

# APARATURA

## BADAWCZA I DYDAKTYCZNA

### **Analiza wybranych właściwości kaw rozpuszczalnych otrzymywanych różnymi metodami**

*JOLANTA KOWALSKA, EWA MAJEWSKA, BEATA DRUŻYŃSKA, MARTA CIECIERSKA,  
DOROTA DEREWIAKA, AGATA PAKIEŁA*

**SZKOŁA GŁÓWNA GOSPODARSTWA WIEJSKIEGO W WARSZAWIE, WYDZIAŁ NAUK  
O ŻYWNOŚCI, ZAKŁAD OCENY JAKOŚCI ŻYWNOŚCI**

**Słowa kluczowe:** kawa rozpuszczalna, liofilizacja, aglomeracja, polifenole

#### **STRESZCZENIE**

Celem pracy była analiza wybranych właściwości fizyko-chemicznych kaw rozpuszczalnych produkowanych różnymi metodami technologicznymi, dostępnymi na polskim rynku. Przeprowadzono pomiar takich właściwości fizycznych jak: zawartość suchej masy, aktywność wody, barwa oraz zwilżalność. Badania właściwości chemicznych obejmowały oznaczenie zdolności przeciwutleniających ekstraktów kawowych poprzez oznaczenie zawartości polifenoli ogółem oraz zdolności do inaktywacji rodników DPPH<sup>+</sup>. Badane kawy rozpuszczalne posiadały bardzo dobre właściwości przeciwutleniające. Stwierdzono wpływ procesu otrzymywania kaw na ich właściwości fizyczne.

### **Analysis of selected properties of soluble coffees obtained by different methods**

**Keywords:** instant coffee, freeze, agglomeration, polyphenols

#### **ABSTRACT**

The aim of this study was to analyze selected physico-chemical properties of soluble coffee produced by various methods which are available on the Polish market. In the research part, physical properties, such as dry matter content, water activity, color and wettability, were measured. The chemical properties of the antioxidant capacity of coffee extracts were indicated by determining the total polyphenol content and the ability to inactivate the DPPH<sup>+</sup> radicals. Analysis of the test results led to the conclusion that soluble coffee have a very good antioxidant properties. It was also found that production technology have a very strong influence on the physical properties of the products.

## 1. WSTĘP

Wzrost zainteresowania żywnością łatwą i szybką w przygotowaniu, o długim okresie przydatności do spożycia, przyczynił się do dynamicznego rozwoju i udoskonalania technik jej wytwarzania [1]. Przykładem takich produktów jest żywność w postaci proszków, charakteryzująca się niską zawartością wody, z czego wynika dłuższy okres przydatności do spożycia. Przykładem takiej żywności mogą być zupki w proszku, napoje w proszku – kakaowe, czekoladowe, herbatki owocowe, jak również kawy rozpuszczalne. Znajomość właściwości fizycznych i chemicznych jest podstawą nie tylko prawidłowego procesu produkcji, ale również wyznacznikiem jakości przetwarzanych materiałów. Analiza właściwości pozwala określić cechy ważne zarówno dla producenta, jak i konsumenta [2]. Konsumentom, oprócz trwałości i wygody w przygotowaniu środków spożywczych, coraz większą uwagę przywiązują do właściwości zdrowotnych – zawartości przeciwutleniaczy, witamin i składników mineralnych, nienasyconych kwasów tłuszczowych.

Kawa rozpuszczalna produkowana jest z przeznaczeniem do dyspersji w płynie. Powinna więc charakteryzować się dobrymi właściwościami fizycznymi takimi jak zwilżalność, dyspergowalność i rozpuszczalność. Polepszenie wszystkich właściwości jakościowych jednocześnie nie jest jednak możliwe [3]. Na modyfikację właściwości fizycznych końcowego produktu ma wpływ głównie metoda produkcji. Kawa rozpuszczalna najczęściej otrzymywana jest z ekstraktu palonych ziaren w procesie suszenia rozpyłowego, aglomeracji lub liofilizacji [2].

Kawa to produkt zawierający polifenole – naturalne antyoksydanty, które odgrywają główną rolę w zmiataniu wolnych rodników. Wspomagają one siły obronne organizmu, powstrzymują procesy starzenia, chronią przed nowotworami oraz przeciwdziałają chorobom serca. Zawartość polifenoli może być różna w zależności od rodzaju ziaren, miejsca i warunków upraw oraz procesu technologicznego otrzymywania kawy [4].

## 2. METODYKA BADAŃ

Materiał badawczy stanowiło 21 kaw rozpuszczalnych dostępnych na polskim rynku. Zostały one podzielone na trzy grupy w zależności od technologii otrzymywania:

1. Kawy liofilizowane – 8 rodzajów

2. Kawy sproszkowane – 6 rodzajów

3. Kawy aglomerowane – 7 rodzajów

W każdej grupie znajdowały się kawy pochodzące od różnych producentów i z różnych przedziałów cenowych. Wykonano oznaczenie: zawartości suchej masy, aktywności wody, zwilżalności, zawartości polifenoli ogółem i aktywności antyrodnikowej. Zawartość suchej masy oznaczono metodą suszarkową [5]; aktywność wody oznaczono w aparacie AquaLab, zgodnie z procedurą producenta [6]; pomiar barwy wykonano z zastosowaniem aparatu Chromometr firmy Minolta, w systