkmen N., Sari F., Poyrazoglu E.S., Velioglu S., 2006, Effects of prolonged heating on antioxidant activity and colour of honey. Food Chemistry, 95, 653-657.</p> <p>Meda A., Lamien C.E., Romito M., Millogo J., Nacoulma O.G., 2005, Determination of the total phenolic, flavonoid and proline contents in Burkina Fasa honeys as well as their radical scavenging activity. Food Chemistry, 91, 571-577.</p>
4. Oznaczanie przynależności odmianowej	11. Pomiar fluorescencji ze swobodnej powierzchni płynnej próbki miodu	Gębala S., Przybyłowski P. Sposób identyfikacji odmian miodu. Polska. 2010. Patent nr 214784. z modyfikacjami.
5. Oznaczenie wyróżników sensorycznych	12. Ocena sensoryczna miodów odmianowych	<p>Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 30 lipca 2015 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie metod analiz związanych z dokonywaniem oceny miodu (Dz.U. 2015, poz. 1173). z modyfikacjami.</p> <p>PN-88/A-77626. Miód pszczeli (wraz ze zmianami – biuletyn PKNMiJ nr 1/90 poz.1, nr 10/91 poz.67, nr 12/93 poz. 71). – z modyfikacjami</p>

Źródło: opracowanie własne.

Oznaczenia wszystkich parametrów badanych miodów wykonano w 3-krotnym powtórzeniu.

Oznaczanie przynależności odmianowej – pomiar fluorescencji ze swobodnej powierzchni płynnej próbki miodu

Widma fluorescencji wyznaczono metodą opatentowaną przez Gębala i Przybyłowskiego [2010] zmodyfikowaną poprzez zastosowanie nowej przystawki do pomiaru [Gębala, 2009; Gębala i Przybyłowski, 2010]. Badania przeprowadzono przy użyciu zestawu opartego na spektrofotometrze fluorescencyjnym F-7000 Hitachi, Japonia. Zbudowano do niego specjalny adapter, aby zmienić jego tradycyjny zakres pomiarowy (Rys. 13.). Podczas pomiaru mierzono intensywność fluorescencji z powierzchni próbki, na którą pada promieniowanie wzbudzające. Geometria refleksyjna pozwala na wyeliminowanie wpływu filtra wewnętrznego związanego z wysoką absorpcją próbki – osłabieniem intensywności fluorescencji na skutek absorpcji wzbudzenia i emitowanego promieniowania [Gębala, 2009; Gębala i Przybyłowski, 2010].



Rys. 13. Schemat zmiany tradycyjnego zakresu pomiaru fluorescencji na powierzchni próbki

Źródło: opracowanie własne.

Widma fluorescencji wymiarowej mierzono w temperaturze pokojowej i świetle dziennym. Próbkę miodu upłynniono w temperaturze 40°C i przepipetowano do kuwet kwarcowych o pojemności 0,5 ml przed pomiarami. Widma fluorescencji uzyskano rejestrując widma emisyjne (od 220 do 560 nm z krokiem 10 nm) odpowiadające długościom fali wzbudzenia w zakresie od 200 do 450 nm (z krokiem 5 nm) i automatycznie normalizowano do intensywności wzbudzenia przez instrument. Czułość pomiarów wzbudzenia i emisji określono przy napięciu równym 600 V [Gębala, 2009; Gębala i Przybyłowski, 2010].

Widma fluorescencji normalizowano, zmniejszając obszar pod każdym widmem do wartości 1 [Karoui i wsp., 2007]. Miało to na celu zmniejszenie efektów rozpraszania i porównanie badanych próbek miodu.

Ostateczne wyniki przedstawiono jako zbiór danych liczbowych w postaci map konturowych (emisja wzbudzenia (EEM)), a synchroniczne przekroje tych widm uzyskano przy $\Delta\lambda = 100$ nm dla próbek miodu.

Oznaczenie wyróżników sensorycznych - ocena sensoryczna miodów odmianowych

Ocenę sensoryczną miodów odmianowych przeprowadzono z wykorzystaniem 5-punktowej skali (Załącznik 1.). Oceniono smak, zapach, barwę, przezroczystość, gładkość oraz ogólne wrażenie sensoryczne w 108 próbkach miodu [PN-88/A-77626 Miód pszczeni; Rozp. MRiRW, 2015].

Ocenę sensoryczną przeprowadził zespół składający się z 10 osób. Osoby te zostały przeszkolone z zasad oceny sensorycznej i zapoznane z wymaganiami dla miodów odmianowych wraz ze wskazywaniem cech charakterystycznych dla każdej z odmian [PN-88/A-77626 Miód pszczeni; Rozp. MRiRW, 2015] oraz ze sposobem przeprowadzania analizy sensorycznej według wymagań normy [PN-ISO-8586-2:1996 Analiza sensoryczna - ogólne wytyczne wyboru, szkolenia i monitorowania oceniających - Eksperci].

W celu wskazania deskryptorów oceny jakości sensorycznej miodów odmianowych posłużono się terminologią zawartą w normie przedmiotowej [PN-88/A-77626 Miód pszczeni., Rozp. MRiRW, 2015]. Określenia zostały precyzyjnie zdefiniowane w taki sposób, aby były zrozumiałe dla wszystkich członków panelu (Załącznik 2.). Karta wykorzystana do oceny sensorycznej została przedstawiona, jako Załącznik 3. niniejszej pracy.

2.3.3. Metody analizy statystycznej

W celu dokonania statystycznej analizy wyników przeprowadzonych badań, materiał liczbowy obejmujący wyniki pomiaru:

1. parametrów fizykochemicznych (łącznie z parametrami kolorymetrycznego pomiaru barwy),
2. widm fluorescencji,
3. wyznaczników smakowości,

poddano analizie wybranymi metodami statystyki opisowej, weryfikacji hipotez statystycznych oraz wielowymiarowymi. Analizę wykonano z wykorzystaniem pakietu *Statistica 13.3*.

W pierwszym etapie wyznaczono wartości podstawowych miar statystycznych:

- położenia (miejsca skupienia): średniej arytmetycznej (\bar{x}),
- rozproszenia (dyspersji): odchylenia standardowego (s_d) i rozstępu – x_{\min} i x_{\max}

Weryfikację hipotez statystycznych poprzedzono zbadaniem zgodności wszystkich ilościowych rozkładów empirycznych z rozkładem normalnym. Wykonano to testem zgodności χ^2 , rezultat tej weryfikacji decyduje bowiem o wyborze metody weryfikacji kolejnych hipotez merytorycznych oraz o wyborze właściwej miary położenia do opisu wyników. Jeśli porównywane rozkłady empiryczne są zgodne z rozkładem normalnym, stosuje się testy parametryczne opierające się na porównywaniu wartości średniej arytmetycznej. W przypadku braku tożsamości rozkładów empirycznych z normalnym należy stosować odpowiednie testy nieparametryczne.

Zgodność rozkładów empirycznych z rozkładem normalnym weryfikowano przy wybranym poziomie istotności $\alpha=0,05$. Hipotezę o zgodności odrzucano, gdy wartość prawdopodobieństwa testowego „p” była niższa od 0,05.

Testowanie kolejnych hipotez merytorycznych wykonano jedną z następujących metod:

- Metodą jednoczynnikowej analizy wariancji. Analiza wariancji (ANOVA) jest techniką statystyczną służącą do porównywania przeciętnego poziomu cechy liczbowej w kilku populacjach. W teście tym stawiana jest hipoteza zerowa, według której we wszystkich porównywanych grupach rozważana cecha liczbową ma ten sam przeciętny poziom. Na podstawie wartości prawdopodobieństwa testowego p można hipotezę tę odrzucić, co oznacza wpływ czynnika grupującego na poziom cechy liczbowej. Wykorzystano tutaj test F Fishera-Snedecora, a dalszą, uzupełniającą analizę - *post-hoc* - wykonywano testem NIR. Pozwoliło to na wskazanie jednorodnych grup średnich arytmetycznych;
- testem Kruskala-Wallisa dla układu jednoczynnikowego, jeśli co najmniej jeden – spośród porównywanych – rozkład nie był tożsamy z rozkładem normalnym. Test ten pozwala na weryfikację istotności różnic pomiędzy a > 2 niezależnych prób losowych (poziomów czynnika). Stawia się w nim hipotezę zerową, że brak jest istotnych różnic pomiędzy wynikami badań uzyskanych na różnych

poziomach oddziaływania czynnika. Obliczenia przeprowadza się w następujących etapach:

- uszeregowanie wszystkich wyników eksperymentu od najmniejszego do największego,
- przyporządkowanie każdemu wynikowi w uzyskanym szeregu kolejnej rangi od 1 do „n” (gdzie „n” jest liczba wszystkich obserwacji),
- wyznaczenie sumy rang dla wyników odpowiadających każdemu z przyjętych poziomów czynnika,
- obliczenie wartości statystyki testowej H.

Im większa jest wartość H, tym mniejsze jest prawdopodobieństwo, że wyniki uzyskane w poszczególnych grupach (na różnych poziomach oddziaływania czynnika) nie różnią się istotnie.

Testowanie prowadzono przy wybranym poziomie istotności $\alpha=0,05$. Hipotezę zerową odrzucano, gdy wartość prawdopodobieństwa testowego „p” była niższa od 0,05.

Interpretacja matematyczna wyników obejmowała również analizę korelacji prostej i regresji wielorakiej.

W analizie korelacji – celem stwierdzenia, jaka jest siła i kierunek współzależności występujących pomiędzy wybranymi zmiennymi – obliczono wartości współczynnika korelacji prostoliniowej „r” Pearsona. Następnie weryfikowano hipotezę zerową o nieistotności tego współczynnika testem t-Studenta (przy poziomie istotności $\alpha=0,05$).

Analizę regresji wielorakiej wykonano w tych przypadkach, gdy przedmiotem badania były związki pomiędzy wieloma zmiennymi niezależnymi (objaśniającymi) a jedną zmienną zależną (objaśnianą). W obliczeniach zastosowano procedurę regresji krokowej wstecznej lub postępującej. O wyborze procedury decydowały wartości współczynnika determinacji wielowymiarowej R^2 (wyższy udział modelu w ogólnej zmienności).

Analiza regresji obejmowała także:

- obliczenie wartości współczynnika determinacji wielowymiarowej. Wartość współczynnika informuje o tym, jaki udział w całej zmienności wyników ma udział spowodowany wyznaczonym modelem,
- obliczenie wartości standaryzowanego błędu oszacowania, stanowiącego miarę dokładności przewidywania na podstawie równania regresji,

- obliczenie wartości standaryzowanych cząstkowych współczynników regresji b^* , będących miarą względnej ważności poszczególnych cech (zmiennych X) w modelu,
- zbadanie istotności współczynników regresji testem t-Studenta. Weryfikację hipotezy zerowej $H_0: b = 0$ wykonywano przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

Spośród metod wielowymiarowych wykorzystano metodę analizy funkcji dyskryminacyjnej. Analizę dyskryminacyjną wykonano w celu ustalenia, czy wybrane grupy cech jakości miodów pozwalają na opracowanie modelu, który może być zastosowany do identyfikacji odmian miodu.

We wstępnym etapie wykonano analizę macierzy klasyfikacji, czyli odsetka poprawnie zakwalifikowanych próbek odpowiednich odmian, co warunkowało kierunek dalszej analizy.

Główny etap analizy dyskryminacyjnej wykonano metodą standardową. Wykonana następnie analiza kanoniczna pozwoliła na obliczenie wartości surowych współczynników funkcji dyskryminacyjnej dla dwóch pierwszych pierwiastków i skonstruowanie kanonicznych funkcji dyskryminacyjnych, rozdzielających badane odmiany [Młynarski, 2003; Stanisław, 2007a, 2007b].

Rozdział III. Wyniki badań i dyskusja wyników

Głównym celem przeprowadzonych badań empirycznych i analizy wyników było stworzenie modelu pozwalającego na identyfikację odmian miodów na podstawie charakterystyki wybranych parametrów jakości. Modele tworzono kilkakrotnie: z wykorzystaniem wszystkich parametrów, a następnie wykorzystując tylko określony ich podzbiór.

Zgodnie z przyjętym harmonogramem badań w pierwszym etapie badań dokonano wstępnej analizy wyników, poprzez wyznaczenie wartości podstawowych miar statystycznych:

- położenia (miejsca skupienia): średniej arytmetycznej (\bar{x}),
- rozproszenia (dyspersji): odchylenia standardowego (s_d) i rozstępu – x_{\min} i x_{\max} ,

połączone z weryfikacją hipotez o zróżnicowaniu poziomu zmierzonych parametrów pomiędzy poszczególnymi odmianami miodu. Szczegółowe dane dotyczące statystyki opisowej dla wybranych zmiennych przedstawiono w tabeli 9.

Kolejny etap dotyczył analizy współzależności istniejących między poszczególnymi parametrami oraz próby budowy modeli matematycznych obrazujących niektóre z tych współzależności. W trzecim etapie analizy ukazano możliwości i przedstawiono propozycje identyfikacji odmian miodu z wykorzystaniem parametrów: fizykochemicznych, wyników oceny sensorycznej oraz pomiarów spektrometrii fluorescencyjnej.

3.1. Charakterystyka badanych miodów

3.1.1. Cechy fizyko-chemiczne badanych miodów

Rezultaty badania cech fizyko-chemicznych: wartości obliczonych miar statystycznych oraz wyniki analizy wariancji, zestawiono w tabeli 9. W związku z tym, że wszystkie rozkłady empiryczne uzyskane z pomiarów tych cech były zgodne z rozkładem normalnym, weryfikację hipotez o zróżnicowaniu międzyodmianowym materiału doświadczalnego wykonano testem F Fishera-Snedecora połączonego z analizą post-hoc (testem NIR). Wszystkie wartości prawdopodobieństwa testowego p okazały się niższe od 0,05 (przyjętego poziomu istotności), należy zatem stwierdzić, że test F wykazał istotne różnice poziomu zmierzonych parametrów w badanych miodach. W oparciu o wyniki testu NIR wyznaczono grupy miodów o tym samym poziomie danego parametru.

Tabela 9.

Charakterystyka cech fizykochemicznych badanych miodów (wartości statystyk opisowych i wyniki analizy wariancji)

Odmiana miodu	AKACJOWY	FACELIOWY	GRYZZANY	LIPOWY	MNISZKOWY	NEKTAROWO-SPADZIOWY	RZEPAKOWY	SPADZIOWY - IGLA	WIELOKWIATOWY	WRZOSOWY		
Zawartość wody [%]	\bar{x}	17,01a	17,94bc	17,60b	17,65b	19,37d	18,72d	18,08c	17,40b	17,70b	17,02a	
	s_d	1,639	0,825	0,826	1,493	2,281	0,729	1,112	1,14	1,647	2,165	
	x_{min}	15,07	16,43	16,43	15,37	17,4	16,43	17,33	16,37	16,07	13,93	14,6
	x_{max}	19,33	19,07	19,17	21,17	24,93	20,07	19,6	19,57	20,37	19,87	
	p	≤0,05										
Przewodność właściwa [mS/cm]	\bar{x}	0,195a	0,250b	0,361c	0,477d	0,428cd	0,585e	0,197a	0,975f	0,272b	0,639e	
	s_d	0,014	0,019	0,024	0,058	0,085	0,04	0,018	0,164	0,03	0,05	
	x_{min}	0,18	0,22	0,32	0,41	0,333	0,53	0,173	0,733	0,233	0,577	
	x_{max}	0,217	0,277	0,397	0,597	0,577	0,647	0,23	1,227	0,323	0,72	
	p	≤0,05										
Kwasowość [mval/100g]	\bar{x}	1,39a	2,27b	2,65c	2,01b	2,29b	1,93b	1,44a	3,53d	2,00b	2,27b	
	s_d	0,21	0,37	0,14	0,18	0,82	0,36	0,16	0,45	0,38	0,47	
	x_{min}	1,13	1,83	2,4	1,8	1,47	1,43	1,23	2,7	1,43	1,53	
	x_{max}	1,73	2,83	2,93	2,37	3,67	2,53	1,7	4,13	2,53	2,73	
	p	≤0,05										
Cukry redukujące [%]	\bar{x}	72,51b	72,50b	72,12b	78,29c	71,99b	70,22b	79,35c	69,90a	72,59b	71,67b	
	s_d	3,29	1,31	1,57	3,35	1,87	2,18	1,64	1,99	1,7	1,38	
	x_{min}	67,37	70,72	69,56	72,9	68,01	66,95	77,14	67,8	69,79	70,02	
	x_{max}	75,76	74,17	74,17	84,21	74,17	73,15	82,89	73,15	75,22	74,17	
	p	≤0,05										
Sacharoza [%]	\bar{x}	5,17e	2,04b	1,48a	1,35a	2,58c	2,67c	1,13a	3,63d	2,45c	1,08a	
	s_d	1,1	0,29	0,36	0,4	0,8	0,41	0,44	0,85	0,76	0,31	
	x_{min}	3,4	1,67	0,69	0,84	1,46	2,26	0,3	2,64	1,57	0,67	
	x_{max}	6,57	2,46	2	1,84	3,88	3,26	1,66	5,02	3,69	1,59	
	p	≤0,05										
5-HMF [mg/kg]	\bar{x}	16,22e	4,33a	13,06d	3,09a	6,08b	9,42c	2,72a	6,86b	6,06b	12,44d	
	s_d	0,855	0,624	1,797	0,659	1,149	1,793	0,579	1,748	1,628	1,433	
	x_{min}	14,92	3,28	10,94	2,34	4,7	6,94	2,13	4,97	3,23	9,78	
	x_{max}	17,36	5,27	16,43	4,11	7,84	12,6	4,03	9,13	8,9	14,29	
	p	≤0,05										
Liczba diastazowa [DN]	\bar{x}	9,48a	11,94b	18,29d	9,80a	12,27b	15,76cd	11,70b	16,48cd	14,19c	13,02b	
	s_d	1,31	1,31	2,82	1,6	2,08	1,77	3,06	1,74	2,74	4,17	
	x_{min}	7,8	9,6	14,7	7,6	9,7	13,4	7,2	13,3	10,5	6,8	
	x_{max}	11,2	14	23,8	12,4	14,8	19,3	17	18,9	18,6	19,4	
	p	≤0,05										

Odmiana miodu	AKACJOWY	FACELIOWY	GRYCZANY	LIPOWY	MNISZKOWY	NEKTAROWO-SPADZIOWY	RZEPAKOWY	SPADZIOWY - IGLA	WIELOKWIATOWY	WRZOSOWY	
AA_{DPFH} [%]	\bar{x}	46,017a	75,096b	70,457b	67,799b	64,849b	57,676a	50,225a	74,439b	62,444b	81,534b
	S _d	7,474	12,104	16,329	12,137	12,399	18,869	17,377	9,048	16,9	2,882
	x _{min}	37,32	58,614	39,145	48,255	42,182	22,891	32,364	61,321	34,597	78,485
	x _{max}	56,876	90,102	87,669	81,397	81,642	89,58	81,179	85,604	81,597	86,168
	p	≤0,05									
TP [mg GAE/100g]	\bar{x}	56,32a	53,72a	117,55c	49,18a	65,01ab	41,85a	40,58a	81,70b	63,02ab	145,58d
	S _d	4,9	6,87	41,56	6,57	18,05	24,09	9,24	26,21	25,23	50,93
	x _{min}	49,42	43,66	49,09	40,21	40,81	14,82	25,46	24,03	29,77	78,63
	x _{max}	62,92	61,06	178,84	60,79	99,78	78,27	56,82	112,59	98,1	220,01
	p	≤0,05									
L*	\bar{x}	29,36b	31,70b	21,86a	29,92b	28,71b	25,07a	28,37b	23,54a	26,37a	29,36b
	S _d	5,56	7,71	2,617	2,29	6,49	2,5	5,01	5,09	3,06	5,56
	x _{min}	23,44	23,05	16,54	27,72	22,22	21,7	24,81	19,02	21,2	23,44
	x _{max}	37,7	42,26	25,64	34,24	40,37	29,26	44,5	32,5	33,56	37,7
	p	≤0,05									
a*	\bar{x}	-0,612a	0,343b	3,049d	-0,036a	1,171b	2,130c	-0,222a	1,140b	1,534b	1,575b
	S _d	0,367	1,081	2,281	1,159	1,772	2,073	0,677	1,628	1,487	1,68
	x _{min}	-1,017	-1,21	0,47	-1,8	-2,06	-1,07	-1,57	-1,72	-0,84	-0,563
	x _{max}	0,16	1,9	8,29	1,91	3,68	5,55	0,65	3,09	5,29	4,31
	p	≤0,05									
b*	\bar{x}	6,35a	11,79b	5,42a	10,89b	10,84b	9,18b	9,97b	4,06a	10,28b	6,55a
	S _d	3,87	2,9	3,47	4,89	6,03	3,29	2,5	1,24	4,02	3,6
	x _{min}	2,44	7,99	2,4	3,08	4,53	3,89	5,81	2,67	4,52	2,62
	x _{max}	12,6	16,53	13,69	19,4	25,26	15,41	13,65	6,4	15,68	14,27
	p	≤0,05									

Objaśnienia: \bar{x} - średnia, S_d – odchylenie standardowe, x_{min} – wartość najniższa, x_{max} – wartość najwyższa, p- wartość prawdopodobieństwa testowego

Jednakowe symbole literowe przy wartościach średniej oznaczają brak istotnych różnic pomiędzy średnimi w teście NIR ($\alpha = 0,05$)

Źródło: opracowanie własne.

▪ **Zawartość wody**

Najniższą średnią zawartość wody zanotowano w miodach: akacjowych i wrzosowych (ok. 17%). Grupę drugą tworzyły miody: gryczane, lipowe, spadziowe i wielokwiatowe (17,4%-17,6%). Grupę trzecią tworzyły miody: faceliowe i rzepakowe (ok. 18%). Natomiast największą zawartością wody charakteryzowały się miody: nektarowo-spadziowe i mniszkowe (średnio: 18,7% i 19,4%).

Wyniki przeprowadzonych badań uzyskały potwierdzenie w badaniach miodów krajowych przeprowadzonych przez Majewską i wsp. [2015; 2017], wg których badane próbki miodów nektarowych zawierały wodę w ilości od 16,5% do 19,95, a miodów gryczanych na poziomie 16,7% do 21,1%. Według Kowalskiego i wsp. [2013], poziom zawartości wody w miodach gryczanych wynosił średnio 17,4%, co również potwierdzają wykonane przez Autorkę badania. Natomiast według Dżugan i wsp. [2020] poziom zawartości wody dla miodów gryczanych wynosił od 16,2% do 20,8%. Analizy wykonane przez Rybak-Chmielewską i Marcinkowskiego [1994] wykazały, iż zawartość wody w miodach wielokwiatowych wynosiła od 17,0% do 18,8%. Podobne wyniki uzyskały Majewska, Kowalska, Jeżewska [2011], przebadane przez nie miody wielokwiatowe posiadały zawartość wody w przedziale od 17,0% do 18,8%.

Podobne zależności odnośnie zawartości wody badanych miodów pochodzących i nie z UE, dostępnych na polskim rynku, uzyskały Dżugan, Ruszel i Tomczyk [2017] – część badanych próbek (około 15%) posiadało podwyższoną zawartość wody. Zawartość wody badanych miodów odmianowych w niniejszej pracy wahała się w granicach dopuszczonych w obowiązujących regulacjach prawnych (nie więcej niż 20%), z wyjątkiem pojedynczych prób miodu, które przekraczały tę wartość (miód lipowy – 21,7%, miód mniszkowy – 24,93% oraz miód wielokwiatowy – 20,37% i nektarowo-spadziowy – 20,07%). Można zauważyć, że wyższa zawartość wody charakteryzuje miody odbierane w czasie niekorzystnych warunków atmosferycznych bądź odbierane zbyt szybko z ula [Trzybiński, 2018].

▪ **Przewodność elektryczna właściwa**

Najniższy średni poziom przewodności elektrycznej zanotowano w miodach: akacjowych i rzepakowych (ok. 0,2 mS/cm). Istotnie wyższą przewodność wykazywały miody: faceliowe (0,25 mS/cm) i wielokwiatowe (0,27 mS/cm). Poziom przewodności miodów gryczanych wynosił 0,36 mS/cm, natomiast w przypadku miodów lipowych

i mniszkowych wynosił powyżej 0,34 mS/cm i był istotnie wyższy w porównaniu z wymienionymi powyżej. Kolejną grupę stanowiły miody: nektarowo-spadziowe (średnio 0,58 mS/cm) i wrzosowe (0,64 mS/cm). Miody spadziowe charakteryzowały się istotnie najwyższą przewodnością na poziomie średnio około 1,0 mS/cm.

Parametr ten pozwala na wskazywanie miodów zafałszowanych inwertem (jeśli jego wartość jest niższa od 0,1 mS/cm) oraz miodów nektarowych (0,2-0,8 mS/cm) i spadziowych (powyżej 0,8 mS/cm). Wyniki przeprowadzonych badań uzyskały potwierdzenie w badaniach miodów krajowych przeprowadzonych przez Majewską i wsp. [2015], wg których badane próbki miodów nektarowych charakteryzowały się przewodnością właściwą na poziomie od 0,13 mS/cm do 0,64 mS/cm. Przybyłowski i Wilczyńska [2001] uzyskali podobną wartość przewodności właściwej dla miodów wielokwiatowych (0,2 mS/cm), natomiast Popek, Halagarda i Kursa [2017] uzyskali wartości o wiele wyższe dla tych samych miodów: na poziomie 0,68 mS/cm. Tomczyk, Tarapatsky i Dżugan [2019] uzyskały wyniki nieco wyższe jedynie dla próbek miodów wielokwiatowych pochodzących z Polski – na poziomie 0,35 mS/cm. Według badań zespołu Popka, Halagardy i Kursy [2017] wartość przewodności właściwej dla miodów nektarowo-spadziowych była dwukrotnie wyższa niżeli w niniejszych badaniach i sięgała poziomu 1,02 mS/cm.

▪ **Kwasowość**

Najniższą kwasowością charakteryzowały się miody: akacjowe i rzepakowe (ok. 1,4 mval/100 g). W miodach faceliowych, lipowych, mniszkowych, nektarowo-spadziowych, wielokwiatowych oraz wrzosowych poziom kwasowości wahał się od 1,9 do 2,3 mval/100 g. Istotnie wyższą kwasowością (2,65 mval/100 g) w porównaniu z wymienionymi powyżej charakteryzowały się miody gryczane, natomiast najwyższą miody spadziowe (średnio 3,5 mval/100 g).

Analiza wyników wykazała zależność pomiędzy parametrami kwasowości miodów jasnych, których kwasowość jest na niższym poziomie w stosunku do miodów ciemnych. Powyższą zależność potwierdzają również badania Majewskiej i wsp. [2015; 2017], wskazali oni, iż poziom kwasowości miodów jasnych, np. miodu wielokwiatowego (3,5 mval/100 g) czy rzepakowego (1,0 mval/100 g) jest niższy, niżeli miodów gryczanych (5,4 mval/100 g). Wyniki przeprowadzonych badań uzyskały także potwierdzenie w badaniach jakości miodów krajowych przeprowadzonych przez zespół Popek, Halagarda, Kursy [2017], wykazali oni, że średnia wartość kwasowości

dla miodów wielokwiatowych jest na poziomie 1,82 mval/100 g, a miodu rzepakowego 1,46 mval/100 g. Zespół ten również wykazuje podobną zależność pomiędzy barwą miodu, a jego kwasowością.

▪ **Zawartość cukrów redukujących**

Na podstawie testu NIR stwierdzono, że zawartość cukrów redukujących była najniższa w miodach spadziowych (średnio 69,9%). Grupę drugą stanowiły miody: akacjowe, faceliowe, gryczane, mniszkowe, nektarowo-spadziowe, wielokwiatowe i wrzosowe, gdzie poziom cukrów redukujących był w przedziale od 70,2% do 72,6%. Największą liczbą cukrów redukujących charakteryzowały się miody lipowe (78,3%) oraz rzepakowe (79,4%).

Zawartość cukrów redukujących w badanych próbkach miodów spełniała wymagania określone w przepisach prawnych, a suma glukozy i fruktozy nie była wyższa niż 60 mg/100g [Rozp. MRiRW, 2015]. Powyższe badania znalazły swoje potwierdzenie w analizach przeprowadzonych przez Popka [2001], według badań tych poziom cukrów redukujących w miodach odmianowych wahał się w przedziale od 69% dla miodów spadziowych do 79% dla miodów rzepakowych. Zespół Majewskiej i wsp. [2012, 2017] wykazał, iż zawartość cukrów redukujących w miodach gryczanych kształtowała się na poziomie 63,7%-81,5%, nieco odmiennym niżeli w badaniach przedstawionych w niniejszej pracy (69,6%-74,2%). Jednak biorąc pod uwagę średnią zawartość cukrów redukujących dla miodów gryczanych, badania te uzyskały potwierdzenie w analizach przeprowadzonych nie tylko przez Majewską i wsp. [2017], ale również Popka, Halagarde i Kursę [2017] – wg nich zawartość cukrów redukujących dla miodów gryczanych była na poziomie 73%.

▪ **Zawartość sacharozy**

W przypadku zawartości sacharozy wyróżniono cztery grupy miodów. Pierwszą stanowiły miody o najniższym średnim poziomie od 1,1% do 1,5% – gryczane, lipowe, rzepakowe i wrzosowe. Natomiast miody faceliowe stanowiły grupę drugą o średnim poziomie zawartości sacharozy w porównaniu z pozostałymi odmianami (2,04%). Grupę trzecią tworzyły miody: mniszkowe, nektarowo-spadziowe, wielokwiatowe, gdzie zawartość sacharozy wynosiła od 2,4% do 2,7%. Kolejną grupę tworzyły miody spadziowe (średnio 3,63%). Najwyższym poziomem sacharozy charakteryzowały się miody akacjowe (średnio: 5,17%).

Zawartość sacharozy w miodach nie powinna być wyższa niż 5% [Rozp. MRiRW, 2015]. Niestety, około 2% badanych próbek nie spełniło powyższego wymagania, były to miody akacjowe, dla których średnia zawartość sacharozy wynosiła 5,17% oraz jedna z próbek miodów spadziowych iglastych (5,02%). Za wyniki te może odpowiadać niewłaściwe, za szybkie odebranie miodu z ula – przez co miód mógł być w pełni niedojrzały [Majewska i wsp., 2017]. Powyższe wyniki znalazły swoje potwierdzenie w badaniach przeprowadzonych przez zespół Popka, Halagardy i Kursy [2017], uzyskali oni 6,03% sacharozy dla miodu akacjowego – co również było wynikiem przekraczającym wskazania normy [Rozp. MRiRW, 2015].

Tę samą zależność uzyskała Majewska i wsp. [2017] w badaniach miodów gryczanych, gdzie tylko dwie próbki z siedmiu badanych spełniały wymagania w danym zakresie. Wyniki badań dotyczące zawartości sacharozy w miodach gryczanych różnią się nieco (wyższy poziom) od wyników zaprezentowanych przez Kowalskiego i wsp. [2013] oraz Pasini i wsp. [2013], którzy wskazali na zawartość sacharozy w miodach gryczanych na poziomie 0,1%-0,9%.

▪ **Zawartość 5-HMF**

Najniższą średnią zawartość 5-HMF zanotowano w miodach: faceliowych, lipowych, rzepakowych (średnio od 2,7 do 4,3 mg/kg). Grupę drugą tworzyły miody: mniszkowe, spadziowe, wielokwiatowe (6,1-6,9 mg/kg). Miody nektarowo-spadziowe zawierały istotnie więcej 5-HMF (średnio 9,4%) w porównaniu z wymienionymi wyżej. Grupę następną stworzyły miody: gryczane i wrzosowe (średnio 13,1 mg/kg i 12,4 mg/kg). Natomiast miody akacjowe zawierały najwięcej 5-HMF (średnio 16,2 mg/kg).

W wyniku analizy można stwierdzić, że żadna z próbek nie przekraczała dopuszczalnej zawartości 5-HMF w miodach, tj. 40 mg/kg, co oznacza, że miody nie były przegrzane w czasie obróbki oraz nie były zbyt długo przechowywane [Wilczyńska, 2012; Godlewska, Świsłocka; 2015]. O wiele niższe wartości parametru 5-HMF otrzymał Popka, Halagarda i Kursy [2017] w swoich badaniach, ponieważ wg. nich poziom tego parametru w miodach odmianowych oscylował od 0,25 mg/kg do 4,54 mg/kg przy średniej dla całej badanej grupy na poziomie 1,62 mg/kg 5-HMF. Tą samą zależność można zauważyć w badaniach dotyczących miodów gryczanych przeprowadzonych przez zespół Dżugan i wsp. [2020], gdzie parametr ten był o wiele niższy (średnio 1,74 mg/kg), niżeli w miodach

gryczanych badanych w niniejszej pracy, tj. średnio 13,6 mg/kg. Badania przeprowadzone przez Godlewską i Świsłocką również wskazywały na niższe zawartości 5-HMF dla miodów odmianowych: od 0,1 do 0,8 mg/kg. Można domniemywać, że badania te zostały przeprowadzone niezwłocznie po zbiorze.

Porównywalne wyniki zawartości 5-HMF dla miodu spadziowego (9,0 mg/kg) uzyskał zespół Śliwińska, Przybylska, Bazylak [2012]. Natomiast według zespołu Szczęsnej i wsp. [2011] miody rzepakowe charakteryzowały się wyższym poziomem zawartości 5-HMF, tj. od 0,5 do 13,1 mg/kg, niżeli w niniejszej pracy (od 2,13 do 4,03 mg/kg). Zespół Waś i wsp. [2011b] wskazał maksymalną zawartość 5-HMF na poziomie 14,7 mg/kg dla miodu lipowego, co stanowi ponad trzykrotnie wyższą wartość, niż wykazana w niniejszej pracy. Badania przeprowadzone przez zespół Kukurovej i wsp. [2006] wskazują również na wyższe wartości parametru 5-HMF w miodach wielokwiatowych (13,6-68,2 mg/kg), niżeli te uzyskane w niniejszej pracy (3,23-8,9 mg/kg).

▪ Liczba diastazowa

Najniższą liczbą diastazową odznaczały się miody: akacjowe (9,5 DN), lipowe (9,8 DN). Nieco wyższą wartość tego parametru wykazały miody: faceliowe, mniszkowe, rzepakowe i wrzosowe (od 11,7 DN do 13,0 DN), natomiast miody wielokwiatowe miały istotnie wyższą liczbę diastazową (średnio 14,2 DN) w porównaniu z wymienionymi powyżej. Następną grupę stanowiły miody: nektarowo-spadziowe i spadziowe (średnio 15,8 DN i 16,5 DN). Najwyższym poziomem liczby diastazowej charakteryzowały się miody gryczane (średnio 18,3 DN).

Wyniki badań aktywności diastatycznej przedstawione w niniejszej pracy są najbardziej zbliżone do wyników badań czeskich miodów kwiatowych uzyskanych przez Vorvol i Piidal [2002] (11,24-30,3DN). Dodatkowo powyższe badania znalazły swoje potwierdzenie w analizach przeprowadzonych przez Tomczyk, Tarapatsky, Dżugan [2019] – według nich wartość liczby diastazowej wahała się od 16,45 LD dla miodu akacjowego do 23,06 LD dla miodu spadziowego. Można również zaobserwować, że uzyskane przez nie wyniki oznaczenia liczby diastazowej są nieco niższe w porównaniu do badań przeprowadzonych przez innych autorów. Dżugan i Wesołowska [2017] oznaczyły ten parametr na poziomie dla miodów lipowych 31,47 DN oraz 15,32 DN dla miodów rzepakowych. Natomiast Kowalski i wsp. [2012] oraz Waś i wsp. [2011c] określili poziom liczby diastazowej dla miodów spadziowych

w przedziale odpowiednio 18,0-45,4 DN oraz 19-57,3 DN, wartości te są istotnie wyższe, niż przedstawione w niniejszej pracy (13,3-19,3DN).

▪ **Aktywność antyrodnikowa oznaczona za pomocą testu z rodnikiem DPPH***

Wśród badanych odmian miodów można wyróżnić dwie grupy różniące się aktywnością antyoksydacyjną oznaczoną za pomocą testu z rodnikiem DPPH*. Pierwszą grupę, o sile zmiatania wolnych rodników od 46% do 57%, stanowiły miody: akacjowe, nektarowo-spadziowe, rzepakowe. Drugą grupę – miody o wyższym poziomie aktywności antyrodnikowej: od 62% do 81% – pozostałe siedem badanych odmian.

Wyniki przeprowadzonych badań uzyskały potwierdzenie w badaniach miodów krajowych przeprowadzonych przez Wilczyńską [2012] oraz zespół Tomczyk, Taraparsky i Dżugan [2019]. Wilczyńska [2010] uzyskała niższy zakres zdolności do zmiatania wolnych rodników DPPH*: od 23% dla miodów nektarowo-spadziowych do 100% dla miodów gryczanych i wrzosowych. Zespół Majewskiej i wsp. [2017], wskazał wartości nieco niższe dla miodów gryczanych, tj. 28,2-75,6%, natomiast zespół Dżugan i wsp. [2020], wskazał wartości aktywności przeciworodnikowej DPPH* dla miodów gryczanych jako przedział 51-95,2% – nieco bardziej zbliżony do uzyskanego w niniejszej pracy.

▪ **Zawartość związków fenolowych ogółem (TP)**

Najniższą średnią zawartość związków fenolowych ogółem (TP) zanotowano w miodach: akacjowych, faceliowych, lipowych, nektarowo-spadziowych i rzepakowych - od 40 do 56 mg GAE/100 g. Następną grupę stanowiły miody mniszkowe i wielokwiatowe (średnio ok. 65 mg GAE/100 g). Następne grupy tworzyły miody: spadziowe (81,7 mg GAE/100 g) oraz gryczane (117,5 mg GAE/100 g). Natomiast najwyższy średni poziom związków fenolowych ogółem (TP) zanotowano wśród miodów wrzosowych (145,6 mg GAE/100 g).

Tomczyk, Taraparsky i Dżugan [2019] uzyskały najbardziej zbliżone wyniki zawartości polifenoli ogółem w krajowych miodach odmianowych: na poziomie od 25 mg GAE/100 g dla miodów rzepakowych do 60 mg GAE/100 g dla miodów spadziowych. Zespół Dżugan i wsp. [2020] uzyskał wyższy poziom zawartości związków fenolowych ogółem dla miodów gryczanych na poziomie 181-355 mg GAE/100g (średnio 254 mg GAE/100 g). Natomiast zespół Majewskiej i wsp. [2017]

uzyskał wyniki nieco niższe niżeli prezentowane w niniejszej pracy dla miodów gryczanych – na poziomie 41-98,7 mg GAE/100 g. Natomiast według badań przeprowadzonych przez Zujko, Witkowską i Łapińską [2005] wartość ocenianego parametru dla miodów gryczanych oscylowała na poziomie 42,8-141,0 mg GAE/100 g. Badania przeprowadzone przez Wilczyńską [2010] wykazały, iż zawartość polifenoli ogółem w miodach wrzosowych była najwyższa z badanej grupy miodów odmianowych, na poziomie 189,52 mg GAE/100 g.

▪ **Parametr L***

Wśród badanych odmian miodów pod względem charakteryzowanego parametru L* można było wyróżnić dwie grupy. Pierwszą – o niższych wartościach parametru L* – stanowiły miody: gryczany, nektarowo-spadziowy, spadziowy i wielokwiatowy (21,9 do 26,4). Drugą grupą były miody o wyższych wartościach parametru L* – były miody pozostałych sześciu odmian (28,4 do 31,7).

▪ **Parametr a***

Na podstawie uzyskanych wyników badań (Tab. 8.) stwierdzono, że wśród badanych odmian wyróżniono cztery grupy miodów. Pierwsza – o najniższych wartościach parametru a* – to miody: akacjowe, lipowe i rzepakowe (-0,6 do -0,04). Druga – o istotnie wyższych wartościach parametru a* – to miody: faceliowe, mniszkowe, spadziowe, wielokwiatowe i wrzosowe (0,3 do 1,6). Trzecia – to miody nektarowo-spadziowe (średnio 2,13). Miody gryczane mają istotnie najwyższą wartość parametru a* – średnio 3,05.

▪ **Parametr b***

Wartości pomiaru parametru b* i wyniki testu NIR pozwoliły na wyróżnienie dwóch grup. Pierwsza – o niższych wartościach parametru b* – to miody: akacjowe, gryczane, spadziowe i wrzosowe (4,06 do 6,55). Druga – o istotnie wyższych wartościach parametru b* – to pozostałe odmiany.

W dostępnej literaturze niezbyt liczne są doniesienia dotyczące oznaczania parametrów barwy miodów w systemie CIE L*a*b*. Badania takie, dotyczące krajowych miodów odmianowych, prowadzone były między innymi przez Giemzę [1999], Popka [2001] oraz Wilczyńską [2012]. Wyniki otrzymane w niniejszych badaniach są zbliżone do wyników prezentowanych w powyższych pracach, dotyczy to zwłaszcza oznaczenia

jasności barwy. Wyniki badań oceny barwy uzyskały swoje potwierdzenie w badaniach prowadzonych przez Wilczyńską [2012], najjaśniejszą barwą charakteryzowały się miody akacjowe (średnie $L^*=40,4$), podczas gdy miody gryczane były najciemniejsze (średnie $L^*=21,3$). Najwyższą średnią wartość parametru a^* (czerwoność barwy) wykazywały miody wrzosowe ($a^*=4,83$) i gryczane ($a^*=5,02$), a najmniejszą (wartości ujemne – elementy zielonkawe) miody akacjowe ($a^*=-0,85$). Znaczne różnice zaobserwowano w ocenie parametru b^* . Według Popka [2001] średnia wartość tego parametru w polskich miodach odmianowych wahała się w granicach od 2,9 w miodach gryczanych do 5,33 w miodach wielokwiatowych, podczas gdy wartości zanotowane w niniejszych badaniach miały znacznie szerszy przedział: od 2,44 do 25,26. Wynikać może to z różnych warunków wykonywania analizy, np. grubości warstwy, czy stopnia krystalizacji próbek.

Celem wykazania współzależności występujących pomiędzy wybranymi parametrami fizykochemicznymi próbek miodu obliczono wartości współczynnika korelacji prostoliniowej „r” Pearsona. Następnie weryfikowano hipotezę zerową o nieistotności tego współczynnika testem t-Studenta (przy poziomie istotności $\alpha=0,05$). Szczegółowe dane przedstawiono w Załączniku 4.

Wartości współczynnika „r” oraz wyniki testu t-Studenta wskazały na istnienie korelacji pomiędzy wybranymi zmiennymi, przy przyjęciu wartości poziomu istotności $\alpha = 0,05$:

- zawartość wody istotnie korelowała z zawartością związków fenolowych ogółem (TP) ($r=-0,258$); była to współzależność odwrotnie proporcjonalna, co wskazywało, że wyższej zawartości wody w miodzie towarzyszy niższy poziom TP,
- przewodność elektryczna istotnie korelowała (współzależność wprost proporcjonalna) z: kwasowością ($r=0,583$), liczbą diastazową ($r=0,292$), aktywnością antyoksydacyjną ($r=0,324$), oraz zawartością związków fenolowych ogółem (TP) ($r=0,240$). Miody o wysokiej przewodności elektrycznej charakteryzują się zatem wyższym poziomem wymienionych parametrów,
- przewodność elektryczna istotnie korelowała z: zawartością cukrów redukujących ($r=-0,355$) i parametrem barwy L^* ($r=-0,289$); współzależności te są odwrotnie proporcjonalne,
- kwasowość wprost proporcjonalnie korelowała z: zawartością sacharozy ($r=0,219$), liczbą diastazową ($r=0,342$), aktywnością antyoksydacyjną ($r=0,380$) oraz zawartością związków fenolowych ogółem (TP) ($r=0,381$) i parametrem

barwy a^* ($r=0,387$). Można więc stwierdzić, że wraz ze wzrostem kwasowości świeżego miodu wzrasta poziom tych parametrów fizycznych i chemicznych. Współzależność pomiędzy kwasowością miodu a zawartością cukrów redukujących i parametrem barwy L^* jest natomiast odwrotnie proporcjonalna,

- zawartość cukrów redukujących istotnie korelowała z zawartością 5-HMF ($r=-0,355$), z zawartością sacharozy ($r=-0,379$), liczbą diastazową ($r=-0,428$), i parametrem barwy a^* ($r=-0,286$); ujemne wartości współczynnika korelacji informują, że miody o wysokiej zawartości cukrów redukujących odznaczały się niskim poziomem tych czterech parametrów,
- zawartość sacharozy istotnie korelowała wprost proporcjonalnie z zawartością 5-HMF ($r=0,378$), a odwrotnie proporcjonalnie z zawartością związków fenolowych ogółem (TP) ($r=-0,203$),
- istotną korelację stwierdzono pomiędzy zawartością 5-HMF a liczbą diastazową ($r=0,270$), zawartością związków fenolowych ogółem (TP) ($r=0,450$) i parametrem barwy a^* ($r=0,275$) – były to współzależności wprost proporcjonalne, natomiast korelacja ilości 5-HMF i parametrami barwy L^* ($r=-0,236$) i b^* ($r=-0,286$) była odwrotnie proporcjonalna,
- liczba diastazowa istotnie korelowała z zawartością związków fenolowych ogółem (TP) ($r=0,276$), i parametrem barwy a^* ($r=0,473$) (współzależność wprost proporcjonalna). Współzależności liczby diastazowej i parametru barwy L^* ($r=-0,350$) były odwrotnie proporcjonalne,
- wysokiej aktywności antyoksydacyjnej miodów towarzyszyła wysoka zawartość związków fenolowych ogółem (TP) ($r=0,411$) oraz niskie wartości parametru barwy L^* ($r=-0,201$),
- parametr barwy L^* istotnie korelował ujemnie z parametrem „a” ($r=-0,404$), a dodatnio z parametrem barwy b^* ($r=0,609$).

Na podstawie przeprowadzonej analizy statystycznej wybranych parametrów fizykochemicznych stwierdzono, że parametry jakości miodów wykazują korelacje wynikające z procesu „starzenia się miodów” (liczba diastazowa, 5-HMF, aktywność antyoksydacyjna, zawartość związków fenolowych ogółem), np. wraz ze wzrostem ilości 5-HMF obniża się poziom liczby diastazowej, a miody mogą wykazywać ciemniejszą barwę. Badania przeprowadzone przez Wilczyńską [2012] potwierdzają również przedstawione powyżej zależności pomiędzy aktywnością przeciwrodnikową

oraz zawartością polifenoli, a parametrami L^* , a^* , b^* . Podobne zależności zostały również wskazane przez Dżugan, Ruszel i Tomczyk [2018].

W literaturze opublikowano wyniki badań prowadzonych w zakresie oceny jakości miódów, a w szczególności ich odmianowej identyfikacji i klasyfikacji, co również znalazło potwierdzenie w niniejszej pracy [Popek, 1998; Hernanz i Heredia, 2004; Bogdanov i Ruoff, 2004; Acquarone, Buera i Elizalde, 2007; Ruoff, 2007; Majewska i Kowalska, 2011; Sarmiento Silva i wsp., 2013; Majewska i wsp., 2017; Popek, Halagarda i Kurska, 2017; Sykut, Kowalik i Hus, 2018; Mădaş i wsp., 2019; Bodó i wsp., 2020; Tischer Seraglio i wsp., 2021].

3.1.2. Parametry jakości organoleptycznej

Ocenę cech sensorycznych miódów oparto na 5-stopniowej skali werbalnej. Na potrzeby analizy skala ta została przekształcona w skalę liczbową, gdzie liczba 1 oznaczała najniższy poziom badanej cechy (intensywności), a liczba 5 najwyższy poziom badanej cechy. W ten sposób uzyskano zmienne ilościowe.

W pierwszym etapie wyznaczono dla tych zmiennych wartości podstawowych miar statystycznych, pozwalających na opis ich rozkładów:

- położenia - średniej arytmetycznej (\bar{x}),
- rozproszenia - odchylenia standardowego (s_d) i rozstępu – x_{\min} i x_{\max} .

W drugim etapie zweryfikowano hipotezy o zróżnicowaniu intensywności cech sensorycznych w zależności od odmiany miodu. Weryfikację poprzedzono zbadaniem zgodności wszystkich rozkładów empirycznych z rozkładem normalnym testem zgodności χ^2 .

Stwierdzono, że prawie wszystkie rozkłady nie były zgodne z rozkładem normalnym. Stwierdzono, że w dalszej analizie stosowany będzie test Kruskala-Wallisa dla układu jednoczynnikowego [Młynarski, 2003]. Wyniki testu przedstawiono w tabelach 10 - 13.

Na podstawie przeprowadzonej analizy statystycznej wyników stwierdzono, że wszystkie deskrytory oceny sensorycznej jakości miódów odmianowych są wynikiem ukształtowania indywidualnych cech w danej grupie. Zarówno smak, jak i zapach uwzględniający szczegółowe deskrytory charakterystyczne dla miódów występują w każdej odmianie z różną intensywnością (Tab. 10., Tab. 12.). Zróżnicowanie to było statystycznie istotne ($p \leq 0,05$). Jedynie w przypadku

występowania zarówno smaku, jak i zapachu perfumowego oraz ziołowego stwierdzono jednakową intensywność we wszystkich odmianach miodu ($p>0,05$).

Tabela 10.

Statystyki opisowe oraz wyniki testu Kruskala-Wallisa dla deskryptorów oceny smaku miodów odmianowych

Deskryptor		Odmiana miodu											
		AKACJOWY	FACELIOWY	GRYCZANY	LIPOWY	MNISKOWY	NEKTAROWO-SPADZIOWY	RZEPAKOWY	SPADZIOWY-IGLA	WIELOKWIATOWY	WRZOSOWY		
SMAK	słodki	\bar{X} [pkt]	3,99	4,04	3,82	3,97	3,88	3,72	3,81	3,14	3,95	3,64	
		s_d [pkt]	0,65	0,67	0,76	0,8	0,78	0,84	0,85	0,5	0,68	0,85	
		Srednia ranga	609,5	630,3	539,6	604,4	569,9	511,7	551,1	281,1	594,7	475,9	
		H	93,14										
	gorzki	\bar{X} [pkt]	1,00	1,00	1,16	1,00	1,05	1,07	1,05	1,19	1,00	1,00	
		s_d [pkt]	0	0	0,24	0	0,22	0,26	0,18	0,32	0	0	
		Srednia ranga	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		H	-										
	wosku pszczelego	\bar{X} [pkt]	1,06	1,46	1,24	1,69	1,22	1,35	1,33	1,44	1,14	1,20	
		s_d [pkt]	0,24	0,69	0,48	0,88	0,46	0,54	0,9	0,63	0,38	0,48	
		Srednia ranga	446,8	604,4	527,6	666,2	519,4	581,8	509,1	609,1	481,2	504,1	
		H	84,45										
	kwiatowy	\bar{X} [pkt]	1,46	1,87	2,16	1,59	1,67	1,43	1,95	1,13	1,72	1,62	
		s_d [pkt]	0,87	0,89	1,38	0,91	0,94	0,57	0,93	0,33	0,93	0,82	
		Srednia ranga	461,6	619,8	630,6	508,9	542,3	492,5	643,1	368,3	559,3	535,7	
		H	79,38										
	metaliczny	\bar{X} [pkt]	1,13	1,06	1,04	1,21	1,41	1,86	1,49	1,38	1,23	1,29	
		s_d [pkt]	0,33	0,23	0,19	0,5	0,79	1,18	0,78	0,64	0,52	0,59	
		Srednia ranga	495,8	460,9	452,3	520	570	675,7	622,8	586,6	531,7	551,6	
H		96,44											
perfumowy	\bar{X} [pkt]	1,38	1,13	1,04	1,17	1,18	1,16	1,11	1,25	1,16	1,21		
	s_d [pkt]	0,74	0,45	0,19	0,48	0,59	0,42	0,38	0,63	0,45	0,63		
	Srednia ranga	607,6	530,1	501,1	550,7	537,3	555,3	526,6	576	552	549,4		
	H	13,6											
owocowy	\bar{X} [pkt]	1,04	1,11	1,23	1,29	1,38	1,29	1,33	1,34	1,3	1,48		
	s_d [pkt]	0,19	0,38	0,55	0,61	0,76	0,71	0,64	0,83	0,63	0,89		
	Srednia ranga	458,1	486,4	531,1	549,1	576,3	539,1	572	549,5	562,7	599,9		
	H	30,82											
korzenny	\bar{X} [pkt]	1,25	1,77	1,61	1,53	1,22	1,28	1,29	2,05	1,49	1,76		
	s_d [pkt]	0,56	0,92	0,98	0,87	0,54	0,65	0,6	0,98	0,81	1,24		
	Srednia ranga	472,5	636,6	561,2	552,7	459,5	476,4	491,3	728,6	543,4	576,9		
	H	84,68											
ziołowy	\bar{X} [pkt]	1,59	1,82	1,55	1,44	1,56	1,45	1,61	1,8	1,55	1,72		
	s_d [pkt]	1,01	1,12	0,97	0,79	0,78	0,67	0,96	1,17	0,87	1,04		
	Srednia ranga	530,6	605,6	526,6	503,6	558	529,2	542,6	578,2	541	578,2		
	H	12,05											
cierpki	\bar{X} [pkt]	1,44	1,30	1,91	1,36	1,59	1,59	1,31	1,45	1,58	1,61		
	s_d [pkt]	0,73	0,63	1	0,69	0,81	0,67	0,54	0,74	0,82	0,8		
	Srednia ranga	512,7	464,5	670,7	480	572,5	596,5	479,1	519,1	563,3	579,5		
	H	60,76											
mdły	\bar{X} [pkt]	2,11	1,73	1,55	1,91	1,56	1,28	1,40	1,66	1,40	1,46		
	s_d [pkt]	1,17	0,86	0,88	1,09	1,02	0,67	0,65	0,89	0,81	0,77		
	Srednia ranga	688,4	611,1	537,6	632,5	518,7	447	501,7	582,4	479,7	508,1		
	H	72,04											
charakterystyczny dla odmiany	\bar{X} [pkt]	3,31	3,08	4,53	3,84	3,83	3,84	4,18	4,04	3,03	4,30		
	s_d [pkt]	1,07	1,38	0,66	1,04	1,03	0,94	1,05	0,88	1,03	0,87		
	Srednia ranga	406,9	383,1	746,8	548,9	545,6	542,1	655,4	597,4	337,6	680,4		
	H	208,79											
ocena ogólna smaku	\bar{X} [pkt]	2,96	3,62	3,93	3,91	3,62	3,76	3,96	2,96	4,02	4,59		
	s_d [pkt]	0,93	1,09	0,95	0,96	1,07	1,2	0,99	0,56	0,73	0,67		
	Srednia ranga	307,6	502,8	585,3	578,6	499,1	558,2	598	275,1	604,7	794		
	H	193,15											
		p	$\leq 0,05$										

Objaśnienia: \bar{X} – średnia, s_d – odchylenie standardowe, H – wartość statystyki testu Kruskala-Wallisa,

p- wartość prawdopodobieństwa

Źródło: opracowanie własne.

Największą intensywnością smaku słodkiego charakteryzowały się miody faceliowe (średnio $4,04 \pm 0,67$ pkt). Większość miódów pozostałych odmian cechowała niewiele niższa intensywność tego smaku (około $4,00 \pm 0,67$ pkt). Wyraźnie najniższą intensywnością smaku słodkiego odznaczały się miody wrzosowe (średnio $3,64 \pm 0,85$ pkt) i miody spadziowe - iglaste (średnio $3,14 \pm 0,5$ pkt) (Tab. 10.).

Intensywność smaku gorzkiego nie poddano testowaniu z uwagi na nieznaczną zmienność wyników indywidualnych. W pięciu odmianach miódów żaden z oceniających nie stwierdził obecności tego smaku. W pozostałych – część ocen była na poziomie 2 pkt (słabo wyczuwalny), zaś najwyższa średnia ocena smaku gorzkiego dotyczyła miodu spadziowego iglastego ($1,19 \pm 0,32$ pkt).

Najwyższą intensywnością (wartości średniej rangi i średniej arytmetycznej) smaku wosku pszczelego charakteryzowały się miody lipowe (średnio $1,69 \pm 0,88$ pkt). Intensywność tej nuty smaku w miódach pozostałych odmian nie przekraczała średnio wartości 1,5 pkt, co wskazywało, że zapach ten był praktycznie nieobecny.

Miody gryczane (średnio $2,16 \pm 1,38$ pkt), faceliowe ($1,87 \pm 0,89$ pkt) oraz rzepakowe ($1,95 \pm 0,83$ pkt) charakteryzowały się najwyższą intensywnością smaku kwiatowego. Większość miódów pozostałych odmian cechowała się intensywnością tej nuty smakowej na średnim poziomie, od 1,5 do 1,7 pkt. Najniższą intensywnością smaku kwiatowego odznaczały się miody spadziowe - iglaste (średnio $1,13 \pm 0,33$ pkt) (Tab. 10.).

Wartości średniej rangi i średniej arytmetycznej wskazują na to, że intensywność smaku metalicznego była najwyżej oceniona w miódach nektarowo-spadziowych (średnio 1,86 pkt). Intensywność tej nuty smakowej w miódach pozostałych odmian nie przekraczała średnio wartości 1,5 pkt, co wskazywało, że zapach ten był praktycznie niewyczuwalny.

Smak perfumowy był praktycznie niewyczuwalny w badanych miódach odmianowych, ponieważ wartości średniej arytmetycznej nie przekraczały średnio 1,5 pkt. Najwyższa wartość intensywności smaku perfumowanego, w przypadku miódów faceliowych, wynosiła $1,38 \pm 0,33$ pkt.

Miody wrzosowe charakteryzowały się najwyższym poziomem intensywności smaku owocowego (średnio $1,48 \pm 0,89$ pkt). Intensywność tej nuty smakowej w miódach pozostałych odmian nie przekraczała średnio wartości 1,3 pkt, co wskazywało na to, że była ona praktycznie nieobecna.

Intensywność smaku korzennego była najwyższa w miodach spadziowych (średnio $2,05 \pm 0,98$ pkt), następnie - wrzosowych (średnio $1,76 \pm 1,24$ pkt) i faceliowych (średnio $1,77 \pm 0,92$ pkt). Intensywność tej nuty w miodach pozostałych odmian nie przekraczała średnio wartości 1,5 pkt, co wskazywało, że była ona praktycznie nieobecna (Tab. 10.).

Ziołowy posmak był bardzo słabo wyczuwalny lub prawie niewyczuwalny w miodach faceliowych ($1,82 \pm 1,12$ pkt) oraz wrzosowych ($1,72 \pm 1,04$ pkt).

Najbardziej cierpkim smakiem charakteryzowały się miody gryczane (średnio $1,91 \pm 1$ pkt). Intensywność smaku danych deskryptorów w miodach pozostałych odmian nie przekraczały średnio wartości 1,5 pkt, co wskazuje na to, że była ona praktycznie nieobecna (Tab. 10.). Natomiast miody akacjowe zostały ocenione jako najbardziej mdłe w smaku – $2,11 \pm 1,17$ pkt. Intensywność smaku mdłego w miodach pozostałych odmian zawierały się w przedziale od 1,4 do 1,8 pkt.

W przypadku intensywności smaku charakterystycznego dla danej odmiany, najwyższy poziom wskazano w miodach gryczanych (średnio $4,53 \pm 0,66$ pkt) i wrzosowych (średnio $4,40 \pm 0,88$). Większość miodów pozostałych odmian charakteryzowała się niewiele niższą intensywnością tego smaku od $4,18 \pm 1,05$ pkt (miody rzepakowe) do $3,03 \pm 1,03$ pkt (miody wielokwiatowe).

Najwyższą ogólną intensywnością smaku charakteryzowały się miody wrzosowe ($4,59 \pm 0,67$ pkt). Grupą wyróżniającą się były miody: rzepakowe i wielokwiatowe (średnio 4,0). Wyraźnie najniższą intensywnością ogólną smaku charakteryzowały się miody akacjowe i spadziowe (średnio 2,96 pkt) (Tab. 10.).

Najwyższą intensywnością zapachu słodkiego charakteryzowały się miody lipowe (średnio $3,87 \pm 0,84$ pkt) i rzepakowe (średnio $3,63 \pm 0,97$ pkt) (Tab. 11.). Większość miodów pozostałych odmian cechowała się intensywnością tej nuty zapachowej na średnim poziomie około 3,0 pkt. Wyraźnie najniższą intensywnością tego zapachu odznaczały się miody spadziowe – iglaste (średnio $1,99 \pm 0,8$ pkt).

Wartości średniej rangi i średniej arytmetycznej wskazują na to, że intensywność zapachu gorzkiego była najwyższa w miodach mniskowych (średnio $1,86 \pm 1,29$ pkt) i spadziowych - iglastych (średnio $1,71 \pm 0,77$ pkt). Intensywność tej nuty zapachowej w miodach pozostałych odmian nie przekraczała średnio wartości 1,5 pkt, co wskazuje na to, że była ona praktycznie nieobecna. Intensywność zapachu wosku pszczelego była najwyższa w miodach lipowych (średnio $2,43 \pm 1,42$ pkt), spadziowych - iglastych (średnio $2,25 \pm 1,34$ pkt) i faceliowych (średnio $2,21 \pm 1,12$ pkt).

Tabela 11.

Statystyki opisowe oraz wyniki testu Kruskala-Wallisa dla deskryptorów oceny zapachu miodów odmianowych

Deskryptor		AKACJOWY	FACELIOWY	GRYCZANY	LIPOWY	MNISZKOWY	NEKTAROWO-SPADZIOWY	RZEPAKOWY	SPADZIOWY - IGLA	WIELOKWIATOWY	WRZOSOWY	
Odmiana miodu												
ZAPACH	słodki	\bar{X} [pkt]	3,27	3,19	3,02	3,87	3,09	2,90	3,63	1,99	2,96	2,82
		s_d [pkt]	0,93	1,21	0,94	0,84	0,85	1,29	0,97	0,8	0,95	1,13
		Średnia ranga	583,8	561,1	511,6	757,6	529,3	483,5	682,4	237,4	498,3	456,5
		H	195,44									
	p	≤0,05										
	gorzki	\bar{X} [pkt]	1,06	1,11	1,48	1,46	1,86	1,28	1,27	1,71	1,13	1,37
		s_d [pkt]	0,24	0,46	0,87	0,82	1,29	0,68	0,67	0,77	0,42	0,92
		Średnia ranga	456,1	462	587,6	580,8	654	518,8	514,6	701,3	474,5	526,4
		H	111,2									
	p	≤0,05										
	wosku pszczelego	\bar{X} [pkt]	1,33	2,21	1,63	2,43	1,77	1,67	1,78	2,25	1,74	1,59
		s_d [pkt]	0,63	1,12	1,06	1,42	1,1	1,09	1,18	1,34	1,14	1,06
Średnia ranga		429,6	657,95	488,43	677,01	529,21	504,85	522,45	639,29	517,18	474,35	
H		84,55										
p	≤0,05											
kwiatowy	\bar{X} [pkt]	1,75	2,27	1,56	1,93	2,09	2,03	1,88	1,64	1,88	1,97	
	s_d [pkt]	1,33	1,35	0,93	1,06	1,31	1,29	1,13	1,06	1,13	1,34	
	Średnia ranga	489,7	627,7	468,3	575	583,7	576,7	552,8	474,9	549,1	547,6	
	H	29,58										
p	≤0,05											
metaliczny	\bar{X} [pkt]	1,40	1,00	1,18	1,29	1,53	1,61	1,18	1,30	1,15	1,19	
	s_d [pkt]	0,84	0	0,73	0,7	1,14	0,96	0,38	0,6	0,45	0,45	
	Średnia ranga	581,5	457	497,8	545,1	579,7	649,6	546,3	576	513,7	542,7	
	H	62,07										
p	≤0,05											
perfumowy	\bar{X} [pkt]	1,50	1,43	1,30	1,30	1,34	1,37	1,34	1,27	1,46	1,52	
	s_d [pkt]	0,73	0,91	0,7	0,56	0,68	0,72	0,69	0,66	0,8	0,93	
	Średnia ranga	603,1	535,1	511,9	537,3	537,3	541,7	534	509,7	575,3	578,1	
	H	13,81										
p	0,129											
owocowy	\bar{X} [pkt]	1,05	1,40	1,44	1,31	1,19	1,19	1,28	1,23	1,17	1,4	
	s_d [pkt]	0,22	0,82	0,84	0,7	0,46	0,39	0,5	0,42	0,44	0,65	
	Średnia ranga	459,8	564,7	583,9	549,9	519,6	531,9	571,2	550	509	603,7	
	H	30,56										
p	≤0,05											
korzenny	\bar{X} [pkt]	1,35	2,18	1,57	1,60	1,25	1,41	1,42	2,10	1,55	1,49	
	s_d [pkt]	0,76	1,22	0,95	0,86	0,56	0,62	0,69	0,77	0,78	0,57	
	Średnia ranga	457,1	690,2	523,4	550	438	508	501,9	746,8	543,1	553,6	
	H	99,72										
p	<0,05											
ziołowy	\bar{X} [pkt]	1,49	1,56	1,35	1,39	1,47	1,28	1,21	1,54	1,67	1,68	
	s_d [pkt]	0,69	0,67	0,66	0,83	0,66	0,6	0,41	0,76	0,92	0,73	
	Średnia ranga	567,3	603,9	506,9	495,1	565,8	477,5	467,4	575,9	602,7	645,5	
	H	13,92										
p	0,192											
cierpki	\bar{X} [pkt]	1,35	1,88	2,08	1,75	1,63	1,82	1,44	2,09	1,78	1,84	
	s_d [pkt]	0,58	1,04	1,37	1,11	1,07	1,03	0,87	1,25	1,23	1,11	
	Średnia ranga	462,6	600,5	608,7	540,2	504,8	571,9	564,1	619,4	535,2	566,3	
	H	38,18										
p	<0,05											
charakterystyczny dla odmiany	\bar{X} [pkt]	3,46	3,10	4,30	3,93	3,58	3,15	3,62	3,88	2,83	3,93	
	s_d [pkt]	1,16	1,35	0,85	0,97	0,84	0,9	1,02	0,91	0,85	1,08	
	Średnia ranga	511,7	438,2	751,2	644,3	541,2	420,1	552	627,4	335,7	643,9	
	H	190,11										
p	≤0,05											
ogólna ocena intensywności zapachu	\bar{X} [pkt]	3,08	3,58	4,15	3,72	3,52	3,17	3,65	3,38	3,09	3,47	
	s_d [pkt]	0,85	1,15	0,86	0,95	0,9	1,15	0,99	0,49	0,95	1,09	
	Średnia ranga	407,7	567,8	742,5	614,7	541,7	469,1	594,4	480,4	419,7	539,6	
	H	120,35										
p	≤0,05											

Objaśnienia: \bar{X} – średnia, s_d – odchylenie standardowe, H – wartość statystyki testu Kruskala-Wallisa, p – wartość prawdopodobieństwa.

Źródło: opracowanie własne.

Większość miodów pozostałych odmian cechowała się intensywnością tej nuty zapachowej na średnim poziomie od 1,6 do 1,8 pkt. Najniższą intensywnością tego zapachu odznaczały się miody akacjowe (średnio $1,33 \pm 0,63$ pkt) (Tab. 11.).

Najwyższym ocenianym poziomem zapachu kwiatowego charakteryzowały się miody faceliowe (średnio $2,27 \pm 1,35$ pkt). Miody pozostałych odmian cechowały się intensywnością tej nuty zapachowej na średnim poziomie od 1,6 do 2,0 pkt.

Wartości średniej rangi i średniej arytmetycznej wskazują na to, że intensywność zapachu metalicznego była najwyższa w miodach mniszkowych (średnio $1,53 \pm 1,14$ pkt) i nektarowo-spadziowych (średnio $1,61 \pm 0,96$ pkt). Intensywność tej nuty w miodach pozostałych odmian nie przekraczała średnio wartości 1,5 pkt, co wskazywało na to, że była ona praktycznie nieobecna.

Miody wrzosowe (średnio $1,40 \pm 0,65$ pkt) faceliowe (średnio $1,40 \pm 0,82$ pkt) i gryczane (średnio $1,44 \pm 0,84$ pkt) charakteryzowały się największą intensywnością zapachu owocowego. Intensywność tej nuty zapachowej w miodach pozostałych odmian nie przekraczała średnio wartości 1,3 pkt, co wskazywało na to, że była ona praktycznie nieobecna.

Wartości średniej rangi i średniej arytmetycznej wskazują na to, że intensywność zapachu korzennego była najwyższa w miodach spadziowych - iglastych (średnio $2,10 \pm 0,77$ pkt) i faceliowych (średnio $2,18 \pm 1,22$ pkt).

Zapach ziołowy był praktycznie niewyczuwalny lub bardzo słabo wyczuwalny – najwyższa średnia ocena $1,68 \pm 0,73$ pkt dla miodów wrzosowych.

Miody gryczane (średnio $2,08 \pm 1,37$ pkt) oraz miody spadziowe – iglaste ($2,09 \pm 1,25$ pkt) oceniono jako najbardziej cierpkie. Większość miodów pozostałych odmian cechowała się intensywnością tej nuty zapachowej na średnim poziomie od 1,60 do 1,90 pkt. Najniższą intensywnością tego zapachu odznaczały się miody akacjowe (średnio $1,35 \pm 0,58$ pkt) (Tab. 11.).

Wartości średniej rangi i średniej arytmetycznej wskazują na to, że intensywność zapachu charakterystycznego dla odmiany była najwyższa w miodach gryczanych (średnio $4,30 \pm 0,85$ pkt). Grupą wyróżniającą się były też miody: lipowe, spadziowe i wrzosowe (średnio 3,9 pkt). Wyraźnie najniższą intensywnością tego zapachu odznaczały się miody wielokwiatowe (średnio $2,83 \pm 0,85$ pkt).

Najwyższą oceną ogólnej intensywności zapachu charakteryzowały się miody gryczane ($4,15 \pm 0,86$ pkt), a najniższą miody akacjowe ($3,08 \pm 0,85$ pkt) oraz miody wielokwiatowe ($3,09 \pm 0,95$ pkt).

Tabela 12.

Statystyki opisowe oraz wyniki testu Kruskala-Wallisa dla wybranych deskryptorów oceny miodów odmianowych

Deskryptor		AKACJOWY	FACELIOWY	GRYCZANY	LIPOWY	MNISZKOWY	NEKTAROWO-SPADZIOWY	RZEPAKOWY	SPADZIOWY - IGLA	WIELOKWIATOWY	WRZOSOWY
Odmiana miodu											
barwa	\bar{X} [pkt]	1,53	1,57	4,22	1,89	2,39	2,92	1,19	4,34	2,10	3,74
	s_d [pkt]	0,53	0,52	0,92	0,66	0,53	0,61	0,4	0,73	0,73	0,74
	x_{min}	1	1	2	1	2	2	1	3	1	2
	x_{max}	3	3	5	3	4	4	2	5	3	5
	Średnia ranga	289,3	302,1	915,6	398,2	547,9	689,5	187,4	942,7	462,1	851,6
	H	776,47									
	p	≤0,05									
	\bar{X} [pkt]	4,55	3,03	1,67	3,43	3,50	2,78	1,68	2,06	2,95	3,28
	s_d [pkt]	0,57	0,77	0,66	0,81	1,21	1,21	1,11	0,86	1,41	0,97
	x_{min}	3	2	1	2	1	1	1	1	1	1
	x_{max}	5	4	3	5	5	5	5	4	5	5
	Średnia ranga	939,2	600	271	691,9	703,2	535,8	271,7	365,8	572,3	656,1
	H	438,9									
	p	≤0,05									
	\bar{X} [pkt]	1,35	1,44	1,74	1,37	1,71	1,64	1,16	1,48	1,51	1,54
	s_d [pkt]	0,62	0,75	0,98	0,55	0,71	0,64	0,37	0,62	0,77	0,77
	x_{min}	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	x_{max}	3	3	4	3	3	3	2	3	3	3
Średnia ranga	492,3	514,7	601,5	513,8	644,3	627,7	422,9	556,1	544,8	559,8	
H	60,14										
p	≤0,05										
ogólne wrażenie sensoryczne	\bar{X} [pkt]	3,15	3,39	4,04	3,84	3,42	3,46	4,08	3,24	3,41	4,00
	s_d [pkt]	0,66	0,7	0,81	0,77	0,77	0,91	0,71	0,7	0,84	0,83
	x_{min}	2	2	2	2	2	1	3	2	1	2
	x_{max}	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Średnia ranga	366,8	455,5	685	621,1	463,5	493,5	698,1	399,7	463,7	669,9
	H	167,99									
	p	≤0,05									

Objaśnienia: \bar{X} – średnia, s_d – odchylenie standardowe, H – wartość statystyki testu Kruskala-Wallisa, p – wartość prawdopodobieństwa.

Źródło: opracowanie własne.

Analiza statystyczna wykazała, że zróżnicowanie takich deskryptorów jakości, jak: barwa, przezroczystość, ziarnistość (gładkość) oraz ocena ogólna w zależności od odmiany są statystycznie istotne ($p \leq 0,05$). Dane przedstawiono w tabeli 12.

W przypadku barwy miodu zauważono, że oceniający wskazywali miody gryczane ($4,22 \pm 0,92$ pkt) oraz spadziowe ($4,34 \pm 0,73$ pkt), jako ciemne. Jako najjaśniejsze wskazano w ocenie miody rzepakowe ($1,19 \pm 0,4$ pkt) oraz wielokwiatowe ($2,1 \pm 0,73$ pkt). Jako najbardziej przezroczyste zostały ocenione miody akacjowe ($4,55 \pm 0,57$ pkt), zaś miody gryczane ($1,67 \pm 0,66$ pkt) oraz rzepakowe ($1,68 \pm 1,11$ pkt) miały najniższy poziom przezroczystości – były najbardziej mętne. W przypadku obecności grudek (ziarnistości) największa ich obecność została wskazana w przypadku miodów gryczanych ($1,74 \pm 0,98$ pkt) oraz mniszkowych ($1,71 \pm 0,71$ pkt), a najmniejsza w przypadku miodów rzepakowych ($1,16 \pm 0,37$ pkt). Niski poziom oceny tej cechy wskazuje, iż miody miały niewyczuwalne lub bardzo mało wyczuwalne grudki były gładkie.

Najwyższą ogólną oceną wrażenia sensorycznego charakteryzowały się miody:

- gryczane ($4,04 \pm 0,81$ pkt),
- rzepakowe ($4,08 \pm 0,71$ pkt),
- wrzosowe ($4 \pm 0,83$ pkt).

Najniższą ogólną oceną wrażenia sensorycznego charakteryzowały się miody:

- akacjowe (średnio $3,15 \pm 0,66$ pkt),
- spadziowe - iglaste (średnio $3,24 \pm 0,7$ pkt).

W dalszym etapie analizy określono siłę i kierunek współzależności występujących pomiędzy intensywnością poszczególnych cech organoleptycznych dla każdej odmian miódów. W tym celu obliczono wartości współczynnika korelacji prostoliniowej „r” Pearsona, a następnie zweryfikowano hipotezę zerową o nieistotności współczynnika korelacji testem t-Studenta (przy poziomie istotności $\alpha=0,05$). Szczegółowe dane przedstawiono w Załącznikach 5-35.

Wartości współczynnika „r” oraz wyniki testu t-Studenta wskazują na to, że istnieją korelacje pomiędzy niektórymi zmiennymi, przy przyjęciu wartości poziomu istotności jako $\alpha=0,05$:

1. Miód akacjowy

W analizie miodu akacjowego został pominięty smak gorzki, ponieważ smak ten nie był wyczuwalny przez oceniających. Stwierdzono ujemną korelację ogólnej intensywności smaku z intensywnością smaku słodkiego, wosku pszczelego, kwiatowego ziołowego oraz charakterystycznego dla odmiany. Współzależności te były odwrotnie proporcjonalne. Stwierdzono ujemną korelację ogólnej intensywności zapachu z intensywnością zapachu słodkiego, wosku pszczelego, kwiatowego metalicznego i charakterystycznego dla odmiany. Ogólna ocena wrażenia sensorycznego miodu akacjowego korelowała istotnie z jego ogólną intensywnością smaku i zapachu charakterystycznego dla danej odmiany. Współzależności te były wprost proporcjonalne, co oznacza, że wraz ze wzrostem intensywności smaku bądź zapachu wzrasta jego ocena ogólna. Ogólna intensywność smaku miodu akacjowego korelowała z jego ogólną intensywnością zapachu (wprost proporcjonalnie; $r=0,607$). Intensywność smaku charakterystycznego dla odmiany miodu akacjowego korelowała z jego intensywnością zapachu charakterystycznego dla odmiany (wprost proporcjonalnie; $r=0,778$) (Zał. 5-7).

2. Miód faceliowy

W analizie miodu faceliowego został pominięty smak gorzki oraz zapach metaliczny, ponieważ smak ten nie był wyczuwalny przez oceniających. Ogólna intensywność smaku korelowała istotnie z intensywnością smaku słodkiego, korzennego i mdłego (wprost proporcjonalnie) oraz z intensywnością smaku wosku pszczelego, metalicznego i cierpkiego (odwrotnie proporcjonalnie) (Załącznik 8.). Ogólna intensywność zapachu korelowała istotnie z intensywnością zapachu ziołowego (wprost proporcjonalnie) oraz z intensywnością zapachu cierpkiego (odwrotnie proporcjonalnie). Stwierdzono dodatnią korelację oceny wrażenia sensorycznego z gładkością, intensywnością smaku i zapachu charakterystycznego dla odmiany oraz z ogólną intensywnością smaku i zapachu. Ogólna intensywność smaku korelowała z ogólną intensywnością zapachu (wprost proporcjonalnie; $r=0,796$). Intensywność smaku charakterystycznego dla odmiany korelowała z intensywnością zapachu charakterystycznego dla odmiany (wprost proporcjonalnie; $r=0,886$), co oznacza, że wraz ze wzrostem oceny intensywności smaku charakterystycznego dla danej odmiany poziom oceny intensywności zapachu również wzrastał. (Załącznik 8-10).

3. Miód gryczany

Ogólna intensywność smaku w miodzie gryczanym korelowała istotnie z intensywnością smaku słodkiego (wprost proporcjonalnie) oraz z intensywnością smaku gorzkiego, kwiatowego, metalicznego, perfumowego, owocowego, korzennego, cierpkiego i mdłego (odwrotnie proporcjonalnie). Ogólna intensywność zapachu korelowała istotnie z intensywnością zapachu słodkiego i charakterystycznego dla odmiany (wprost proporcjonalnie) oraz z intensywnością zapachu owocowego (odwrotnie proporcjonalnie). Ogólna ocena wrażenia sensorycznego korelowała istotnie z: jasnością barwy, gładkością, intensywnością smaku i zapachu charakterystycznego dla odmiany oraz z ogólną intensywnością smaku i zapachu. Współzależności te były wprost proporcjonalne (uwaga: barwa jasna = 1, więc dodatni „r” oznacza, że im ciemniejszy miód tym wyższe oceny ogólne). Ogólna intensywność smaku korelowała z ogólną intensywnością zapachu (wprost proporcjonalnie; $r=0,613$). Intensywność smaku charakterystycznego dla odmiany korelowała z intensywnością zapachu charakterystycznego dla odmiany (wprost proporcjonalnie; $r=0,528$) (Załącznik 11-13).

4. Miód lipowy

W analizie miodu lipowego został pominięty smak gorzki, ponieważ smak ten nie był wyczuwalny przez oceniających. Ogólna intensywność smaku korelowała istotnie z intensywnością smaku słodkiego, kwiatowego, perfumowego, ziołowego (wprost proporcjonalnie) oraz z intensywnością smaku wosku pszczelego, metalicznego i korzennego (odwrotnie proporcjonalnie). Ogólna intensywność zapachu korelowała istotnie z intensywnością zapachu słodkiego, gorzkiego, kwiatowego (wprost proporcjonalnie) oraz z intensywnością zapachu wosku pszczelego, metalicznego, owocowego, korzennego i cierpkiego (odwrotnie proporcjonalnie). Ogólna ocena wrażenia sensorycznego korelowała istotnie z: gładkością, intensywnością smaku i zapachu charakterystycznego dla odmiany oraz z ogólną intensywnością smaku i zapachu. Współzależności te były wprost proporcjonalne. Ogólna intensywność smaku korelowała z ogólną intensywnością zapachu (wprost proporcjonalnie; $r=0,728$). Intensywność smaku charakterystycznego dla odmiany korelowała z intensywnością zapachu charakterystycznego dla odmiany (wprost proporcjonalnie; $r=0,774$) (Zał. 14-16).

5. Miód mniszkowy

Ogólna intensywność smaku miodu mniszkowego korelowała istotnie z intensywnością smaku słodkiego, wosku pszczelego, korzennego i cierpkiego (wprost proporcjonalnie) oraz z intensywnością smaku perfumowego (odwrotnie proporcjonalnie). Ogólna intensywność zapachu korelowała istotnie z intensywnością zapachu słodkiego, gorzkiego, owocowego i cierpkiego (wprost proporcjonalnie) oraz z intensywnością zapachu perfumowego (odwrotnie proporcjonalnie). Ogólna ocena wrażenia sensorycznego korelowała istotnie z: jasnością barwy (odwrotnie proporcjonalnie - uwaga: barwa jasna = 1, więc ujemny „r” oznacza, że im jaśniejszy miód tym wyższe oceny ogólne), intensywnością smaku i zapachu charakterystycznego dla odmiany oraz z ogólną intensywnością smaku i zapachu (wprost proporcjonalnie). Ogólna intensywność smaku korelowała z ogólną intensywnością zapachu (wprost proporcjonalnie; $r=0,550$). Intensywność smaku charakterystycznego dla odmiany korelowała z intensywnością zapachu charakterystycznego dla odmiany (wprost proporcjonalnie; $r=0,548$) (Zał. 17-19).

6. Miód nektarowo-spadziowy

Ogólna intensywność smaku w miodzie nektarowo - spadziowym korelowała istotnie z intensywnością smaku słodkiego, metalicznego i ziołowego (wprost proporcjonalnie) oraz z intensywnością smaku wosku pszczelego (odwrotnie proporcjonalnie). Ogólna intensywność zapachu korelowała istotnie z intensywnością zapachu słodkiego i charakterystycznego dla odmiany (wprost proporcjonalnie) oraz z intensywnością zapachu wosku pszczelego, metalicznego, kwiatowego i korzennego (odwrotnie proporcjonalnie). Ogólna ocena wrażenia sensorycznego korelowała istotnie z: intensywnością zapachu charakterystycznego dla odmiany oraz z ogólną intensywnością smaku i zapachu. Współzależności te były wprost proporcjonalne. Ogólna intensywność smaku korelowała z ogólną intensywnością zapachu (wprost proporcjonalnie; $r=0,728$). Intensywność smaku charakterystycznego dla odmiany korelowała z intensywnością zapachu charakterystycznego dla odmiany (wprost proporcjonalnie; $r=0,445$) (Zał. 20-22).

7. Miód rzepakowy

Ogólna intensywność smaku miodu rzepakowego korelowała istotnie z intensywnością smaku słodkiego, korzennego i ziołowego (wprost proporcjonalnie). Ogólna intensywność zapachu korelowała istotnie z intensywnością zapachu słodkiego, wosku pszczelego, ziołowego (wprost proporcjonalnie) oraz z intensywnością zapachu perfumowego i cierpkiego (odwrotnie proporcjonalnie). Stwierdzono dodatnią korelację ogólnej oceny wrażenia sensorycznego z intensywnością smaku i zapachu charakterystycznego dla odmiany oraz z ogólną intensywnością smaku i zapachu. Ogólna intensywność smaku korelowała z ogólną intensywnością zapachu (wprost proporcjonalnie; $r=0,629$). Intensywność smaku charakterystycznego dla odmiany korelowała z intensywnością zapachu charakterystycznego dla odmiany (wprost proporcjonalnie; $r=0,682$) (Zał. 2-25).

8. Miód spadziowy

Ogólna intensywność smaku miodu spadziowego korelowała istotnie z intensywnością smaku słodkiego, korzennego i ziołowego (wprost proporcjonalnie). Ogólna intensywność zapachu korelowała istotnie z intensywnością zapachu słodkiego, wosku pszczelego, ziołowego (wprost proporcjonalnie) oraz z intensywnością zapachu perfumowego i cierpkiego (odwrotnie proporcjonalnie). Ogólna ocena wrażenia

sensorycznego korelowała istotnie z: intensywnością smaku i zapachu charakterystycznego dla odmiany oraz z ogólną intensywnością smaku i zapachu. Współzależności te są wprost proporcjonalne. Ogólna intensywność smaku korelowała z ogólną intensywnością zapachu (wprost proporcjonalnie; $r=0,629$). Intensywność smaku charakterystycznego dla odmiany korelowała z intensywnością zapachu charakterystycznego dla odmiany (wprost proporcjonalnie; $r=0,682$). Ogólna intensywność smaku korelowała istotnie z intensywnością smaku kwiatowego i metalicznego (wprost proporcjonalnie). Ogólna intensywność zapachu nie korelowała z żadną nut. Ogólna ocena wrażenia sensorycznego korelowała istotnie z: jasnością barwy (odwrotnie proporcjonalnie; uwaga na interpretację), gładkością, intensywnością smaku i zapachu charakterystycznego dla odmiany (wprost proporcjonalnie). Intensywność smaku charakterystycznego dla odmiany korelowała z intensywnością zapachu charakterystycznego dla odmiany (wprost proporcjonalnie; $r=0,627$) (Zał. 26-28).

9. Miód wielokwiatowy

W analizie miodu wielokwiatowego został pominięty smak gorzki, ponieważ smak ten nie był wyczuwalny przez oceniających. Ogólna intensywność smaku korelowała istotnie z intensywnością smaku słodkiego, perfumowego, ziołowego i mdłego (wprost proporcjonalnie) oraz z intensywnością smaku metalicznego (odwrotnie proporcjonalnie). Ogólna intensywność zapachu korelowała istotnie z intensywnością zapachu perfumowego, korzennego i charakterystycznego dla odmiany (wprost proporcjonalnie). Ogólna ocena wrażenia sensorycznego korelowała istotnie z: przezroczystością (odwrotnie proporcjonalnie), gładkość, intensywnością smaku i zapachu charakterystycznego dla odmiany oraz z ogólną intensywnością smaku i zapachu (wprost proporcjonalnie). Ogólna intensywność smaku korelowała z ogólną intensywnością zapachu (wprost proporcjonalnie; $r=0,432$). Intensywność smaku charakterystycznego dla odmiany korelowała z intensywnością zapachu charakterystycznego dla odmiany (wprost proporcjonalnie; $r=0,447$) (Zał. 29-31).

10. Miód wrzosowy

W analizie miodu wrzosowego pominięto smak gorzki, ponieważ smak ten nie był wyczuwalny przez oceniających. Ogólna intensywność smaku korelowała

istotnie z intensywnością smaku słodkiego i charakterystycznego dla odmiany (wprost proporcjonalnie) oraz z intensywnością smaku metalicznego, owocowego i cierpkiego (odwrotnie proporcjonalnie). Ogólna intensywność zapachu korelowała istotnie z intensywnością zapachu gorzkiego, wosku pszczelego, kwiatowego, owocowego i charakterystycznego dla odmiany (wprost proporcjonalnie). Ogólna ocena wrażenia sensorycznego korelowała istotnie z: przezroczystością (odwrotnie proporcjonalnie; uwaga – im wyższa wartość na skali przezroczystości, czyli im większe zmętnienie, tym niższa ocena ogólna), intensywnością smaku i zapachu charakterystycznego dla odmiany oraz z ogólną intensywnością smaku i zapachu (wprost proporcjonalnie). Ogólna intensywność smaku korelowała z ogólną intensywnością zapachu (wprost proporcjonalnie; $r=0,408$). Intensywność smaku charakterystycznego dla odmiany korelowała z intensywnością zapachu charakterystycznego dla odmiany (wprost proporcjonalnie; $r=0,274$) (Zał. 32-34).

Według Rosiak i Jaworskiej [2019] wykorzystanie oceny sensorycznej jakości miodu wraz z użyciem statystycznych metod w identyfikacji odmian miodów wskazuje na wiele zaburzeń w modelowym podejściu do zagadnienia. W przeprowadzonych badaniach wykazano, że statystyczne wyselekcjonowanie sensorycznych determinant jakości miodów dla wszystkich odmian nie jest możliwe.

Inni autorzy wykazali również na łatwość identyfikacji takich cech, jak: barwa, konsystencja, smak [Serra Bonvehi i Gomez Pajuelo, 1988; Popek, 2001; Kortesiemi, 2018; Vieira da Costa i wsp., 2018; Rosiak i Jaworska, 2019; Tischer Seraglio i wsp., 2021]. Jedynie zapach stanowi element, który wprowadza niepewność w cały proces identyfikacji, co również zostało potwierdzone w wynikach badań niniejszej pracy.

Istnieją nieliczne doniesienia w zakresie oceny sensorycznej krajowych miodów odmianowych, które wskazują jedynie intensywność cech dominujących, bez wskazania szczegółowych deskryptorów smaku oraz zapachu. Śliwińska i Bazylak [2011] opisały jedynie cechy charakterystyczne dla danej odmiany, jak barwa, gęstość, smak i zapach w formie indywidualnie dobranych opisów cech, np. jasnobursztynowa, gęsta ciecz o słodkim smaku i silnym zapachu dla miodu lipowego. Natomiast badania przeprowadzone przez Świetlikowską i wsp. [2011] dotyczyły jedynie miodów wrzosowych, gryczanych oraz leśnych (ekologicznych i konwencjonalnych). Autorzy ci uzyskali odmienne oceny badanych miodów w porównaniu do badań przedstawionych w niniejszej pracy.

3.1.3. Współzależności między cechami fizykochemicznymi i parametrami organoleptycznymi

Analizę analogiczną do opisanej w poprzednim rozdziale wykonano w celu określenia współzależności występujących pomiędzy dwoma obszarami jakości miodów: jakością fizykochemiczną i organoleptyczną. Szczegółowe dane przedstawiono w Załączniku 35.

Wartości współczynnika „r” oraz wyniki testu t–Studenta wskazują na to, że istnieją korelacje pomiędzy niektórymi zmiennymi, przy przyjęciu wartości poziomu istotności jako $\alpha = 0,05$:

- przewodność właściwa ($r=-0,760$) oraz kwasowość ($r=-0,804$) istotnie korelowały z barwą, co wskazywało na zmianę barwy wraz ze zmianą powyższych parametrów,
 - cukry redukujące istotnie korelowały z barwą ($r=0,622$), gładkością ($r=-0,702$) oraz oceną ogólną sensoryczną ($r=0,551$), co wskazywało na zmianę barwy oraz ogólnej oceny sensorycznej wraz ze wzrostem wartości cukrów redukujących,
- sacharoza istotnie korelowała z:
 - intensywnością smaku ($r=-0,858$), intensywnością zapachu ($r=-0,646$) oraz oceną ogólną ($r=-0,865$). Ujemne wartości współczynnika korelacji informują, że miody o wysokiej zawartości sacharozy odznaczały się niskim poziomem tych trzech parametrów,
 - mętnością ($r=0,504$), co wskazywało na wzrost poziomu mętności wraz ze wzrostem zawartości sacharozy w badanych miodach,
- liczba diastazowa istotnie korelowała z:
 - barwą ($r=-0,806$) oraz mętnością ($r=-0,696$), ujemne wartości współczynnika korelacji informują, że miody o wysokim poziomie diastazy odznaczały się niskim poziomem tych parametrów,
 - gładkością ($r=0,632$), co wskazywało, że wraz ze wzrostem diastazy w badanych miodach wzrastał poziom gładkości w badanych miodach.
- aktywność przeciwrodnikowa istotnie korelowała z barwą ($r=-0,613$), co wskazywało na spadek aktywności przeciwrodnikowej wraz ze wzrostem barwy badanych miodów,
- zawartość związków fenolowych ogółem (TP) istotnie korelowała ze smakiem ($r=0,542$) oraz zapachem ($r=0,587$) charakterystycznymi dla odmiany,

co wskazywało, że wraz ze wzrostem związków fenolowych ogółem (TP) zaobserwowano wzrost obu parametrów. Dodatkowo zaobserwowano spadek parametru barwy ($r=-0,744$), wraz ze wzrostem związków fenolowych ogółem (TP),

- parametr barwy L^* istotnie korelowała z smakiem charakterystycznym dla odmiany ($r=-0,642$) oraz gładkością ($r=-0,524$) – im miody charakteryzowały się ciemniejszą barwą, tym powyższe parametry ulegały zmniejszeniu. Dodatkowo zaobserwowano, że im miody charakteryzowały się wyższym poziomem parametru L^* , tym ocena barwy ($r=0,891$) oraz mętności ($r=0,541$) była niższa,
- parametr barwy a^* istotnie korelował z barwą ($r=-0,769$) oraz gładkością ($r=0,848$), co wskazywało, że wzrost parametru a^* w badanych miodach powoduje obniżenie poziomu ich oceny barwy oraz wzrost oceny ich gładkości,
- parametr barwy b^* istotnie korelował ze smakiem charakterystycznym dla odmiany ($r=-0,571$) oraz barwą ($r=0,746$), co wskazywało na wzrost oceny smaku charakterystycznego dla odmiany oraz spadek oceny barwy wraz ze wzrostem parametru barwy b^* .

W kolejnej części analizy podjęto próbę wskazania tych cech sensorycznych (smaku, zapachu, wyglądu i oceny ogólnej miódów odmianowych), które według oceniających miały statystycznie istotny wpływ na identyfikację ich pochodzenia botanicznego wraz z uwzględnieniem wybranych parametrów fizykochemicznych. Wykonano analizę regresji wielorakiej, a w obliczeniach zastosowano procedurę regresji krokowej wstecznej.

Poniżej przedstawiono trzy modele, które mają najwyższy poziom dopasowania próbek miodu dla danego parametru fizykochemicznego identyfikującego próbki miodu odmianowego z uwzględnieniem wybranych parametrów oceny sensorycznej.

• **Model I**

Zmienną zależną było określenie wartości parametru cukrów redukujących. Wyniki analizy regresji wielorakiej przedstawiono w Tabeli 13.

W modelu znalazły się cztery zmienne, które w najlepszy sposób opisują oraz mogą zastąpić oznaczenie zawartości cukrów redukujących: gładkość, ocena ogólna, barwa, intensywność zapachu charakterystycznego dla odmiany. W wyniku kombinacji zmiennych uzyskuje się równanie postaci:

$$\text{CUKRY REDUKUJĄCE} = 51,955 - 4,932 * \text{gładkość} + 4,003 * \text{ocena ogólna} + 1,864 * \text{barwa} + 2,182 * \text{intensywność zapachu charakterystycznego dla odmiany}$$

Tabela 13.

Model zależności zmiennej „zawartość cukrów redukujących” od poziomu wyróżników sensorycznych - wyniki analizy regresji wielorakiej

Parametr	b*	Bł. std. z b*	b	Bł. std. z b	t	p
Nazwa						
W. wolny			51,955	9,831	5,28	0,003
gładkość	-0,275	0,190	-4,932	3,406	-1,45	0,208
ocena ogólna	0,444	0,172	4,003	1,553	2,57	0,050
barwa	0,681	0,232	1,864	0,633	2,93	0,033
intensywność zapachu charakterystycznego dla odmiany	0,313	0,215	2,182	1,502	1,45	0,207

Źródło: opracowanie własne.

W tym modelu uzyskano bardzo wysoką wartość współczynnika determinacji wielowymiarowej $R^2=0,906$, co oznacza bardzo wysoki poziom zgodności. Model wyjaśnia więc 90,6% zmienności wyników. Wartość standaryzowanego błędu oszacowania wynosi 1,296. Zawartość cukrów redukujących można obliczać wyznaczonym równaniem z dokładnością 1,296%. Zmienną o najwyższej względnej wagi jest barwa (moduł $b^* = 0,681$).

• Model II

Zmienną zależną było określenie wartości parametru sacharoza. Wyniki analizy regresji wielorakiej przedstawiono w Tabeli 14.

W modelu znalazło się pięć zmiennych, które w najlepszy sposób opisują oraz mogą zastąpić oznaczenie zawartości sacharozy: ocena ogólna, intensywność zapachu, intensywność smaku, gładkość, mętność. W wyniku kombinacji zmiennych uzyskuje się formułę postaci:

$$\text{SACHAROZA} = 10,135 + 1,882 * \text{ocena ogólna wrażenia sensorycznego} - 2,761 * \text{ogólna intensywność smaku} - 2,335 * \text{ogólna intensywność zapachu} + 1,949 * \text{gładkość} + 0,334 * \text{mętność}$$

W tym modelu uzyskano bardzo wysoką wartość współczynnika determinacji wielowymiarowej $R^2=0,959$. Model wyjaśnia więc 95,9% zmienności wyników.

Wartość standaryzowanego błędu oszacowania wynosi 0,390. Zawartość sacharozy można więc obliczać wyznaczonym równaniem z dokładnością 0,39%.

Zmienną o najwyższej względnej ważkości jest ogólna intensywność smaku (moduł $b^* = 1,059$).

Tabela 14.

Model zależności zmiennej „zawartość sacharozy” od poziomu wyróżników sensorycznych - wyniki analizy regresji wielorakiej

Parametr	b^*	Bł. std. z b^*	b	Bł. std. z b	t	p
Nazwa						
W. wolny			10,135	2,515	4,03	0,016
ocena ogólna	0,516	0,348	1,882	1,267	1,48	0,212
ogólna intensywność smaku	-1,059	0,244	-2,761	0,636	-4,34	0,012
ogólna intensywność zapachu	-0,599	0,213	-2,335	0,831	-2,81	0,048
gładkość	0,269	0,136	1,949	0,988	1,97	0,120
mętność	0,235	0,128	0,334	0,182	1,83	0,141

Zródło: opracowanie własne.

• Model III

Zmienną zależną było określenie wartości parametru liczba diastazowa. Wyniki analizy regresji wielorakiej przedstawiono w Tabeli 15.

W modelu znalazły się zmienne, które w najlepszy sposób opisują oraz mogą zastąpić oznaczenie poziomu diastazy: barwa, mętność, intensywność zapachu charakterystycznego dla odmiany, gładkość, ogólna ocena wrażenia sensorycznego, intensywność smaku charakterystycznego dla odmiany.

Tabela 15.

Model zależności zmiennej „poziom liczby diastazowej” od poziomu wyróżników sensorycznych – wyniki analizy regresji wielorakiej

Parametr	b^*	Bł. std. z b^*	b	Bł. std. z b	t	p
Nazwa						
W. wolny			21,181	0,661	32,05	0,020
barwa	-0,856	0,046	-2,123	0,115	-18,44	0,034
mętność	-0,399	0,040	-1,277	0,129	-9,93	0,064
intensywność zapachu charakterystycznego dla odmiany	-0,547	0,075	-3,469	0,475	-7,31	0,087
gładkość	0,555	0,030	9,043	0,482	18,76	0,034
ogólna intensywność smaku	-0,985	0,051	-5,776	0,301	-19,22	0,033
ocena ogólna	1,489	0,078	12,200	0,642	19,02	0,033
intensywność smaku charakterystycznego dla odmiany	-0,498	0,045	-2,802	0,251	-11,17	0,057
ogólna intensywność zapachu	-0,321	0,045	-2,818	0,394	-7,15	0,088

Zródło: opracowanie własne.

W wyniku kombinacji liniowej zmiennych uzyskuje się równanie postaci:

$$\text{LICZBA DIASTAZOWA} = 21,181 - 2,123 * \text{barwa} - 1,277 * \text{mętność} - 3,469 * \text{intensywność zapachu charakterystycznego dla odmiany} + 9,043 * \text{gładkość} - 5,776 * \text{ogólna intensywność smaku} + 12,200 * \text{ocena ogólna wrażenia sensorycznego} - 2,802 * \text{intensywność smaku charakterystycznego dla odmiany} - 2,819 * \text{ogólna intensywność zapachu}$$

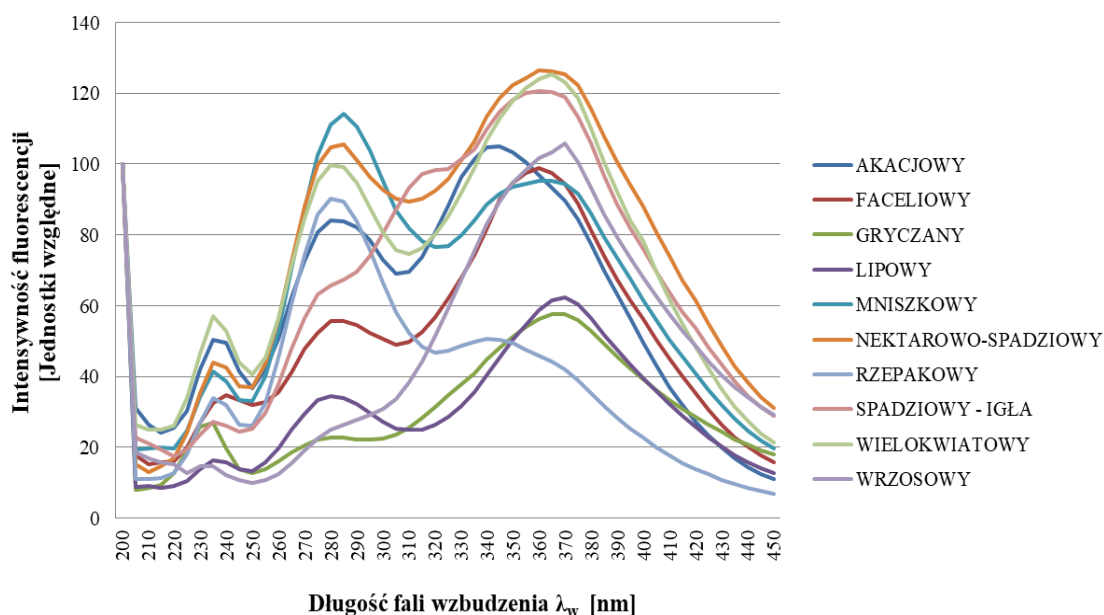
W tym modelu uzyskano bardzo wysoką wartość współczynnika determinacji wielowymiarowej $R^2=0,999$. Model wyjaśnia więc 99,9% zmienności wyników. Wartość standaryzowanego błędu oszacowania wynosi 0,080. Liczbę diastazową można więc obliczać wyznaczonym równaniem z dokładnością 0,08. Zmienną o najwyższej względnej wazkości jest ogólna ocena wrażenia sensorycznego (moduł $b^* = 1,489$).

Podobne warunki uzyskał Marcazzan i wsp. [2018] – ocena sensoryczna miodu może być wykorzystana jako uzupełnienie analiz fizykochemicznych oraz pyłkowych. Tym samym analiza sensoryczna może służyć do potwierdzania jakości oraz autentyczności miodów, oceny zgodności z ustalonymi profilami sensorycznymi miodów jednokwiatowych, a także do poznania preferencji konsumentów. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że opracowanie modelu matematycznego, w którym znalazły się cztery zmienne takie, jak: gładkość, ocena ogólna, barwa, intensywność zapachu charakterystycznego dla odmiany, charakteryzują w najlepszy sposób jakość miodów oraz mogą zastąpić oznaczenie zawartości cukrów redukujących – w przypadku 90,6 % zmienności wyników. Zawartość cukrów redukujących można obliczać wyznaczonym równaniem z dokładnością 1,296%. Dodatkowo przygotowano model, który wyjaśnia 99,9% zmienności wyników, a obliczenie poziomu liczby diastazowej zaproponowanym równaniem jest możliwe z dokładnością 0,08. We wspomnianym modelu znalazło się osiem zmiennych, które w najlepszy sposób opisują oraz mogą zastąpić oznaczenie poziomu diastazy.

3.1.4. Charakterystyka badanych miodów odmianowych na podstawie spektrometrii fluorescencyjnej

W dążeniu do potwierdzenia przynależności odmianowej badanych próbek miodów określono całkowite (zupełne) widma fluorescencji dla badanych miodów. Było to wymagane w celu ustalenia zakresu pomiaru fluorescencji dla każdej z próbek miodu. Zupełne widma fluorescencji miodu charakteryzują się spektralnym regionem o wysokiej intensywności emisji, pochodzącej od fluoroforów, takich jak: związki fenolowe oraz aminokwasy aromatyczne. Całkowite widma miodów różnego pochodzenia botanicznego przedstawiono w Załączniku 36 (od a do j).

Na podstawie przeprowadzonej analizy, biorąc pod uwagę trudną identyfikację i analizę widm stwierdzono, że największa istota informacji dotyczących różnic botanicznych oraz ich identyfikacji, zawarta jest w synchronicznych przekrojach tych widm uzyskanych przy $\Delta\lambda = 100$ nm, które pokazano na Rysunku 14 oraz 15, a także w Załączniku 37 (od a do j). Uzyskane wyniki potwierdzają również badania Gębali [2003].



Rys. 14. Synchroniczne widmo fluorescencji dla miodów odmianowych przy $\Delta\lambda=100$ nm (wartości średniej arytmetycznej)

Źródło: opracowanie własne.

Widma wszystkich badanych miodów w zależności od pochodzenia botanicznego charakteryzowały się obecnością indywidualnych pasm emisji o różnej intensywności.

Dodatkowo pasma wyróżniały się odmiennymi miejscami długości fali wzbudzenia $\Delta\lambda_w$ dla maksimum poziomu intensywności fluorescencji przy $\Delta\lambda=100$ nm (Rys. 14). Można stwierdzić, że w ośmiu odmianach występują trzy wzbudzenia na różnej długości fali wzbudzenia $\Delta\lambda_w$, co zostało przedstawione również bardziej szczegółowo w Tabeli 16. W odmianach wrzosowej oraz spadziowej – iglastej występują dwa wzbudzenia na różnej długości fali wzbudzenia $\Delta\lambda_w$ 235 nm oraz 360 nm dla miodów spadziowych - iglastych oraz 370 nm dla miodów wrzosowych. Wszystkie badane odmiany miodów posiadały widoczną tendencję zwiększenia intensywności krótkofalowego pasma wzbudzenia emisji na poziomie 235 nm i 240 nm (faceliowy). Kolejny wzrost intensywności w pasmach o pośrednim zakresie stwierdzono w ośmiu odmianach:

- wzbudzenie emisji: 280 nm (miód: akacjowy, gryczany, lipowy, rzepakowy, wielokwiatowy),
- wzbudzenie emisji: 285 nm (miód: faceliowy, mniskowy, nektarowo-spadziowy).

Następny wzrost intensywności w pasmach w długofalowym zakresie widma (wzbudzenie emisji 340 nm do 370 nm wystąpił w we wszystkich dziesięciu badanych odmianach).

Analizując, synchroniczne widmo miodu gryczanego oraz lipowego ($\Delta\lambda=100$ nm) charakteryzowało się widoczną tendencją do nawet trzech wzbudzeń emisji: 235 nm, 280 nm, 370 nm o różnej intensywności emisji fluorescencji.

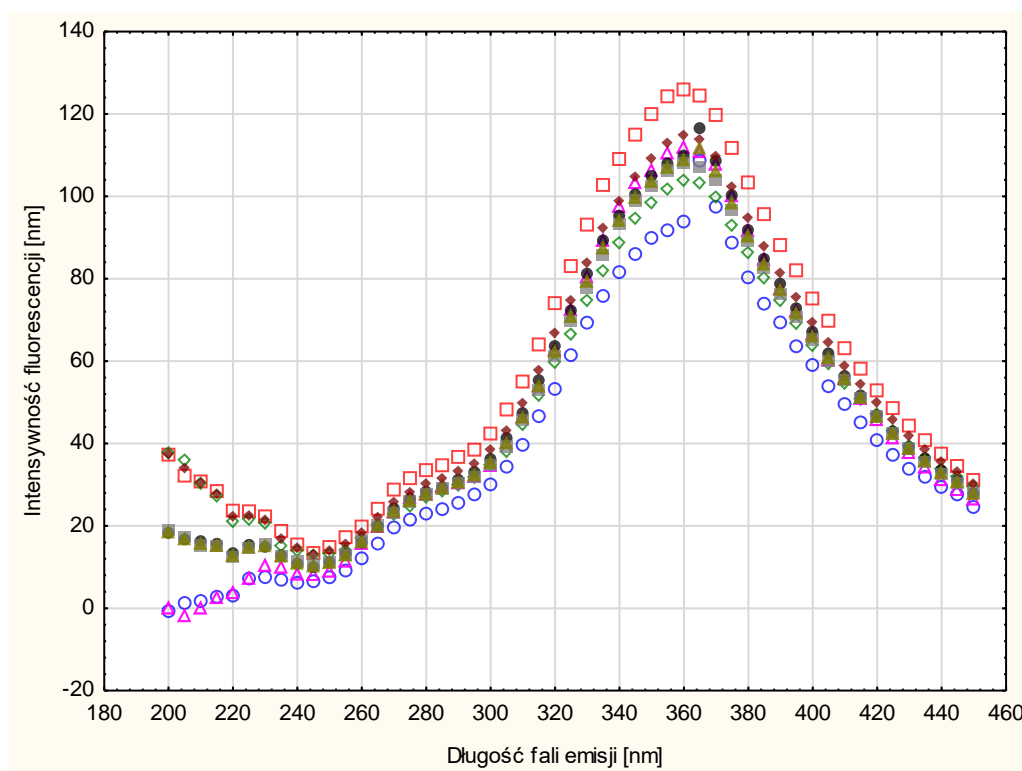
Tabela 16.

Porównanie długość fali wzbudzenia $\Delta\lambda_w$ dla maksymalnej intensywności fluorescencji miodów o różnym pochodzeniu botanicznym przy $\Delta\lambda = 100$ nm - średnie

Pochodzenie botaniczne miodu	Długość fali wzbudzenia $\Delta\lambda_w$ dla maksymalnej intensywności fluorescencji miodów odmianowych [nm]		
	I wzbudzenie	II wzbudzenie	III wzbudzenie
AKACJOWY	235	280	340
FACELIOWY	240	285	360
GRYCZANY	235	280	370
LIPOWY	235	280	370
MNISZKOWY	235	285	365
NEKTAROWO-SPADZIOWY	235	285	360
RZEPAKOWY	235	280	340
SPADZIOWY - IGŁA	235	brak	360
WIELOKWIATOWY	235	280	365
WRZOSOWY	235	brak	370

Zródło: opracowanie własne.

Na podstawie uzyskanych wyników badań można również stwierdzić, że widma wszystkich badanych miodów w danej grupie odmianowej charakteryzowały się obecnością pasm emisji o różnej intensywności, ale tymi samymi miejscami długości fali wzbudzenia $\Delta\lambda_w$ dla maksimum poziomu intensywności fluorescencji (Zał. 37. od a do j). Przykładowo, poniżej przedstawiono widma synchroniczne dla miodów wrzosowych (Rys. 15.).



Rys. 15. Synchroniczne widmo fluorescencji dla miodów wrzosowych przy $\Delta\lambda=100$ nm
Źródło: opracowanie własne.

Na podstawie uzyskanych wyników badań potwierdzono wcześniejsze obserwacje dotyczące zakresu pomiaru fluorescencji charakterystycznych dla każdej z próbek miodu odmianowego. Parametry pomiarów fali wzbudzenia miodów dla $\Delta\lambda = 100$ nm o różnym pochodzeniu botanicznym różniły się, co pozwoliło na dyskryminację odmianową badanej populacji miodów, tj. na podstawie pomiaru intensywności fluorescencji miodów dokonano ich identyfikacji botanicznej w przypadku 80,0% badanych próbek (identyfikacja miodu mniszkowego może być utrudniona). Można stwierdzić, że wyniki zastosowania spektrometrii fluorescencyjnej w postaci całkowitych widm fluorescencji zależą od botanicznego pochodzenia miodu, potwierdzają to badania zaprezentowane przez Ruoffa i wsp. [2005; 2006b],

Gębałę [2009] oraz Gębałę i Przybyłowskiego [2010], Lenhardta i wsp. [2015], Drami'canin i wsp. [2018], Żak, Wilczyńską i Przybyłowskiego [2018] oraz Wilczyńską i Żak [2020]. Autorzy wskazywali również na nieliczne różnice intensywności fluorescencji w badanej grupie miodów odmianowych.

3.1.5. Współzależności między fluorescencją a cechami fizykochemicznymi i parametrami organoleptycznymi

Celem stwierdzenia współzależności występujących pomiędzy długością fali wzbudzenia λ_w fluorescencji [nm] (przy $\Delta\lambda=100$ nm), a wybranymi parametrami: fizykochemicznymi, barwy L^* , a^* , b^* , oraz sensorycznymi obliczono wartości współczynnika korelacji prostoliniowej „r” Pearsona. Następnie weryfikowano hipotezę zerową o nieistotności tego współczynnika testem t–Studenta (przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$). Szczegółowe dane przedstawiono w Załącznikach 38-41.

Wartości współczynnika „r” oraz wyniki testu t–Studenta wskazują na to, że istnieją korelacje pomiędzy niektórymi zmiennymi, przy przyjęciu wartości poziomu istotności jako $\alpha = 0,05$:

1. Współzależności między fluorescencją a parametrami fizykochemicznymi:

- nie zaobserwowano korelacji między zawartością wody, liczbą diastazową i parametrem barwy b^* , a długością fali wzbudzenia λ_w fluorescencji,
- przewodność właściwa istotnie korelowała z długością fali wzbudzenia λ_w fluorescencji na poziomie od 230 do 235 nm oraz od 400 do 450 nm,
- kwasowość istotnie korelowała z długością fali wzbudzenia λ_w fluorescencji na poziomie od 365 do 450 nm,
- cukry redukujące istotnie korelowały z długością fali wzbudzenia λ_w fluorescencji na poziomie od 200 do 235 nm oraz od 290 do 450 nm,
- sacharoza istotnie korelowała z długością fali wzbudzenia λ_w fluorescencji na poziomie od 200 do 420 nm,
- 5-HMF istotnie korelował z długością fali wzbudzenia λ_w fluorescencji na poziomie 450 nm ($r=0,234$, siła związku niska, współzależność wprost proporcjonalna),
- aktywność antyoksydacyjna istotnie korelowała z długością fali wzbudzenia λ_w fluorescencji na poziomie od 345 do 450 nm,

- zawartość polifenoli ogółem istotnie korelowała z długością fali wzbudzenia λ_w fluorescencji na poziomie od 260 do 270 nm oraz od 420 do 450 nm,
- parametr barwy L^* istotnie korelował z długością fali wzbudzenia λ_w fluorescencji na poziomie od 415 do 450 nm,
- parametr barwy a^* istotnie korelował z długością fali wzbudzenia λ_w fluorescencji na poziomie od 395 do 450 nm (Zał. 38.).

2. Współzależności pomiędzy fluorescencją a oceną sensoryczną nut smakowych:

- nie zaobserwowano korelacji między smakiem słodkim, gorzki, metalicznym, perfumowanym, owocowym, korzennym, ziołowo-łąkowym, cierpkim, charakterystycznym dla odmiany oraz intensywnością smaku a długością fali wzbudzenia λ_w fluorescencji,
- smak wosku pszczelego istotnie korelował z długością fali wzbudzenia λ_w fluorescencji na poziomie od 210 do 230 nm oraz od 305 do 355 nm,
- smak kwiatowy istotnie korelował z długością fali wzbudzenia λ_w fluorescencji na poziomie od 315 do 450 nm,
- smak mdły istotnie korelował z długością fali wzbudzenia λ_w fluorescencji na poziomie od 270 do 450 nm (Zał. 39.).

3. Ocena sensoryczna - zapach:

- nie zaobserwowano korelacji między zapachem gorzkim, wosku pszczelego, kwiatowym, metalicznym, perfumowanym, owocowym, korzennym, ziołowo-łąkowym, cierpkim i charakterystycznym dla odmiany a długością fali wzbudzenia λ_w fluorescencji,
- zapach słodki istotnie korelował z długością fali wzbudzenia λ_w fluorescencji na poziomie od 235 do 350 nm oraz od 390 do 450 nm,
- intensywność zapachu istotnie korelował z długością fali wzbudzenia λ_w fluorescencji na poziomie od 325 do 340 nm (Zał. 40.).

4. Inne cechy jakości sensorycznej:

- nie zaobserwowano korelacji między gładkością oraz oceną ogólną a długością fali wzbudzenia λ_w fluorescencji,
- barwa istotnie korelował z długością fali wzbudzenia λ_w fluorescencji na poziomie 240 nm od 250 do 275 nm oraz od 400 do 450 nm,

- mętność istotnie korelował z długością fali wzbudzenia λ_w fluorescencji na poziomie od 200 do 225 nm oraz od 235 do 425 nm (Zał. 41.).

3.2. Identyfikacja odmian badanych miodów

3.2.1. Identyfikacja odmian miodów na podstawie parametrów fizykochemicznych

W kolejnej części analizy wyników badań podjęto próbę wykonania analizy dyskryminacyjnej w celu ustalenia, czy porównywane odmiany miodów różnią się poziomem cech fizykochemicznych, a w efekcie – w celu wyznaczenia modeli matematycznych, pozwalających na identyfikację odmian miodu. Po wykonaniu szeregu obliczeń oraz przyjęciu wielu modeli z uwzględnieniem fizykochemicznych parametrów jakości miodów wybrano te parametry, których oznaczenie nie jest czasochłonne oraz skomplikowane. Najbardziej skuteczny okazał się model skupiający pomiary poziomu elektrycznej przewodności właściwej, kwasowości oraz zawartości 5- HMF.

Analiza kanoniczna obejmowała obliczenie współczynników zmiennych kanonicznych oraz wartości średnich tych zmiennych (Tab. 17.)

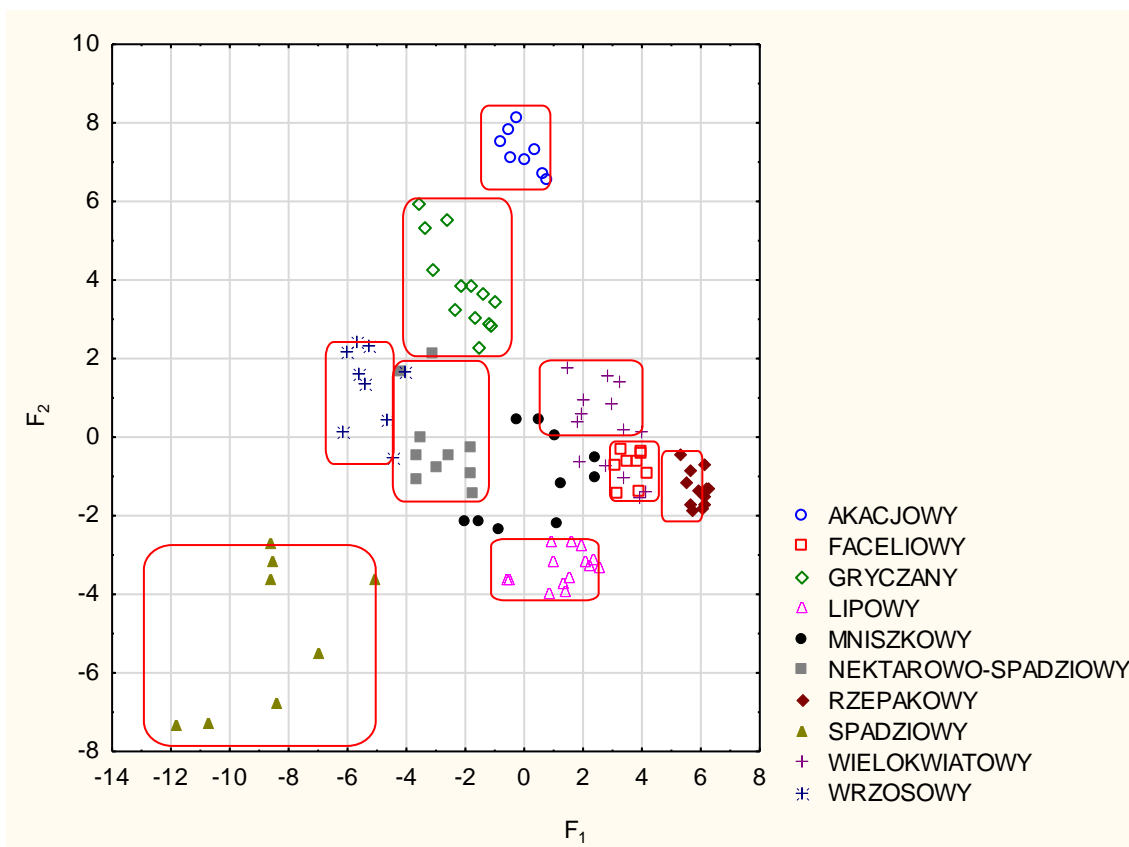
Tabela 17.

Analiza dyskryminacyjna miodów na podstawie przewodności elektrycznej, kwasowości i zawartości 5-HMF (średnie zmiennych kanonicznych)

MIÓD	F ₁	F ₂
AKACJOWY	-0,016	7,268
FACELIOWY	3,666	-0,758
GRYCZANY	-2,067	3,857
LIPOWY	1,331	-3,320
MNISZKOWY	0,416	-1,063
N KTAROWO-SPADZIOWY	-2,887	-0,172
RZEPAKOWY	5,872	-1,295
SPADZIOWY - IGŁA	-8,589	-5,000
WIEŁOKWIATOWY	2,846	0,185
WRZOSOWY	-5,264	1,290

Zródło: opracowanie własne.

Rezultaty obliczeń zaprezentowano na rysunku 16. Obrazuje on usytuowanie poszczególnych próbek miodu różnych odmian w układzie dwóch współrzędnych (zmiennych kanonicznych).



Rys. 16. Konfiguracja miodów różnych odmian wyznaczona poziomem przewodności elektrycznej, kwasowości i zawartości 5-HMF

Źródło: opracowanie własne.

Współczynniki zmiennych kanonicznych tworzą równania liniowych funkcji dyskryminacyjnych i przyjmują postać:

$$F_1 = 11,118 - 13,755 \times \text{przewodność elektryczna} - 0,925 \times \text{kwasowość ogólna} - 0,442 \times \text{5HMF}$$

$$F_2 = -1,345 - 7,942 \times \text{przewodność elektryczna} - 0,070 \times \text{kwasowość ogólna} + 0,632 \times \text{5HMF}$$

Powyższy model pozwala na identyfikację wszystkich dziesięciu odmian miodu (identyfikacja miodu mniszkowego może być utrudniona) z wykorzystaniem trzech parametrów fizykochemicznych: przewodności właściwej, kwasowości oraz zawartości 5-HMF. Należy w tym celu:

- obliczyć wartości obu funkcji F_1 i F_2 za pomocą przedstawionych wyżej równań, a następnie
- porównać ich wartości z wartościami zestawionymi w Tabeli 17., zawierającej wartości średnich zmiennych kanonicznych.

3.2.2. Identyfikacja odmian na podstawie parametrów jakości organoleptycznej

Ze względu na charakter danych oraz w celu uzyskania informacji dotyczących identyfikacji różnic botanicznych na podstawie przeprowadzonej oceny deskryptorów jakości organoleptycznej miodów, wykorzystano metodę analizy dyskryminacyjnej.

W pierwszym etapie wykonano analizę macierzy klasyfikacji (Tab. 18.), ukazującej odsetek poprawnie zakwalifikowanych próbek odpowiednich odmian.

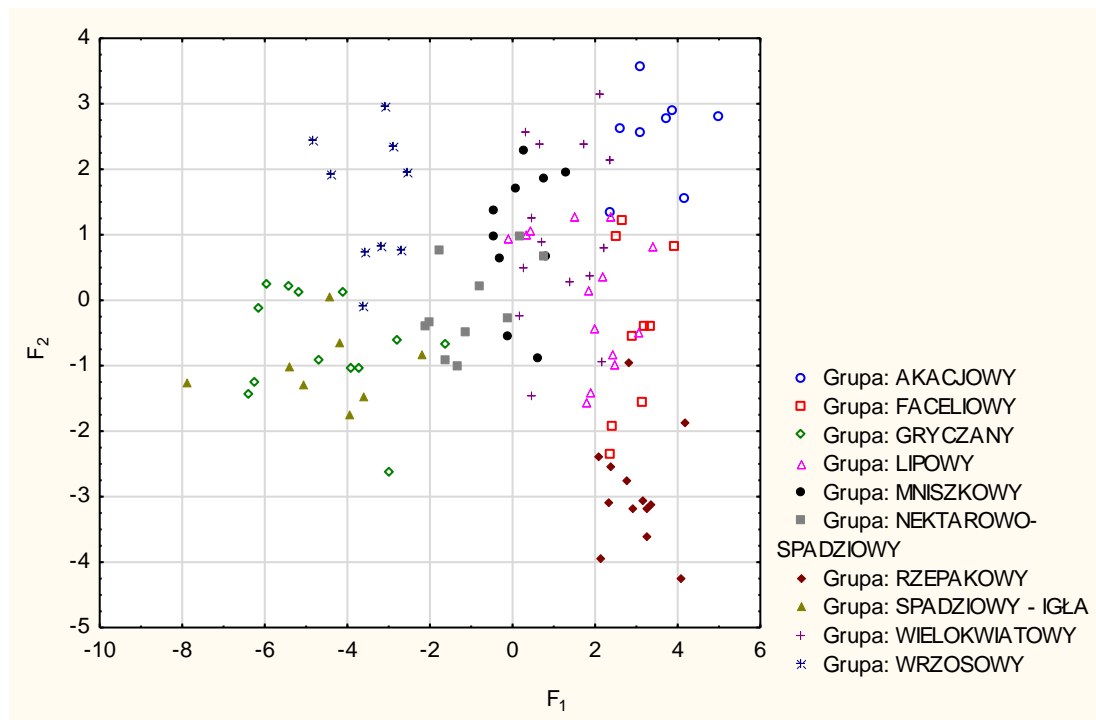
Tabela 18.

Macierz klasyfikacji odmian miodów na podstawie wyników oceny sensorycznej wszystkich cech organoleptycznych

MIÓD	% poprawnej klasyfikacji	akacjowy	faceliowy	gryczany	lipowy	mniszkowy	nektar - spadziowy	rzepakowy	spadziowy - igła	wielokwiatowy	wrzosowy
akacjowy	87,5	7	0	0	0	0	0	0	0	1	0
faceliowy	77,8	0	7	0	0	0	0	1	0	1	0
gryczany	92,3	0	0	12	0	0	0	0	1	0	0
lipowy	100,0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0
mniszkowy	80,0	0	0	0	1	8	0	0	0	1	0
nektarowo-spadziowy	80,0	0	0	0	0	1	8	0	0	1	0
rzepakowy	100,0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0
spadziowy - igła	100,0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0
wielokwiatowy	85,7	0	1	0	1	0	0	0	0	2	0
wrzosowy	100,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9

Zródło: opracowanie własne.

Na podstawie wyników oceny sensorycznej wszystkich cech organoleptycznych badanych miodów odmianowych uzyskano 100-procentową poprawną klasyfikację tylko czterech odmian miodów: lipowego, rzepakowego, spadziowego i wrzosowego. Częściowo potwierdza to usytuowanie punktów reprezentujących próbki tych odmian w układzie dwóch współrzędnych (Rys. 17.).



Rys. 17. Położenie odmian miodów w układzie dwóch współrzędnych, na podstawie wyników oceny sensorycznej wszystkich cech organoleptycznych

Źródło: opracowanie własne.

Szereg próbek pozostałych sześciu odmian zakwalifikowano błędnie:

- 1 próbka miodu akacjowego jako wielokwiatowy,
- 1 próbka miodu faceliowego jako rzepakowy, a kolejna jako wielokwiatowy,
- 1 próbka miodu gryczanego jako spadziowy,
- 1 próbka miodu mniszkowego jako lipowy, a kolejna – jako wielokwiatowy,
- 1 próbka miodu nektarowo-spadziowego jako lipowy, a kolejna – jako wielokwiatowy,
- 1 próbka miodu wielokwiatowego jako faceliowy, a kolejna – jako mniszkowy,

Wykonana analiza wskazuje na to, że rozróżnianie odmian miodów na tej podstawie jest niemożliwe.

3.2.3. Identyfikacja odmian na podstawie widm fluorescencyjnych

W kolejnym etapie wykonano analizę dyskryminacyjną, mającą potwierdzić hipotezę, że identyfikacja odmian miodów możliwa jest na podstawie widm fluorescencji. Sprawdzone więc, czy porównywane odmiany różnią się pod względem wartości średniej intensywności fluorescencji w zakresie całego pasma emisji albo w jego części przy $\Delta\lambda$ 100 nm. Następnie skonstruowano odpowiednie kanoniczne funkcje dyskryminacyjne.

Na podstawie przeprowadzonej analizy skonstruowanych macierzy klasyfikacji stwierdzono, że:

- wybór jakiegokolwiek modelu obejmującego tylko część pasma emisyjnego nie pozwala na uzyskanie 100-procentowej poprawnej klasyfikacji wszystkich próbek miodu,
- po wprowadzeniu do modelu wszystkich punktów pomiarowych pasma emisji uzyskano 100-procentową kwalifikację (Tab. 19.).

Tabela 19.

Macierz klasyfikacji odmian miodów przy $\Delta\lambda$ 100 nm w zakresie całego pasma emisyjnego

MIÓD	% poprawnej klasyfikacji	akacjowy	faceliowy	gryczany	lipowy	mniszkowy	nektar - spadziowy	rzepakowy	spadziowy - igła	wielokwiatowy	wrzosowy
akacjowy	100	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
faceliowy	100	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0
gryczany	100	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0
lipowy	100	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0
mniszkowy	100	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0
nektarowo-spadziowy	100	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0
rzepakowy	100	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0
spadziowy - igła	100	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0
wielokwiatowy	100	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0
wrzosowy	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8

Zródło: opracowanie własne.

Parametry pomiarów fali wzbudzenia miodów dla $\Delta\lambda = 100$ nm o różnym pochodzeniu botanicznym różniły się. Pozwoliło to na dyskryminację odmianową badanej populacji miodów, co potwierdzono statystycznie testem lambda Wilksa

($F=3,91$, $p=0,0000001$), przy założeniu wartości prawdopodobieństwa testowego $p \leq 0,05$. Oznacza to, że na podstawie pomiaru intensywności fluorescencji miodów dokonano ich identyfikacji botanicznej w przypadku 80,0% badanych próbek (identyfikacja miodu mniszkowego może być utrudniona, ponieważ leży w centrum układu współrzędnych i w pobliżu trzech innych odmian).

Analiza kanoniczna obejmowała obliczenie współczynników zmiennych kanonicznych oraz średnich ich wartości (Tab. 20.)

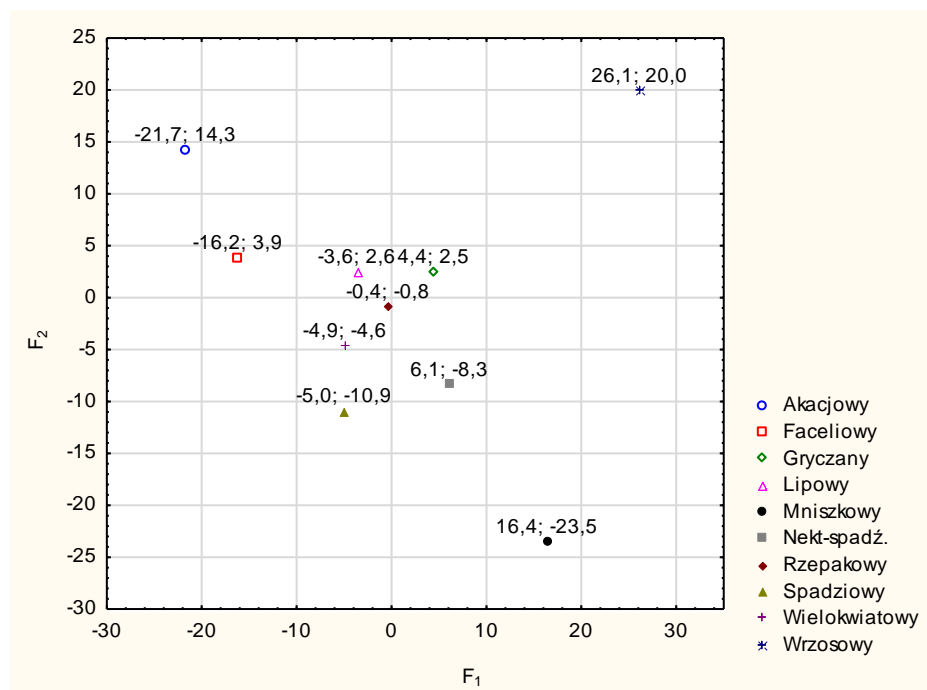
Tabela 20.

Analiza intensywności fluorescencji w całym paśmie emisji, przy $\Delta\lambda = 100$ nm –
średnie zmiennych kanonicznych

Zmienne kanoniczne	Odmiana miodu									
	Akacjowy	Faceliowy	Gryczany	Lipowy	Mniszkowy	Nektarowo-spadziowy	Rzepakowy	Spadziowy - igła	Wielo-kwiatowy	Wrzosowy
	Średnie zmiennych kanonicznych									
F_1	-21,71	-16,19	4,434	-3,644	16,38	6,091	-0,367	-4,99	-4,901	26,144
F_2	14,3	3,88	2,54	2,564	-23,47	-8,336	-0,778	-10,86	-4,607	19,975

Zródło: opracowanie własne.

Wykonana analiza kanoniczna pozwoliła na graficzną prezentację wyników obliczeń wartości średnich kanonicznych (Rys. 18.). Obrazuje ona położenie poszczególnych odmian miodu w układzie dwóch współrzędnych (zmiennych kanonicznych).



Rys. 18. Analiza intensywności fluorescencji miodów różnych odmian w całym paśmie emisji, przy $\Delta\lambda = 100$ nm – średnie zmiennych kanonicznych

Źródło: opracowanie własne.

W Tabeli 21. przedstawiono schemat pliku arkusza kalkulacyjnego, za pomocą którego można obliczyć wartości dwóch zmiennych kanonicznych – F_1 i F_2 .

Tabela 21.

Analiza intensywności fluorescencji miodów różnych odmian w całym paśmie emisji, przy $\Delta\lambda = 100$ nm – schemat obliczania wartości F_1 i F_2

Zmn1	Int.fluor	F ₁	Pierw 1*Int.fluor	F ₂	Pierw 2*Int.fluor
W.wolny	-	-3,664	-3,664	2,677	2,677
200,000 /80		-0,502		0,079	
205,000 /80		-0,717		-0,577	
210,000 /80		1,398		0,927	
215,000 /80		-1,146		-1,452	
220,000 /80		1,239		1,299	
225,000 /80		1,425		0,840	
230,000 /80		0,824		-0,461	
235,000 /80		-2,946		-2,929	
240,000 /80		-0,666		4,322	
245,000 /80		3,522		-1,546	
250,000 /80		-0,464		0,131	
255,000 /80		-1,920		-0,054	
260,000 /80		-0,696		-2,729	
265,000 /80		-2,201		2,347	
270,000 /80		1,950		1,718	
275,000 /80		0,763		-3,293	
280,000 /80		2,151		1,787	
285,000 /80		-1,074		0,707	

290,000 /80		0,056		-0,231	
295,000 /80		-3,589		-2,249	
300,000 /80		1,211		-0,335	
305,000 /80		2,889		3,227	
310,000 /80		-1,094		-1,092	
315,000 /80		-1,987		-2,966	
320,000 /80		-0,798		0,206	
325,000 /80		4,240		1,035	
330,000 /80		-0,729		4,727	
335,000 /80		-1,849		-3,363	
340,000 /80		1,717		-1,704	
345,000 /80		1,834		4,251	
350,000 /80		-3,414		-2,002	
355,000 /80		-4,152		-2,765	
360,000 /80		4,684		1,588	
365,000 /80		-0,456		0,161	
370,000 /80		6,187		3,346	
375,000 /80		-4,361		-5,826	
380,000 /80		-4,968		2,121	
385,000 /80		5,438		3,984	
390,000 /80		-2,449		-3,884	
395,000 /80		0,741		3,593	
400,000 /80		-5,072		-4,049	
405,000 /80		4,449		-0,149	
410,000 /80		2,754		2,695	
415,000 /80		-6,915		-0,923	
420,000 /80		2,698		-1,150	
425,000 /80		3,570		-0,825	
430,000 /80		-1,298		2,171	
435,000 /80		4,690		-4,005	
440,000 /80		-1,523		0,744	
445,000 /80		-8,798		-0,297	
450,000 /80		5,980		3,072	
			SUMA = D1		SUMA = D2

Źródło: opracowanie własne.

Za pomocą powyższego modelu można, więc dokonać identyfikacji wszystkich dziesięciu odmian miodu z wykorzystaniem widm fluorescencji dla $\Delta=100$ nm. Należy w tym celu:

- obliczyć wartości D1 i D2 według schematu przedstawionego w tabeli 21, a następnie
- porównać ich wartości z wartościami zastawionymi w Tabeli 20., zawierającej wartości średnich zmiennych kanonicznych.

W celu dążenia do uzyskania bardziej dokładnego modelu identyfikacji odmian, poniżej przedstawiono dwa modele mające na celu rozróżnienie trzech odmian miodów ciemnych oraz rozróżnienie siedmiu odmian miodów jasnych.

3.2.3.1. Rozróżnianie odmian miódów o ciemnej barwie

Kolejnym elementem pracy było rozróżnienie odmian ciemnej barwy, w tym celu wykonano analizę dyskryminacyjną jedynie dla miódów odmian ciemnej barwy. Na podstawie przeprowadzonej oceny dokonano weryfikacji, czy porównywane odmiany różnią się pod względem wartości średniej intensywności fluorescencji w zakresie całego pasma emisji albo w jego części, przy $\Delta\lambda$ 100 nm. Następnie skonstruowano kanoniczne funkcje dyskryminacyjne, rozdzielające badane odmiany.

W pierwszym etapie wykonano analizę macierzy klasyfikacji. Stwierdzono, że po wprowadzeniu do modelu wszystkich punktów pomiarowych pasma emisji uzyskano 100-procentową kwalifikację (Tab. 22.).

Tabela 22.

Macierz klasyfikacji miódów: gryczanego, ze spadzi iglastej i wrzosowego przy $\Delta\lambda=100$ nm, w zakresie całego pasma emisyjnego

	% poprawnej klasyfikacji	Gryczany	Spadziowy - igła	Wrzosowy
Gryczany	100,0	13	0	0
Spadziowy - igła	100,0	0	8	0
Wrzosowy	100,0	0	0	9

Zródło: opracowanie własne.

Analiza kanoniczna obejmowała obliczenie współczynników zmiennych kanonicznych oraz średnich ich wartości (Tab. 23)

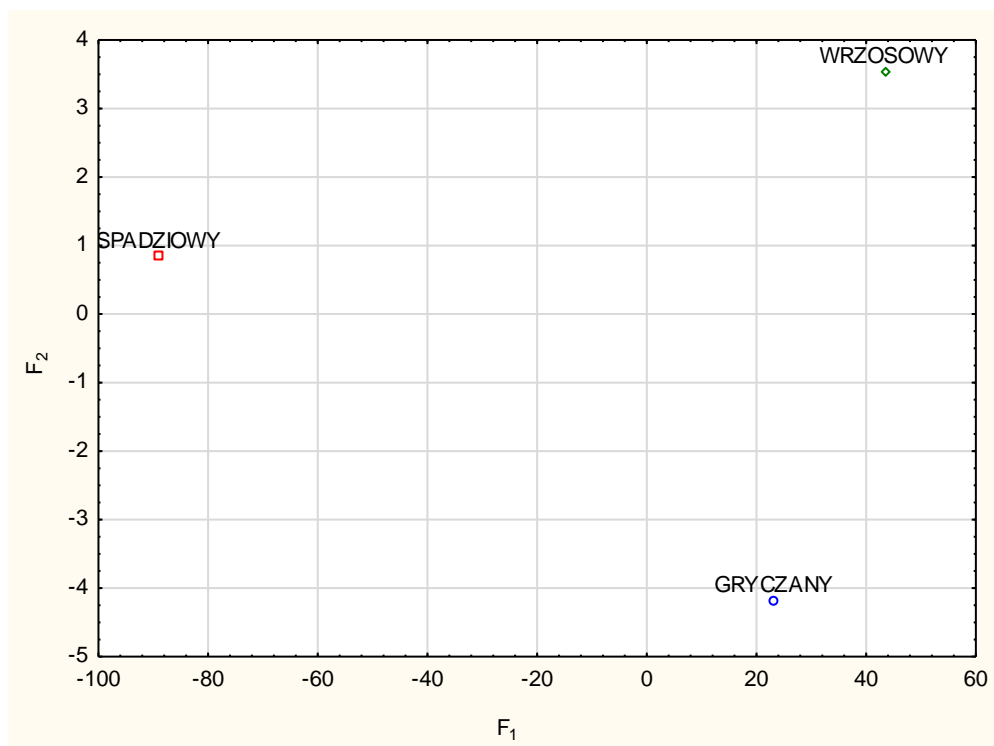
Tabela 23.

Analiza intensywności fluorescencji w całym paśmie emisji miódów: gryczanego, ze spadzi iglastej i wrzosowego, przy $\Delta\lambda=100$ nm – średnie zmiennych kanonicznych

Zmienne kanoniczne	Odmiana miodu		
	Gryczany	Spadziowy - igła	Wrzosowy
	średnie zmiennych kanonicznych		
F ₁	23,27	-88,90	43,40
F ₂	-4,18	0,85	3,55

Zródło: opracowanie własne.

Wykonana analiza kanoniczna pozwoliła na graficzną prezentację wyników obliczeń wartości średnich kanonicznych (Rys. 19.). Obrazuje ona położenie poszczególnych odmian miodu w układzie dwóch współrzędnych (zmiennych kanonicznych).



Rys. 19. Analiza intensywności fluorescencji w całym paśmie emisji, przy $\Delta\lambda = 100$ nm – średnie zmiennych kanonicznych

Źródło: opracowanie własne.

W Tabeli 24. przedstawiono schemat pliku arkusza kalkulacyjnego, za pomocą którego można obliczyć wartości dwóch zmiennych kanonicznych – F_1 i F_2 .

Tabela 24.

Analiza intensywności fluorescencji w całym paśmie emisji miodów: gryczanego, ze spadzi iglastej i wrzosowego, przy $\Delta\lambda = 100$ nm – schemat obliczania wartości F_1 i F_2

Zmn1	Int.fluor	F_1	Pierw 1*Int.fluor	F_2	Pierw 2*Int.fluor
W.wolny	-	10,493	10,493	-6,313	-6,313
200,000 /80		4,003		-0,540	
205,000 /80		-0,620		-1,240	
210,000 /80		-4,105		0,343	
215,000 /80		1,672		1,038	
220,000 /80		-11,603		1,873	
225,000 /80		5,373		0,473	
230,000 /80		13,489		0,664	
235,000 /80		-5,779		-6,708	
240,000 /80		10,521		5,384	
245,000 /80		-0,976		5,086	
250,000 /80		-14,604		-9,088	
255,000 /80		1,766		2,829	
260,000 /80		-11,186		0,615	
265,000 /80		-11,577		-2,683	
270,000 /80		16,565		2,538	
275,000 /80		0,000		0,000	
280,000 /80		0,000		0,000	

285,000 /80		0,000		0,000	
290,000 /80		0,000		0,000	
295,000 /80		0,000		0,000	
300,000 /80		0,000		0,000	
305,000 /80		0,000		0,000	
310,000 /80		0,000		0,000	
315,000 /80		0,000		0,000	
320,000 /80		0,000		0,000	
325,000 /80		0,000		0,000	
330,000 /80		0,000		0,000	
335,000 /80		0,000		0,000	
340,000 /80		0,000		0,000	
345,000 /80		0,000		0,000	
350,000 /80		0,000		0,000	
355,000 /80		0,000		0,000	
360,000 /80		0,000		0,000	
365,000 /80		0,000		0,000	
370,000 /80		0,000		0,000	
375,000 /80		0,000		0,000	
380,000 /80		0,000		0,000	
385,000 /80		0,000		0,000	
390,000 /80		0,000		0,000	
395,000 /80		0,000		0,000	
400,000 /80		0,000		0,000	
405,000 /80		0,000		0,000	
410,000 /80		0,000		0,000	
415,000 /80		0,000		0,000	
420,000 /80		0,000		0,000	
425,000 /80		0,000		0,000	
430,000 /80		0,000		0,000	
435,000 /80		0,000		0,000	
440,000 /80		0,000		0,000	
445,000 /80		0,000		0,000	
450,000 /80		0,000		0,000	
			SUMA = D1		SUMA = D2

Źródło: opracowanie własne.

Za pomocą powyższego modelu można, więc dokonać identyfikacji trzech odmian miodów ciemnych (gryczany, spadziowy iglasty oraz wrzosowy) z wykorzystaniem widm fluorescencji dla $\Delta\lambda = 100$ nm. Należy:

- obliczyć wartości D1 i D2 według schematu przedstawionego w Tabeli 23. a następnie
- porównać ich wartości z wartościami zastawionymi w Tabeli 24. zawierającej wartości średnich zmiennych kanonicznych.

3.2.3.2. Rozróżnianie odmian miodów o jasnej barwie

W celu uzyskania dokładniejszych informacji dotyczących różnic botanicznych oraz ich identyfikacji na podstawie widm fluorescencji, wykonano analizę dyskryminacyjną jedynie dla miodów odmian jasnej barwy (akacjowego, faceliowego, lipowego, mniszkowego, nektarowo-spadziowego, rzepakowego oraz wielokwiatowego). Na podstawie przeprowadzonej oceny dokonano weryfikacji, czy porównywane odmiany różnią się pod względem wartości średniej intensywności fluorescencji w zakresie całego pasma emisji albo w jego części przy $\Delta\lambda$ 100 nm. Następnie skonstruowano kanoniczne funkcje dyskryminacyjne, rozdzielające badane odmiany.

W pierwszym etapie wykonano analizę macierzy klasyfikacji, czyli odsetka poprawnie zakwalifikowanych próbek odpowiednich odmian (N=59). Na podstawie przeprowadzonej analizy stwierdzono, że po wprowadzeniu do modelu wszystkich punktów pomiarowych pasma emisji (N=51) uzyskano 100-procentową kwalifikację (Tab. 25.).

Tabela 25.

Macierz klasyfikacji odmian miodów jasnych przy $\Delta\lambda$ 100 nm w zakresie całego pasma emisyjnego

	% poprawnej klasyfikacji	akacjowy	faceliowy	lipowy	mniszkowy	nektar - spadziowy	rzepakowy	wielokwiatowy
akacjowy	100	6	0	0	0	0	0	0
faceliowy	100	0	6	0	0	0	0	0
lipowy	100	0	0	12	0	0	0	0
mniszkowy	100	0	0	0	6	0	0	0
nektarowo-spadziowy	100	0	0	0	0	5	0	0
rzepakowy	100	0	0	0	0	0	10	0
wielokwiatowy	100	0	0	0	0	0	0	14

Źródło: opracowanie własne.

Analiza kanoniczna obejmowała obliczenie współczynników zmiennych kanonicznych oraz średnich ich wartości (Tab. 26.).

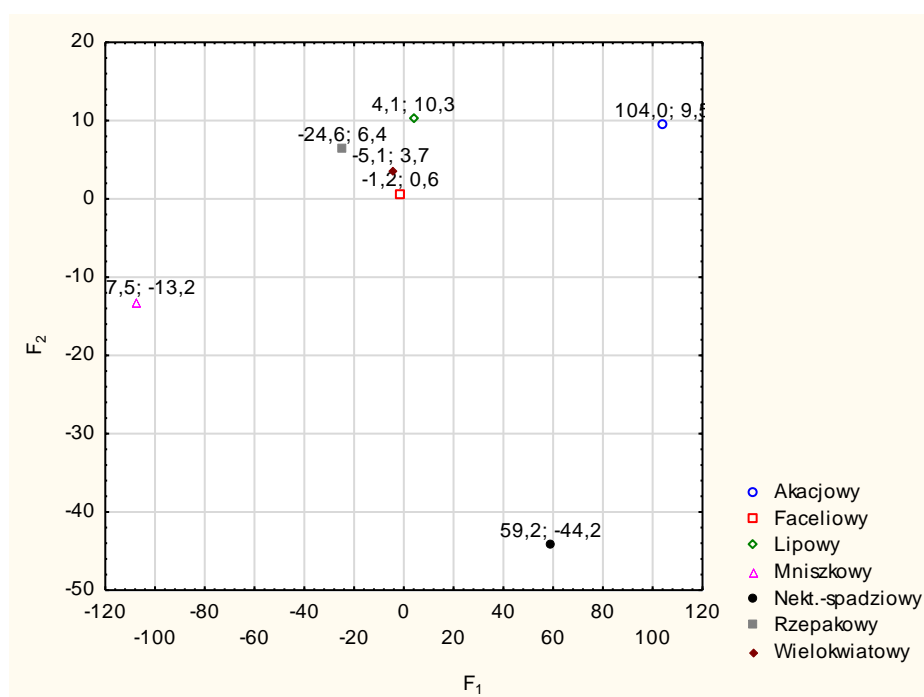
Tabela 26.

Analiza intensywności fluorescencji w całym paśmie emisji dla miodów jasnych,
przy $\Delta\lambda = 100$ nm – średnie zmiennych kanonicznych

Funkcje kanoniczne	Odmiana miodu						
	Akacjowy	Faceliowy	Lipowy	Mniszkowy	Nektarowo-spadziowy	Rzepakowy	Wielo-kwiatowy
	średnie zmiennych kanonicznych						
F ₁	104,02	-1,23	4,07	-107,54	59,23	-24,57	-5,06
F ₂	9,50	0,62	10,25	-13,19	-44,22	6,42	3,74

Źródło: opracowanie własne.

Przeprowadzona analiza kanoniczna pozwoliła na graficzną prezentację wyników obliczeń wartości średnich kanonicznych (Rys. 23.). Obrazuje ona położenie poszczególnych odmian miodu w układzie dwóch współrzędnych (zmiennych kanonicznych).



Rys. 20. Analiza intensywności fluorescencji w całym paśmie emisji dla miodów jasnych, przy $\Delta\lambda = 100$ nm – średnie zmiennych kanonicznych

Źródło: opracowanie własne.

W Tabeli 27. przedstawiono schemat pliku arkusza kalkulacyjnego za pomocą, którego można obliczyć wartości dóch zmiennych kanonicznych – F_1 i F_2 .

Tabela 27.

Analiza intensywności fluorescencji w całym paśmie emisji miodów jasnych,
przy $\Delta\lambda=100$ nm – schemat obliczania wartości F_1 i F_2

Zmn1	Int.fluor	F_1	$F_1*Int.fluor$	F_2	$F_2*Int.fluor$
W.wolny	-	-2,814	-2,814	8,853	8,853
200,000 /80		2,872		-1,369	
205,000 /80		-13,177		7,805	
210,000 /80		1,194		-2,459	
215,000 /80		-10,870		0,704	
220,000 /80		26,864		-8,354	
225,000 /80		4,636		0,163	
230,000 /80		26,708		-7,188	
235,000 /80		-66,885		14,513	
240,000 /80		20,486		2,785	
245,000 /80		31,074		-15,367	
250,000 /80		-0,204		2,068	
255,000 /80		-43,514		13,641	
260,000 /80		-13,229		2,251	
265,000 /80		10,954		2,180	
270,000 /80		46,301		-18,162	
275,000 /80		-0,539		-9,347	
280,000 /80		-36,959		26,416	
285,000 /80		-16,143		3,852	
290,000 /80		38,878		-14,204	
295,000 /80		-18,727		-7,135	
300,000 /80		-17,034		16,854	
305,000 /80		58,247		-16,091	
310,000 /80		-23,971		4,868	
315,000 /80		-66,554		15,067	
320,000 /80		29,286		-9,565	
325,000 /80		42,138		-10,343	
330,000 /80		-41,337		26,020	
335,000 /80		24,786		-16,173	
340,000 /80		5,346		-8,371	
345,000 /80		49,007		-10,233	
350,000 /80		-17,672		1,874	
355,000 /80		-92,583		34,568	
360,000 /80		11,233		-0,167	
365,000 /80		63,170		-31,941	
370,000 /80		53,278		-11,344	
375,000 /80		-149,801		38,256	
380,000 /80		40,641		2,884	
385,000 /80		117,776		-31,511	
390,000 /80		-88,532		16,035	
395,000 /80		-55,083		23,471	
400,000 /80		73,662		-26,904	
405,000 /80		46,833		-14,113	
410,000 /80		16,496		-8,488	
415,000 /80		-15,412		13,076	
420,000 /80		-88,413		5,267	
425,000 /80		-105,959		35,538	
430,000 /80		95,131		-6,116	

435,000 /80		46,733		-26,657	
440,000 /80		0,000		0,000	
445,000 /80		0,000		0,000	
450,000 /80		0,000		0,000	
			SUMA = D1		SUMA = D2

Zródło: opracowanie własne.

Za pomocą powyższego modelu można więc dokonać identyfikacji siedmiu odmian miodów jasnych: akacjowego, faceliowego, lipowego, mniszkowego, nekatarowospadziowego, rzepakowego oraz wielokwiatowego (rozdzielenie miodu faceliowego oraz wielokwiatowego może być utrudnione) z wykorzystaniem widm fluorescencji dla $\Delta\lambda=100$ nm. Należy:

- obliczyć wartości D1 i D2 według schematu przedstawionego w Tabeli 27. oraz
- porównać ich wartości z wartościami zastawionymi w Tabeli 26., zawierającej wartości średnich zmiennych kanonicznych.

3.2.4. Identyfikacja odmian miodu na podstawie parametrów fizykochemicznych, spektrometrii fluorescencyjnej oraz oceny sensorycznej

W kolejnej części podjęto próbę wykonania analizy dyskryminacyjnej w celu ustalenia, czy porównywane odmiany miodów różnią się poziomem zmiennych klasyfikujących:

- parametrów barwy L^* , a^* , b^* ,
- cech fizykochemicznych,
- cech sensorycznych ocenianych przez zespół oceniających,
- intensywnością fluorescencji przy $\Delta\lambda = 100$ nm,

a w efekcie wyznaczenia modeli matematycznych, pozwalających na identyfikację odmian miodu. Po wykonaniu szeregu obliczeń oraz przyjęciu wielu modeli z uwzględnieniem wszystkich omawianych w pracy parametrów jakości miodów, wybrano te, których oznaczenie nie jest czasochłonne oraz skomplikowane.

Najbardziej skuteczny okazał się model skupiający pomiary poziomu aż 16 parametrów takich, jak:

- wybranych parametrów barwy (L^* , b^*),
- wybranych cech fizykochemicznych (przewodność właściwa elektryczna, zawartość sacharozy, cukrów redukujących, kwasowość, zawartość 5-HMF, wartość liczby diastazowej, aktywności antyoksydacyjnej oznaczonej za pomocą testu z rodnikiem DPPH* oraz zawartości związków fenolowych ogółem),

- wybranych cech sensorycznych ocenianych przez zespół oceniających (przezroczystość, intensywność zapachu, intensywność smaku, barwa, zapach oraz smak charakterystyczny dla odmiany),
- wybranych fragmentów fali wzbudzenia $\Delta\lambda_w$ (obszary: 260-300 nm oraz 340-370 nm) widm fluorescencji dla $\Delta\lambda = 100$ nm.

W pierwszym etapie wykonano analizę macierzy klasyfikacji. Na jej podstawie stwierdzono, że:

- wybór modelu obejmującego tylko część pasma emisyjnego w wybranych fragmentach fali wzbudzenia $\Delta\lambda_w$ (obszary: 260-300 nm oraz 340-370 nm) dla maksimum poziomu intensywności fluorescencji przy $\Delta\lambda = 100$ nm, pozwala na uzyskanie 100-procentowej poprawnej klasyfikacji wszystkich próbek miodu (N=77) (liczba próbek jest mniejsza, ze względu na odrzucenie tych odbiegających statystycznie od matematycznego ideału dla danej odmiany) (Tab. 28.),
- po wprowadzeniu do modelu wszystkich punktów pomiarowych fali wzbudzenia $\Delta\lambda_w$ (N=51) niemożliwe było wykonanie kwalifikacji.

Tabela 28.

Macierz klasyfikacji odmian miodów przy $\Delta\lambda$ 100 nm w zakresie pasma wzbudzenia 260-300 nm i 640-370 nm

	% poprawnej klasyfikacji	akacjowy p=0,06579	faceliowy p=,07895	gryczany p=,07895	lipowy p=,15789	mniszkowy p=,07895	nektar -spadziowy p=,06579	rzepakowy p=,13158	spadziowy – igła p=,05263	wielokwiatowy p=,18421	wrzosowy p=,10526
akacjowy	100	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
faceliowy	100	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0
gryczany	100	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0
lipowy	100	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0
mniszkowy	100	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0
nektarowo-spadziowy	100	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0
rzepakowy	100	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0
spadziowy - igła	100	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0
wielokwiatowy	100	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0
wrzosowy	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8

Zródło: opracowanie własne.

Analiza kanoniczna obejmowała obliczenie współczynników zmiennych kanonicznych oraz średnich ich wartości (Tab. 29.).

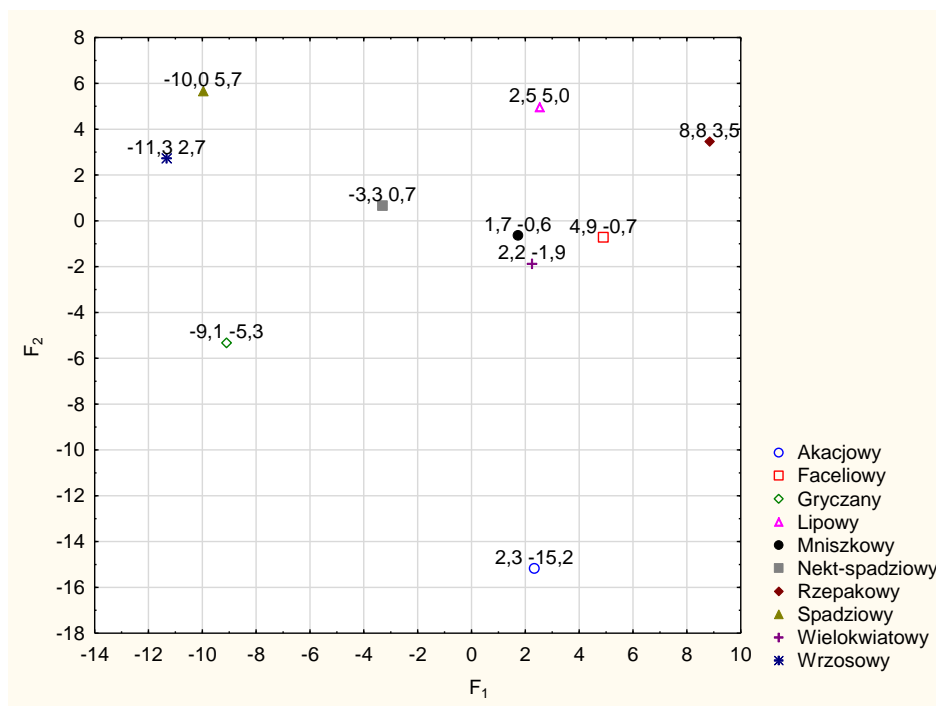
Tabela 29.

Długość fali wzbudzenia λ_w fluorescencji [nm] przy $\Delta\lambda$ 100 nm w zakresie pasma wzbudzenia 260-300 nm i 640-370 nm, wybranei parametry: fizykochemiczne, barwy L^* , a^* , b^* oraz sensoryczne próbek miodu - średnie zmiennych kanonicznych odmian miodów przy $\Delta\lambda$ 100 nm w zakresie pasma wzbudzenia 260-300 nm i 640-370 nm

Funkcje kanoniczne	Odmiana miodu									
	Akacjowy	Faceliowy	Gryczany	Lipowy	Mniszkowy	Nektarowo-spadziowy	Rzepakowy	Spadziowy - igła	Wielokwiatowy	Wrzosowy
	średnie zmiennych kanonicznych									
F ₁	2,335	4,898	-9,098	2,525	1,726	-3,312	8,844	-9,971	2,247	-11,324
F ₂	-15,169	-0,715	-5,325	4,969	-0,633	0,663	3,467	5,662	-1,873	2,732

Źródło: opracowanie własne.

Wykonana analiza kanoniczna pozwoliła na graficzną prezentację wyników obliczeń wartości średnich kanonicznych (Rys. 21.). Obrazuje ona położenie poszczególnych odmian miodu w układzie dwóch współrzędnych (zmiennych kanonicznych).



Rys. 21. Długość fali wzbudzenia λ_w fluorescencji [nm] przy $\Delta\lambda$ 100 nm w zakresie pasma wzbudzenia 260-300 nm i 640-370 nm, wybrane parametry: fizykochemiczne, barwy L^* , a^* , b^* oraz sensoryczne próbek miodu - średnie zmiennych kanonicznych odmian miodów przy $\Delta\lambda$ 100 nm w zakresie pasma wzbudzenia 260-300 nm i 640-370 nm

Źródło: opracowanie własne.

W Tabeli 30. przedstawiono schemat pliku arkusza kalkulacyjnego, za pomocą którego obliczono wartości dwóch zmiennych kanonicznych – F_1 i F_2 .

Tabela 30.

Długość fali wzbudzenia λ_w fluorescencji [nm] przy $\Delta\lambda$ 100 nm w zakresie pasma wzbudzenia 260-300 nm i 640-370 nm, wybrane i parametry: fizykochemiczne, barwy L^* , a^* , b^* oraz sensoryczne próbek miodu - schemat obliczania wartości F_1 i F_2 odmian miodów

Parametr	Zmnl	Int. fluor	F_1	F_1 *Int.fluor	F_2	F_2 *Int.fluor
	W.wolny	-	-0,771	-0,771	-8,691	-8,691
Barwy	L^*		0,035		-0,007	
	b^*		-0,094		0,032	
Fizykochemiczny	Przewodność elektryczna [mS/cm]		-12,571		12,76	
	Sacharoza [%]		0,764		-1,715	
	Cukry redukujące [%]		0,11		0,071	
	Kwasowość [mval/100g]		-0,758		-0,252	
	5-HMF [mg/kg]		-0,472		-0,737	
	Liczba diastazowa		-0,261		0,079	
	TP [GAE/100g]		-0,015		0,001	
	AA _{DPPH} [%]		0,001		0,01	
Długość fali wzbudzenia λ_w fluorescencji [nm]	260,000 /100		-0,268		-0,317	
	265,000 /100		-0,022		-0,173	
	270,000 /100		0,081		0,58	
	275,000 /100		0,644		0,392	
	280 /100		-0,376		-0,793	
	285,000 /100		-0,469		0,157	
	290,000 /100		0,376		0,045	
	340,000 /100		-0,506		-0,306	
	345,000 /100		0,783		0,76	
	350,000 /100		-0,298		-0,172	
	355,000 /100		-0,072		-0,613	
	360,000 /100		0,232		0,31	
370,000 /100		-0,186		0,059		
Oceny sensorycznej	Przezroczystość		-0,148		-0,151	
	Zapach - intensywność		0,758		-0,015	
	Smak - intensywność		-0,195		0,135	
	Barwa		1,458		0,521	
	Zapach charakterystyczny dla odmiany		-0,3		-0,707	
	Smak charakterystyczny dla odmiany		-0,045		1,426	
				SUMA=D1		SUMA=D2

Źródło: opracowanie własne.

Za pomocą powyższego modelu można więc dokonać identyfikacji siedmiu odmian miodu (rozdzielenie miodu: faceliowego, mniszkowego i wielokwiatowego będzie problematyczne) z wykorzystaniem:

- wybranych parametrów barwy (L^* , b^*),
- wybranych cech fizykochemicznych (przewodność właściwa elektryczna, zawartość sacharozy, cukrów redukujących, kwasowość, zawartość 5-HMF, wartość liczby diastazowej, aktywności antyoksydacyjnej oznaczonej za pomocą testu z rodnikiem DPPH* oraz zawartości związków fenolowych ogółem (TP),
- wybranych cech sensorycznych ocenianych przez zespół oceniających (przezroczystość, zapach – intensywność, smak – intensywność, barwa, zapach oraz smak charakterystyczny dla odmiany),

- wybranych fragmentów fali wzbudzenia $\Delta\lambda_w$ (obszary: 260-300 nm oraz 340-370 nm) widm fluorescencji dla $\Delta\lambda = 100$ nm.

Należy w tym celu:

- obliczyć wartości D_1 i D_2 według schematu przedstawionego w Tabeli 30.,
- porównać ich wartości z wartościami zastawionymi w Tabeli 29., zawierającej wartości średnich zmiennych kanonicznych.

Na podstawie analizy skonstruowanego wyżej modelu identyfikacji odmian miódów należy stwierdzić, że nie ma możliwości przeprowadzenia szybkiej oraz łatwej analizy różnicowania odmian miódów przy wykorzystaniu wszystkich wyróżników jakości branych pod uwagę w planie badań. Model ten może mieć charakter czysto teoretyczny.

W literaturze opublikowano wyniki wielu badań prowadzonych w zakresie oceny jakości miódów, a w szczególności ich odmianowej identyfikacji i klasyfikacji, co również zostało potwierdzone w niniejszej pracy [Popek, 1998; Hernanz i Heredia, 2004; Bogdanov i Ruoff, 2004; Acquarone, Buera i Elizalde, 2007; Ruoff, 2007; Majewska i Kowalska, 2011; Sarmiento Silva i wsp., 2013; Majewska i wsp., 2017; Popek, Halagarda i Kursa, 2017; Sykut, Kowalik i Hus, 2018; Mădaş i wsp., 2019; Bodó i wsp., 2020; Tischer Seraglio i wsp., 2021].

Niemniej jednak wielokrotnie wyniki często skomplikowanych analiz, które w wielu przypadkach wymagających sprzętu, czasu oraz kosztów, nie pozwalają na niezawodne potwierdzenie lub zakwestionowanie autentyczności miodu. Wprowadzenie kombinacji metod polegających na pomiarach kilku lub kilkunastu właściwości fizykochemicznych miodu oraz analiz chemometrycznych mierzonych parametrów (np. analizy wielowymiarowej lub analizy dyskryminacyjnej) w celu zmniejszenia złożoności interpretacji zbiorów danych, a w efekcie wybrania kilku cech miodu, które mogą być charakterystyczne dla danej odmiany miodu lub świadczące o jego geograficznym pochodzeniu, nie są w dalszym ciągu stuprocentowo efektywne [Terrab i wsp., 2003; Yücel i Sultanoglu, 2013; Pita-Calvo, Guerra-Rodríguez i Vázquez, 2017; Popek, Halagarda i Kursa, 2017].

Analiza literatury wskazuje nieliczne prace, w wyniku których stworzono modele dające skuteczność identyfikacji cech – determinant jakości miódów odmianowych także na poziomie 70-80% [Terrab i wsp., 2003; Yücel i Sultanoglu, 2013; Pita-Calvo, Guerra-Rodríguez i Vázquez, 2017; Popek, Halagarda i Kursa, 2017]. Jednak w dalszym ciągu nie jest to poziom zadowalający, który umożliwiłby zastąpienie

wykorzystania szeregu badań do pełnego określenia odmian miodów na podstawie parametrów ich jakości.

Model zaproponowany przez Popka [2001] uwzględniał wyniki pomiarów przewodności właściwej w zestawieniu z innymi parametrami fizykochemicznymi. W efekcie powstał model zespolony, który w sposób pośredni pozwala na oszacowanie zawartości związków mineralnych, określonych jako zawartość popiołu ogółem.

Badania przeprowadzone przez Terrab i wsp. [2003] oraz Ojeda de Rodríguez i wsp. [2004], a także Serrano i wsp. [2004] pozwoliły na rozpoznanie jedynie niektórych miodów jednokwiatowych przy uwzględnieniu analiz chemometrycznych parametrów fizykochemicznych takich, jak zawartość: sacharydów, azotu, sacharozy, 5-hydroksymetylofurfuralu, popiołu, wody, kwasów aromatycznych i aminokwasów, stężenia glukozy do fruktozy, poziom pH, kwasowości całkowitej i skręcalności właściwej.

W przypadku miodów pochodzenia krajowego Popek, Halagarda i Kursa [2017] opracowali model oceny parametrów fizykochemicznych i chemicznych o skuteczności na poziomie 98,61% potwierdzenia pochodzenia botanicznego miodów krajowych. Autorzy do budowy drzew decyzyjnych oraz regresyjnych wybrali takie parametry, jak: wodę, popiół ogółem, cukier redukujący, zawartość cukru ogółem i sacharozy, pH, kwasowość całkowitą roztworów, przewodność elektryczną właściwą, lepkość dynamiczną, liczbę diastatyczną, zawartość 5-HMF i proliny.

Rozdział IV. Podsumowanie i wnioski

Ocena jakości miódów oraz ich klasyfikacja odmianowa na podstawie wyników badań przeprowadzonych metodami instrumentalnymi oraz oceny konsumenckiej była przedmiotem badań wielu autorów. Zastosowanie wielokryterialnego modelu do oceny jakości miodu oraz jego klasyfikacji odmianowej jest uzasadnione wieloaspektowym charakterem oceny jakości miodu. Tym samym przeprowadzone badania wpisują się w nurt prowadzonych na świecie rozważań nad interdyscyplinarnym wymiarem oceny jakości żywności. Potwierdza to zasadność przeprowadzonych badań, których cel, dotyczący modelowania jakości miódów odmianowych, jest wciąż aktualny oraz uzasadniony.

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że wybrane wyróżniki fizykochemiczne, widma fluorescencji oraz wyróżniki sensoryczne mogą być podstawą opracowania wielokryterialnego modelu pozwalającego potwierdzić autentyczność odmian miódów – jednak nie w przypadku wszystkich odmian. Niniejsze stwierdzenie zostało poparte realizacją zadań badawczych oraz weryfikacją hipotez badawczych na podstawie kompleksowej oceny jakości krajowych miódów odmianowych, a w efekcie oceny ich autentyczności. Ocena ta dotyczyła określenia parametrów fizykochemicznych miódów takich, jak: barwa, aktywność przeciwutleniająca oraz zawartość polifenoli, liczba diastazowa, poziom: przewodności właściwej i wolnych kwasów, zawartości: wody, sacharozy, fruktozy i glukozy, 5-hydroksymetylofurfuralu.

W kolejnym etapie dokonano pomiaru fluorescencji ze swobodnej powierzchni płynnej próbki miodu oraz przedstawiono widma charakteryzujące dane odmiany. Przeszkolony zespół sensoryczny dokonał oceny sensorycznej jakości miódów odmianowych. Jego zadaniem była identyfikacja oraz zdefiniowanie determinant jakości oceny sensorycznej miódów odmianowych oraz określenie ich intensywności w celu sprawdzenia możliwości ich wykorzystania do identyfikacji pochodzenia botanicznego miódów wraz z oceną ogólną wrażeń nut smakowo-zapachowych. Każdy z etapów osobno oraz wszystkie równolegle został podsumowany poprzez określenie zależności statystycznych przy użyciu wielokryterialnej analizy pomiędzy właściwościami fizykochemicznymi, sensorycznymi oraz widm fluorescencji.

Tym samym przeprowadzone badania pozwoliły wysunąć następujące wnioski końcowe, stanowiące weryfikację postawionych hipotez:

1. Miody odmianowe charakteryzują się różnymi profilami fizykochemicznymi. Analiza wielowymiarowa pozwoliła na zidentyfikowanie parametrów, które najbardziej różnicują miody odmianowe. Tymi parametrami była: przewodność właściwa, kwasowość oraz zawartość 5-HMF. Tym samym stwierdzono, że istnieje możliwość wykorzystania parametrów fizykochemicznych do identyfikacji miódów odmianowych.
2. Wykorzystanie narzędzi statystycznych wskazało, że istnieją zależności pomiędzy odmianami miódów a charakteryzującymi je widmami fluorescencji. Zjawisko to może zostać wykorzystane do identyfikacji odmian miódów.
3. Skuteczne, tj. stuprocentowe wyselekcjonowanie sensorycznych determinant jakości miódów na podstawie statystycznych metod oraz narzędzi było możliwe tylko dla czterech odmian miódów: lipowego, rzepakowego, spadziowego i wrzosowego. Wykonana analiza wykazała, że rozróżnianie innych odmian miódów na tej podstawie było niemożliwe.
4. Na podstawie wielokryterialnych modeli wykazano, iż istnieje zależność między właściwościami fizykochemicznymi oraz sensorycznymi jakości miodu. Wykazano, że stworzone modele w najbardziej skuteczny sposób sprawdzają się do zastąpienia oznaczenia zawartości cukrów redukujących (na podstawie zmiennych: gładkość (ziarnistość), ocena ogólna, barwa, intensywność zapachu charakterystycznego dla odmiany) oraz liczby diastazowej (na podstawie zmiennych sensorycznych: barwa, mętność, intensywność zapachu). Wybrane parametry fizykochemiczne oraz cechy sensoryczne miódów naturalnych mogą zostać wykorzystane do grupowania miódów na podstawie pochodzenia botanicznego.
5. Analiza dyskryminacyjna – identyfikacja odmian miodu na podstawie parametrów fizykochemicznych, spektrometrii fluorescencyjnej oraz oceny sensorycznej wykazała, że można, dokonać identyfikacji siedmiu odmian miodu identyfikacja miodu: faceliowego, mniszkowego, wielokwiatowego będzie problematyczna ze względu na bliskość innych odmian.

Uzyskane wyniki badań pozwoliły na zweryfikowanie jakości krajowych miodów odmianowych, a wybrane determinanty stanowiły podstawę kompleksowej oceny ich jakości. W efekcie główny cel badawczy niniejszej pracy został osiągnięty. Przedstawiony w powyższej pracy model identyfikacji odmian miodów na podstawie badanych parametrów fizykochemicznych, pomiarów fluorescencji oraz oceny sensorycznej wykazał, że nie ma możliwości przeprowadzenia szybkiej, łatwej i skutecznej analizy różnicowania odmian miodów przy wykorzystaniu wszystkich wyróżników jakości branych pod uwagę w planie badań. Tym samym stwierdzono, że model ten może mieć charakter czysto teoretyczny.

Literatura

1. Acquarone C., Buera P., Elizalde B., 2007, Pattern of pH and electrical conductivity upon honey dilution as a complementary tool for discriminating geographical origin of honeys, *Food Chemistry*, 101, 2, 695-703.
2. Ajibola A., 2015, Novel Insights into the Health Importance of Natural Honey. *Malays J Med Sci*, 22, 7-22.
3. Al- Diab D., Jarkas B., 2015, Effect of storage and thermal treatment on the quality of some local brands of honey from Latakia markets, *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 3(3), 328-334.
4. Alvarez-Suarez J., Tulipani S., Romandini S., Bertoli E., Battino M., 2010, Contribution of honey in nutrition and human health: A review. *Mediterranean J. Nutr. Metabol.*, 3, 15-23.
5. Angowski M., Kijek T., Skrzypek A., 2019, Wpływ jakościowych determinant produktów mleczarskich na wybór dyskontów jako miejsca ich zakupu młodych nabywców, *ŻYWNOSĆ. Nauka. Technologia. Jakość*, 26, 2 (119), 152 -161.
6. Bakier S., 2008, *Badania właściwości reologicznych miodu w postaci skryształizowanej*, Wydawnictwo SGGW.
7. Bąkowska M., Janda K., 2018, Właściwości prozdrowotne wybranych miodów Pomeranian *J Life Sci.*, 64(3),147-151.
8. Baryłko-Pikielna N., 1983, Jakość żywności: badania krajowe – praktyka przemysłowa i oczekiwania społeczne. *Przemysł Spożywczy*, nr 3, 112-115.
9. Basista K., 2013, Właściwości biologiczne i prozdrowotne miodu oraz jego zastosowanie jako zdrowa żywność, *Gazeta Farmaceutyczna*, 1230-9923, Vol. 22, nr 3, 26-28.
10. Beckh G., Wessel P., Lullmann C., 2005, Contribution to yeasts and their metabolisms products as natural components of honey – part 3: Contents of ethanol and glycerol as quality parameters, *Dtsch. Lebensmitt. Rundsch.*, 101, 1-6.
11. Bertonecelj J., Doberšek U., Jamnik M., Golob T., 2007, Evaluation of the phenolic content, antioxidant activity and colour of Slovenian honey, *Food Chem.*, 105, 822-828. CIE Draft Standard, 014-4.3/E:2007. Colorimetry – Part 4: CIE 1976 L* a* b* colour space.

12. Bielawa A., 2011, Postrzeganie i rozumienie jakości – przegląd definicji jakości, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, Studia i Prace Wydziału Nauk Ekonomicznych i Zarządzania, 21, 143-152.
13. Bodó A., Radványi L., Kőszegi T., Csepregi R., Nagya D.U., Ágnes F., Kocsis M., 2020, Melissopalynology, antioxidant activity and multielement analysis of two types of early spring honeys from Hungary, Food Bioscience, 35, 100587.
14. Boffo E.F., Tavares L.A., Tobias A.C.T., Ferreira M.M.C., Ferreira A.G., 2012, Identification of components of Brazilian honey by ¹H NMR and classification of its botanical origin by chemometric methods, LWT, Food Sci Technol, 49(1), 55-63.
15. Bogdanov S., Ruoff K., Oddo L.P., 2004, Physico-chemical methods for the characterisation of unifloral honeys: a review, Apidologie 35 (Suppl. 1), 4-17.
16. Bogdanov S., Gallmann P., 2008, Authenticity of honey and other bee products: State of the art., Agroscope Liebefeld-Posieux, Swiss Federal Research Station for Animal Production and Dairy Products (ALP), Bern, ALP science, No 520.
17. Bogdanov S., 2011, Honey composition, Bee Product Science.
18. Bogdanov S., Jurendic, T., Sieber R., Gallmann P., 2008, Honey for nutrition and health: A review, JACN, 27, 677-689.
19. Borawska M. H., Piekut J., 2006, Wartość liczby diastazowej, potencjał antyoksydacyjny i zawartość polifenoli w miodach pszczelich z regionu Podlasia, mat. Nauk. Konf. Pszczel., Puławy, 214-215.
20. Braghini F., Biluca F. C., Ottequir F., Gonzaga V. L., da Silva M., Vitali L., Micke G. A., Costa A. C. O., Fetta R., 2020, Effect of different storage conditions on physicochemical and bioactive characteristics of thermally processed stingless bee honeys, LWT, 131, 10972.
21. Brudzynski K., Kim L., 2011, Storage – induced changes in active components of honey de-regulate its antibacterial activity, Food Chem., 126, 1153-1163.
22. Cabanero A.I., Recio J.L., Ruperez M., 2006, Liquid chromatography coupled to isotope ratio mass spectrometry: A new perspective on honey adulteration detection, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 54, 9719-9727.
23. Cazor A., Deborde C., Moing A., Rolin D., This H, 2006, Sucrose, glucose, and fructose extraction in aqueous carrot root extracts prepared at different

- temperatures by means of direct NMR measurements, *J. Agric Food Chem* 54(13), 4681-4686.
24. Codex Standard for Honey, European Regional Standard CXS-12-1981, Codex Alimentarius, International Food Standards, Rev. 1. 1987, Rev. 2 2001. FAO, WHO, 2019 (www.fao.org/input/download/standards/310/cxs_012e.pdf., 02.2021).
 25. Consonni R., Cagliani L.R., Cogliati C., 2012, NMR characterization of saccharides in Italian honeys of different floral sources, *J. Agric Food, Chem* 60(18), 4526-4534.
 26. Cortez P., Cerdeira A., Almeida F., Matos T., Reis J., 2009, Modeling wine preferences by data mining from physicochemical properties, *Decision Support Systems*, 47, 4, 547-553.
 27. Czapski J., Tyma P., 1996, Metody wykrywania zafałszowań przetworów owocowych, *Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny*, 10, 22-25.
 28. Czerwińska D., 2009, Miodowy miesiąc, *Przegląd Gastronomiczny*, 12, 6-7.
 29. Da Silva P.M., Gauche C., Gonzaga L.V., Costa A.C.O., 2016, Honey: Chemical composition, stability and authenticity, *Food Chem*, 196, 309-323.
 30. Da Silva P.M., Gonzaga L. V., Biluca F.C, Schulz M., Vitali L., Mücke G. A., Costa A. C. O., Fetta R., 2020, Stability of Brazilian *Apis mellifera* L. honey during prolonged storage: Physicochemical parameters and bioactive compounds, *LWT*, 129, 109521.
 31. Dağ B., Sirali S., Tarakçı Z., 2017, Investigation of some properties of chestnut honey produced in black sea region of Turkey, *Batman University Journal of Life Sciences*, Volume 7, Issue 2/2, 118-123.
 32. Dmowski P., 2019, Wielowymiarowe modelowanie jakości herbaty czarnej, Uniwersytet Morski w Gdyni, Gdynia.
 33. Doba K., Cieślak M., Zmudziński W., 2020, Ocena zawartości wybranych makro- i mikroelementów w miodach komercyjnych oraz w miodach pochodzących bezpośrednio z pasieki, *ŻYWNOSĆ. Nauka. Technologia. Jakość.*, 27, 4 (125), 78 -89.
 34. Donarski J.A., Roberts D.P.T., Charlton A.J., 2010, Quantitative NMR spectroscopy for the rapid measurement of methylglyoxal in manuka honey, *Anal Methods*, 2(10), 1479-1483.

35. Dramićanin T., Lenhardt Ackovic L., Zekovic I., Dramicanin M.D., 2018, Detection of Adulterated Honey by Fluorescence Excitation-Emission Matrices. *J. Spectrosc*, ID 8395212.
36. Drivelos S. A., Danezis G. P. Halagarda M., Popek S., Georgiou C. A., 2021, Geographical origin and botanical type honey authentication through elemental metabolomics via chemometrics, *Food Chemistry*, Volume 338, 127936.
37. Drozd R., 2020, Model funkcjonalny wpływu czynników na jakość produktu w branży piekarniczej, *Aparatura Badawcza i Dydaktyczna*, 25, 3, 165-180.
38. Dubiako G., Nowak A., Klimowicz A., 2018, Wybrane właściwości miodu szczególnie przydatne w kosmetologii, *Borgis - Postępy Fitoterapii*, 1, 58-64.
39. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/63/UE z dnia 15 maja 2014 r. Zmieniająca Dyrektywę Rady 2001/110/WE odnoszącą się do miodu (Council Directive 2014/63/EC).
40. Dżugan M., Grabek-Lejko D., Swacha S., Tomczyk M., Bednarska S., Kapusta I., 2020, Physicochemical quality parameters, antibacterial properties and cellular antioxidant activity of Polish buckwheat honey, *Food Bioscience*, Volume 34, April, 1005382.
41. Dżugan M., Kisała J., 2011, Application of the Photochem system in agricultural investigations. In: Puchalski C, Bartosz G (eds) *Modern methods in analysis of agricultural raw materials*. University of Rzeszow Publishing Office, Rzeszów, 193-203.
42. Dżugan M., Ruszel A., Tomczyk M., 2018, Jakość miodów importowanych dostępnych na rynku podkarpackim, *ŻYWNOSĆ. Nauka. Technologia. Jakość*, 25, 4 (117), 127-139.
43. Dżugan, M.; Tomczyk, M.; Sowa, P.; Grabek-Lejko, D., 2018, Antioxidant activity as biomarker of honey variety, *Molecules*, 23, 2069.
44. Dżugan M., Tomczyk M., Sowa P., Grabek-Lejko D., 2018, Antioxidant activity as biomarker of honey variety. *Molecules*, 23, #2069.
45. Elflein L., Raezke K.P., 2008, Improved detection of honey adulteration by measuring differences between ¹³C/¹²C stable carbon isotope ratios of protein and sugar compounds with a combination of elemental analyzer - isotope ratio mass spectrometry and liquid chromatography – isotope ratio mass spectrometry ($\delta^{13}\text{C}$ -EA/LC-IRMS), *Apidologie*, 39, 574-587.

46. Erejuwa O.O., Sulaiman S.A., A. Wahab M.S., 2012, Honey: a novel antioxidant. *Molecules*, 17(4), 4400-4423.
47. Escriche I., Sobrino-Gregorio L., Conchado A., Juan-Borrás M., 2017, Volatile profile in the accurate labelling of monofloral honey. The case of lavender and thyme honey, *Food Chemistry*, 226, 61-68.
48. Escuredo O., Rodríguez-Flores M.S., Rojo-Martínez S., Seijo M. C., 2019, Contribution to the Chromatic Characterization of Unifloral Honeys from Galicia (NW Spain), *Foods*, 8, 233, 1 (doi:10.3390/foods8070233).
49. Etzold, E.; Lichtenberg-Kraag, B, 2007, Determination of the botanical origin of honey by Fourier-transformed infrared spectroscopy: An approach for routine analysis. *Eur. Food Res. Technol.*, 227, 579-586.
50. Faegri K., Iversen J., 1978, *Podręcznik analizy pyłkowej*, Wydawnictwo Geologiczne, Warszawa.
51. Fakhlaei R., Selamat J., Khatib A., Faizal A., Razis A., Sukor R., Ahmad S., Babadi A. A., 2020, The Toxic Impact of Honey Adulteration: A Review, *Foods*, 9, 1538.
52. Fraś J., 2000, *Zarządzanie jakością w instytucjach gospodarczych*, uniwersytet Szczeciński, Szczecin.
53. Garo T., Tian Y., Zhu Z., Sun D., 2020, Modelling, responses and applications of time-temperature indicators (TTIs) in monitoring fresh food quality, *Trends in Food Science & Technology*, 99, 311-322.
54. Gawęcki J., Baryłko-Pikielna N. (Red.), 2007, *Zmysły a jakość żywności i żywienia*. Wydawnictwo Akademii Rolniczej im. A. Cieszkowskiego w Poznaniu, Poznań.
55. Gębala S., 2009, Measurements of solution fluorescence—a new concept. *Opt. Appl.*, 39, 391-399.
56. Gębala S., Przybyłowski P., 2010, Sposób Identyfikacji Odmian Miodu, Polska Patent nr 214784, 15 March 2010.
57. Gębala S., 2003, *Studia nad wykorzystaniem widm fluorescencyjnych do identyfikacji odmian miodów*, praca dyplomowa, Gdynia.
58. Gerginova, D., Simova, S., Popova, M., Stefova, M., Stanoeva, J.P., Bankova V., 2020, NMR Profiling of North Macedonian and Bulgarian Honeys for Detection of Botanical and Geographical Origin, *Molecules*, 25, 4687. <https://doi.org/10.3390/molecules25204687>.

59. Giemza M., 2004, Badanie preferencji konsumenckich cech jakościowych miodów naturalnych, *Zeszyty Naukowe/Akademia Ekonomiczna w Krakowie*, nr 653, 13-27.
60. Giemza M.A., 1999, Znaczenie barwy w ocenie jakości produktów na przykładzie miodów odmianowych, Praca doktorska, Akademia Ekonomiczna, Kraków.
61. Giusti A.M., Bignetti E., Canella C., 2008, Exploring new frontiers in total food quality definition and assessment: from chemical to neurochemical properties, *Food and Bioprocess Technology*, 1, 13-142.
62. Glory-Cuevas L.F., 2007, A review of volatile analytical methods for determining the botanical origin of honey, *Food Chemistry*, Volume 103, 3, 1032-1043.
63. Godlewska M., Świsłocka R., 2015, Fizykochemiczne i przeciwdrobnoustrojowe właściwości miodów z rejonu Podlasia, *Kosmos Problemy Nauk Biologicznych*, 2, 347-352.
64. Gomes S., Dias L.G., Moreira L.L., Rodrigues P., Estevinho L., 2010, Physicochemical, microbiological and antimicrobial properties of commercial honeys from, Portugal. *Food Chem Toxicol*, 48(2), 544-548.
65. Gómez Báñez J.A.G., Garcia-Villanova R.J., Elvira Garcia S., Rivas Palá T., Gonzáles Paramás A.M., Sánchez J., 2000, Geographical discrimination of honey through the employment of sugar patterns and common chemical quality parameters. *European Food Research Technology*, 210, 437-444.
66. Grębowiec M., 2015, Wpływ czynników warunkujących jakość na podejmowanie decyzji nabywczych na przykładzie produktów mięsnych, *Stowarzyszenie Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu, Roczniki Naukowe*, tom XVII, Zeszyt 4, 86-91.
67. Grembecka M, Hendożko E, Szefer P., 2007, Zawartość żelaza i magnezu w wybranych gatunkach miodów pszczelich. *Bromat Chem Toksykol*, 40(4), 325-328.
68. Grzybowska-Brzezińska M., 2018, Preferencje konsumentów wobec atrybutów produktów żywnościowych, 3(374), 184-196.
69. Guler A, Bakan A, Nisbet C, Yavuz O., 2007, Determination of important biochemical properties of honey to discriminate pure and adulterated honey with sucrose (*Saccharum officinarum* L.) syrup, *Food Chem* 105(3), 1119-1125.

70. Hajduk M. T., Zalega T., 2013, Zachowania prosumpcyjne polskich konsumentów na rynku produktów żywnościowych, *Zarządzanie innowacyjne w gospodarce i biznesie*, 2 (17), 41-62.
71. Halagarda M., Groth S., Popek S., Rohn S., Pedan V., 2020, Antioxidant Activity and Phenolic Profile of Selected Organic and Conventional Honeys from Poland, *Antioxidants*, 9(1), 44. <https://doi.org/10.3390/antiox9010044>.
72. Hanrahan G., 2010, Computational neural networks driving complex analytical problem solving, *Anal Chem*, 82(11), 4307-4313.
73. Haouam L., Dailly H., Bruneau E., Tahar A., 2019, The quality of honeys influenced by the traditional heating method, *J. Microbiol. Biotechnol. Food Sci.*, 8, nr 6, 1276.
74. Harasim E., Kwiatkowskiego C. A., 2020, Pszczelarstwo jako istotna oferta obszarów wiejskich, [w:] *Wybrane oferty obszarów wiejskich oraz zrównoważonego rolnictwa i ogrodnictwa*, Instytutu Naukowo-Wydawniczego „Spatium”, Radom.
75. Haska A., Martyniuk E., 2019, Wybrane metody wyróżniania produktów spożywczych na rynku, *ŻYWNOŚĆ. Nauka. Technologia. Jakość*, 26, 2 (119), 18-31.
76. Hernanz D., Heredia F. J., 2004, Characterisation of Spanish thyme honeys by their physicochemical, *Food Chemistry*, 88, 4, 537-542.
77. Hołderna-Kędzia E., Kędzia B., 2008, *Miód. Skład i właściwości biologiczne.*, Przedsiębiorstwo Wydawnicze Rzeczpospolita SA, Warszawa.
78. Horubała A., 1991, Niektóre zagadnienia jakości żywności w Polsce, *Przemysł Spożywczy*, 8.
79. IFS IFS Food Standard oceny zgodności produktu i procesu produkcyjnego w zakresie bezpieczeństwa i jakości żywności, Wersja 7, październik 2020. [online] <https://www.ifs-certification.com/index.php/en/download-standards?item=4128&direct=1>, data pobrania: [20.07.2021].
80. Jaafar M., Othman M., Yaacob M., Talip B., Ilyas M., Ngajikin N., Fauzi N., 2020, A Review on Honey Adulteration and the Available Detection Approaches. *Int. J. Integr. Eng.*, 12, 125-131.
81. Jagiełło J., 2018, Bursztynowe źródło zdrowia - zastosowanie miodu we współczesnej medycynie, *Med. Rodz.*, 21(1), 64-69.

82. Jandrić Z., Frew R., Fernandez- Cedi L., Cannavan A., 2017, Badania nad rozróżnianiem miodu różnego pochodzenia kwiatowego i geograficznego z wykorzystaniem UPLC-QToF MS i wielowymiarowej analizy danych, *Kontr.*, 72, 189-197.
83. Jasicka-Misiak I., Kafarski P., 2011, chemiczne markery miodów odmianowych. *Wiadomości chemiczne*, 2011, 65, 9-10, 823-837.
84. Jasińska B., Tomaka K., Uram-Dudek A., Paradowska K., Fizykochemiczna analiza miodów z rejonu Podkarpacia, *Postępy Fitoterapii*, 4 (21), 219-227.
85. Jaworska D., Pruska A., 2012, Zastosowanie oceny konsumenckiej w opracowaniu nowych wyrobów spożywczych na przykładzie batonu typu musli, *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 570, 53-63.
86. Jeżewska-Zychowicz M., 2014, Uwarunkowania akceptacji konsumenckiej innowacyjnych produktów żywnościowych, *ŻYWNOSĆ. Nauka. Technologia. Jakość.*, 6(97), 5-17.
87. Karabagias I.K., Badeka A.V., Kontakos S., Karabournioti S., Kontominas M.G., 2014a, Botanical discrimination of Greek unifloral honeys with physico-chemical and chemometric analyses, *Food Chemistry*, 165, 181-190.
88. Karabagias I.K., Badeka A.V., Kontominas M.G., 2020, A decisive strategy for monofloral honey authentication using analysis of volatile compounds and pattern recognition techniques, *Microchemical Journal*, 152, 104263.
89. Karabagias I.K., Vavoura M.V., Nikolaou C., Badeka A.V., Kontakos S., Kontominas M.G., 2014b, Floral authentication of Greek unifloral honeys based on the combination of phenolic compounds, physicochemical parameters and chemometrics, *Food Research International*, 62, 753-760.
90. Karoui, R.; Dufour, E.; Bosset, J.-O.; De Baerdemaeker, J., 2007, The use of front face fluorescence spectroscopy to classify the botanical origin of honey samples produced in Switzerland. *Food Chem.*, 101, 314-323.
91. Kędzia B., Hołderna-Kędzia E., 2020, Apikosmetyka Miód propolis pyłek kwiatowy mlecze pszczele, jak pszczeli, wosk, Borgis.
92. Kędzierska-Matysek M., Florek M., Wolanciuk A., Skalecki P., Litwinczuk A., 2016, Characterisation of viscosity, colour, 5-hydroxymethylfurfural content and diastase activity in raw rape honey (*Brassica napus*) at different temperatures. *J Food Sci Technol Mysore* 53(4), 2092-2098.

93. Kędzierska-Matysek M., Litwińczuk Z., Koperska N., Barłowska J., 2013, Zawartość makro- i mikroelementów w miodach pszczelich z uwzględnieniem odmiany oraz kraju pochodzenia, *Nauka Przyroda Technologie*, Tom 7, Zeszyt 3, 31, 1-10.
94. Kędzierska-Matysek M., Wolanciuk A., Florek M., Skąlecki P., Litwińczuk A., 2017, Hydroxymethylfurfural content, diastase activity and colour of multifloral honeys in relation to origin and storage time, *Journal of Central European Agriculture*, 18 (3), 657-668.
95. Kelly J.D., Petisco C., Downey G., 2006, Potential of near infrared transreflectance spectroscopy to detect adulteration of Irish honey by beet invert syrup and high fructose corn syrup, *Journal of near infrared spectroscopy*, 14, 139-146.
96. Kerkvliet J.D., Meijer H.A.J., 2000, Adulteration of honey: relation between microscopic analysis and delta C-13 measurements, *Apidologie*, 31, 717-726.
97. Kiczorowski P., Szmigielski M., Andrejko D., Leszczyński N., 2020, Chemiczne konsekwencje pochodzenia i przechowywania miodu, *Przemysł Chemiczny*, T. 99, nr 12, 1770-1772.
98. Kijowski J., Kołożyn-Krajewska D., Sikora T., 2003, Jakość żywności i czynniki ją kształtujące [w:] *Zarządzanie jakością i bezpieczeństwem żywności. Integracja informatyzacja systemów*, red. J. Kijowski, T. Sikora, WNT, Warszawa.
99. Kołożyn – Krajewska D., Sikora T., 2010, *Zarządzanie bezpieczeństwem żywności. Teoria i praktyka*, C. H. Beck, Warszawa.
100. Kopała E., Kuźnicka E., Balcerak M., 2019, Survey of consumer preferences on the bee product market. Part 1. Honey, *Ann. Warsaw Univ. of Life Sci. – SGGW, Anim. Sci.*, 58 (2).
101. Kortensniemi M., Rosenvald S., Laaksonena O., Vanaga A., Ollikkac O., Vene K., Yanga B., 2018, Sensory and chemical profiles of Finnish honeys of different botanical origins and consumer preferences, *Food Chemistry*, 246, 351-359.
102. Kotłowski Z., 2003, Pożytki pszczele, *Pasieka 1*, (www.pasieka.pszczoly.pl, 02.2021)
103. Kowalska A., 2016, Problem fałszowania żywności w Polsce, Jakość i bezpieczeństwo żywności, *Problemy jakości*, wrzesień, 28-35.
104. Kowalska M., 2017, Postawy konsumentów wobec autentyczności produktów żywnościowych, *Problemy Jakości*, 49, 9, 34-42.

105. Kowalski S., Łukasiewicz M., 2018, Zafałszowania i autentyczność miodu – metody identyfikacji, *Wieś i Doradztwo – Pismo Małopolskiego Stowarzyszenia Doradctwa Rlniczego*, Wydanie Specjalne – Konferencja pt. Pszczołu ludziom, ludzi pszczołom, NR 1(95), 25-31.
106. Kowalski S., Łukasiewicz M., Bednarz Sz., Panuś M., 2012, Diastase Number Changes During Thermal and Microwave Processing of Honey, *Czech J. Food Sci.* Vol. 30, No. 1: 21-26.
107. Kowalski S., Łukasiewicz M., Berski W., 2013, Applicability of physic-chemical parameters of honey for identification of the botanical origin. *Acta Sci. Pol., Technol. Aliment.* 12(1), 51–59.
108. Krauze A., Krauze J., 1991, Changes in chemical composition of stored honeydew honeys, *Acta Alimentaria Polonica*, 2, 119-126.
109. Krauze S., 1975, *Zarys nauki o środkach Żywności*. PZWL, Wyd. II.
110. Kropf U., Korosec, M., Bertoncej J., Ogrinc N., Necemer M., Kump P., Golob T., 2010, Determination of the geographical origin of Slovenian black locust, lime and chestnut honey. *Food Chem.*, 121, 839-846.
111. Kukurova K., Karovicova J., Greif G., Kohajdova Z., Lehkozivova J., 2006, Determination of 5-hydroxymethylfurfural after Winkler and by the HPLC metod for authentication of honey. *Chem. Pap.*, 60(3), 186-191.
112. Kurska K., Popek S., 2011, Próba zastosowania oceny poziomu 5-HMF jako wskaźnika jakości miodu pszczelego typu spadziowego, *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu*, 196, 84-90.
113. Kuś P.M., Jerković I., Marijanović Z., Kranjac M., Tuberosod C. I. G., 2018, Unlocking *Phacelia tanacetifolia* Benth. honey characterization through melissopalynological analysis, color determination and volatiles chemical profiling, *Food Research International*, 106, 243-253.
114. Kuś P.M., van Ruth S., 2015, Discrimination of Polish unifloral honeys using overall PTR-MS and HPLC fingerprints combined with chemometrics, *LWT–Food Sci. Technol.*, 62, 69-75.
115. Laaroussi H., Bouddine T., Bakour M., Ousaaid D., Lyoussi B., 2020, Physicochemical Properties, Mineral Content, Antioxidant Activities, and Microbiological Quality of *Bupleurum spinosum* Gouan Honey from the Middle Atlas in Morocco, *Journal of Food Quality*, Hindawi, Article ID 7609454.

116. Lenhardt L., Bro R., Zekovic I., Dramicanin T., Dramicanin M.D., 2015, Fluorescence spectroscopy coupled with PARAFAC and PLS DA for characterization and classification of honey, *Food Chem.*, 175, 284-291.
117. Lenhardt L., Zekovic I., Dramicanin T., Dramicanin M.D., Bro R., 2014, Determination of the botanical origin of honey by front-face synchronous fluorescence spectroscopy, *Appl. Spectroscopy*, 68, 557-563.
118. Lipiński Z., Czajkowska K., 2012, Metody nowoczesnego wykrywania zafałszowań miodu syropami cukrowymi ze skrobi, *Higiena żywności i pasz, Życie Weterynaryjne*, 87(5), 417-418.
119. Louveaux J., Maurizio A., Vorwohl G., 1978, Methods of melissopalynology. *Bee World*, 59(4), 139-157.
120. Łuczycka D., 2010, Właściwości dielektryczne wybranych odmian miodu, *Inżynieria Rolnicza*, 5(123), 137-142.
121. Łuczycka D., Pentoś K., The use of dielectric honey features for overheating diagnostics, 2019, *Acta Alimentaria*, 48, 1 28-36.
122. Łuczycka D., Pentoś K., Wysoczański T., 2016, The influence of crystallization and temperature on electrical parameters of honey, *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 586, 59-68.
123. Luna R., Matrias-Guiu P., López F., Pérez-Corraeac J. R., 2019, Quality aroma improvement of Muscat wine spirits: A new approach using first-principles model-based design and multi-objective dynamic optimisation through multi-variable analysis techniques, *Food and Bioproducts Processing*, Volume 115, 208-222.
124. Mădaş N.M., Mărghitaş L.A., Dezmirean, D.S., Bonta, V., Bobiș, O., Fauconnier, M.-L., Francis F., Haubruge E., Nguyen K.B., 2019, Volatile Profile and Physico-Chemical Analysis of Acacia Honey for Geographical Origin and Nutritional Value Determination. *Foods*, 8, 445. <https://doi.org/10.3390/foods8100445>.
125. Majewska E., 2013, Studia nad wykorzystaniem wybranych parametrów fizykochemicznych i związków lotnych do określania autentyczności polskich miodów odmianowych. Wydawnictwo SGGW, Warszawa.
126. Majewska E., Delmanowicz A., 2007, Profile związków lotnych wybranych miodów pszczelich, *ŻYWNOSĆ. Nauka. Technologia. Jakość.*, 5,540, 247 259).

127. Majewska E., Drużyńska B., Derewiaka D., Ciecierska M., Wołosiak R., 2015, Fizykochemiczne wyróżniki jakości wybranych miodów nektarowych, *Bromat. Chem. Toksykol.* – XLVIII, 3, 440-444.
128. Majewska E., Drużyńska B., Kowalska J., Wołosiak R., Ciecierska M., Derewiaka D., 2017, Zastosowanie metod fizykochemicznych i chemometrycznych do oceny jakości i autentyczności botanicznej miodów gryczanych, *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, nr 589, 59-68.
129. Majewska E., Kowalska J., 2011, Badanie korelacji pomiędzy przewodnością elektryczną i zawartością popiołu w wybranych miodach pszczelich, *Acta Agrophysica*, 17, 2(198), 369-376.
130. Majewska E., Kowalska J., Jeżewska A., 2010, Charakterystyka jakości miodów wielokwiatowych z różnych regionów Polski, *Bromat. Chem. Toksykol.* – XLIII, 3, 391-397.
131. Majewska E., Kowalska J., Owerko B., 2012, Fizyko-chemiczne parametry wybranych miodów gryczanych dostępnych na rynku polskim, *Bromat. Chem. Toksykol.* – XLV, 2012, 4, 1233–1238.
132. Major M., Niezgoda J., Popek S., 2014, Zastosowanie wybranych metod porządkowania liniowego do oceny jakości miodów, *Studia Ekonomiczne*, 203, 125-133.
133. Makała H., 2013, Falszowanie produktów spożywczych Zagrożenia związane z tym zjawiskiem i sposoby ich Identyfikacji przedstawione na przykładzie mięsa i produkowanych z niego wyrobów, *Postępy Nauki i Technologii Przemysłu Rolno-Spożywczego*, t. 68 nr 4.
134. Marcazzan G. L., Mucignat-Caretta C., Marchese M., Piana M. L., 2018, A review of methods for honey sensory analysis, *Journal of Apicultural Research*, Volume 57, 75-78.
135. Marshall M.R., Kim J., Wei Ch.-I., 2000, Enzymatic browning in fruits, vegetables and sea food, *FAO*, 1-38.
136. Marwicka J., Gałuszka R., Gałuszka G., Podolska A., Żurawska Ł., Niemyska K., 2014, Analiza właściwości miodu pszczelego i jego zastosowanie w dietetyce i kosmetologii, *Kosmetologia Estetyczna*, 2, vol. 3, 107-110.
137. Meda A., Euloga Lamiec Ch., Romito M., Millogo J., Nacoulma O., 2005, Determination of the total phenolic, flavonoid and proline contents in Burkina

- Fasan honey, as well as their radical scavenging activity, *Food Chemistry*, 91, 3, 571-577.
138. Min A. M., Chang Y. S., 2014, Traceability in a food supply chain: Safety and quality perspectives, *Food Control*, 39, 172-184. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.11.007>.
 139. Morais da Silva P. L., de Lima L. S., Kaminski Caetano Í., Reyes Torres Y., 2017, Comparative analysis of the volatile composition of honeys from Brazilian stingless bees by static headspace GC–MS, *Food Research International*, 102, 2017, 536-543.
 140. Mynarski S., 2003, *Analiza danych rynkowych i marketingowych z wykorzystaniem programu Statistica*, Wyd. AE, Kraków.
 141. Nasaba S. G., Yazd M. Marini F., Nescatelli R., Biancolillo A., 2020, Classification of honey applying high performance liquid chromatography, near-infrared spectroscopy and chemometrics, *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, 202, 104037.
 142. Neweli-Guz J., 2016, Uprawa roślin zielarskich w Polsce, *Roczniki Naukowe Stowarzyszenia Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu*, tom XVIII, Zeszyt 3, 268-274.
 143. Nicolson S.W., 2011, Bee food: the chemistry and nutritional value of nectar, pollen and mixtures of the two, *African Zoology*, Wol. 46, 2011, issue 2, 197-204.
 144. Niedźwiedzki, A., 2003, Miód kremowy – z czym się to je?, *Pasieka*, 3.
 145. Niemczas - Dobrowolska M., 2021, *Jakość i Bezpieczeństwo Żywności. Systemy, Postawy, Konsumenci*, Polskie Towarzystwo Technologów Żywności Wydawnictwo Naukowe PTTŻ.
 146. Nierzwicki W., 2010, *Jakość żywności*, Wyższa Szkoła Turystyki i Hotelarstwa w Gdańsku.
 147. Oberrisser W., 2009, *Miód propolis pyłek wosk*, Multico Oficyna Wydawnicza, Warszawa.
 148. Ojeda de Rodríguez G., Sulbarán de Ferrer B., Ferre A., Rodríguez B., 2004, Characterization of honey produced in Venezuela, *Food Chemistry*, 84 (4), 499-502.
 149. Parri E., Santinami G., Domenici V., 2020, Front-Face Fluorescence of Honey of Different Botanic Origin: A Case Study from Tuscany (Italy), *Applied Sciences*, 10(5):1776. <https://doi.org/10.3390/app10051776>

150. Pasiak I.N., Kiriakou I.K., Proestos Ch., 2017, HMF and diastase activity honeys: A fully validated approach and a chemometric analysis for identification of honey freshness and Adulteration., *Food Chem.*, 229, 425-431.
151. Pasini F., Gardini S., Marcazzan G.L., Caboni F.M., 2013, Buckwheat honeys: Screening of composition and properties. *Food Chem.* 141, 2802-2811.
152. Pentoś K., 2016, The methods of extracting the contribution of variables in artificial neural network models – Comparison of inherent instability, *Computers and Electronics in Agriculture* 127, 141-146.
153. Pentoś K., Łuczycka D., 2018, Dielectric properties of honey – the potential usability for quality assessment, *European Food Research and Technology*, 244, 873-880.
154. Pentoś K., Łuczycka D., Kapłon T., 2015, The identification of relationships between selected honey parameters by extracting the contribution of independent variables in a neural network model, *European Food Research and Technology*, 241, 793-801.
155. Pentoś K., Łuczycka D., Wróbel R., 2014, The identification of the relationship between chemical and electrical parameters of honeys using artificial neural networks, *Computers in Biology and Medicine*, 53, 1, 244-249.
156. Pereyra G. A., Burin L., Pilar Buera M., 1999, Color changes during storage of honeys in relation to their composition and initial color, *Food Res. Int.*, 32, 185-191.
157. Persano Oddo L., Piana L., Bogdanov S., Bentabol A., Gotsiu P., Kerkvliet J., et al., 2004, Botanical species giving unifloral honey in Europe, *Apidologie*, 35, 82-93.
158. Piekut J., 2011, Zastosowanie spektroskopii w bliskiej podczerwieni (NIR) do analizy wybranych parametrów jakościowych naturalnych miodów pszczelich, *Politechnika Białostocka, Zakład Chemii, Białystok*.
159. Piotraszewska-Pająk A., i Gliszczyńska – Świągło A., 2015, Directions of colour changes of nectar honeys depending on honey type and storage conditions, *Journals of Apicultural Science*, 59 (2), 51-61.
160. Piotrowska-Puchała A., 2018, Preferencje konsumentów, jakość i bezpieczeństwo nabywanej przez nich żywności, [w]: *Jakość i zarządzanie w agrobiznesie wybrane aspekty*, pod red. Czernyszewicz E., Kołodziej E, Uniwersytet Rolniczy im Hugona Kołłątaja w Krakowie, 84-93.

161. Pires J., Estevinho M.L., Feas X., Cantalapiedra J., Iglesias A., 2009, Pollen spectrum and physico-chemical attributes of heather (*Erica* sp.) honeys of north Portugal. *J Sci Food Agric* 89 (11), 1862-1870.
162. Pita-Calvo C., Guerra-Rodríguez M.E., Vázquez M., 2017, Analytical methods used in the quality control of honey, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 65 (4), 690-703
163. PN-88 A-77626. Miód pszczeli, 1988.
164. PN-EN ISO 9000:2015-10 Systemy zarządzania jakością – Podstawy i terminologia.
165. PN-ISO-8586-2:1996 Analiza sensoryczna – ogólne wytyczne wyboru, szkolenia i monitorowania oceniających – Eksperti, 1996.
166. Pocol C.B., Šedík P., Horská E., 2018, Honey consumption patterns of young people in Romania, *International Scientific Days 2018*, 435-446.
167. Popek S., 1998, Electrical conductivity as an indicator of the quality of nectar honeys, *Forum Ware*, 1-4, 75.
168. Popek S., 2001, Studium identyfikacji miodów odmianowych i metodologii oceny właściwości fizykochemicznych determinujących ich jakość, praca habilitacyjna, wyd. AE w Krakowie.
169. Popek S., 2018, Kwalimetryczne aspekty oceny rynkowych produktów żywnościowych, Wydawnictwo Naukowe Akapit, Kraków.
170. Popek S., Halagarda M., Kurska K., 2017, A new model to identify botanical origin of Polish honeys based on the physicochemical parameters and chemometric analysis, *LWT*, Volume 77, 482-487.
171. Popov I., Lewin G., 1999, Antioxidative homeostasis: characterization by means of chemiluminescent technique. *Meth Enzymol* 300, 437-456.
172. Przetaczek-Rożnowska I., Rosiak M., 2011, Wykrywanie zafałszowań żywności, *Przemysł Spożywczy*, 65, 2. 20-24.
173. Przybyłowski P., Wilczyńska A., 2001, Honey as an environmental market, *Food Chem.*, 74, 289-291.
174. Puścion-Jakubik A., Brawska M. H., 2016, Odmianowe miody pszczele – pyłki główne i towarzyszące jako podstawa ich zaklasyfikowania, *Probl Hig Epidemiol*, 97 (3), 275-278.

175. Puścion-Jakubik A., Socha K., Brawska M. H., 2020, Comparative study of labelled bee honey from Poland and the result of the melissopalynological analysis, *Journal of Apicultural Research*, 59, 5, 928-938.
176. Radovic B.S., Careri M., Mangia A., Musci M., Gerboles M., Anklam E., 2001, Contribution of dynamic headspace GC-MS analysis of aroma compounds to authenticity testing of honey. *Food Chem.*, 72, 511-520.
177. Red. Flaczyk E., Górecka D., Korczak J., 2006, *Towaroznawstwo produktów spożywczych*, Akademia Rolnicza.
178. Red. Kędzior W., 2012, *Badanie i ocena jakości produktów spożywczych*, Wyd. UEK, Kraków.
179. Red. Przybyłowski P., 2008, *Towaroznawstwo spożywcze, cz.1.*, Wyd. AM Gdynia.
180. Red. Tichonow A. I., Bondarenko L. A., Jarnych T. G., Szpyczak O. S., Kowal W. M., Skrypnik–Tichonow R. I., 2017, *Miód naturalny w medycynie i farmacji*, Gospodarstwo Pasieczne „Sądecki Bartnik” Sp. z o.o., Stóże.
181. Red. Wilde, J., 2013, *Encyklopedia Powszechna Wydawnictwo Rolnicze i Leśne*, Warszawa.
182. Rodríguez-Flores M. S., Falcão S. I., Escuredo O., Seijo M. C., Vilas-Boas M., 2021, Description of the volatile fraction of Erica honey from the northwest of the Iberian Peninsula, *Food Chemistry*, 336, 127758.
183. Rosiak E., Jaworska D., 2019, Właściwości probiotyczne i prebiotyczne miodów Pszczelich w aspekcie ich jakości i bezpieczeństwa zdrowotnego, *ŻYWNOSĆ. Nauka. Technologia. Jakość*, 26, 3 (120), 36 – 48.
184. Rozporządzenie Komisji (UE) NR 613/2010 z dnia 12 lipca 2010 r. rejestrujące w rejestrze chronionych nazw pochodzenia i chronionych oznaczeń geograficznych nazwę (Miód kurpiowski (ChOG)) (L178/13 z dnia 13.07.2010).
185. Rozporządzenie Komisji (UE) NR 710/2010 z dnia 6 sierpnia 2010 r. rejestrujące w rejestrze chronionych nazw pochodzenia i chronionych oznaczeń geograficznych nazwę (Podkarpacki miód spadziowy (ChNP)) (L208/1 z dnia 7.8.2010).
186. Rozporządzenie Komisji (WE) NR 483/2008 z dnia 30 maja 2008 r. rejestrujące niektóre nazwy w rejestrze chronionych nazw pochodzenia i chronionych oznaczeń geograficznych (Σταφίδα Ζακύνθου (Stafida Zakynthou) (ChNP), Miód

- wrzosowy z Borów Dolnośląskich (ChOG), Chodské pivo (ChOG)) (L141/11 z dnia 31.05.2008).
187. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dn. 3 października 2003 r. w sprawie szczegółowych wymagań w zakresie jakości handlowej miodu (Dz.U. z 2003r. Nr 181, poz. 1773 z późn. zmianami).
 188. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 23 grudnia 2014 r. w sprawie znakowania poszczególnych rodzajów środków spożywczych (Dz. U. z 2015, poz. 29).
 189. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 29 maja 2015 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowych wymagań w zakresie jakości handlowej miodu (Dz.U. 2015 poz. 850).
 190. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1169/2011 z dnia 25 października 2011 r. w sprawie przekazywania konsumentom informacji na temat żywności, zmiany rozporządzeń Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1924/2006 i (WE) nr 1925/2006 oraz uchylecia dyrektywy Komisji 87/250/EWG, dyrektywy Rady 90/496/EWG, dyrektywy Komisji 1999/10/WE, dyrektywy 200/13/WE Parlamentu Europejskiego i Rady, dyrektyw Komisji 2002/67/WE i 2008/5/WE oraz rozporządzenia Komisji (WE) nr 608/2004.
 191. Rozporządzenie Rady (EWG) NR 2081/92 z dnia 14 lipca 1992 r. w sprawie ochrony oznaczeń geograficznych i nazw pochodzenia produktów rolnych i środków spożywczych (L208/1 z dnia 24.07.1992).
 192. Rozporządzenie Wykonawcze Komisji (UE) 2020/1154 z dnia 29 lipca 2020 r. rejestrujące w rejestrze chronionych nazw pochodzenia i chronionych oznaczeń geograficznych nazwę „Miód spadziowy z Beskidu Wyspowego” (ChNP) (L255/1 z dnia 5.8.2020).
 193. Rozporządzenie Wykonawcze Komisji (UE) NR 568/2011 z dnia 14 czerwca 2011 r. rejestrujące w rejestrze chronionych nazw pochodzenia i chronionych oznaczeń geograficznych nazwę [Miód drahimski (ChOG)] (L158/27 dnia 16.06.2011).
 194. Rozporządzenie Wykonawcze Komisji (UE) NR 75/2012 z dnia 30 stycznia 2012 r. rejestrujące w rejestrze chronionych nazw pochodzenia i chronionych oznaczenie geograficznych nazwę [„Miód z Sejneńszczyzny/Łódzieszczyzny”/„Seinu/Lazdiju krašto medus” (CHNP)] (Dz. U. UE L27/3 z dnia 31.01.2012).

195. Rudncka K., Durka K., Chwaluk P., Chmiela M., 2020, Metody stosowane do wykrywania i identyfikacji toksyn botulinowych w próbkach klinicznych i żywności, *Advances in Hygiene & Experimental Medicine / Postepy Higieny i Medycyny Doswiadczalnej*. 2020, Vol. 74, 116-130.
196. Ruoff K., 2006, Authentication of the botanical origin of honey - dissertation, Zurich.
197. Ruoff K., Bogdanov S., 2004, Autenticity of honey and other bee products, *Apiacta* 38, 317-327.
198. Ruoff K., Iglesias M.T., Luginbuehl W., Jacques-Olivier B., Stefan B., Amado R., 2005, Quantitative analysis of physical and chemical measurands in honey by mid-infrared spectrometry, *Eur. Food Res. Technol.* 223, 22-29.
199. Ruoff K., Karoui R., Dufour E., Luginbuhl W., Bosset J.O., Bogdanov S., Amadò R., 2005, Authentication of the botanical origin of honey by front-face fluorescence spectroscopy, a preliminary study, *J. Agric. Food Chem.*, 53, 1343-1347.
200. Ruoff K., Luginbuhl W., Bogdanov S., Bosset J.O., Estermann B., Ziolkó T., Amadò R., 2006a, Authentication of the botanical origin of honey by near-infrared spectroscopy, *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 54, 6867-6872.
201. Ruoff K., Luginbühl W., Kilchenmann V., Bosset J.O., von der Ohe K., von der Ohe W., et al., 2007, Authentication of the botanical origin of honey using profiles of classical measurands and discriminant analysis, *Apidologie*, 38, 438-452.
202. Ruoff K., Luginbühl W., Künzli R., Bogdanov S., Bosset J.O., von der Ohe K., von der Ohe W., Amadò, R., 2006b, Authentication of the botanical and geographical origin of honey by front-face fluorescence spectroscopy, *J. Agric. Food Chem.*, 54, 6858-6866.
203. Ruskowska M., 2018, Jakość ekstraktów kukurydzianych wzbogacanych spiruliną i chlorellą, Wydawnictwo Uniwersytetu Morskiego w Gdyni, Gdynia.
204. Rybak-Chmielewska H., Marcinkowski J., 1994, Zmiany składu chemicznego miodu podczas magazynowania, *Pszczelarstwo*, 45(1), 7-8.
205. Sahinler S., Sahinler N., Gul A., 2009, Determination of honey botanical origin by using discriminant analysis, *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 8 (3), 488-491.

206. Salerno-Kochan R., Popek S., Halagarda M., Krzywonos M., 2020, Nauki o jakości jako subdyscyplina w naukach o zarządzaniu i jakości. Identyfikacja obszarów badawczych, *Przegląd Organizacji*, 8(967), 3-12.
207. Sarmento Silva T. M., Santos F. P., Evangelista-Rodrigues A., Sarmentoda Silva E. M., Sarmento da Silva G., Santosde Novais J., de Assis F., dos Santos R., CamaraaC. A., 2013, Phenolic compounds, melissopalynological, physicochemical analysis and antioxidant activity of jandaíra (*Melipona subnitida*) honey, *Journal of Food Composition and Analysis*, 29, 1, 10-18.
208. Schievano E, Morelato E, Facchin C, Mammi S., 2013, Characterization of markers of botanical origin and other compounds extracted from unifloralhoney. *J Agric Food Chem* 61(8), 1747-1755.
209. Schievano S., Stocchero M., Zuccato V., Conti I., Piana L., 2019, NMR assessment of European acacia honey origin and composition of EU-blend based on geographical floral markers, *Food Chemistry*, 288, 1 96-101.
210. Semkiw P., Sektor pszczelarski w Polsce w 2011 roku [online], 2011, Puławy, http://www.inhort.pl/files/program_wieloletni/wykaz_publicacji/obszar3/Sektor%20pszczelarski%20w%20Polsce%20w%202011%20roku.pdf [03.07.2020].
211. Semkiw P., Sektor pszczelarski w Polsce w 2012 roku [online], 2012, Puławy, http://www.inhort.pl/files/program_wieloletni/wykaz_publicacji/obszar3/Sektor%20pszczelarski%20w%20Polsce%20w%202012%20roku.pdf [03.07.2020].
212. Semkiw P., Sektor pszczelarski w Polsce w 2013 roku [online], 2013, Puławy, http://www.inhort.pl/files/program_wieloletni/wykaz_publicacji/obszar3/3.3_2013_1_Opracowanie.pdf [03.07.2020].
213. Semkiw P., Sektor pszczelarski w Polsce w 2014 roku [online], 2014, Puławy, http://www.inhort.pl/files/program_wieloletni/wykaz_publicacji/obszar3/3.3_Opracowanie_1_2014.pdf [03.07.2020].
214. Semkiw P., Sektor pszczelarski w Polsce w 2015 roku [online], 2015, Puławy, http://www.inhort.pl/files/program_wieloletni/PW_2015_2020_IO/spr_2015/4.3_2015%20Opracowanie.pdf [03.07.2020].
215. Semkiw P., Sektor pszczelarski w Polsce w 2016 roku [online], 2016, Puławy, http://www.inhort.pl/files/program_wieloletni/PW_2015_2020_IO/spr_2016/4.3_2016_Sektor_pszczelarski_w_Polsce.pdf [03.07.2020].
216. Semkiw P., Sektor pszczelarski w Polsce w 2017 roku [online], 2017, Puławy, <http://www.zwiazekpszczelarski.pl/attachment/id/127> [03.07.2020].

217. Semkiw P., Sektor pszczelarski w Polsce w 2019 roku [online], 2019, Puławy, http://www.inhort.pl/files/program_wieloletni/PW_2015_2020_IO/spr_2019/Semkiw_2019_Sektor_pszczelarski_zad.4.3.pdf [03.07.2020].
218. Semkiw P., Sektor pszczelarski w Polsce w 2020 roku [online], 2020, Puławy, http://www.inhort.pl/files/program_wieloletni/PW_2015_2020_IO/spr_2020/4.3_Semkiw_Sektor_pszczelarski_2020.pdf [18.04.2021].
219. Semkiw P., Skubida P., Jeziorski K., Pioś A., Sektor pszczelarski w Polsce w 2018 roku [online], 2018, Puławy, http://www.inhort.pl/files/program_wieloletni/PW_2015_2020_IO/spr_2018/Semkiw_2018_Sektor_pszczelarski_zadanie_4.3.pdf [03.07.2020].
220. Serra Bonvehi J., Gomez Pajuelo A., 1988, Evaluation of honey by organoleptical analysis, *Apiacta XXIII*, 103.
221. Serrano S., Villareho M., Espejo R., Jodral M., Chemical and physical parameters of andalusian honey: Classification of citrus and Eucalyptus honey by discriminant analysis, *Food Chemistry*, 87 (4), 619-625.
222. She S., Chen L., Song H., Lin G., Li Y., Zhou J., Liu C., 2019, Discrimination of geographical origins of Chinese acacia honey using complex 13C/12C, oligosaccharides and polyphenols, *Food Chemistry*, 272, 580-585.
223. Sidor A., Gramza-Michałowska A., Drgas M., Korczak J., Skręty J., 2013, Evaluation of chokeberry preparations antioxidant activity with use of the photochemiluminescence (PCL) assay, *Probl Hig Epidemiol*, 94, 835-838 (in Polish).
224. Simka M., 2006, Zastosowanie miodu w leczeniu ran, *Leczenie Ran*, Blackhorse Scientific Publishers, 3(4):127-129.
225. Śliwińska A., Bazylak G., 2011, Wstępna ocena jakości miodów pszczelich na podstawie wybranych parametrów fizykochemicznych i mikrobiologicznych. *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna*, XLIV (3), 784-791
226. Śliwińska A., Przybylska A., Bazylak G., 2012, Wpływ zmian temperatury przechowywania na zawartość 5-hydroksymetylofurfuralu w odmianowych i wielokwiatowych miodach pszczelich, *Bromat. Chem. Toksykol.* – XLV, 2012, 3, 271-279.
227. Śmiechowska M., 2007, Wybrane problemy autentyczności i identyfikowalności żywności ekologicznej, *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, vol. 52(4), 80-88.

228. Śmiechowska M., 2013a, Autentyczność i identyfikowalność w aspekcie zapewnienia jakości i bezpieczeństwa towarów, Akademia Morska w Gdyni, Gdynia.
229. Śmiechowska M., 2013b, Autentyczność jako kryterium zapewnienia jakości żywności, *Ann. Acad. Med. Gedan.* 2013, 43, 175-181.
230. Świetlikowska, Hallmann E., Długołęcka K., Rembiałkowska E., 2011, Ocena wartości odżywczej i sensorycznej wybranych miódów pochodzących z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej, *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, Vol. 56(4), 161-164.
231. Soares S., Amaral J. S., Oliveira M. B. P.P., Mafra I., 2017, A Comprehensive review on the main honey. Authentication issues: Production and Origin, vol.16, *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 1072-1100.
232. Soares S., Amaral J.S., Oliveira M.B., Mafra I., 2015, Improving DNA isolation from honey for the botanical origin identification, *Food Control*, 48, 130-136.
233. Sobczyk G., 2014, Współczesna konsumpcja – nowe trendy na polskim rynku, *Zeszyty Naukowe WSEI seria: Ekonomia*, 9(2/2014), 87-104.
234. Sowa P., Dżugan M., Jarecki W., 2018, Nostrzyk (Melilotus) - zapomniana roślina o dużym znaczeniu gospodarczym, *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, nr 593, 73-85.
235. Stangaciu S., Hartenstein E., 2007, *Leki z pszczelej apteki – Miodolecznictwo dla każdego*, Poznań, Warszawa.
236. Stanisław A., 2007a, *Przystępny kurs statystyki z wykorzystaniem programu STATISTICA PL na przykładach z medycyny, Tom 2. Modele liniowe i nieliniowe*. Wyd. Statsoft, Kraków 2007.
237. Stanisław A., 2007b, *Przystępny kurs statystyki z wykorzystaniem programu STATISTICA PL na przykładach z medycyny, Tom 3. Analizy wielowymiarowe*. Wyd. Statsoft, Kraków 2007.
238. Stephens J.M., Schlothauer R.C., Morris B.D., Yang D., Fearnley L., Greenwood D.R., et al., 2010, Phenolic compounds and methylglyoxal in some New Zealand Manuka and Kanuka honeys, *Food Chemistry*, 120, 78-86.
239. Sykut B., Kowalik K., Hus W., 2018, Badanie jakości i zafałszowań miódów naturalnych, *Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego*, 1, 60-64.
240. Szabó R.T., Mézes M., Szalai T., Zajácz E., Weber M., 2016, Colour identification of honey and methodical development of its instrumental measuring. *Columella*.

- Journal of Agricultural and Environmental Sciences, 3 (1), 29-36.
241. Szczęsna T., 2003, Problemy z jakością miodu na rynku krajowym, *Pasieka* 3.
 242. Szczęsna T., Rybak-Chmielewska H., Waś E., Kachaniuk K., Teper D., 2011, Characteristic of Polish unifloral honeys. I. Rape honey (*Brassica napus* L. var. *Oleifera* Metzger). *J. Apic. Sci.*, 55(1), 111-119
 243. Szczucki C., 1970, Zakresy znaczeniowe podstawowych pojęć kontroli produktów mięsnych, *Gospodarka mięsna*, 1, 2-5.
 244. Szterk A., Lewicki P., 2010, Spektroskopia NIR on-line w kontroli procesów produkcji żywności, *Przemysł Spożywczy*, styczeń 2010, tom 64, 26-30.
 245. Szweda P., Pajor M., 2017, Miód jako źródło mikroorganizmów zdolnych do produkcji substancji o działaniu antygronkowcowym, *Postępy Mikrobiologii. Suplement*, 56, 2, 42.
 246. Śliwińska A., Przybylska A., Bazylak G., 2012, Wpływ zmian temperatury przechowywania na zawartość 5-hydroksymetylofurfuraluw odmianowych i wielokwiatowych miodach pszczelich, *Bromat. Chem. Toksykol. – XLV*, 3, 271-279.
 247. Targoński Z., 2000, Zafałszowania żywności i metody ich wykrywania, *Przemysł Spożywczy*, 6, 9-1.
 248. Targoński Z., Stój A., 2005, Zafałszowania żywności i metody ich wykrywania, *ŻYWNOSĆ. Nauka. Technologia. Jakość*, 4 (45) Supl., 30-40.
 249. Terrab A., González A.G., Díez M.J., Heredia F.J., 2003, Characterisation of Moroccan unifloral honey using multivariate analysis, *European Food Research and Technology*, 218 (1), 88-95.
 250. Thakodee T., Deowanish S., Duangmal K., 2018, Melissopalynological analysis of stingless bee (*Tetragonula pagdeni*) honey in Eastern Thailand, 21, 2, 620-630.
 251. Tischer Seraglio S. K., Bergamo G., Molognoni L., Dagher H., Silva B., Gonzaga L. V., Fett R., Oliviera Costa A. C., 2021, Quality changes during long-term storage of a peculiar Brazilian honeydew honey: “Bracatinga”, *Journal of Food Composition and Analysis*, Volume 97. 103769.
 252. Tomczyk M., Tarapaskyy, Džugan M., 2019, The influence of geographical origin of honey composition studied by Polish and Slovak honeys, *Food Analysis, Food Quality and Nutrition, Czech Journal of Food Sciences*, 37 (4), 232-238.
 253. Tornuk F., Karaman S., Ozturk I., Toker O.S., Tastemur B., Sagdic O., Dogan M., Kayacier A., 2013, Quality characterization of artisanal and retail Turkish

- blossom honeys: determination of physicochemical, microbiological, bioactive properties and aroma profile, *Ind Crops Prod* 46, 124-131.
254. Tosi E. A., Re E., Lucereco H., Bulacio L., 2004, Effect of honey high-temperature short-time heating on parameters related to quality, crystallisation phenomena and fungal inhibition, *Lebensm-Wiss. U. – Technoll.* 37, 669-678.
255. Trzybiński S., 2018, *Wszystko o miodzie i jego pozyskiwaniu*. Bee & Honey Sp. z o.o., Klecza Dolna.
256. Turkmen N., Sar F., Poyrazoglu E. S., Velioglu Y. S., 2006, Effects of prolonged heating on antioxidant activity and colour of honey, *Food Chemistry*, 95, 653-657.
257. Tuszyński T., Czernicka M., 2008, Zafałszowanie żywności i napojów oraz metody ich wykrywania, *Laboratorium*, 7-8/2008, 38-43.
258. Ustawa z dnia 21 grudnia 2000 r. o jakości handlowej artykułów rolno-spożywczych (Dz. U. 2001 Nr 5 poz. 44).
259. Ustawa z dnia 25 sierpnia 2006 r. o bezpieczeństwie żywności i żywienia (Dz.U. z 2006 r. Nr 171, poz. 1225).
260. Velásquez S., Peña N., Bohórquez J. C., Gutierrez N., Sacks G. L., 2019, Volatile and sensory characterization of roast coffees – Effects of cherry maturity, *Food Chemistry*, 274, 15, 137-145.
261. Verdú-Jover A. J., Lloréns Montes F. J., Fuentes M. M., 2004, Measuring perceptions of quality in food products: the case of red wine, *Food Quality and Preference*, 15, 453-469.
262. Verzera A., Campisi S., Zappala M., Bonaccorsi I., 2001, SPME-GC/MS Analysis of honey volatile components for the characterization of different floral origin, *American Laboratory* 33(15), 18-21.
263. Vieira da Costa A. C., Batista Sousa J. M., Pereirada Silva M. A. A., dos Santos Garruti D., Madruga M. S., 2018, Sensory and volatile profiles of monofloral honeys produced by native stingless bees of the Brazilian semiarid region, *Food Research International*, 105, 110-120.
264. Von der Ohe W., Persano Oddo L., Piana L., Morlot M., Martin P., 2004, Harmonized methods of melissopalynology, *Apidologie* 35, 18-25.
265. Vorlov L., Piidal A., 2002, Invertase and diastase activity in honeys of Czech provenience. *Acta Univ. Agric. Silv. Mendelianae Brunensis*, 8 (5), 57-65.

266. Vozáry E., Ignáczk K., Gillay B., 2020, Dielectrical properties of Hungarian acacia honeys, *Progress in Agricultural Engineering Sciences*, 16, S1, 131-139.
267. Waś E., Rybak–Chmielewska H., Szczęśna T., Kachaniuk K., Teper D., 2011a, Characteristics of Polish unifloral honeys. I. Rape (*Brassicca Napus L.Var Oleifera Metzger*), *Journal of Apicultural Science*, 55 (1), 111-119.
268. Waś E., Rybak–Chmielewska H., Szczęśna T., Kachaniuk K., Teper D., 2011b, Characteristics of Polish unifloral honeys. II. Lime honey (*Tilia spp.*), *Journal of Apicultural Science*, 55 (1), 121-129.
269. Waś E., Rybak–Chmielewska H., Szczęśna T., Kachaniuk K., Teper D., 2011c, Characteristics of Polish unifloral honeys. III. Heather honey (*Calluna vulgaris L.*), *Journal of Apicultural Science*, 55 (1), 129-137.
270. Wei Z., Wang J., Tracing floral and geographical origins of honeys by potentiometric and voltammetric electronic tongue, *Computers and Electronics in Agriculture*, 108, 112-122.
271. Wesołowska M., Dżugan M., 2017, Aktywność i stabilność termiczna diastazy występującej w podkarpackich miodach odmianowych, *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2017, 24, 4 (113), 103-112.
272. Wesołowska M., Dżugan M., 2017, The use of the photochem device in evaluation of antioxidant activity of polish honey, *Food Analytical Methods*, 10, 1568–1574.
273. White J.W., Doner L.W., 1978, The 13C/12C ratio in honey. *J. Apic. Sci.* 172, 94-99.
274. Wierenga B., 1983, Model and measurment methodology, for the analysis of consumer choice od food products, *Journal of Food Quality*, 6, 119-137.
275. Wijayaa Ch. H., Wijaya W., Mehta B. M., 2015, General Properties of Major Food Components, *Handbook of Food Chemistry*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1-32.
276. Wilczyńska A., 2010, Phenolic content and antioxidant activity of different types of polish honey—a short report, *Pol J Food Nutr Sci* 60, 309-313.
277. Wilczyńska A., 2011, Wpływ procesów technologicznych na jakość miodów pszczelich - zmiany parametrów barwy oraz zawartości HMF pod wpływem przechowywania i ogrzewania, *Zeszyty Naukowe / Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu*, nr 196, 91-98.
278. Wilczyńska A., 2012, Jakość miodów w aspekcie czynników wpływających

na ich właściwości przeciwutleniające, Wydawnictwo Akademii Morskiej w Gdyni, Gdynia.

279. Wilczyńska A., 2013, Próba zastosowania regresji liniowej do określenia związku pomiędzy barwą a właściwościami antyoksydacyjnymi miodów, *Zeszyty Naukowe Akademii Morskiej W Gdyni*, 80, 13-19.
280. Wilczyńska A., Chomaniuk N., 2016, Wpływ ogrzewania konwencjonalnego oraz mikrofalowego na jakość miodu, [w:] J. Żuchowskiego, R. Zielińskiego (red.), *Ocena jakości żywności*, Radom, 77-85.
281. Wilczyńska A., Żak N., 2020, The Use of Fluorescence Spectrometry to Determine the Botanical Origin of Filtered Honeys, 25, 1350, doi:10.3390/molecules25061350.
282. Wojtacka J., Gomółka-Pawlicka M., Liedtke K., Uradziński J., 2014, Jakość i higiena miodu *Med. Weter.*, 70 (12).
283. Woodcock T., Downey G., O'Donnell C.O., 2009, Near infrared spectral fingerprinting for confirmation of claimed PDO provenance of honey, *Food Chemistry* 114, 742-746.
284. Xagoraris M., Revelou P.-K., Alissandrakis E., Tarantilis P.A., Pappas C.S., 2021, The Use of Right Angle Fluorescence Spectroscopy to Distinguish the Botanical Origin of Greek Common Honey Varieties, *Appl. Sci.*, 11, 4047. <https://doi.org/10.3390/app11094047>.
285. Yang Y., Battesti M-J, Gjabou N., Muselli Alain, Paolini J., Tomi P., Costa J., 2012, Melissopalynological origin determination and volatile composition analysis of Corsican "chestnut grove" honeys, *Food Chemistry*, 132, 4, 15, 2144-2154.
286. Yücel Y., Sultanoglu P., 2013, Characterization of Hatay honeys according to their multi-element analysis using ICP-OES combined with chemometrics, *Food Chemistry*, 140, 231-237.
287. Żak N., Honey market in the opinion of young consumers, *Handel Wewnętrzny*, 2017, 1(366), 424-438.
288. Żak N., Wilczyńska A., Przybyłowski P., 2018, Zastosowanie spektroskopii fluoroscencyjnej do oceny stopnia podgrzania miodu, *Folia Pomeranae Universitatis Technologiae Stetinensis*, 340 (45)1, 131-142.

289. Zawirska-Wojtasiak R., 2012, Methods for sensory analysis. [In:] Food Flavours: chemical, sensory and technological properties. Henryk Jeleń (red.). CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, USA, 439-456.
290. Zheng X., Zhao Y., Wu H., Dong J., Feng J., 2016, Origin Identification and Quantitative Analysis of Honeys by Nuclear Magnetic Resonance and Chemometric Techniques, *Food Anal. Methods*, 9, 1470 – 1479.
291. Zhu X., Li S., Zhang Z., Li G., Su D., Liu F., 2010, Detection of adulterants such as sweeteners materials in honey using near-infrared spectroscopy and chemometrics, *Journal of Food Engineering*, 101, 1, 92-97.
292. Zieliński Ł., 2016, Markery polskich miodów odmianowych, Uniwersytet Opolski, Wydział Chemii, Katedra Chemii Analitycznej i Ekologicznej – Rozprawa Doktorska.
293. Zieliński Ł., Deja S., Jasicka-Misiak I., Kafarski P., 2014, Chemometrics as a Tool of Origin Determination of Polish Monofloral and Multifloral Honeys. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62(13), 2973-2981.
294. Zuccato V., Finotello C., Menegazzo I., Peccolo G., Schievano E., 2017, Entomological authentication of stingless bee honey by ¹H NMR-based metabolomics approach, *Food Control*, 82, 145-153.
295. Zucchi P., Marcazzan G.L., Dal Pozzo M., Sabatini A.G., Desalvo F., Floris I., 2006, Il contenuto di etanolo nel miele per la valutazione di processi fermentativi, *APOidea* 3, 18-26.
296. Zujko M.E., Witkowska A.M., Łapińska A., 2005, Właściwości antyoksydacyjne miodów pszczelich, *Bromat. Chem. Toksykol.* 38(1), 7-11.

Spis tabel

Tabela 1.	Ogólny skład nektaru.....	8
Tabela 2.	Wymagania fizykochemiczne dla miodów pszczelich.....	12
Tabela 3.	Wymagania organoleptyczne dla miodu pszczelego.....	13
Tabela 4.	Charakterystyka składu chemicznego miodów pszczelich.....	15
Tabela 5.	Prozdrowotne właściwości miodów odmianowych.....	16
Tabela 6.	Metody badawcze stosowane w ocenie jakości i autentyczności miodów odmianowych.....	30
Tabela 7.	Liczebność badanych prób kolejnych odmian miodu.....	53
Tabela 8.	Wybrane metody badawcze wykorzystane w pracy.....	55
Tabela 9.	Charakterystyka cech fizykochemicznych badanych miodów (wartości statystyk opisowych i wyniki analizy wariancji).....	62
Tabela 10.	Statystyki opisowe oraz wyniki testu Kruskala-Wallisa dla deskryptorów oceny smaku miodów odmianowych.....	74
Tabela 11.	Statystyki opisowe oraz wyniki testu Kruskala-Wallisa dla deskryptorów oceny zapachu miodów odmianowych.....	77
Tabela 12.	Statystyki opisowe oraz wyniki testu Kruskala-Wallisa dla wybranych deskryptorów oceny miodów odmianowych.....	79
Tabela 13.	Model zależności zmiennej „zawartość cukrów redukujących” od poziomu wyróżników sensorycznych – wyniki analizy regresji wielorakiej.....	88
Tabela 14.	Model zależności zmiennej „zawartość sacharozy” od poziomu wyróżników sensorycznych - wyniki analizy regresji wielorakiej...	89
Tabela 15.	Model zależności zmiennej „poziom liczby diastazowej” od poziomu wyróżników sensorycznych - wyniki analizy regresji wielorakiej.....	89
Tabela 16.	Porównanie długość fali wzbudzenia $\Delta\lambda_w$ dla maksymalnej intensywności fluorescencji miodów o różnym pochodzeniu botanicznym przy $\Delta\lambda = 100$ nm – średnie.....	92
Tabela 17.	Analiza dyskryminacyjna miodów na podstawie przewodności elektrycznej, kwasowości i zawartości 5-HMF (średnie zmiennych kanonicznych).....	96
Tabela 18.	Macierz klasyfikacji odmian miodów na podstawie wyników oceny sensorycznej wszystkich cech organoleptycznych.....	98
Tabela 19.	Macierz klasyfikacji odmian miodów przy $\Delta\lambda$ 100 nm w zakresie całego pasma emisyjnego.....	100
Tabela 20.	Analiza intensywności fluorescencji w całym paśmie emisji, przy $\Delta\lambda = 100$ nm – średnie zmiennych kanonicznych.....	101
Tabela 21.	Analiza intensywności fluorescencji miodów różnych odmian w całym paśmie emisji, przy $\Delta\lambda = 100$ nm – schemat obliczania wartości F_1 i F_2	102
Tabela 22.	Macierz klasyfikacji miodów: gryczanego, ze spadzi iglastej i wrzosowego przy $\Delta\lambda=100$ nm, w zakresie całego pasma emisyjnego.....	104
Tabela 23.	Analiza intensywności fluorescencji w całym paśmie emisji miodów: gryczanego, ze spadzi iglastej i wrzosowego, przy $\Delta\lambda=100$ nm – średnie zmiennych kanonicznych.....	104
Tabela 24.	Analiza intensywności fluorescencji w całym paśmie emisji	105

	miodów: gryczanego, ze spadzi iglastej i wrzosowego, przy $\Delta\lambda = 100$ nm – schemat obliczania wartości F_1 i F_2	
Tabela 25.	Macierz klasyfikacji odmian miodów jasnych przy $\Delta\lambda = 100$ nm w zakresie całego pasma emisyjnego.....	107
Tabela 26.	Analiza intensywności fluorescencji w całym paśmie emisji dla miodów jasnych, przy $\Delta\lambda = 100$ nm – średnie zmiennych kanonicznych.....	108
Tabela 27.	Analiza intensywności fluorescencji w całym paśmie emisji miodów jasnych, przy $\Delta\lambda=100$ nm – schemat obliczania wartości F_1 i F_2	109
Tabela 28.	Macierz klasyfikacji odmian miodów przy $\Delta\lambda = 100$ nm w zakresie pasma wzbudzenia 260-300 nm i 640-370 nm.....	111
Tabela 29.	Długość fali wzbudzenia λ_w fluorescencji [nm] przy $\Delta\lambda = 100$ nm w zakresie pasma wzbudzenia 260-300 nm i 640-370 nm, wybrane parametry: fizykochemiczne, barwy L^* , a^* , b^* oraz sensoryczne próbek miodu - średnie zmiennych kanonicznych odmian miodów przy $\Delta\lambda = 100$ nm w zakresie pasma wzbudzenia 260-300 nm i 640-370 nm.....	112
Tabela 30.	Długość fali wzbudzenia λ_w fluorescencji [nm] przy $\Delta\lambda = 100$ nm w zakresie pasma wzbudzenia 260-300 nm i 640-370 nm, wybrane parametry: fizykochemiczne, barwy L^* , a^* , b^* oraz sensoryczne próbek miodu - schemat obliczania wartości F_1 i F_2 odmian miodów.....	114

Spis rysunków

Rysunek 1.	Proces produkcji miodu oraz czynniki środowiskowe wpływające na jego jakość.....	19
Rysunek 2.	Proces produkcji miodu oraz czynniki determinowane środowiskiem wewnętrznym oraz parametrami technologicznymi wpływającymi na jego jakość.....	20
Rysunek 3.	Determinanty jakości żywności.....	21
Rysunek 4.	Model kształtowania postawy konsumentów w odniesieniu do produktów żywnościowych.....	22
Rysunek 5.	Jakość z uwzględnieniem potrzeb konsumenta.....	23
Rysunek 6.	Jakość z punktu widzenia producenta.....	24
Rysunek 7.	Metody stosowane w kolejnych etapach oceny autentyczności żywności.....	27
Rysunek 8.	Średnie ceny miodu w sprzedaży bezpośredniej w latach 2010 -2020 [zł/kg]	36
Rysunek 9.	Ceny miodu odmianowego w sprzedaży bezpośredniej w latach 2010-2020 [zł/kg]	36
Rysunek 10.	Główne substancje stosowane w celu fałszowania miodu naturalnego.....	40
Rysunek 11.	Schemat dotyczący głównych zagadnień związanych z autentycznością miodu.....	46
Rysunek 12.	Schemat postępowania badawczego.....	54
Rysunek 13.	Schemat zmiany tradycyjnego zakresu pomiaru fluorescencji na powierzchni próbki.....	56
Rysunek 14.	Synchroniczne widmo fluorescencji dla miodów odmianowych przy $\Delta\lambda=100$ nm (wartości średniej arytmetycznej).....	91
Rysunek 15.	Synchroniczne widmo fluorescencji dla miodów wrzosowych przy $\Delta\lambda=100$ nm.....	93
Rysunek 16.	Konfiguracja miodów różnych odmian wyznaczona poziomem przewodności elektrycznej, kwasowości i zawartości 5-HMF.....	97
Rysunek 17.	Położenie odmian miodów w układzie dwóch współrzędnych, na podstawie wyników oceny sensorycznej wszystkich cech organoleptycznych.....	99
Rysunek 18.	Analiza intensywności fluorescencji miodów różnych odmian w całym paśmie emisji, przy $\Delta\lambda = 100$ nm – średnie zmiennych kanonicznych.....	102
Rysunek 19.	Analiza intensywności fluorescencji w całym paśmie emisji, przy $\Delta\lambda = 100$ nm – średnie zmiennych kanonicznych.....	105
Rysunek 20.	Analiza intensywności fluorescencji w całym paśmie emisji dla miodów jasnych, przy $\Delta\lambda = 100$ nm – średnie zmiennych kanonicznych.....	108
Rysunek 21.	Długość fali wzbudzenia λ_w fluorescencji [nm] przy $\Delta\lambda 100$ nm w zakresie pasma wzbudzenia 260-300 nm i 640-370 nm, wybrane parametry: fizykochemiczne, barwy L^* , a^* , b^* oraz sensoryczne próbek miodu - średnie zmiennych kanonicznych odmian miodów przy $\Delta\lambda 100$ nm w zakresie pasma wzbudzenia 260-300 nm i 640-370 nm.....	113

Spis załączników

Załącznik 1.	Karta oceny sensorycznej w ocenie nut smakowo-zapachowych miodów odmianowych.....	155
Załącznik 2.	Definicje cech sensorycznych jakości miodów odmianowych stosowane w ocenie wyróżników sensorycznych miodów odmianowych.....	156
Załącznik 3.	Karta oceny sensorycznej dotycząca oceny desktyptorów jakości miodów odmianowych.....	157
Załącznik 4.	Współzależności pomiędzy cechami fizykochemicznymi i parametrami barwy L^* , a^* , b^* wartości współczynnika korelacji „r” Pearsona.....	158
Załącznik 5.	Współzależności pomiędzy cechami smaku miodu akacjowego – wartości współczynnika korelacji „r” Pearsona.....	158
Załącznik 6.	Współzależności pomiędzy cechami zapachu miodu akacjowego – wartości współczynnika korelacji „r” Pearsona.....	159
Załącznik 7.	Współzależności pomiędzy innymi cechami oceny sensorycznej miodu akacjowego – wartości współczynnika korelacji „r” Pearsona.....	159
Załącznik 8.	Współzależności pomiędzy cechami smaku miodu faceliowego – wartości współczynnika korelacji „r” Pearsona.....	159
Załącznik 9.	Współzależności pomiędzy cechami zapachu miodu faceliowego – wartości współczynnika korelacji „r” Pearsona.....	160
Załącznik 10.	Współzależności pomiędzy innymi cechami oceny sensorycznej miodu faceliowego – wartości współczynnika korelacji „r” Pearsona.....	160
Załącznik 11.	Współzależności pomiędzy cechami smaku miodu gryczanego – wartości współczynnika korelacji „r” Pearsona.....	160
Załącznik 12.	Współzależności pomiędzy cechami zapachu miodu gryczanego – wartości współczynnika korelacji „r” Pearsona.....	161
Załącznik 13.	Współzależności pomiędzy innymi cechami oceny sensorycznej miodu gryczanego – wartości współczynnika korelacji „r” Pearsona.....	161
Załącznik 14.	Współzależności pomiędzy cechami smaku miodu lipowego – wartości współczynnika korelacji „r” Pearsona.....	161
Załącznik 15.	Współzależności pomiędzy cechami zapachu miodu lipowego – wartości współczynnika korelacji „r” Pearsona.....	162
Załącznik 16.	Współzależności pomiędzy innymi cechami oceny sensorycznej miodu lipowego – wartości współczynnika korelacji „r” Pearsona.....	162
Załącznik 17.	Współzależności pomiędzy cechami smaku miodu mniskowego – wartości współczynnika korelacji „r” Pearsona.....	162
Załącznik 18.	Współzależności pomiędzy cechami zapachu miodu mniskowego – wartości współczynnika korelacji „r” Pearsona.....	163
Załącznik 19.	Współzależności pomiędzy innymi cechami oceny sensorycznej miodu mniskowego – wartości współczynnika korelacji „r” Pearsona.....	163
Załącznik 20.	Współzależności pomiędzy cechami smaku miodu nektarowo-spadziowego – wartości współczynnika korelacji „r” Pearsona.....	163
Załącznik 21.	Współzależności pomiędzy cechami zapachu miodu nektarowo-spadziowego – wartości współczynnika korelacji „r” Pearsona.....	164
Załącznik 22.	Współzależności pomiędzy innymi cechami oceny sensorycznej miodu nektarowo-spadziowego – wartości współczynnika korelacji „r” Pearsona.....	164

Zał. 23.	Współzależności pomiędzy cechami smaku miodu rzepakowego – wartości współczynnika korelacji „r” Pearsona.....	164
Zał. 24.	Współzależności pomiędzy cechami zapachu miodu rzepakowego – wartości współczynnika korelacji „r” Pearsona.....	165
Zał. 25.	Współzależności pomiędzy innymi cechami oceny sensorycznej miodu rzepakowego – wartości współczynnika korelacji „r” Pearsona.....	165
Zał. 26.	Współzależności pomiędzy cechami smaku miodu spadziowego – wartości współczynnika korelacji „r” Pearsona.....	165
Zał. 27.	Współzależności pomiędzy cechami zapachu miodu spadziowego – wartości współczynnika korelacji „r” Pearsona.....	166
Zał. 28	Współzależności pomiędzy innymi cechami oceny sensorycznej miodu spadziowego – wartości współczynnika korelacji „r” Pearsona.....	166
Zał. 29	Współzależności pomiędzy cechami smaku miodu wielokwiatowego – wartości współczynnika korelacji „r” Pearsona.....	166
Zał. 30	Współzależności pomiędzy cechami zapachu miodu wielokwiatowego – wartości współczynnika korelacji „r” Pearsona.....	167
Zał. 31	Współzależności pomiędzy innymi cechami oceny sensorycznej miodu wielokwiatowego – wartości współczynnika korelacji „r” Pearsona.....	167
Zał. 32	Współzależności pomiędzy cechami smaku miodu wrzosowego – wartości współczynnika korelacji „r” Pearsona.....	167
Zał. 33	Współzależności pomiędzy cechami zapachu miodu wrzosowego – wartości współczynnika korelacji „r” Pearsona.....	168
Zał. 34	Współzależności pomiędzy innymi cechami oceny sensorycznej miodu wrzosowego – wartości współczynnika korelacji „r” Pearsona.....	168
Zał. 35	Współzależności pomiędzy wybranymi cechami sensorycznymi a cechami fizykochemicznymi próbek miodu – wartości współczynnika korelacji „r” Pearsona.....	169
Zał. 36	Zupełne widmo fluorescencji (EEM) dla miodów odmianowych (a-j)....	170
Zał. 37	Synchroniczne widmo fluorescencji dla miodów odmianowych przy $\Delta\lambda = 100$ nm – każda odmiana oddzielnie (a-j).....	175
Zał. 38	Współzależności pomiędzy cechami fizykochemicznymi parametrami barwy L^* , a^* , b^* , a długością fali wzbudzenia λ_w fluorescencji [nm] przy $\Delta\lambda = 100$ nm próbek miodu – wartości współczynnika korelacji „r” Pearsona.....	181
Zał. 39	Współzależności pomiędzy cechami sensorycznymi smaku a długością fali wzbudzenia λ_w fluorescencji [nm] przy $\Delta\lambda = 100$ nm próbek miodu – wartości współczynnika korelacji „r” Pearsona.....	182
Zał. 40	Współzależności pomiędzy cechami sensorycznymi zapachu a długością fali wzbudzenia λ_w fluorescencji [nm] przy $\Delta\lambda = 100$ nm próbek miodu – wartości współczynnika korelacji „r” Pearsona.....	183
Zał. 41	Współzależności pomiędzy cechami sensorycznymi a długością fali wzbudzenia λ_w fluorescencji [nm] przy $\Delta\lambda = 100$ nm próbek miodu – wartości współczynnika korelacji „r” Pearsona.....	184

STRESZCZENIE PRACY W JĘZYKU POLSKIM

Autor: Mgr inż. Natalia Żak

Promotor: Prof. dr hab. inż. Aleksandra Wilczyńska

Temat rozprawy doktorskiej:

„Wykorzystanie metod fizykochemicznych do oceny jakości, identyfikacji oraz potwierdzenia autentyczności krajowych miodów odmianowych”

Jakość miodu, tak jak pozostałych produktów spożywczych, ma charakter wielowymiarowy. Na jakość tą składają się nie tylko parametry fizykochemiczne, ale również postrzeganie tych cech przez konsumenta. W celu weryfikacji jakości miodów oraz potwierdzenia ich autentyczności stosuje się szereg metod badawczych wynikających z Rozporządzenia Ministra, ale również są opracowywane nowe rozwiązania przez badaczy na całym świecie.

Jednak w dalszym ciągu brakuje wiarygodnej, powtarzalnej oraz szybszej metodyki, która będzie tańsza od istniejących. W związku z powyższym podjęto próbę stworzenia tańszej, szybszej, powtarzalnej metody oceny jakości miodu oraz jego identyfikacji odmianowej opartej na wielowymiarowym modelu jakości miodów odmianowych.

W związku z powyższym główną przesłanką podjęcia badań zaprezentowanych w niniejszej pracy była teza, że możliwe jest opracowanie wielowymiarowego modelu oceny jakości oraz autentyczności miodów odmianowych, na podstawie wyników pomiarów parametrów fizykochemicznych, w powiązaniu z oceną sensoryczną oraz fluorescencją.

Praca stanowi wielowymiarowe podejście do badań jakości oraz potwierdzenia autentyczności pochodzenia botanicznego miodów odmianowych. Oprócz przeglądu literatury dotyczącego oceny jakości oraz stosowanych metod do wielowymiarowej oceny jakości oraz potwierdzenia autentyczności miodów gatunkowych dokonano również realizacji złożonych badań empirycznych. Badania te zostały podzielone na trzy etapy.

Pierwszy etap dotyczył badań z zakresu oceny podstawowych parametrów fizykochemicznych miodów odmianowych, wykorzystywanych do oceny ich jakości wynikających z Rozporządzenia Ministra.

W drugim etapie badań dokonano pomiarów instrumentalnych takich parametrów, jak: pomiar barwy w systemie CIE L^* , a^* , b^* oraz pomiar fluorescencji ze swobodnej powierzchni płynnej próbki miodu.

W kolejnej części badań dokonano oceny sensorycznej jakości miodów odmianowych przez przeszkolony panel sensoryczny. Zadaniem zespołu była identyfikacja oraz zdefiniowanie determinant jakości oceny sensorycznej miodów odmianowych oraz określenie ich intensywności w celu sprawdzenia możliwości ich identyfikacji pochodzenia botanicznego wraz z oceną ogólną wrażeń nut smakowo-zapachowych.

Każdy z etapów został podsumowany poprzez określenie zależności pomiędzy właściwościami fizykochemicznymi, sensorycznymi oraz widm fluorescencji. Analizy tej dokonano na każdym etapie osobno oraz wszystkich równolegle.

Uzyskane wyniki badań umożliwiły zweryfikowanie jakości krajowych miodów odmianowych, a wybrane determinanty stanowiły podstawę kompleksowej oceny ich jakości. W efekcie główny cel badawczy niniejszej pracy został osiągnięty. Opracowano wielokryterialny model wykorzystujący metody fizykochemiczne, ocenę sensoryczną oraz pomiar fluorescencji, do oceny jakości, identyfikacji oraz potwierdzenia autentyczności krajowych miodów odmianowych – jednak jest to model wyłącznie teoretyczny, co zostało przedstawione w rozprawie.

Słowa kluczowe: miód, odmiany miodu, jakość, autentyczność

Summary

Author: Mgr inż. Natalia Żak

Promoter: Prof. dr hab. inż. Aleksandra Wilczyńska

The subject of the doctoral dissertation:

„The use of physicochemical methods to assess the quality and confirm the authenticity of national varietal honeys”

The quality of honey, just like other food products is multidimensional. This quality consists not only of physicochemical parameters, but also the perception of these features by the consumer. In order to verify the quality of honeys and confirm their authenticity it is used a lot of research methods, resulting from the Minister's Ordinance.

However, there is still no reliable, repeatable and faster methodology that will be cheaper than the existing methods. Therefore, an attempt was made to create a cheaper, faster, repeatable method of honey quality assessment and its varietal identification based on a multidimensional model of varietal honey quality.

Therefore, the main premise for undertaking the research presented in this paper was the thesis that it is possible to develop a multidimensional model for assessing the quality and authenticity of varietal honeys, based on the results of measurements of physicochemical parameters, in conjunction with the sensory evaluation and fluorescence.

In addition to the literature review on quality assessment and the methods used for multidimensional quality assessment and confirmation of the authenticity of quality honeys, complex empirical studies were also carried out. The research was divided into three stages.

1. The first stage concerned research in the field of assessment of the basic physicochemical parameters of varietal honeys used to assess their quality according to the Minister's Ordinance.
2. In the second stage of the research, instrumental measurements were made of such parameters as: color measurement in the CIE L^* , a^* , b^* system and measurement of fluorescence from the free surface of the liquid honey sample.

3. In the next part of the research, the sensory quality of varietal honeys was assessed by a trained sensory panel.

Each of the steps was summarized by determining the relationship between the physicochemical and sensory properties as well as the fluorescence spectra. This analysis was performed at each stage separately and all at the same time.

The obtained research results made it possible to verify the quality of domestic varietal honeys, and the selected determinants constituted the basis for a comprehensive assessment of their quality. As a result, the main research goal of this work has been achieved. A multi-criteria model using physicochemical methods, sensory evaluation and fluorescence measurement was developed to assess the quality, identify and confirm the authenticity of domestic varietal honeys - however, it is only a theoretical model, which was presented in the dissertation.

Keywords: honey, honey varieties, quality, authenticity

Załączniki

Załącznik 1.

Karta oceny sensorycznej w ocenie nut smakowo-zapachowych miodów odmianowych

SMAK/ ZAPACH	niewyczuwalny	delikatnie wyczuwalny	średnio wyczuwalny	dobrze wyczuwalny	bardzo wyczuwalny
ocena	1	2	3	4	5
barwa	mało intensywna	delikatnie intensywna	średnio intensywna	intensywna	bardzo intensywna
ocena	1	2	3	4	5
mętność	przezroczysty	klarowny	delikatnie mętny	mętny	bardzo mętny
ocena	1	2	3	4	5
gładkość	niewyczuwalne grudki	bardzo delikatnie wyczuwalne grudki	delikatnie wyczuwalne grudki	wyczuwalne grudki	bardzo wyczuwalne grudki
ocena	1	2	3	4	5
ocena ogólna jakości	negatywna	akceptowalna	średnia	pozytywna	bardzo pozytywna
ocena	1	2	3	4	5

Zródło: opracowanie własne.

Załącznik 2.

Definicje cech sensorycznych jakości miodów odmianowych stosowane w ocenie wyróżników sensorycznych miodów odmianowych

Cecha	Wyróżnik jakości	Opis
SMIAK	słodki	Uważany za przyjemny podobny do smaku cukru
	gorzki	Uważany za nieprzyjemny podobny do smaku kawy, pozostawiający goryczkę w ustach.
	wosku pszczelego	Charakterystyczny dla miodów spadziowych, dłużej rozpuszczający się w ustach, bardziej kremowy.
	kwiatowy	Smak kojarzący się z kwiatami.
	metaliczny	Smak pozostawiający w ustach posmak metaliczny.
	perfumowy	Smak pozostawiający w ustach posmak perfum/chemiczny.
	owocowy	Smak pozostawiający w ustach posmak owoców cytrusowych.
	korzenny	Charakterystyczny dla miodów, do których dodano przyprawy, np. cynamon, może być lekko gorzkawy.
	ziołowo-łukowy	Posmak ziół wyczuwalny po spożyciu miodu, charakterystyczny dla miodów wielokwiatowych.
	cierpki	Uważany za nieprzyjemny, pozostawiający nieprzyjemne kwaskawe uczucie w ustach.
	mdły	Uważany za nieprzyjemny posmak, po spożyciu produktów gorzkich bądź bardzo słodkich.
	charakterystyczny dla odmiany	Smak określany jako miodowy, pożądany dla miodu danej odmiany np. smak gryczany charakterystyczny dla miodu gryczanego.
	intensywność	Cecha związana z jednolitością smaku, opisywana poprzez przewagę odczuwania danego smaku od słabego odczuwana, po mocne jego odczuwanie.
ZAPACH	słodki	Zapach pożądany dla miodu z nutą zapachu kwiatów.
	gorzki	Zapach uważany za niepożądany, kojarzący się z przypaleniem.
	wosku pszczelego	Charakterystyczny w szczególności dla miodów spadziowych.
	kwiatowy	Przyjemny zapach kwiatów, charakterystyczny, np. dla miodu lipowego.
	metaliczny	Nieprzyjemny zapach metalu unoszący się nad miodem.
	perfumowy	Zapach ten uważany jest za sztuczny/chemiczny, nie jest charakterystyczny dla miodów naturalnych.
	owocowy	Przyjemny zapach owoców, kojarzący się ze świeżością cytrusów.
	korzenny	Zapach przypraw korzennych do pierników, np. cynamonu.
	ziołowo-łukowy	Zapach ściętej i wysuszonej trawy, bardzo często towarzyszy zapachowi miodu.
	cierpki	Nieprzyjemny zapach, który jest przeciwieństwem zapachu miodu, gryzący za gardło.
	charakterystyczny dla odmiany	Zapach określany jako miodowy, pożądany dla miodu danej odmiany np. zapach lipy w przypadku miodu lipowego
	intensywność	Cecha związana z jednolitością zapachu, opisywana poprzez przewagę odczuwania danego zapachu od słabego odczuwana, po mocne jego odczuwanie.
	INNE	barwa
klarowność - przezroczystość		Cecha, która jest stopniem przepuszczania światła, charakterystyczna dla miodów świeżych, szczególnie akacjowych. Oznaczana często jako klarowność- przejrzystość miodu, ale również jako miód mętny – nie przezroczysty.
obecność grudek – gładkość		Konsystencja miodu jest cechą, która może świadczyć o jego świeżości np. brak obecności grudek – miód gładki i kremowy. Miód posiadający grudki jest miodem, w którym zaszła już krystalizacja miodu charakterystyczna dla tego produktu w czasie jego przechowywania. Cecha ta jest wskazywana jako niewyczuwalna obecność grudek oraz jako ich wyczuwalność.
ocena ogólna		Ocena ogólna miodu zawiera w sobie wszystkie doznania smakowe, jakie dany miód powoduje w czasie jego spożywania. Obejmuje ocenę negatywną po bardzo pozytywną.

Zródło: opracowanie własne na podstawie: [PN-88/A-77626 Miód pszczeli., Rozp. MRiRW, 2015].

Załącznik 3.

Karta oceny sensorycznej dotycząca oceny desktyptorów jakości miodów odmianowych

Numer próbki:	
Oceniający:	
Gatunek miodu:	

Proszę o naniesienie na skalę cyfrową znaku X w miejscu odpowiadajacemu odniesionemu wrażeniu:

	Opis skali	niewyczuwalny	delikatnie wyczuwalny	średnio wyczuwalny	dobrze wyczuwalny	bardzo wyczuwalny	
SMIAK	słodki	1	2	3	4	5	
	gorzki	1	2	3	4	5	
	wosku pszczelego	1	2	3	4	5	
	kwiatowy	1	2	3	4	5	
	metaliczny	1	2	3	4	5	
	perfumowy	1	2	3	4	5	
	owocowy	1	2	3	4	5	
	korzenny	1	2	3	4	5	
	ziołowo-łukowy	1	2	3	4	5	
	cierpki	1	2	3	4	5	
	mdły	1	2	3	4	5	
	charakterystyczny dla odmiany	1	2	3	4	5	
	intensywność	1	2	3	4	5	
	ZAPACH	słodki	1	2	3	4	5
gorzki		1	2	3	4	5	
wosku pszczelego		1	2	3	4	5	
kwiatowy		1	2	3	4	5	
metaliczny		1	2	3	4	5	
perfumowy		1	2	3	4	5	
owocowy		1	2	3	4	5	
korzenny		1	2	3	4	5	
ziołowo-łukowy		1	2	3	4	5	
cierpki		1	2	3	4	5	
charakterystyczny dla odmiany		1	2	3	4	5	
intensywność		1	2	3	4	5	
INNE		barwa	mało intensywna	delikatnie intensywna	średnio intensywna	intensywna	bardzo intensywna
			1	2	3	4	5
	klarowność - przezroczystość	przezroczysty	klarowny	delikatnie mętny	mętny	bardzo mętny	
		1	2	3	4	5	
	obecność grudek – gładkość	niewyczuwalny	bardzo delikatnie wyczuwalne	delikatnie wyczuwalne	wyczuwalne	bardzo wyczuwalny	
		1	2	3	4	5	
	ocena ogólna	negatywna	akceptowalna	średnia	pozytywna	bardzo pozytywna	
		1	2	3	4	5	

Źródło: opracowanie własne.

Załącznik 4.

Współzależności pomiędzy cechami fizykochemicznymi i parametrami barwy L*, a*, b* - wartości współczynnika korelacji „r” Pearsona

Parametr fizykochemiczny	Zawartość wody [%]	Przewodność właściwa [mS/cm]	Kwasowość [mval/100g]	Cukry redukujące [%]	Sacharoza [%]	5-HMF [mg/kg]	Liczba diastazowa	AA _{ADPPH} [%]	TP [GAE/100g]	L*	a*	b*
Zawartość wody[%]	1,000	-0,037	-0,026	-0,095	0,004	-0,174	-0,005	0,079	-0,258	0,177	0,012	0,043
Przewodność właściwa [mS/cm]		1,000	0,583*	-0,355*	0,104	0,070	0,292*	0,324*	0,240*	-0,289*	0,158	-0,175
Kwasowość [mval/100g]			1,000	-0,353*	0,219	0,066	0,342*	0,380*	0,381*	-0,302*	0,387*	-0,117
Cukry redukujące [%]				1,000	-0,379*	-0,519*	-0,428*	-0,152	0,253*	0,256*	-0,286*	0,259*
Sacharoza [%]					1,000	0,378*	0,023	-0,173	-0,203*	-0,044	-0,053	-0,143
5-HMF [mg/kg]						1,000	0,270*	0,004	0,450*	-0,236*	0,275*	-0,286*
Liczba diastazowa							1,000	0,112	0,276*	-0,350*	0,473*	-0,113
AA _{ADPPH} [%]								1,000	0,411*	-0,201*	0,046	-0,175
TP [GAE/100g]									1,000	-0,265*	0,255*	-0,222*
L*										1,000	-0,404*	0,609*
a*											1,000	0,068
b*												1,000

Zródło: opracowanie własne.

Załącznik 5.

Współzależności pomiędzy cechami smaku miodu akacjowego - wartości współczynnika korelacji „r” Pearsona

	Smak											
	słodki	wosku	kwiatowy	metaliczny	perfumowy	owocowy	korzenny	ziołowy	cierpki	mdły	charakter dla odmiany	intensywność
	r											
słodki	1,000	0,005	0,190	-0,169	-0,230	0,311	-0,200	-0,104	0,012	0,337	0,443	-0,294
wosku		1,000	0,519	0,059	-0,132	-0,051	-0,115	0,464	-0,156	0,197	0,166	-0,268
kwiatowy			1,000	-0,027	-0,195	-0,029	-0,239	0,562	-0,164	0,321	0,209	-0,477
metaliczny				1,000	0,271	0,124	-0,034	0,155	-0,020	0,159	0,066	0,015
perfumowy					1,000	-0,011	0,352	-0,112	0,139	0,098	0,122	0,150
owocowy						1,000	-0,088	-0,115	-0,028	0,321	0,127	0,079
korzenny							1,000	-0,150	-0,054	-0,120	0,267	-0,054
ziołowy								1,000	0,076	0,168	0,108	-0,310
cierpki									1,000	0,046	-0,113	-0,013
mdły										1,000	0,153	-0,066
charakterystyczny dla odmiany											1,000	-0,379
intensywność												1,000

Zródło: opracowanie własne.

Załącznik 6.

Współzależności pomiędzy cechami zapachu miodu akacjowego – wartości współczynnika korelacji „r” Pearsona

Zapach	Zapach											
	słodki	gorzki	wosku	kwiatowy	metaliczny	perfumowy	owocowy	korzenny	ziołowy	cierpki	Charakter dla odmiany	intensywność
	r											
słodki	1,000	-0,189	-0,198	-0,129	0,232	0,094	-0,006	-0,405	-0,231	0,078	-0,014	0,341
gorzki		1,000	0,031	-0,108	-0,124	0,321	-0,059	0,289	-0,183	-0,068	0,121	-0,023
wosku			1,000	0,838	0,350	-0,110	-0,119	0,024	0,240	-0,317	0,415	-0,445
kwiatowy				1,000	0,331	-0,118	-0,131	-0,087	0,368	-0,315	0,340	-0,442
metaliczny					1,000	-0,083	-0,041	-0,222	-0,079	-0,110	0,421	-0,273
perfumowy						1,000	-0,158	0,204	-0,438	-0,181	0,052	0,020
owocowy							1,000	0,045	0,087	-0,040	0,007	0,047
korzenny								1,000	-0,326	-0,253	0,473	-0,118
ziołowy									1,000	-0,116	-0,237	-0,148
cierpki										1,000	-0,208	0,075
charakterystyczny dla odmiany											1,000	-0,445
intensywność												1,000

Zródło: opracowanie własne.

Załącznik 7.

Współzależności pomiędzy innymi cechami ceny sensorycznej miodu akacjowego – wartości współczynnika korelacji „r” Pearsona

	jasność barwy	przezroczystość	ziarnistość	smak char. dla odmiany	smak - intensywność	zapach char. dla odmiany	zapach - intensywność	ocena ogólna
	r							
jasność barwy	1,000	0,130	0,128	0,176	-0,191	0,136	-0,201	-0,120
przezroczystość		1,000	-0,165	-0,191	0,103	-0,185	-0,070	-0,148
ziarnistość			1,000	-0,167	0,111	-0,211	0,166	-0,068
smak charakterystyczny dla odmiany				1,000	-0,379	0,778	-0,316	0,345
smak - intensywność					1,000	-0,440	0,607	-0,053
zapach charakterystyczny dla odmiany						1,000	-0,445	0,240
zapach - intensywność							1,000	-0,043
ocena ogólna								1,000

Zródło: opracowanie własne.

Załącznik 8.

Współzależności pomiędzy cechami smaku miodu faceliowego – wartości współczynnika korelacji „r” Pearsona

	Smak											
	słodki	wosku	kwiatowy	metaliczny	perfumowy	owocowy	korzenny	ziołowy	cierpki	mdły	charakter dla odmiany	intensywność
	r											
słodki	1,000	-0,093	-0,122	0,275	0,128	0,025	0,126	0,522	0,021	0,393	0,045	0,425
wosku		1,000	-0,028	0,476	-0,196	-0,152	-0,378	0,121	0,252	-0,115	0,269	-0,517
kwiatowy			1,000	0,037	0,156	-0,155	0,016	0,157	-0,149	-0,047	0,136	0,145
metaliczny				1,000	-0,072	-0,071	-0,202	0,344	0,195	0,189	0,233	-0,229
perfumowy					1,000	-0,087	0,235	0,202	-0,063	-0,023	-0,302	0,149
owocowy						1,000	-0,149	-0,112	0,141	-0,115	0,026	-0,088
korzenny							1,000	-0,084	-0,111	-0,093	-0,425	0,280
ziołowy								1,000	-0,035	0,243	0,089	0,194
cierpki									1,000	-0,142	-0,053	-0,294
mdły										1,000	0,008	0,372
charakterystyczny dla odmiany											1,000	0,027
intensywność												1,000

Zródło: opracowanie własne.

Załącznik 9.

Współzależności pomiędzy cechami zapachu miodu faceliowego – wartości współczynnika korelacji „r” Pearsona

Zapach	Zapach											
	słodki	gorzki	wosku	kwiatowy	metaliczny	perfumowy	owocowy	korzenny	ziołowy	cierpki	Charakter dla odmiany	intensywność
	r											
słodki	1,000	0,204	0,162	-0,397		0,282	0,161	0,182	-0,172	0,064	-0,294	-0,128
gorzki		1,000	0,129	0,115		0,018	-0,060	-0,095	0,089	0,123	-0,108	-0,059
wosku			1,000	0,037		0,218	-0,376	-0,225	0,111	0,090	0,165	-0,009
kwiatowy				1,000		-0,058	-0,281	-0,452	0,232	-0,049	0,238	0,146
metaliczny					1,000							
perfumowy						1,000	-0,175	0,232	0,208	-0,122	-0,501	0,187
owocowy							1,000	0,186	-0,306	0,257	-0,016	-0,057
korzenny								1,000	0,179	-0,178	-0,508	0,094
ziołowy									1,000	-0,288	0,037	0,365
cierpki										1,000	0,009	-0,401
charakterystyczny dla odmiany											1,000	0,158
intensywność												1,000

Zródło: opracowanie własne.

Załącznik 10.

Współzależności pomiędzy innymi cechami oceny sensorycznej miodu faceliowego – wartości współczynnika korelacji „r” Pearsona

	jasność barwy	przezroczystość	ziarnistość	smak char. dla odmiany	smak - intensywność	zapach char. dla odmiany	zapach - intensywność	ocena ogólna
	r							
jasność barwy	1,000	0,076	-0,019	-0,109	-0,094	-0,194	-0,046	0,067
przezroczystość		1,000	-0,013	-0,008	0,065	-0,051	0,098	-0,101
ziarnistość			1,000	0,031	0,401	-0,055	0,323	0,245
smak charakterystyczny dla odmiany				1,000	0,027	0,886	0,105	0,585
smak - intensywność					1,000	0,072	0,796	0,388
zapach charakterystyczny dla odmiany						1,000	0,158	0,531
zapach - intensywność							1,000	0,346
ocena ogólna								1,000

Zródło: opracowanie własne.

Załącznik 11.

Współzależności pomiędzy cechami smaku miodu gryczanego – wartości współczynnika korelacji „r” Pearsona

	Smak											
	słodki	wosku	kwiatowy	metaliczny	perfumowy	owocowy	korzenny	ziołowy	cierpki	mdły	charakter dla odmiany	intensywność
	r											
słodki	1,000	-0,406	-0,053	-0,584	-0,164	-0,164	-0,364	0,010	0,006	-0,022	-0,199	0,065
wosku		1,000	0,053	0,522	0,310	0,310	0,263	-0,008	0,182	0,162	0,259	0,044
kwiatowy			1,000	-0,141	-0,100	-0,100	-0,005	-0,014	0,420	0,014	-0,113	0,013
metaliczny				1,000	0,093	0,093	0,430	-0,160	-0,189	0,258	0,251	0,033
perfumowy					1,000	1,000	0,208	0,286	-0,114	0,139	0,102	-0,040
owocowy						1,000	0,208	0,286	-0,114	0,139	0,102	-0,040
korzenny							1,000	0,126	0,053	0,377	-0,026	0,129
ziołowy								1,000	0,114	0,034	-0,025	0,085
cierpki									1,000	-0,124	-0,012	0,235
mdły										1,000	-0,065	0,204
charakterystyczny dla odmiany											1,000	-0,003
intensywność												1,000

Zródło: opracowanie własne.

Załącznik 12.

Współzależności pomiędzy cechami zapachu miodu gryczanego – wartości współczynnika korelacji „r” Pearsona

Zapach	Zapach											
	słodki	gorzki	wosku	kwiatowy	metaliczny	perfumowy	owocowy	korzenny	ziołowy	cierpki	Charakter dla odmiany	intensywność
	r											
słodki	1,000	-0,113	0,130	-0,178	-0,352	-0,254	-0,453	-0,323	-0,034	-0,128	0,120	0,430
gorzki		1,000	0,011	0,111	0,065	0,115	0,174	0,226	0,091	0,170	0,064	0,107
wosku			1,000	0,148	-0,120	0,015	-0,095	0,018	0,642	-0,050	0,312	0,156
kwiatowy				1,000	0,097	-0,058	0,209	-0,163	0,141	0,075	-0,028	-0,051
metaliczny					1,000	0,133	0,461	0,371	-0,104	0,264	0,010	-0,095
perfumowy						1,000	0,197	0,325	0,104	0,210	0,121	-0,077
owocowy							1,000	0,319	-0,073	0,181	-0,023	-0,203
korzenny								1,000	0,184	0,163	0,171	-0,128
ziołowy									1,000	0,228	0,308	0,123
cierpki										1,000	0,233	0,089
charakterystyczny dla odmiany											1,000	0,521
intensywność												1,000

Zródło: opracowanie własne.

Załącznik 13.

Współzależności pomiędzy innymi cechami oceny sensorycznej miodu gryczanego – wartości współczynnika korelacji „r” Pearsona

	jasność barwy	przezroczystość	ziarnistość	smak char. dla odmiany	smak - intensywność	zapach char. dla odmiany	zapach - intensywność	ocena ogólna
	r							
jasność barwy	1,000	0,056	0,245	-0,069	0,392	0,073	0,281	0,416
przezroczystość		1,000	0,015	0,003	-0,123	0,139	0,087	0,048
ziarnistość			1,000	0,108	0,138	0,326	0,296	0,207
smak charakterystyczny dla odmiany				1,000	-0,077	0,528	0,101	0,294
smak - intensywność					1,000	0,227	0,613	0,638
zapach charakterystyczny dla odmiany						1,000	0,521	0,568
zapach - intensywność							1,000	0,682
ocena ogólna								1,000

Zródło: opracowanie własne.

Załącznik 14.

Współzależności pomiędzy cechami smaku miodu lipowego - wartości współczynnika korelacji „r” Pearsona

	Smak											
	słodki	wosku	kwiatowy	metaliczny	perfumowy	owocowy	korzenny	ziołowy	cierpki	mdły	charakter dla odmiany	intensywność
	r											
słodki	1,000		-0,454	0,003	-0,364	0,391	0,032	-0,343	0,066	-0,204	0,039	0,204
wosku		1,000										
kwiatowy	-0,454		1,000	0,205	0,294	-0,178	-0,085	-0,054	0,095	0,008	-0,106	-0,387
metaliczny	0,003		0,205	1,000	-0,047	-0,150	-0,018	0,180	0,073	0,089	-0,039	-0,073
perfumowy	-0,364		0,294	-0,047	1,000	-0,149	0,180	0,176	-0,157	-0,049	0,115	-0,488
owocowy	0,391		-0,178	-0,150	-0,149	1,000	0,370	-0,202	-0,066	-0,034	0,031	0,130
korzenny	0,032		-0,085	-0,018	0,180	0,370	1,000	0,119	-0,155	0,029	0,212	-0,140
ziołowy	-0,343		-0,054	0,180	0,176	-0,202	0,119	1,000	-0,013	0,163	0,060	-0,119
cierpki	0,066		0,095	0,073	-0,157	-0,066	-0,155	-0,013	1,000	0,016	-0,104	-0,238
mdły	-0,204		0,008	0,089	-0,049	-0,034	0,029	0,163	0,016	1,000	-0,003	0,133
charakterystyczny dla odmiany	0,039		-0,106	-0,039	0,115	0,031	0,212	0,060	-0,104	-0,003	1,000	0,006
intensywność	0,204		-0,387	-0,073	-0,488	0,130	-0,140	-0,119	-0,238	0,133	0,006	1,000

Zródło: opracowanie własne.

Załącznik 15.

Współzależności pomiędzy cechami zapachu miodu lipowego - wartości współczynnika korelacji „r” Pearsona

Zapach	Zapach											
	słodki	gorzki	wosku	kwiatowy	metaliczny	perfumowy	owocowy	korzenny	ziołowy	cierpki	charakter dla odmiany	intensywność
	r											
słodki	1,000	0,276	-0,243	0,225	-0,255	0,037	-0,188	-0,211	0,093	-0,173	0,033	0,667
gorzki		1,000	-0,114	0,371	0,072	-0,113	-0,140	-0,004	0,057	-0,055	0,005	0,350
wosku			1,000	-0,090	0,172	-0,109	-0,035	0,059	0,024	0,228	-0,228	-0,422
kwiatowy				1,000	-0,176	0,183	-0,154	0,142	-0,141	-0,003	0,247	0,316
metaliczny					1,000	-0,165	0,050	-0,012	-0,129	-0,064	-0,444	-0,224
perfumowy						1,000	-0,004	-0,048	-0,190	-0,075	0,225	0,091
owocowy							1,000	0,388	-0,211	0,000	-0,072	-0,181
korzenny								1,000	-0,125	0,105	0,077	-0,198
ziołowy									1,000	0,121	-0,252	0,083
cierpki										1,000	0,150	-0,188
charakterystyczny dla odmiany											1,000	0,157
intensywność												1,000

Zródło: opracowanie własne.

Załącznik 16.

Współzależności pomiędzy innymi cechami oceny sensorycznej miodu lipowego - wartości współczynnika korelacji „r” Pearsona

	jasność barwy	przezroczystość	ziarnistość	smak char. dla odmiany	smak - intensywność	zapach char. dla odmiany	zapach - intensywność	ocena ogólna
	r							
jasność barwy	1,000	-0,307	0,038	-0,017	-0,211	0,021	-0,120	-0,094
przezroczystość		1,000	-0,123	-0,101	0,243	-0,139	0,188	0,047
ziarnistość			1,000	-0,006	0,133	0,103	0,184	0,210
smak charakterystyczny dla odmiany				1,000	-0,015	0,774	0,179	0,558
smak - intensywność					1,000	-0,046	0,728	0,610
zapach charakterystyczny dla odmiany						1,000	0,157	0,453
zapach - intensywność							1,000	0,738
ocena ogólna								1,000

Zródło: opracowanie własne.

Załącznik 17.

Współzależności pomiędzy cechami smaku miodu mniszkowego – wartości współczynnika korelacji „r” Pearsona

	Smak											
	słodki	wosku	kwiatowy	metaliczny	perfumowy	owocowy	korzenny	ziołowy	cierpki	mdły	charakter dla odmiany	intensywność
	r											
słodki	1,000	-0,024	0,213	-0,273	0,276	-0,302	0,060	0,253	-0,071	0,274	-0,004	-0,013
wosku		1,000	-0,010	-0,164	0,055	-0,070	0,127	-0,093	-0,106	-0,054	-0,082	0,083
kwiatowy			1,000	-0,133	0,137	-0,146	0,190	0,167	-0,232	0,435	0,272	-0,133
metaliczny				1,000	0,007	0,035	-0,358	-0,113	0,280	-0,167	-0,121	0,182
perfumowy					1,000	-0,159	0,141	0,493	-0,211	0,044	-0,062	0,149
owocowy						1,000	-0,153	-0,124	-0,132	-0,225	0,133	-0,099
korzenny							1,000	0,138	0,012	0,026	0,139	-0,007
ziołowy								1,000	-0,222	0,162	-0,079	-0,005
cierpki									1,000	-0,145	-0,017	-0,157
mdły										1,000	0,073	0,147
charakterystyczny dla odmiany											1,000	-0,372
intensywność												1,000

Zródło: opracowanie własne.

Załącznik 18.

Współzależności pomiędzy cechami zapachu miodu mniszkowego – wartości współczynnika korelacji „r” Pearsona

Zapach	Zapach											
	słodki	gorzki	wosku	kwiatowy	metaliczny	perfumowy	owocowy	korzenny	ziołowy	cierpki	charakter dla odmiany	intensywność
	r											
słodki	1,000	0,021	0,216	-0,161	0,137	-0,174	0,236	0,080	-0,094	0,468	0,011	0,227
gorzki		1,000	-0,159	0,014	-0,135	0,055	-0,242	-0,204	0,078	0,431	0,290	0,202
wosku			1,000	-0,161	0,098	0,078	0,541	-0,021	0,011	0,021	-0,138	0,020
kwiatowy				1,000	-0,316	0,101	-0,161	-0,128	0,465	0,038	-0,157	0,088
metaliczny					1,000	-0,078	0,151	0,473	-0,147	0,055	0,076	0,034
perfumowy						1,000	-0,110	-0,225	-0,044	-0,213	-0,048	-0,305
owocowy							1,000	0,088	-0,295	0,224	-0,104	0,291
korzenny								1,000	-0,323	0,224	0,312	0,080
ziołowy									1,000	-0,138	-0,169	0,043
cierpki										1,000	0,218	0,493
charakterystyczny dla odmiany											1,000	0,157
intensywność												1,000

Zródło: opracowanie własne.

Załącznik 19.

Współzależności pomiędzy innymi cechami oceny sensorycznej miodu mniszkowego – wartości współczynnika korelacji „r” Pearsona

	jasność barwy	przezroczystość	ziarnistość	smak char. dla odmiany	smak - intensywność	zapach char. dla odmiany	zapach - intensywność	ocena ogólna
	r							
jasność barwy	1,000	0,118	-0,018	-0,304	-0,021	-0,127	-0,175	-0,332
przezroczystość		1,000	-0,041	-0,354	0,094	-0,198	-0,028	-0,076
ziarnistość			1,000	-0,137	0,303	0,114	0,423	0,114
smak charakterystyczny dla odmiany				1,000	0,033	0,548	0,075	0,528
smak - intensywność					1,000	-0,022	0,550	0,368
zapach charakterystyczny dla odmiany						1,000	0,157	0,322
zapach - intensywność							1,000	0,439
ocena ogólna								1,000

Zródło: opracowanie własne.

Załącznik 20.

Współzależności pomiędzy cechami smaku miodu nektarowo-spadziowego - wartości współczynnika korelacji „r” Pearsona

	Smak											
	słodki	wosku	kwiatowy	metaliczny	perfumowy	owocowy	korzenny	ziołowy	cierpki	mdły	charakter dla odmiany	intensywność
	r											
słodki	1,000	-0,095	-0,027	0,126	-0,141	-0,158	-0,032	-0,058	0,296	0,153	0,015	-0,083
wosku		1,000	-0,179	-0,207	0,099	0,458	-0,057	0,123	-0,067	-0,126	0,179	-0,163
kwiatowy			1,000	0,325	-0,240	-0,250	-0,266	-0,281	-0,049	-0,046	-0,079	0,012
metaliczny				1,000	0,000	-0,079	0,062	0,269	0,227	0,043	-0,159	0,110
perfumowy					1,000	0,168	0,049	0,209	-0,200	-0,278	0,114	-0,157
owocowy						1,000	0,315	0,425	-0,007	-0,232	0,523	-0,139
korzenny							1,000	0,322	0,125	-0,002	0,061	0,055
ziołowy								1,000	0,124	0,034	0,189	0,090
cierpki									1,000	0,460	-0,103	-0,179
mdły										1,000	-0,080	-0,025
charakterystyczny dla odmiany											1,000	-0,379
intensywność												1,000

Zródło: opracowanie własne.

Załącznik 21.

Współzależności pomiędzy cechami zapachu miodu nektarowo-spadziowego – wartości współczynnika korelacji „r” Pearsona

Zapach	Zapach											
	słodki	gorzki	wosku	kwiatowy	metaliczny	perfumowy	owocowy	korzenny	ziołowy	cierpki	charakter dla odmiany	intensywność
	r											
słodki	1,000	-0,025	-0,475	-0,138	-0,097	0,018	-0,002	-0,011	0,282	0,283	0,247	0,312
gorzki		1,000	-0,132	-0,170	0,060	-0,028	0,063	-0,011	-0,045	0,001	-0,020	0,093
wosku			1,000	0,308	-0,018	-0,216	-0,299	-0,335	-0,287	-0,080	-0,031	-0,237
kwiatowy				1,000	0,050	0,325	0,326	0,249	0,326	0,217	-0,195	-0,256
metaliczny					1,000	0,123	0,064	0,186	-0,210	-0,204	-0,037	0,189
perfumowy						1,000	0,604	0,538	0,410	0,091	-0,195	-0,175
owocowy							1,000	0,586	0,453	0,010	-0,251	-0,095
korzenny								1,000	0,310	-0,152	-0,381	-0,397
ziołowy									1,000	0,439	0,033	0,033
cierpki										1,000	0,051	0,138
charakterystyczny dla odmiany											1,000	0,570
intensywność												1,000

Zródło: opracowanie własne.

Załącznik 22.

Współzależności pomiędzy innymi cechami oceny sensorycznej miodu nektarowo-spadziowego – wartości współczynnika korelacji „r” Pearsona

	jasność barwy	przezroczystość	ziarnistość	smak char. dla odmiany	smak - intensywność	zapach char. dla odmiany	zapach - intensywność	ocena ogólna
	r							
jasność barwy	1,000	0,350	0,182	0,153	-0,054	-0,087	-0,210	-0,060
przezroczystość		1,000	0,608	-0,058	0,176	-0,095	0,031	0,063
ziarnistość			1,000	0,188	0,214	0,285	0,289	0,147
smak charakterystyczny dla odmiany				1,000	-0,160	0,445	-0,003	0,145
smak - intensywność					1,000	0,369	0,728	0,691
zapach charakterystyczny dla odmiany						1,000	0,570	0,588
zapach - intensywność							1,000	0,695
ocena ogólna								1,000

Zródło: opracowanie własne.

Załącznik 23.

Współzależności pomiędzy cechami smaku miodu rzepakowego – wartości współczynnika korelacji „r” Pearsona

	Smak											
	słodki	wosku	kwiatowy	metaliczny	perfumowy	owocowy	korzenny	ziołowy	cierpki	mdły	charakter dla odmiany	intensywność
	r											
słodki	1,000	0,052	0,184	0,086	0,318	0,112	0,117	0,260	0,125	-0,039	0,166	-0,298
wosku		1,000	0,170	0,024	-0,145	-0,065	-0,083	0,003	-0,038	-0,131	0,053	-0,040
kwiatowy			1,000	0,055	-0,035	-0,105	-0,016	0,192	-0,100	-0,051	0,155	0,157
metaliczny				1,000	0,299	-0,118	-0,026	0,052	-0,185	0,044	0,069	0,104
perfumowy					1,000	0,029	0,091	-0,012	-0,195	0,245	-0,070	-0,036
owocowy						1,000	0,012	-0,139	0,138	-0,050	-0,144	0,164
korzenny							1,000	-0,072	0,099	-0,028	0,052	0,105
ziołowy								1,000	0,146	-0,159	0,193	-0,319
cierpki									1,000	-0,154	0,141	-0,143
mdły										1,000	-0,022	-0,074
charakterystyczny dla odmiany											1,000	-0,233
intensywność												1,000

Zródło: opracowanie własne.

Załącznik 24.

Współzależności pomiędzy cechami zapachu miodu rzepakowego – wartości współczynnika korelacji „r” Pearsona

Zapach	Zapach											
	słodki	gorzki	wosku	kwiatowy	metaliczny	perfumowy	owocowy	korzenny	ziołowy	cierpki	charakter dla odmiany	intensywność
	r											
słodki	1,000	0,023	-0,018	0,284	0,388	-0,044	0,299	0,247	-0,060	0,083	-0,200	0,223
gorzki		1,000	0,107	-0,048	-0,127	0,019	-0,138	0,070	0,249	-0,204	-0,086	0,060
wosku			1,000	0,095	-0,118	-0,279	0,016	0,450	0,146	-0,305	-0,065	0,187
kwiatowy				1,000	0,086	0,213	0,362	0,176	-0,062	-0,157	0,006	-0,135
metaliczny					1,000	0,095	0,096	0,096	-0,237	0,207	-0,181	0,061
perfumowy						1,000	0,145	-0,271	-0,004	0,061	0,231	-0,226
owocowy							1,000	-0,149	-0,102	-0,075	0,200	0,169
korzenny								1,000	0,264	-0,143	-0,349	0,091
ziołowy									1,000	-0,237	0,138	0,258
cierpki										1,000	-0,218	-0,201
charakterystyczny dla odmiany											1,000	0,359
intensywność												1,000

Zródło: opracowanie własne.

Załącznik 25.

Współzależności pomiędzy innymi cechami oceny sensorycznej miodu rzepakowego - wartości współczynnika korelacji „r” Pearsona

	jasność barwy	przeźroczystość	ziarnistość	smak char. dla odmiany	smak - intensywność	zapach char. dla odmiany	zapach - intensywność	ocena ogólna
	r							
jasność barwy	1,000	-0,107	-0,055	0,007	-0,198	-0,046	-0,166	-0,136
przeźroczystość		1,000	0,212	-0,219	-0,073	0,035	-0,152	-0,140
ziarnistość			1,000	0,043	0,081	0,043	0,070	-0,077
smak charakterystyczny dla odmiany				1,000	-0,150	0,682	0,190	0,376
smak - intensywność					1,000	-0,007	0,629	0,466
zapach charakterystyczny dla odmiany						1,000	0,359	0,457
zapach - intensywność							1,000	0,591
ocena ogólna								1,000

Zródło: opracowanie własne.

Załącznik 26.

Współzależności pomiędzy cechami smaku miodu spadziowego – wartości współczynnika korelacji „r” Pearsona

	Smak											
	słodki	wosku	kwiatowy	metaliczny	perfumowy	owocowy	korzenny	ziołowy	cierpki	mdły	charakter dla odmiany	intensywność
	r											
słodki	1,000	-0,124	0,249	0,124	-0,401	-0,193	-0,084	0,090	0,091	-0,067	-0,066	0,104
wosku		1,000	-0,310	0,101	0,249	0,107	0,034	-0,267	-0,102	-0,070	0,171	0,083
kwiatowy			1,000	-0,263	-0,004	0,040	-0,068	0,168	-0,477	-0,101	-0,230	0,266
metaliczny				1,000	0,133	-0,152	0,443	-0,408	0,454	0,485	0,188	-0,363
perfumowy					1,000	0,204	0,283	-0,251	-0,184	0,277	0,158	-0,316
owocowy						1,000	-0,165	-0,248	-0,276	0,081	0,017	0,006
korzenny							1,000	-0,146	-0,034	0,141	-0,015	-0,070
ziołowy								1,000	0,295	-0,083	0,107	0,042
cierpki									1,000	0,423	0,263	-0,361
mdły										1,000	0,253	-0,452
charakterystyczny dla odmiany											1,000	-0,032
intensywność												1,000

Zródło: opracowanie własne.

Załącznik 27.

Współzależności pomiędzy cechami zapachu miodu spadziowego – wartości współczynnika korelacji „r” Pearsona

Zapach	Zapach											
	słodki	gorzki	wosku	kwiatowy	metaliczny	perfumowy	owocowy	korzenny	ziołowy	cierpki	charakter dla odmiany	intensywność
	r											
słodki	1,000	-0,129	0,380	0,039	-0,227	0,007	-0,104	0,124	0,073	-0,150	-0,072	-0,020
gorzki		1,000	0,059	-0,052	0,189	-0,118	0,203	0,049	-0,014	-0,013	0,276	0,021
wosku			1,000	0,199	-0,235	-0,094	-0,034	-0,012	-0,382	-0,157	0,047	0,029
kwiatowy				1,000	-0,006	-0,183	0,641	-0,156	0,041	0,386	-0,048	0,095
metaliczny					1,000	0,013	0,080	-0,146	-0,025	-0,152	0,255	0,129
perfumowy						1,000	-0,136	-0,305	-0,072	-0,122	0,165	-0,010
owocowy							1,000	-0,109	0,250	0,202	0,075	-0,046
korzenny								1,000	0,445	0,226	-0,380	-0,101
ziołowy									1,000	0,043	-0,525	-0,107
cierpki										1,000	-0,135	-0,034
charakterystyczny dla odmiany											1,000	0,079
intensywność												1,000

Zródło: opracowanie własne.

Załącznik 28.

Współzależności pomiędzy innymi cechami oceny sensorycznej miodu spadziowego – wartości współczynnika korelacji „r” Pearsona

	jasność barwy	przeźroczystość	ziarnistość	smak char. dla odmiany	smak - intensywność	zapach char. dla odmiany	zapach - intensywność	ocena ogólna
	r							
jasność barwy	1,000	0,498	-0,136	-0,119	-0,247	-0,146	-0,112	-0,234
przeźroczystość		1,000	-0,373	0,087	-0,240	-0,010	0,026	-0,185
ziarnistość			1,000	0,013	-0,021	0,153	0,116	0,264
smak charakterystyczny dla odmiany				1,000	-0,126	0,627	0,055	0,605
smak - intensywność					1,000	-0,034	-0,226	0,152
zapach charakterystyczny dla odmiany						1,000	0,079	0,649
zapach - intensywność							1,000	0,219
ocena ogólna								1,000

Zródło: opracowanie własne.

Załącznik 29.

Współzależności pomiędzy cechami smaku miodu wielokwiatowego – wartości współczynnika korelacji „r” Pearsona

	Smak											
	słodki	wosku	kwiatowy	metaliczny	perfumowy	owocowy	korzenny	ziołowy	cierpki	mdły	charakter dla odmiany	intensywność
	r											
słodki	1,000		0,025	-0,298	-0,177	0,244	-0,030	0,017	0,339	0,253	0,119	0,002
wosku		1,000										
kwiatowy			1,000	-0,115	0,037	-0,091	0,019	0,017	0,048	-0,110	-0,073	0,275
metaliczny				1,000	0,094	-0,181	-0,119	0,245	0,093	-0,173	0,168	-0,179
perfumowy					1,000	-0,103	0,193	-0,080	-0,005	0,011	0,032	-0,014
owocowy						1,000	0,161	0,061	0,201	0,110	-0,103	-0,272
korzenny							1,000	0,001	0,074	-0,169	-0,026	-0,129
ziołowy								1,000	0,377	-0,084	0,029	-0,003
cierpki									1,000	-0,058	0,321	0,047
mdły										1,000	-0,159	0,032
charakterystyczny dla odmiany											1,000	-0,000
intensywność												1,000

Zródło: opracowanie własne.

Załącznik 30.

Współzależności pomiędzy cechami zapachu miodu wielokwiatowego – wartości współczynnika korelacji „r” Pearsona

Zapach	Zapach											
	słodki	gorzki	wosku	kwiatowy	metaliczny	perfumowy	owocowy	korzenny	ziołowy	cierpki	charakter dla odmiany	intensywność
	r											
słodki	1,000	0,063	0,187	-0,023	-0,218	0,156	-0,192	-0,159	0,290	0,170	0,058	0,129
gorzki		1,000	-0,043	0,340	0,042	-0,054	-0,006	0,053	0,090	0,054	0,096	-0,077
wosku			1,000	-0,086	-0,094	-0,147	-0,247	0,100	0,294	-0,041	0,065	0,070
kwiatowy				1,000	0,295	-0,035	-0,067	0,135	0,084	-0,149	-0,166	-0,058
metaliczny					1,000	-0,039	-0,123	-0,001	0,019	0,034	0,063	-0,060
perfumowy						1,000	0,124	0,089	0,041	0,056	-0,093	0,255
owocowy							1,000	0,104	-0,262	-0,242	-0,176	-0,130
korzenny								1,000	0,314	-0,383	-0,184	0,215
ziołowy									1,000	-0,188	-0,061	0,101
cierpki										1,000	0,054	-0,098
charakterystyczny dla odmiany											1,000	0,388
intensywność												1,000

Zródło: opracowanie własne.

Załącznik 31.

Współzależności pomiędzy innymi cechami oceny sensorycznej miodu wielokwiatowego – wartości współczynnika korelacji „r” Pearsona

	jasność barwy	przezroczystość	ziarnistość	smak char. dla odmiany	smak - intensywność	zapach char. dla odmiany	zapach - intensywność	ocena ogólna
	r							
jasność barwy	1,000	0,256	-0,068	-0,254	0,072	-0,231	0,151	-0,056
przezroczystość		1,000	0,052	-0,310	-0,119	-0,238	0,062	-0,247
ziarnistość			1,000	0,224	0,210	0,306	0,315	0,433
smak charakterystyczny dla odmiany				1,000	0,044	0,447	0,017	0,385
smak - intensywność					1,000	0,146	0,432	0,544
zapach charakterystyczny dla odmiany						1,000	0,388	0,578
zapach - intensywność							1,000	0,514
ocena ogólna								1,000

Zródło: opracowanie własne.

Załącznik 32.

Współzależności pomiędzy cechami smaku miodu wrzosowego – wartości współczynnika korelacji „r” Pearsona

	Smak											
	słodki	wosku	kwiatowy	metaliczny	perfumowy	owocowy	korzenny	ziołowy	cierpki	mdły	charakter dla odmiany	intensywność
	r											
słodki	1,000											
wosku		1,000										
kwiatowy			1,000									
metaliczny				1,000								
perfumowy					1,000							
owocowy						1,000						
korzenny							1,000					
ziołowy								1,000				
cierpki									1,000			
mdły										1,000		
charakterystyczny dla odmiany											1,000	
intensywność												1,000

Zródło: opracowanie własne.

Załącznik 33.

Współzależności pomiędzy cechami zapachu miodu wrzosowego – wartości współczynnika korelacji „r” Pearsona

Zapach	Zapach											
	słodki	gorzki	wosku	kwiatowy	metaliczny	perfumowy	owocowy	korzenny	ziołowy	cierpki	charakterystyczny dla odmiany	intensywność
	r											
słodki	1,000	0,107	-0,090	-0,152	0,000	-0,168	-0,101	0,296	0,107	-0,121	-0,065	0,159
gorzki		1,000	0,168	0,156	0,048	-0,188	-0,117	0,170	-0,040	0,035	0,252	0,231
wosku			1,000	0,385	-0,000	0,221	-0,264	0,133	-0,071	0,279	0,241	0,226
kwiatowy				1,000	0,216	-0,166	0,285	0,420	-0,251	-0,049	0,146	0,500
metaliczny					1,000	-0,132	0,162	0,386	0,085	-0,008	-0,276	-0,182
perfumowy						1,000	0,004	-0,428	0,102	0,233	0,136	-0,177
owocowy							1,000	-0,079	-0,246	-0,037	0,054	0,319
korzenny								1,000	0,005	-0,003	-0,130	0,190
ziołowy									1,000	0,048	0,086	-0,203
cierpki										1,000	0,010	-0,171
charakterystyczny dla odmiany											1,000	0,408
intensywność												1,000

Źródło: opracowanie własne.

Załącznik 34.

Współzależności pomiędzy innymi cechami oceny sensorycznej miodu wrzosowego – wartości współczynnika korelacji „r” Pearsona

	jasność barwy	przezroczystość	ziarnistość	smak char. dla odmiany	smak - intensywność	zapach char. dla odmiany	zapach - intensywność	ocena ogólna
	r							
jasność barwy	1,000	0,072	0,464	-0,072	0,058	-0,190	-0,156	-0,091
przezroczystość		1,000	0,039	-0,247	-0,005	-0,607	-0,638	-0,277
ziarnistość			1,000	0,073	0,266	-0,173	-0,038	-0,053
smak charakterystyczny dla odmiany				1,000	0,254	0,274	0,183	0,590
smak - intensywność					1,000	-0,163	0,219	0,362
zapach charakterystyczny dla odmiany						1,000	0,408	0,225
zapach - intensywność							1,000	0,579
ocena ogólna								1,000

Źródło: opracowanie własne.

Załącznik 35.

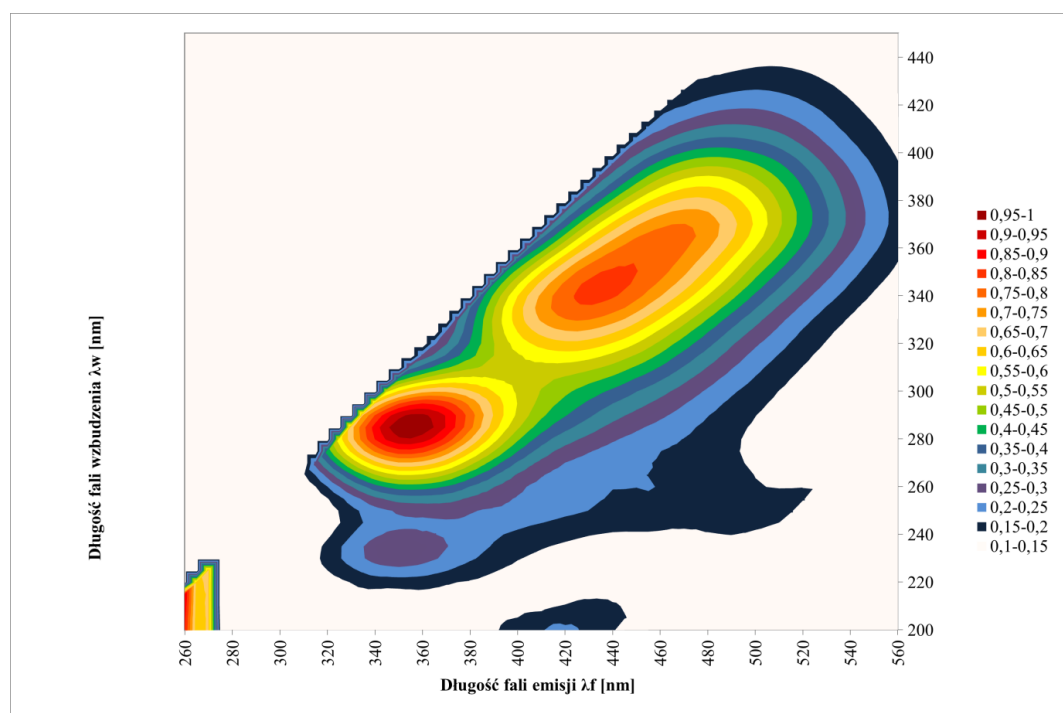
Współzależności pomiędzy wybranymi cechami sensorycznymi a cechami fizykochemicznymi próbek miodu – wartości współczynnika korelacji „r” Pearsona

Parametr oceny sensorycznej	Wyróżnik sensoryczny							
	SMAK		ZAPACH		barwa	mętność	gładkość	ocena ogólna wrażenia sensorycznego
	charakterystyczny dla odmiany	intensywność	charakterystyczny dla odmiany	intensywność				
Parametr fizykochemiczny	r							
Zawartość wody [%]	-0,025	0,017	-0,291	0,032	0,193	-0,098	0,363	-0,097
Przewodność właściwa [mS/cm]	0,419	-0,129	0,361	-0,058	-0,760	-0,214	0,301	-0,119
Kwasowość [mval/100g]	0,314	-0,201	0,393	0,271	-0,804	-0,418	0,469	-0,131
Cukry redukujące [%]	0,093	0,274	0,146	0,345	0,622	-0,116	-0,702	0,551
Sacharoza [%]	-0,458	-0,858	-0,286	-0,646	0,068	0,504	-0,031	-0,865
5-HMF [mg/kg]	0,168	-0,130	0,243	-0,151	-0,398	0,322	0,357	-0,119
Liczba diastazowa	0,437	0,068	0,218	0,256	-0,806	-0,696	0,632	0,112
AADPPH• [%]	0,246	0,357	0,336	0,379	-0,613	-0,199	0,428	0,201
TP [GAE/100g]	0,542	0,427	0,587	0,344	-0,744	-0,141	0,457	0,400
L*	-0,642	-0,180	-0,450	-0,182	0,891	0,541	-0,524	-0,266
a*	0,422	0,360	0,200	0,275	-0,769	-0,458	0,848	0,227
b*	-0,503	0,292	-0,571	-0,050	0,746	0,209	-0,179	0,020

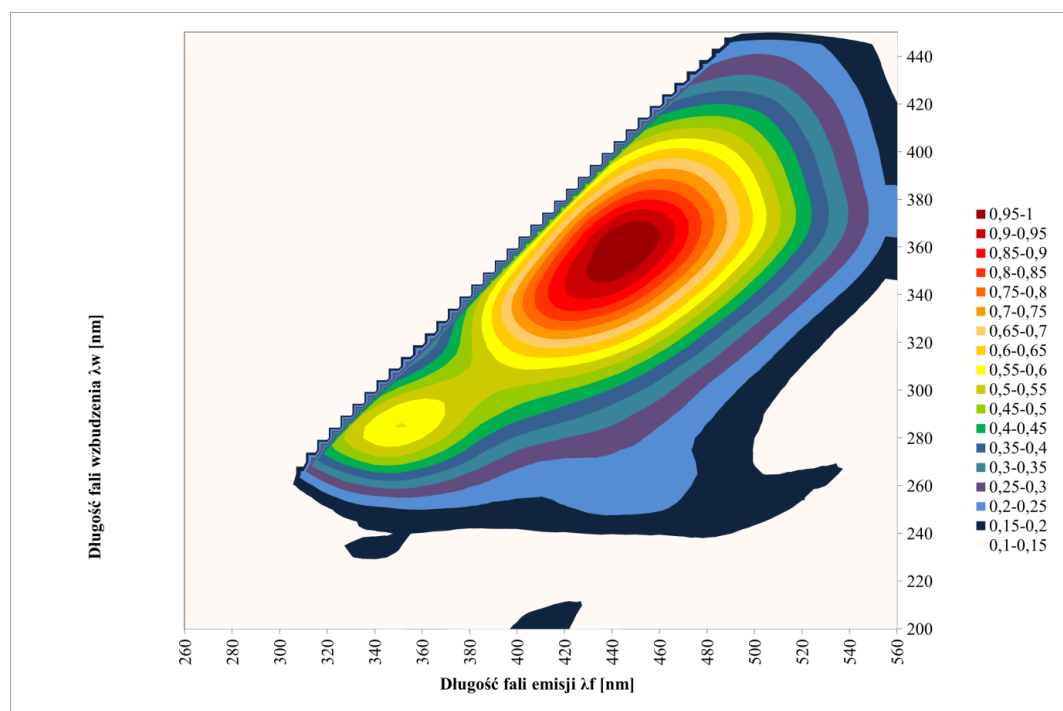
Źródło: opracowanie własne.

Zupełne widmo fluorescencji (EEM) dla miodów odmianowych

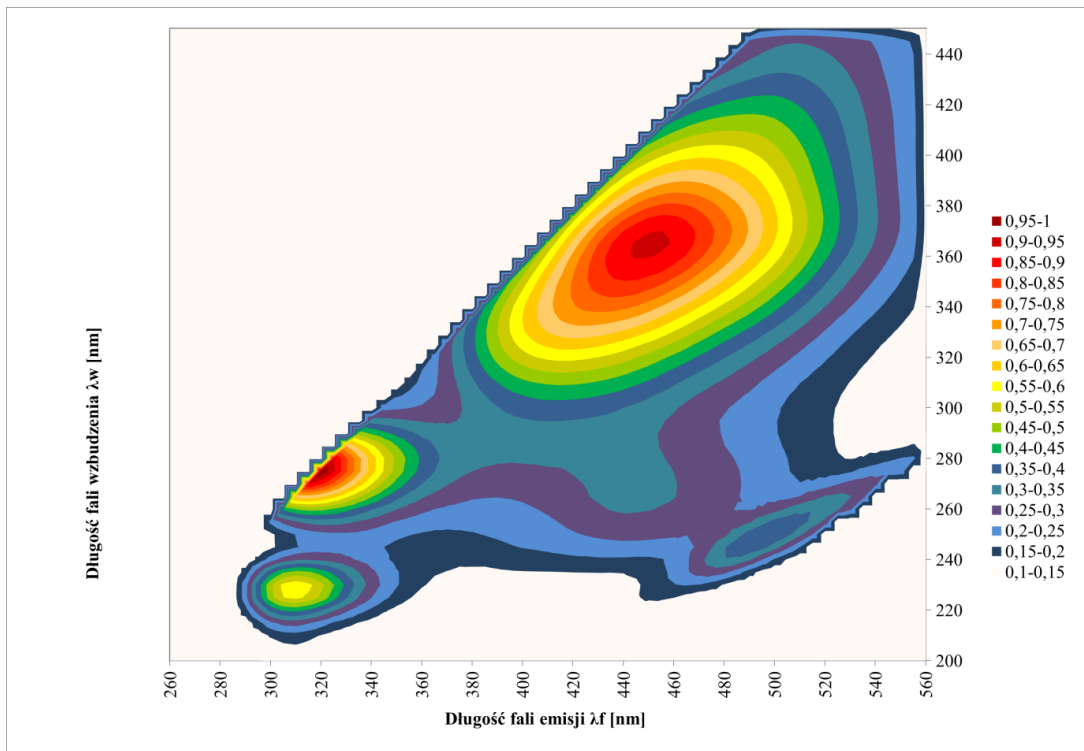
a – miód akacjowy



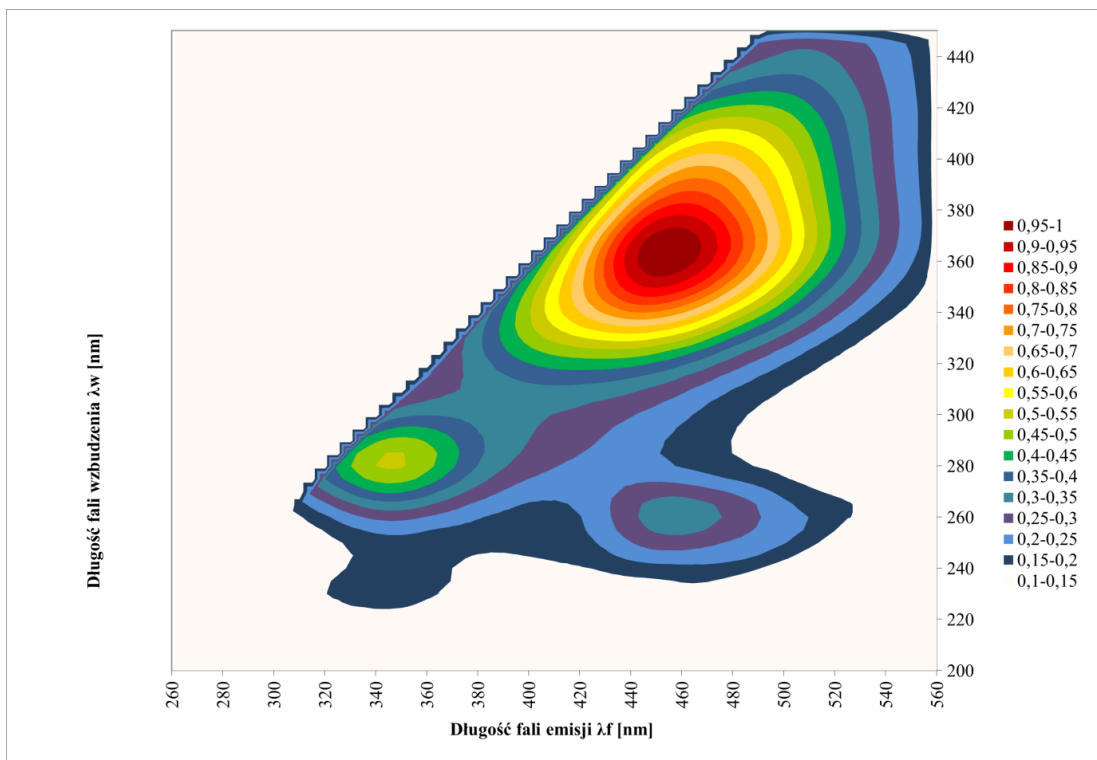
b – miód faceliowy



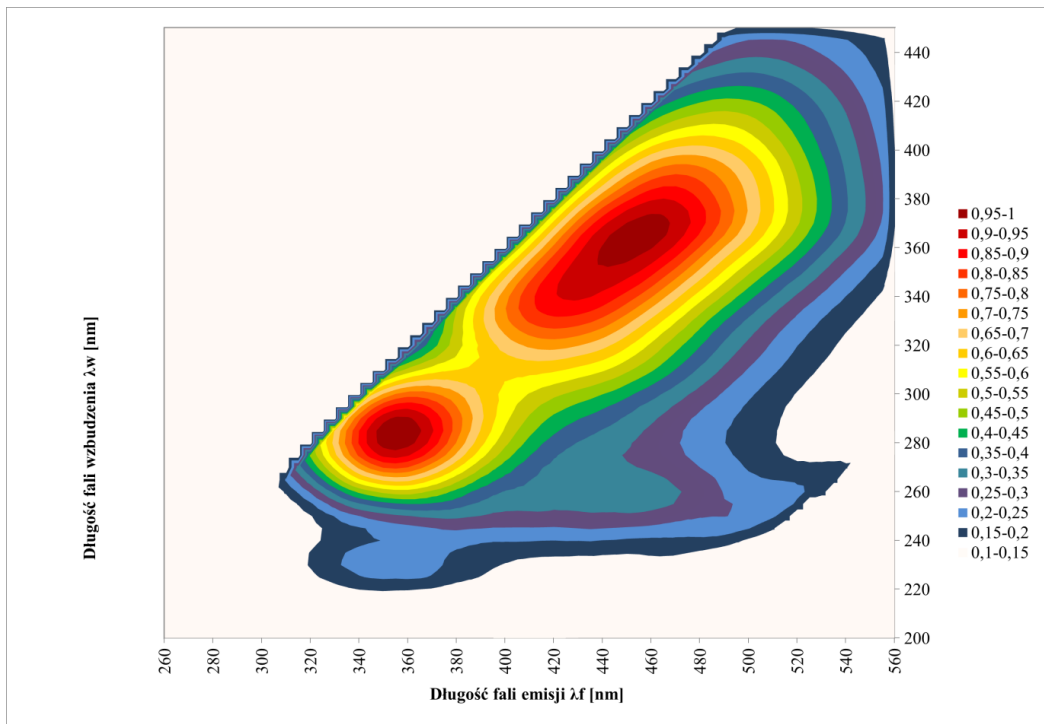
c – miód gryczany



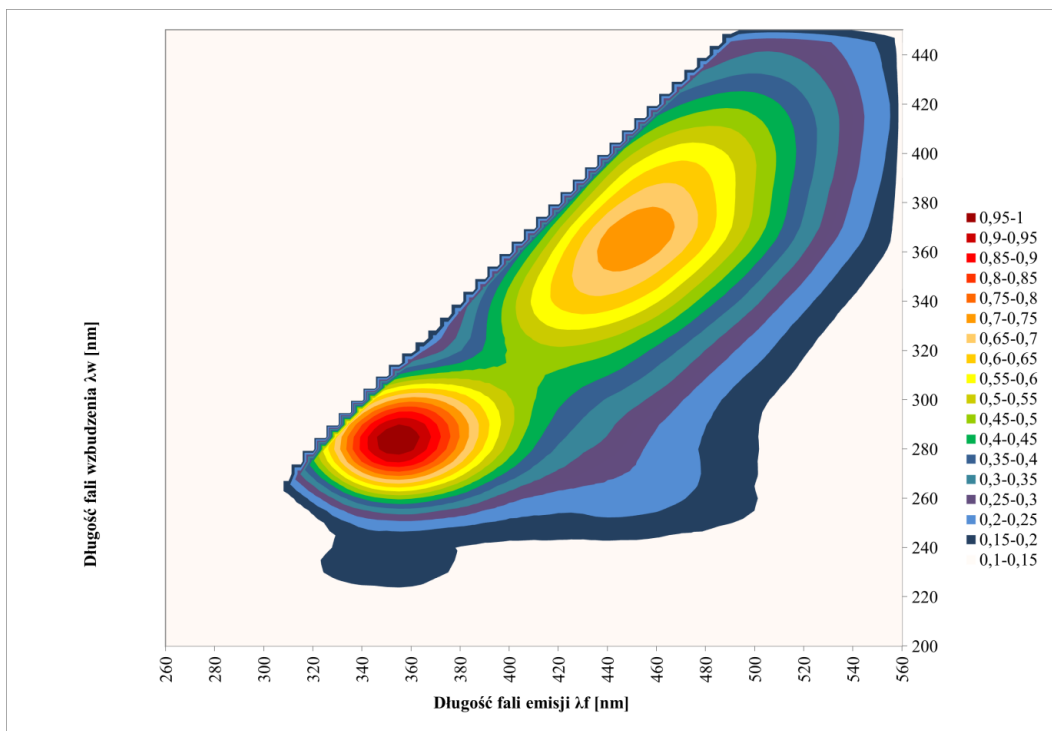
d – miód lipowy



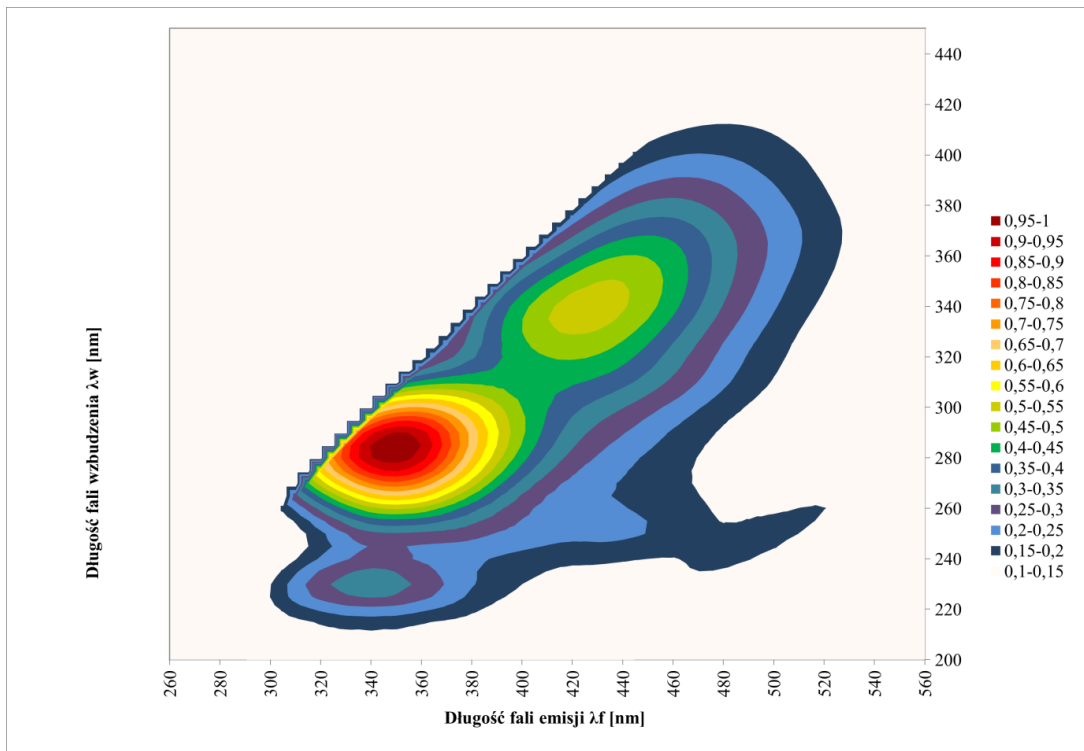
e – miód mniszkowy



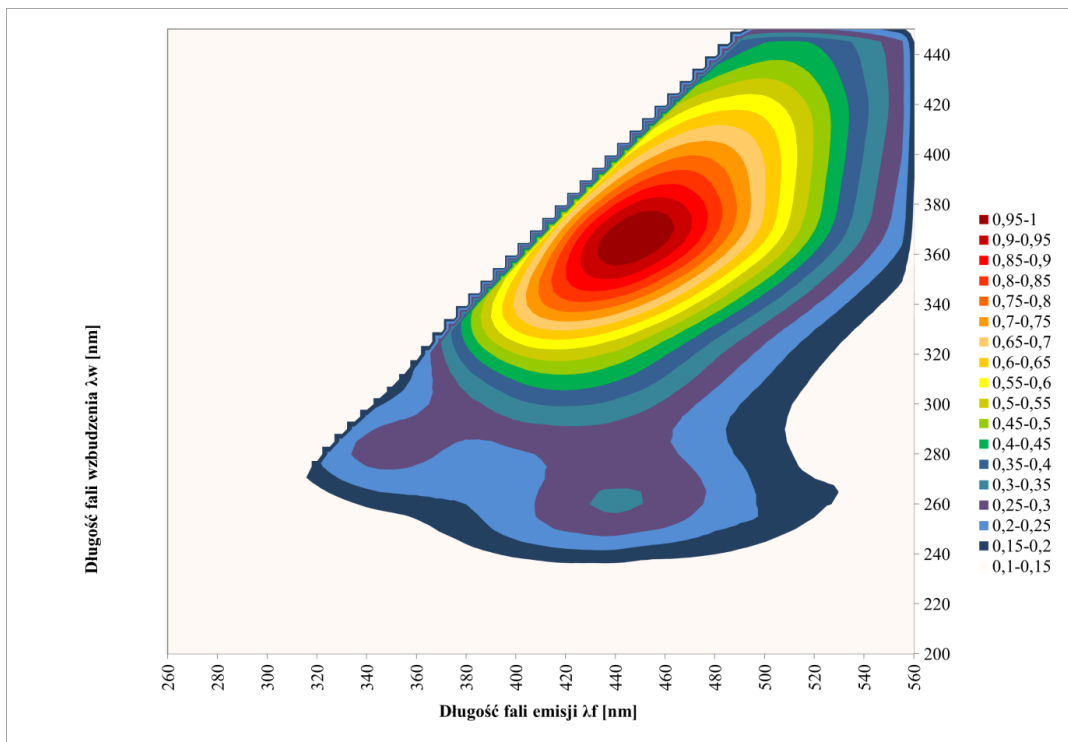
f – miód nektarowo-spadziowy



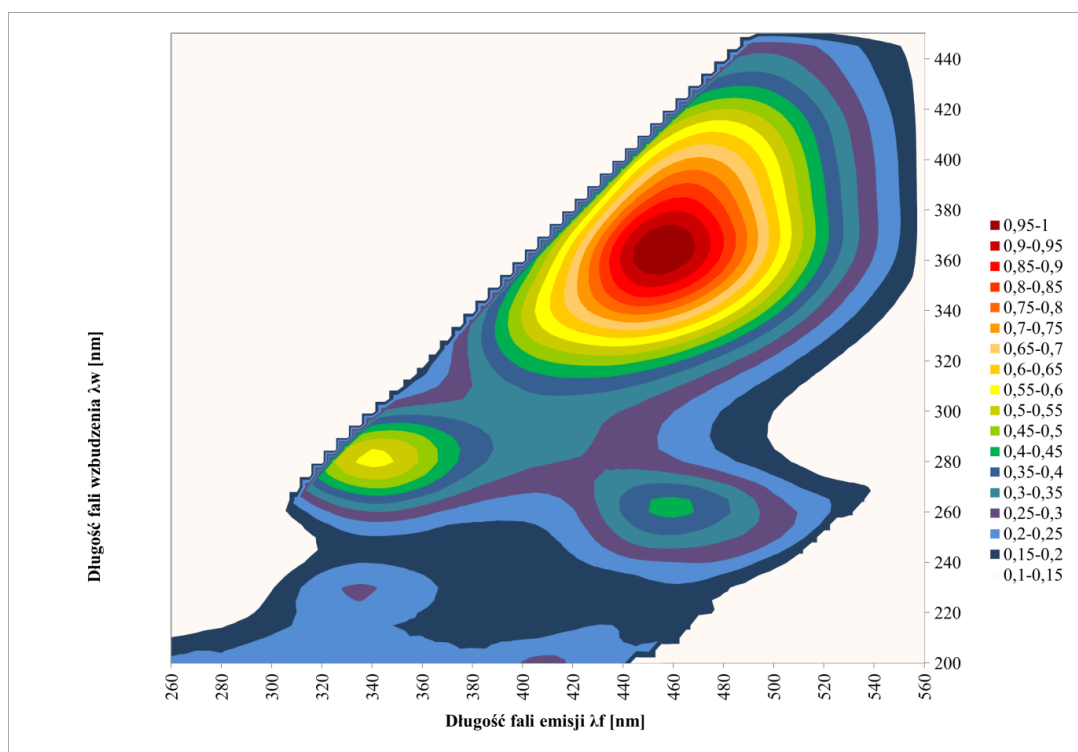
g – miód rzepakowy



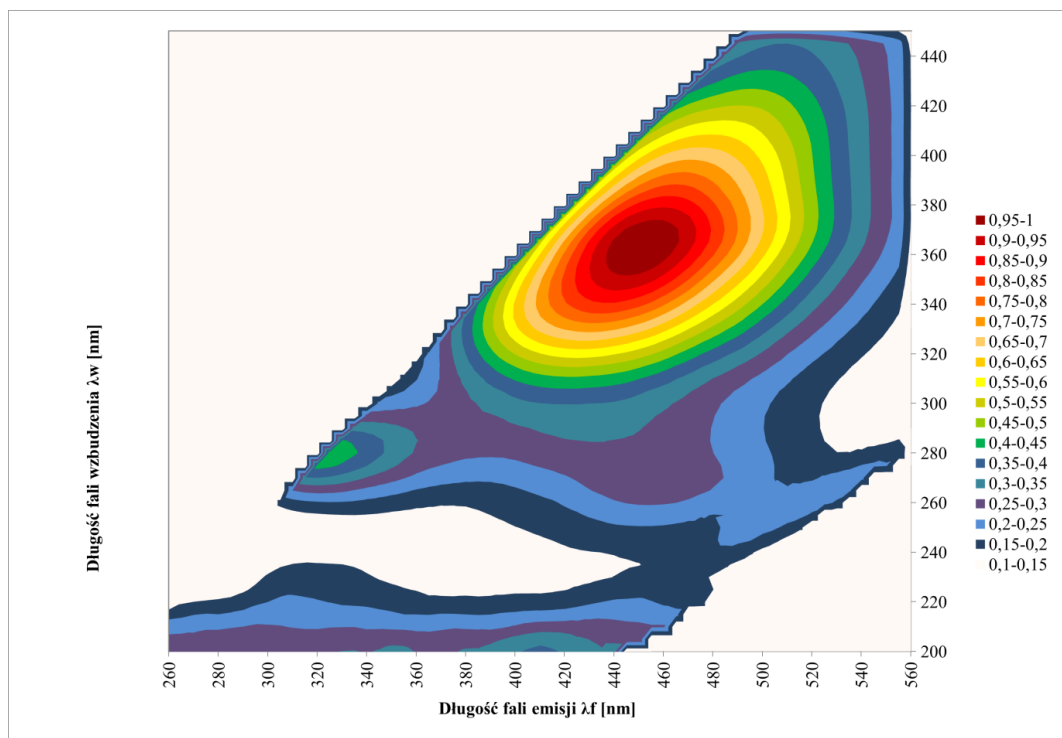
h – miód spadziowy



i – miód wielokwiatowy



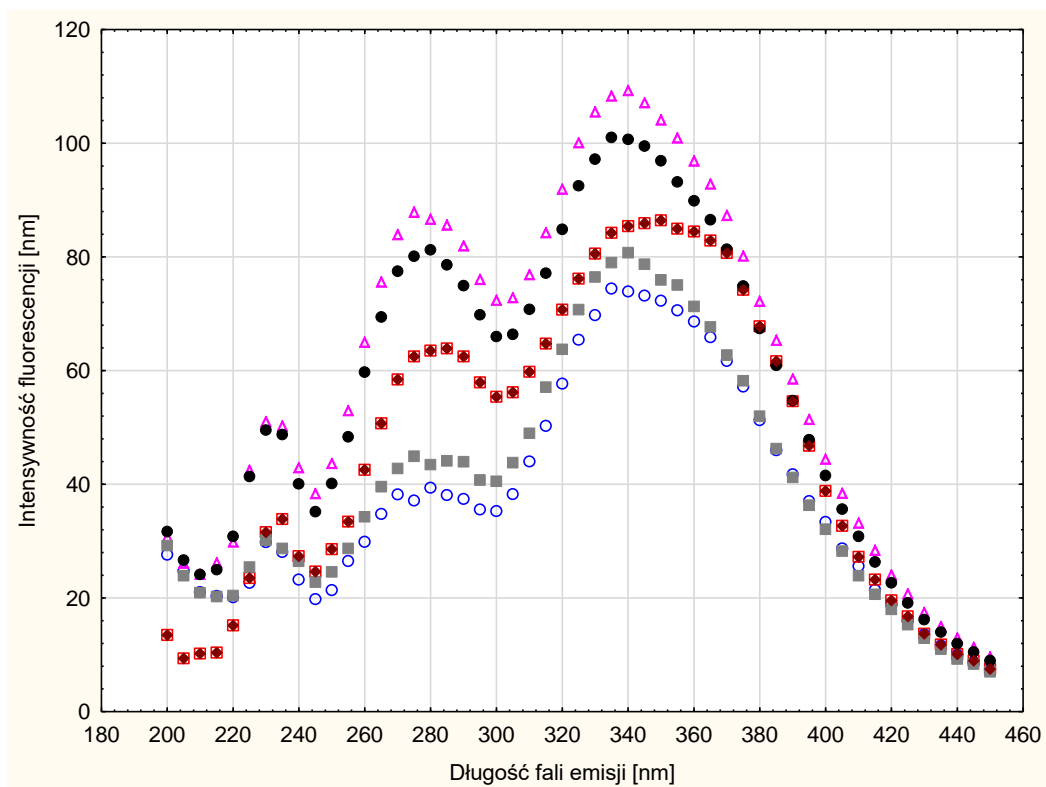
j – miód wrzosowy



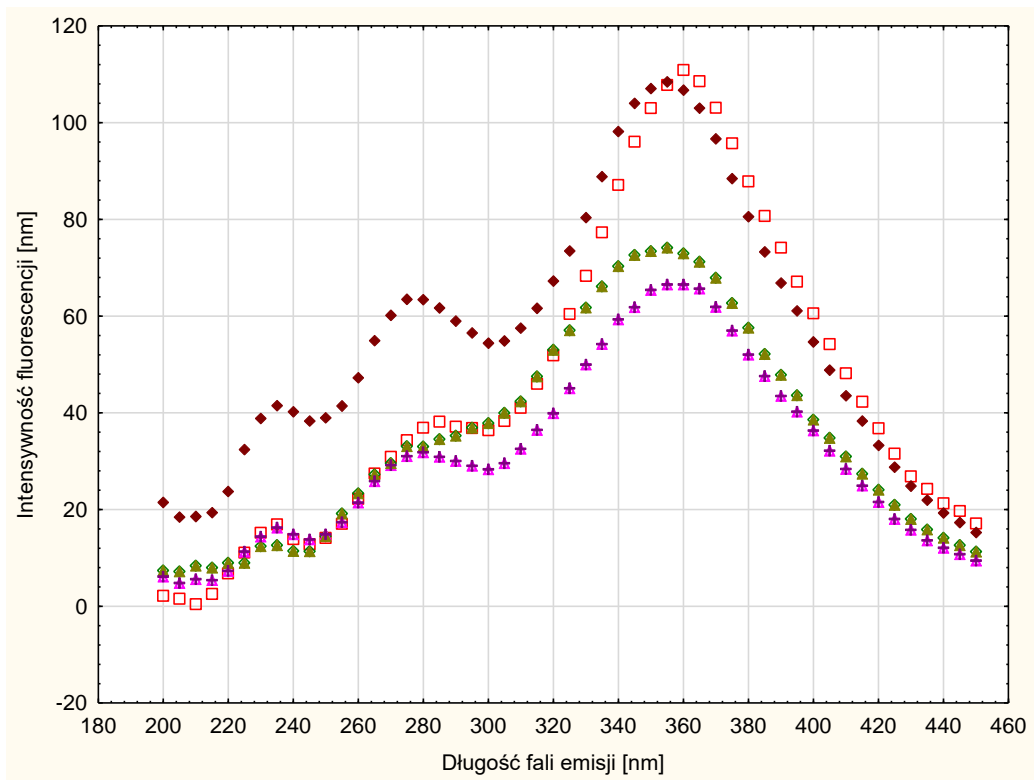
Źródło: opracowanie własne.

Synchroniczne widmo fluorescencji dla miodów odmianowych przy $\Delta\lambda = 100$ nm –
każda odmiana oddzielnie

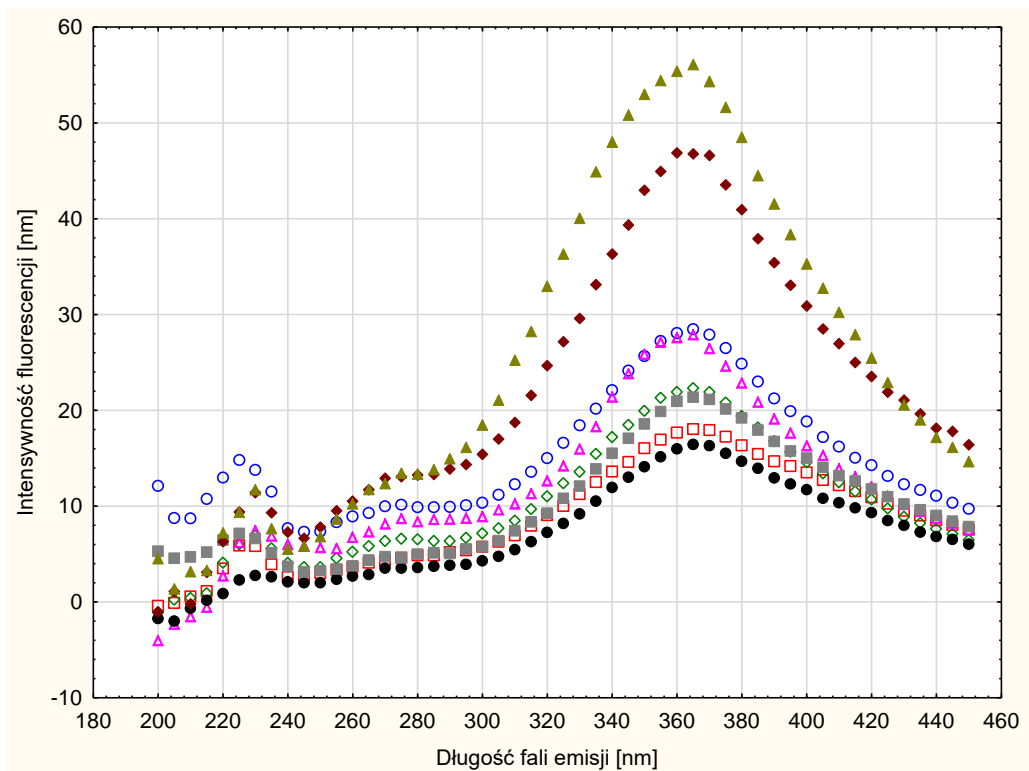
a – miód akacyjny



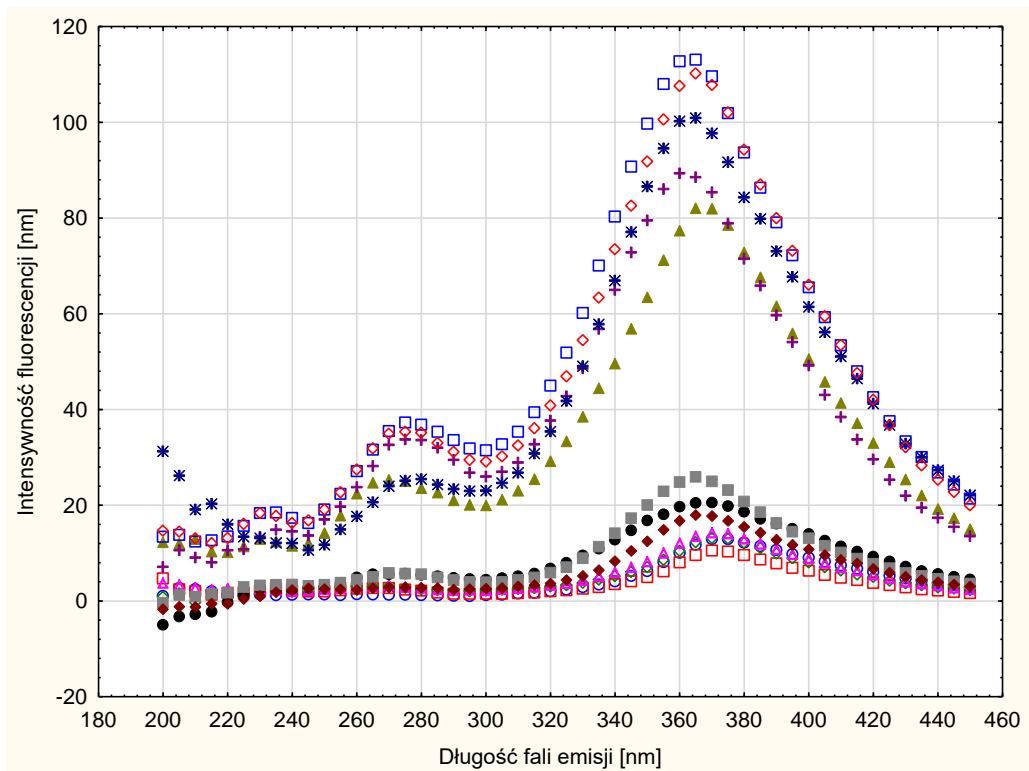
b – miód faceliowy



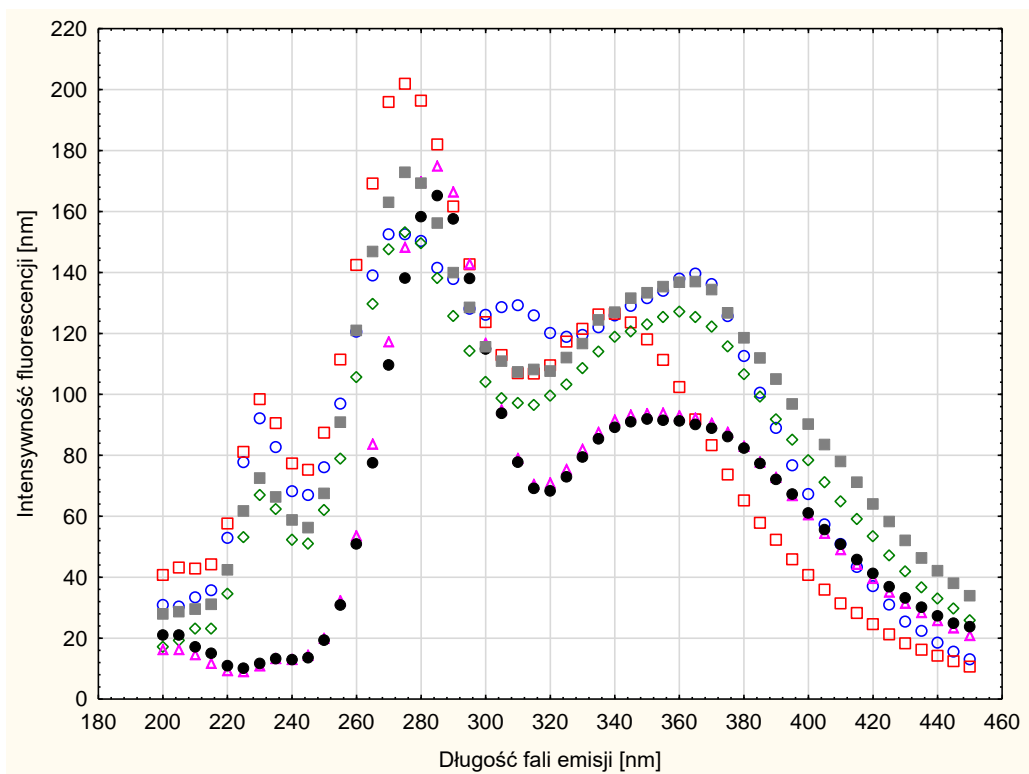
c – miód gryczany



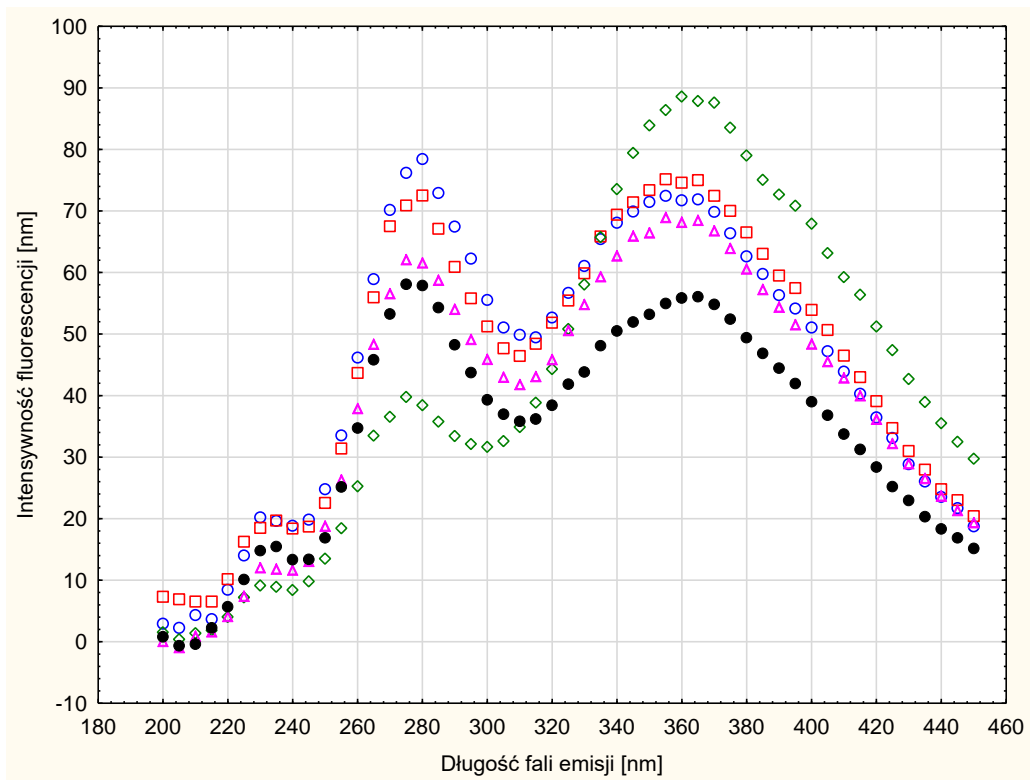
d – miód lipowy



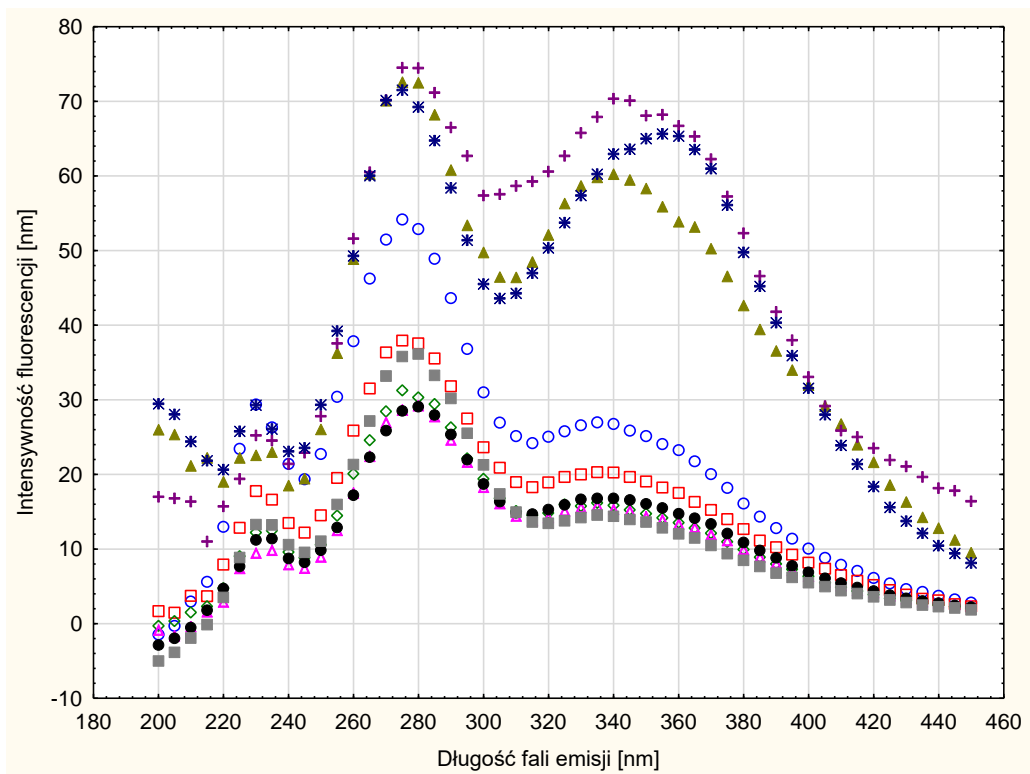
e – miód mniszkowy



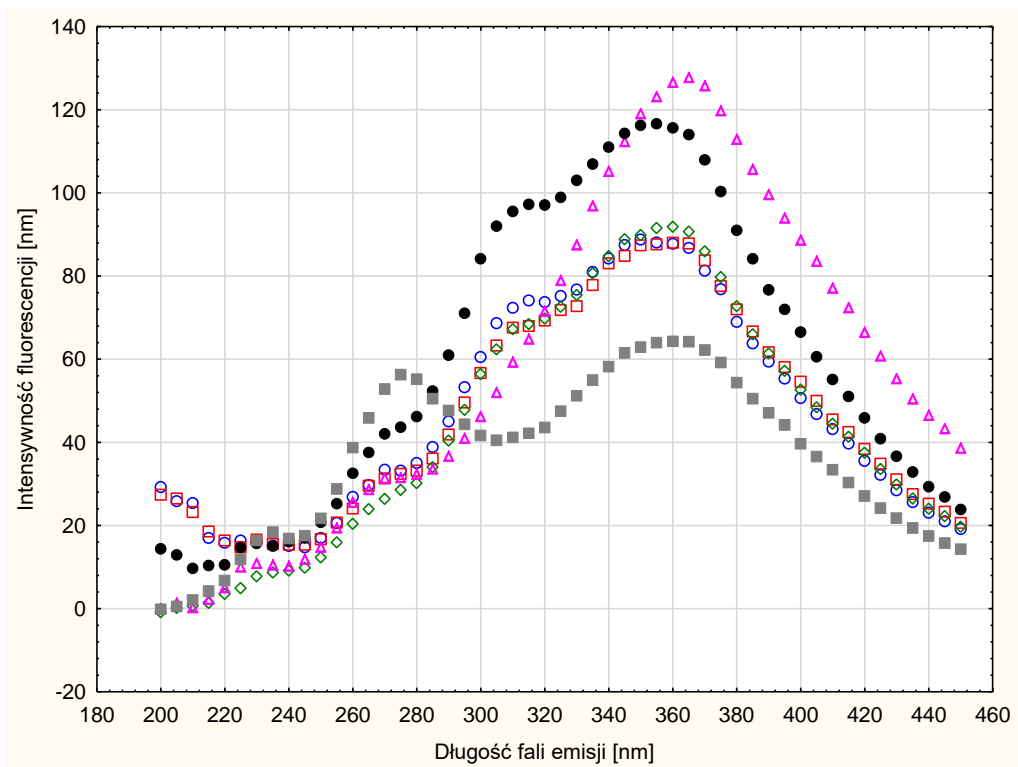
f – miód nektarowo-spadziowy



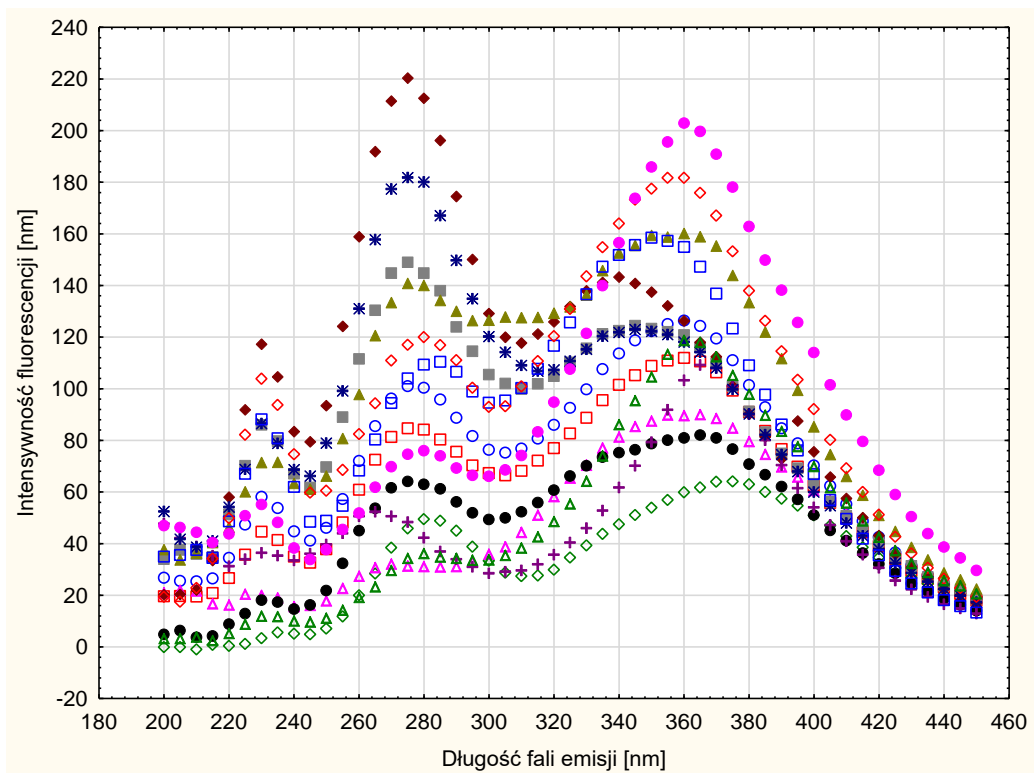
σ_α – miód rzepakowy



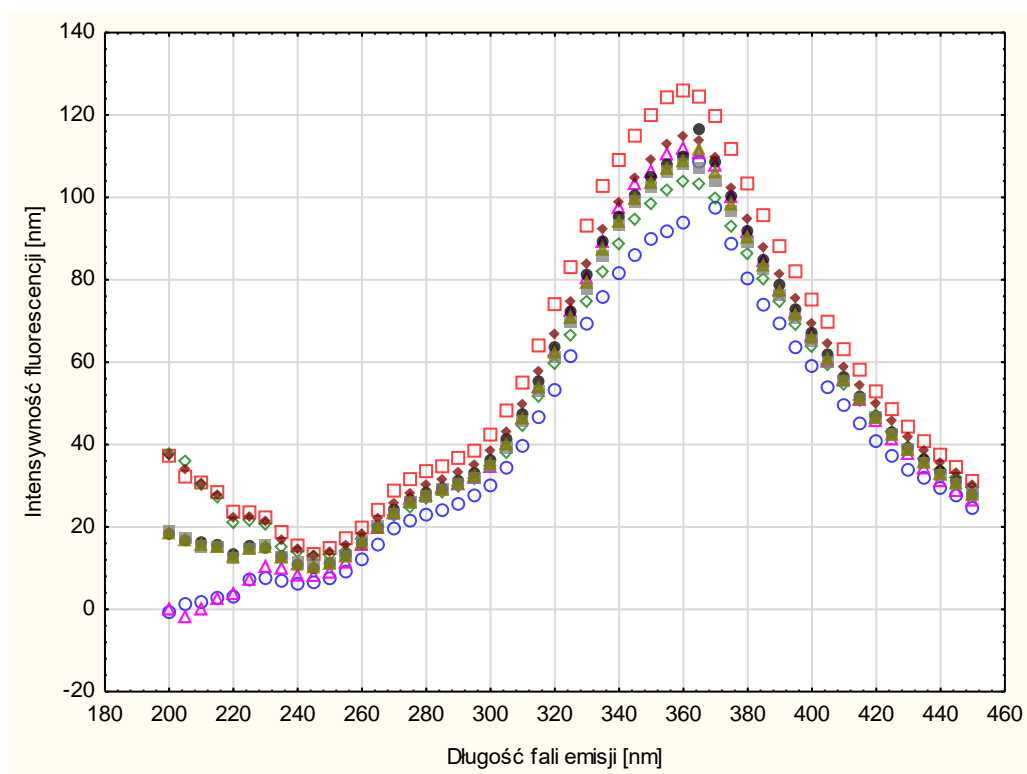
h – miód spadziowy



i – miód wielokwiatowy



j – miód wrzosowy



Załącznik 38.

Współzależności pomiędzy cechami fizykochemicznymi parametrami barwy L^* , a^* , b^* , a długością fali wzbudzenia λ_w fluorescencji [nm] przy $\Delta\lambda = 100$ nm próbek miodu – wartości współczynnika korelacji „r” Pearsona

Parametr fizykochemiczny	Zawartość wody [%]	Przewodność właściwa [mS/cm]	Kwasowość [mval/100g]	Cukry redukujące [%]	Sacharoza [%]	5-HMF [mg/kg]	Liczba diastazowa	AA _{0,01h} [%]	TP [GAE/100g]	L^*	a^*	b^*
Długość fali wzbudzenia λ_w fluorescencji [nm]												
200	-0,054	-0,034	-0,073	-0,255	0,302	0,133	-0,033	0,159	0,126	-0,106	-0,101	-0,1
205	-0,049	-0,032	-0,071	-0,233	0,296	0,08	-0,024	0,149	0,111	-0,102	-0,107	-0,071
210	-0,025	-0,061	-0,055	-0,252	0,32	0,076	0,01	0,144	0,096	-0,092	-0,072	-0,044
215	-0,013	-0,099	-0,058	-0,256	0,337	0,086	0,034	0,131	0,07	-0,064	-0,043	0,006
220	-0,002	-0,183	-0,044	-0,231	0,391	0,043	0,083	0,061	-0,028	-0,007	-0,033	0,057
225	0,009	-0,205	-0,037	-0,215	0,412	0,03	0,106	0,024	-0,07	0,015	-0,014	0,087
230	0,005	-0,231	-0,05	-0,197	0,425	0,017	0,1	-0,003	-0,108	0,041	-0,02	0,108
235	0,013	-0,249	-0,056	-0,193	0,458	0,004	0,08	-0,015	-0,144	0,049	-0,035	0,112
240	0,037	-0,224	-0,035	-0,2	0,468	-0,014	0,077	-0,005	-0,156	0,047	-0,039	0,114
245	0,053	-0,206	-0,025	-0,196	0,462	-0,037	0,078	-0,015	-0,176	0,054	-0,042	0,128
250	0,065	-0,199	-0,028	-0,184	0,46	-0,053	0,071	-0,048	-0,2	0,056	-0,047	0,134
255	0,072	-0,198	-0,033	-0,168	0,439	-0,074	0,07	-0,089	-0,223	0,06	-0,05	0,142
260	0,083	-0,186	-0,025	-0,166	0,431	-0,087	0,068	-0,108	-0,233	0,053	-0,042	0,14
265	0,091	-0,18	-0,023	-0,167	0,421	-0,09	0,066	-0,13	-0,235	0,048	-0,032	0,146
270	0,096	-0,173	-0,024	-0,17	0,415	-0,091	0,063	-0,14	-0,228	0,036	-0,023	0,143
275	0,099	-0,166	-0,014	-0,181	0,409	-0,089	0,058	-0,147	-0,22	0,022	-0,008	0,138
280	0,099	-0,157	-0,009	-0,189	0,407	-0,083	0,052	-0,148	-0,206	0,012	-0,002	0,127
285	0,092	-0,144	0,002	-0,206	0,419	-0,071	0,049	-0,142	-0,19	-0,003	0,001	0,108
290	0,084	-0,119	0,023	-0,227	0,439	-0,055	0,052	-0,128	-0,17	-0,014	0,005	0,09
295	0,084	-0,079	0,061	-0,259	0,469	-0,038	0,065	-0,094	-0,147	-0,03	0,01	0,069
300	0,075	-0,031	0,103	-0,295	0,506	-0,009	0,079	-0,048	-0,116	-0,048	0,012	0,04
305	0,062	0,004	0,138	-0,328	0,534	0,029	0,088	0,008	-0,08	-0,06	0,013	0,01
310	0,041	0,024	0,155	-0,358	0,554	0,078	0,094	0,054	-0,039	-0,074	0,02	-0,017
315	0,024	0,029	0,157	-0,381	0,558	0,12	0,096	0,086	-0,003	-0,09	0,03	-0,037
320	0,012	0,029	0,15	-0,398	0,554	0,159	0,094	0,106	0,027	-0,106	0,044	-0,05
325	0,009	0,032	0,149	-0,412	0,545	0,181	0,088	0,124	0,048	-0,116	0,057	-0,058
330	0,01	0,043	0,155	-0,42	0,527	0,19	0,088	0,146	0,07	-0,127	0,075	-0,061
335	0,016	0,055	0,169	-0,425	0,509	0,192	0,088	0,171	0,085	-0,136	0,092	-0,06
340	0,019	0,069	0,185	-0,426	0,485	0,185	0,087	0,203	0,098	-0,139	0,111	-0,049
345	0,025	0,085	0,2	-0,422	0,459	0,176	0,085	0,233	0,11	-0,143	0,126	-0,047
350	0,028	0,097	0,211	-0,415	0,435	0,167	0,079	0,258	0,119	-0,143	0,138	-0,04
355	0,035	0,108	0,217	-0,406	0,406	0,157	0,073	0,282	0,126	-0,141	0,15	-0,03
360	0,037	0,116	0,22	-0,398	0,384	0,149	0,064	0,299	0,13	-0,138	0,157	-0,025
365	0,049	0,135	0,228	-0,402	0,363	0,154	0,061	0,317	0,151	-0,139	0,166	-0,034
370	0,047	0,137	0,233	-0,402	0,362	0,15	0,057	0,31	0,141	-0,141	0,173	-0,031
375	0,051	0,147	0,241	-0,407	0,359	0,149	0,057	0,306	0,139	-0,148	0,182	-0,033
380	0,056	0,156	0,251	-0,414	0,354	0,152	0,059	0,303	0,141	-0,156	0,195	-0,035
385	0,058	0,169	0,262	-0,418	0,348	0,154	0,063	0,301	0,145	-0,165	0,206	-0,038
390	0,066	0,185	0,276	-0,428	0,339	0,156	0,071	0,3	0,152	-0,175	0,221	-0,041
395	0,042	0,2	0,296	-0,431	0,322	0,153	0,096	0,281	0,151	-0,184	0,238	-0,031
400	0,056	0,228	0,318	-0,438	0,304	0,153	0,108	0,291	0,166	-0,198	0,256	-0,039
405	0,065	0,258	0,34	-0,444	0,285	0,155	0,121	0,294	0,183	-0,212	0,271	-0,047
410	0,071	0,283	0,36	-0,448	0,269	0,157	0,131	0,298	0,195	-0,223	0,285	-0,054
415	0,078	0,314	0,379	-0,454	0,253	0,161	0,147	0,301	0,21	-0,24	0,301	-0,063
420	0,078	0,338	0,393	-0,457	0,235	0,17	0,159	0,304	0,23	-0,254	0,312	-0,073
425	0,082	0,367	0,409	-0,462	0,216	0,184	0,167	0,307	0,253	-0,271	0,325	-0,088
430	0,082	0,391	0,422	-0,463	0,191	0,192	0,179	0,314	0,275	-0,286	0,335	-0,099
435	0,082	0,411	0,429	-0,465	0,167	0,204	0,186	0,319	0,3	-0,295	0,343	-0,11
440	0,083	0,429	0,439	-0,463	0,145	0,213	0,191	0,327	0,322	-0,307	0,351	-0,119
445	0,079	0,441	0,442	-0,462	0,128	0,224	0,199	0,332	0,338	-0,316	0,355	-0,127
450	0,075	0,459	0,449	-0,468	0,107	0,234	0,204	0,338	0,356	-0,328	0,363	-0,138

Źródło: opracowanie własne.

Załącznik 39.

Współzależności pomiędzy cechami sensorycznymi smaku a długością fali wzbudzenia λ_w fluorescencji [nm] przy $\Delta\lambda = 100$ nm próbek miodu – wartości współczynnika korelacji „r” Pearsona

Parametr oceny sensorycznej	SMAK												
	stodki	gorzki	wosku pszczelego	kwiatowy	metaliczny	perfumowy	owocowy	korzenny	ziołowy - ląkowy	cierpki	mdły	charakterystyczny dla odmiany	intensywność
Długość fali wzbudzenia λ_w fluorescencji [nm]													
200	-0,010	-0,144	-0,204	-0,219	-0,052	0,022	-0,129	-0,009	-0,082	-0,029	-0,138	-0,170	-0,009
205	-0,003	-0,148	-0,205	-0,216	-0,053	0,047	-0,104	0,005	-0,075	-0,017	-0,172	-0,152	-0,005
210	0,018	-0,154	-0,229	-0,220	-0,024	0,049	-0,106	0,014	-0,071	0,019	-0,210	-0,153	0,004
215	0,037	-0,145	-0,242	-0,195	-0,023	0,019	-0,129	-0,017	-0,065	0,006	-0,191	-0,156	0,006
220	0,063	-0,124	-0,250	-0,174	0,031	0,022	-0,136	-0,035	-0,059	0,045	-0,203	-0,174	-0,036
225	0,084	-0,118	-0,249	-0,162	0,057	0,032	-0,140	-0,051	-0,041	0,052	-0,203	-0,170	-0,046
230	0,080	-0,130	-0,258	-0,159	0,060	0,034	-0,141	-0,048	-0,030	0,050	-0,194	-0,182	-0,059
235	0,083	-0,144	-0,258	-0,163	0,056	0,037	-0,147	-0,050	-0,025	0,036	-0,196	-0,192	-0,079
240	0,080	-0,151	-0,254	-0,180	0,056	0,048	-0,151	-0,055	-0,031	0,015	-0,193	-0,197	-0,089
245	0,073	-0,148	-0,244	-0,186	0,073	0,050	-0,139	-0,070	-0,043	-0,013	-0,192	-0,181	-0,102
250	0,065	-0,148	-0,242	-0,180	0,089	0,045	-0,122	-0,080	-0,043	-0,040	-0,197	-0,168	-0,122
255	0,060	-0,144	-0,235	-0,164	0,118	0,036	-0,096	-0,095	-0,034	-0,067	-0,198	-0,149	-0,128
260	0,048	-0,142	-0,230	-0,153	0,130	0,026	-0,076	-0,104	-0,024	-0,084	-0,208	-0,132	-0,140
265	0,048	-0,141	-0,226	-0,138	0,141	0,013	-0,054	-0,114	-0,012	-0,098	-0,222	-0,117	-0,141
270	0,043	-0,141	-0,230	-0,121	0,146	0,010	-0,036	-0,117	0,006	-0,104	-0,237	-0,105	-0,144
275	0,042	-0,140	-0,235	-0,107	0,144	-0,002	-0,017	-0,117	0,018	-0,110	-0,250	-0,096	-0,147
280	0,036	-0,139	-0,234	-0,094	0,146	-0,006	-0,002	-0,114	0,028	-0,112	-0,262	-0,088	-0,149
285	0,031	-0,139	-0,237	-0,091	0,141	-0,004	0,004	-0,106	0,033	-0,112	-0,271	-0,084	-0,154
290	0,024	-0,139	-0,237	-0,098	0,142	0,003	0,000	-0,092	0,029	-0,106	-0,280	-0,078	-0,160
295	0,015	-0,137	-0,233	-0,124	0,139	0,022	-0,013	-0,077	0,014	-0,100	-0,287	-0,082	-0,167
300	0,009	-0,138	-0,228	-0,156	0,137	0,042	-0,038	-0,049	-0,010	-0,085	-0,296	-0,082	-0,166
305	0,004	-0,144	-0,225	-0,190	0,124	0,061	-0,075	-0,017	-0,034	-0,065	-0,293	-0,092	-0,162
310	0,005	-0,154	-0,229	-0,216	0,101	0,075	-0,107	0,020	-0,047	-0,047	-0,286	-0,110	-0,148
315	0,010	-0,168	-0,237	-0,230	0,067	0,084	-0,127	0,050	-0,046	-0,036	-0,280	-0,134	-0,134
320	0,019	-0,182	-0,247	-0,238	0,037	0,086	-0,135	0,075	-0,040	-0,029	-0,278	-0,155	-0,118
325	0,022	-0,194	-0,253	-0,242	0,015	0,090	-0,139	0,090	-0,035	-0,029	-0,275	-0,170	-0,110
330	0,029	-0,201	-0,255	-0,244	-0,006	0,083	-0,140	0,103	-0,033	-0,021	-0,279	-0,176	-0,100
335	0,037	-0,207	-0,251	-0,249	-0,020	0,075	-0,142	0,116	-0,036	-0,012	-0,285	-0,183	-0,091
340	0,047	-0,213	-0,247	-0,251	-0,035	0,062	-0,145	0,127	-0,045	-0,004	-0,289	-0,189	-0,082
345	0,053	-0,215	-0,240	-0,254	-0,048	0,050	-0,148	0,140	-0,053	0,008	-0,291	-0,194	-0,075
350	0,063	-0,216	-0,230	-0,256	-0,057	0,037	-0,154	0,148	-0,062	0,019	-0,292	-0,191	-0,068
355	0,073	-0,218	-0,227	-0,256	-0,066	0,022	-0,156	0,155	-0,070	0,030	-0,293	-0,189	-0,056
360	0,082	-0,219	-0,217	-0,256	-0,068	0,007	-0,160	0,156	-0,082	0,041	-0,293	-0,184	-0,047
365	0,086	-0,219	-0,203	-0,259	-0,060	0,011	-0,153	0,154	-0,090	0,054	-0,295	-0,167	-0,037
370	0,089	-0,217	-0,198	-0,255	-0,062	-0,007	-0,154	0,157	-0,095	0,047	-0,292	-0,166	-0,037
375	0,091	-0,215	-0,191	-0,251	-0,059	-0,013	-0,152	0,159	-0,097	0,045	-0,293	-0,166	-0,037
380	0,094	-0,211	-0,185	-0,247	-0,059	-0,020	-0,146	0,158	-0,099	0,039	-0,294	-0,164	-0,036
385	0,093	-0,206	-0,177	-0,244	-0,057	-0,024	-0,143	0,160	-0,096	0,036	-0,292	-0,162	-0,035
390	0,091	-0,201	-0,165	-0,240	-0,054	-0,024	-0,138	0,161	-0,096	0,033	-0,293	-0,162	-0,034
395	0,095	-0,194	-0,156	-0,243	-0,052	-0,031	-0,123	0,158	-0,084	0,020	-0,282	-0,164	-0,020
400	0,093	-0,182	-0,143	-0,240	-0,048	-0,028	-0,119	0,161	-0,086	0,022	-0,281	-0,156	-0,012
405	0,090	-0,175	-0,129	-0,242	-0,045	-0,029	-0,112	0,164	-0,085	0,015	-0,279	-0,147	-0,005
410	0,086	-0,163	-0,118	-0,241	-0,038	-0,029	-0,105	0,166	-0,085	0,015	-0,273	-0,134	0,001
415	0,078	-0,154	-0,102	-0,243	-0,038	-0,030	-0,099	0,164	-0,088	0,010	-0,271	-0,118	0,002
420	0,072	-0,143	-0,093	-0,243	-0,038	-0,030	-0,091	0,165	-0,086	0,009	-0,268	-0,100	0,011
425	0,065	-0,130	-0,079	-0,245	-0,039	-0,029	-0,084	0,164	-0,088	0,008	-0,260	-0,080	0,012
430	0,059	-0,122	-0,071	-0,245	-0,044	-0,034	-0,078	0,162	-0,083	0,006	-0,256	-0,059	0,024
435	0,050	-0,112	-0,061	-0,242	-0,045	-0,034	-0,068	0,160	-0,084	0,008	-0,252	-0,040	0,028
440	0,045	-0,101	-0,053	-0,238	-0,050	-0,036	-0,062	0,159	-0,081	0,008	-0,245	-0,024	0,034
445	0,040	-0,094	-0,045	-0,241	-0,055	-0,036	-0,056	0,153	-0,083	0,010	-0,240	-0,010	0,040
450	0,029	-0,086	-0,041	-0,233	-0,060	-0,047	-0,047	0,153	-0,081	0,007	-0,230	0,006	0,044

Źródło: opracowanie własne.

Załącznik 40.

Współzależności pomiędzy cechami sensorycznymi zapachu a długością fali wzbudzenia λ_w fluorescencji [nm] przy $\Delta\lambda = 100$ nm próbek miodu – wartości współczynnika korelacji „r” Pearsona

Parametr oceny sensorycznej	ZAPACH											
	śłodki	gorzki	wosku pszczelego	kwiatowy	metaliczny	perfumowy	owocowy	korzenny	ziołowy - łąkowy	cierni	charakterystyczny dla odmiany	intensywność
200	-0,080	0,086	-0,089	-0,157	-0,066	0,085	-0,158	0,010	0,088	-0,120	-0,159	-0,063
205	-0,067	0,123	-0,092	-0,162	-0,070	0,110	-0,135	0,023	0,097	-0,107	-0,143	-0,051
210	-0,069	0,135	-0,110	-0,166	-0,067	0,111	-0,127	0,042	0,090	-0,087	-0,143	-0,044
215	-0,058	0,113	-0,111	-0,167	-0,053	0,122	-0,135	0,014	0,106	-0,099	-0,154	-0,062
220	-0,059	0,099	-0,120	-0,163	-0,007	0,108	-0,116	0,007	0,115	-0,083	-0,172	-0,096
225	-0,057	0,100	-0,121	-0,157	0,018	0,117	-0,127	-0,008	0,121	-0,073	-0,165	-0,107
230	-0,056	0,085	-0,133	-0,150	0,018	0,112	-0,127	-0,009	0,129	-0,073	-0,184	-0,129
235	-0,054	0,077	-0,123	-0,154	0,014	0,115	-0,139	0,001	0,128	-0,074	-0,193	-0,133
240	-0,055	0,087	-0,109	-0,155	0,013	0,128	-0,148	0,005	0,116	-0,069	-0,196	-0,135
245	-0,061	0,118	-0,098	-0,153	0,028	0,118	-0,152	-0,000	0,094	-0,064	-0,183	-0,144
250	-0,063	0,139	-0,100	-0,139	0,038	0,094	-0,142	-0,012	0,086	-0,074	-0,182	-0,162
255	-0,061	0,147	-0,097	-0,130	0,060	0,062	-0,134	-0,033	0,085	-0,090	-0,180	-0,170
260	-0,073	0,160	-0,092	-0,120	0,071	0,038	-0,140	-0,051	0,091	-0,099	-0,181	-0,187
265	-0,077	0,164	-0,081	-0,111	0,079	0,023	-0,139	-0,068	0,097	-0,116	-0,185	-0,193
270	-0,082	0,170	-0,076	-0,106	0,086	0,016	-0,143	-0,080	0,111	-0,131	-0,188	-0,198
275	-0,086	0,166	-0,074	-0,102	0,089	0,011	-0,143	-0,088	0,127	-0,144	-0,194	-0,205
280	-0,094	0,160	-0,066	-0,101	0,095	0,007	-0,146	-0,091	0,138	-0,158	-0,196	-0,208
285	-0,102	0,149	-0,063	-0,106	0,096	0,011	-0,151	-0,083	0,153	-0,165	-0,198	-0,213
290	-0,116	0,142	-0,060	-0,118	0,100	0,012	-0,158	-0,068	0,157	-0,161	-0,190	-0,215
295	-0,138	0,136	-0,055	-0,135	0,097	0,019	-0,167	-0,044	0,152	-0,144	-0,187	-0,216
300	-0,164	0,124	-0,054	-0,159	0,096	0,027	-0,177	-0,005	0,144	-0,121	-0,175	-0,213
305	-0,186	0,106	-0,060	-0,181	0,084	0,036	-0,186	0,032	0,138	-0,096	-0,166	-0,212
310	-0,205	0,088	-0,072	-0,196	0,063	0,052	-0,191	0,066	0,144	-0,085	-0,166	-0,209
315	-0,216	0,065	-0,085	-0,198	0,034	0,073	-0,185	0,086	0,159	-0,083	-0,176	-0,212
320	-0,221	0,052	-0,096	-0,194	0,006	0,091	-0,177	0,099	0,176	-0,089	-0,192	-0,217
325	-0,228	0,043	-0,102	-0,190	-0,014	0,108	-0,176	0,101	0,190	-0,094	-0,204	-0,226
330	-0,232	0,038	-0,106	-0,183	-0,032	0,117	-0,173	0,102	0,200	-0,092	-0,209	-0,229
335	-0,234	0,033	-0,104	-0,179	-0,045	0,122	-0,167	0,109	0,198	-0,086	-0,214	-0,228
340	-0,233	0,030	-0,101	-0,171	-0,055	0,128	-0,162	0,117	0,193	-0,071	-0,215	-0,228
345	-0,231	0,025	-0,101	-0,163	-0,065	0,132	-0,155	0,127	0,188	-0,056	-0,214	-0,224
350	-0,228	0,026	-0,099	-0,156	-0,071	0,129	-0,152	0,131	0,183	-0,041	-0,204	-0,218
355	-0,220	0,031	-0,105	-0,147	-0,074	0,129	-0,147	0,135	0,175	-0,023	-0,195	-0,211
360	-0,212	0,037	-0,107	-0,142	-0,072	0,122	-0,148	0,134	0,165	-0,005	-0,182	-0,204
365	-0,217	0,040	-0,105	-0,144	-0,067	0,128	-0,150	0,132	0,166	0,013	-0,158	-0,198
370	-0,215	0,049	-0,104	-0,140	-0,059	0,111	-0,156	0,136	0,160	0,012	-0,157	-0,198
375	-0,217	0,057	-0,100	-0,134	-0,052	0,102	-0,160	0,136	0,157	0,014	-0,157	-0,195
380	-0,220	0,060	-0,094	-0,128	-0,049	0,095	-0,163	0,136	0,154	0,010	-0,157	-0,194
385	-0,225	0,064	-0,089	-0,123	-0,046	0,089	-0,164	0,135	0,157	0,009	-0,159	-0,193
390	-0,232	0,068	-0,079	-0,114	-0,046	0,087	-0,164	0,133	0,156	0,008	-0,162	-0,193
395	-0,239	0,064	-0,067	-0,112	-0,048	0,077	-0,156	0,121	0,167	0,004	-0,171	-0,203
400	-0,245	0,075	-0,060	-0,104	-0,046	0,077	-0,154	0,117	0,162	0,008	-0,167	-0,197
405	-0,251	0,085	-0,050	-0,097	-0,045	0,072	-0,154	0,115	0,158	0,009	-0,162	-0,191
410	-0,256	0,092	-0,043	-0,094	-0,040	0,066	-0,154	0,112	0,155	0,015	-0,157	-0,189
415	-0,263	0,103	-0,032	-0,090	-0,041	0,059	-0,154	0,105	0,148	0,018	-0,146	-0,186
420	-0,268	0,114	-0,026	-0,089	-0,039	0,053	-0,154	0,099	0,145	0,020	-0,133	-0,180
425	-0,272	0,123	-0,018	-0,090	-0,041	0,045	-0,153	0,092	0,139	0,022	-0,119	-0,179
430	-0,272	0,130	-0,013	-0,091	-0,045	0,039	-0,154	0,079	0,138	0,025	-0,103	-0,172
435	-0,278	0,130	-0,008	-0,090	-0,046	0,037	-0,149	0,070	0,135	0,027	-0,087	-0,171
440	-0,278	0,138	-0,004	-0,087	-0,052	0,032	-0,143	0,060	0,131	0,027	-0,075	-0,165
445	-0,279	0,135	-0,000	-0,091	-0,056	0,031	-0,142	0,048	0,125	0,030	-0,062	-0,161
450	-0,282	0,132	0,003	-0,084	-0,055	0,021	-0,139	0,038	0,117	0,030	-0,054	-0,161

Zródło: opracowanie własne.

Załącznik 41.

Współzależności pomiędzy cechami sensorycznymi a długością fali wzbudzenia λ_w fluorescencji [nm] przy $\Delta\lambda = 100$ nm próbek miodu – wartości współczynnika korelacji „r” Pearsona

Parametr oceny sensorycznej	INNE CECHY OCENY SENSORYCZNEJ			
	barwa	mętność	gładkość	ocena ogólna wrażeń sensorycznego
Długość fali wzbudzenia λ_w fluorescencji [nm]				
200	0,053	0,338	0,060	-0,094
205	0,063	0,344	0,058	-0,080
210	0,071	0,320	0,083	-0,086
215	0,090	0,318	0,086	-0,096
220	0,140	0,267	0,087	-0,150
225	0,160	0,228	0,089	-0,159
230	0,193	0,213	0,072	-0,181
235	0,226	0,234	0,075	-0,191
240	0,226	0,253	0,079	-0,198
245	0,224	0,282	0,076	-0,194
250	0,231	0,304	0,051	-0,198
255	0,235	0,316	0,025	-0,191
260	0,234	0,320	0,013	-0,193
265	0,236	0,331	0,003	-0,186
270	0,235	0,333	-0,004	-0,187
275	0,232	0,337	-0,014	-0,185
280	0,225	0,340	-0,020	-0,187
285	0,212	0,341	-0,023	-0,189
290	0,190	0,342	-0,015	-0,192
295	0,153	0,337	0,005	-0,199
300	0,104	0,327	0,032	-0,200
305	0,058	0,316	0,055	-0,206
310	0,023	0,303	0,074	-0,209
315	0,001	0,299	0,081	-0,213
320	-0,012	0,303	0,083	-0,215
325	-0,022	0,309	0,082	-0,223
330	-0,035	0,307	0,081	-0,223
335	-0,050	0,305	0,086	-0,222
340	-0,064	0,297	0,089	-0,221
345	-0,081	0,289	0,090	-0,220
350	-0,092	0,286	0,092	-0,212
355	-0,102	0,284	0,091	-0,203
360	-0,109	0,287	0,088	-0,192
365	-0,128	0,298	0,088	-0,180
370	-0,129	0,302	0,087	-0,174
375	-0,137	0,302	0,088	-0,171
380	-0,147	0,301	0,090	-0,166
385	-0,160	0,299	0,092	-0,163
390	-0,176	0,293	0,094	-0,162
395	-0,190	0,289	0,092	-0,158
400	-0,218	0,277	0,097	-0,152
405	-0,245	0,267	0,102	-0,141
410	-0,271	0,260	0,109	-0,133
415	-0,297	0,247	0,115	-0,120
420	-0,322	0,239	0,121	-0,104
425	-0,350	0,230	0,124	-0,090
430	-0,373	0,220	0,127	-0,070
435	-0,396	0,209	0,129	-0,059
440	-0,416	0,199	0,129	-0,046
445	-0,430	0,188	0,130	-0,031
450	-0,450	0,172	0,127	-0,023

Zródło: opracowanie własne.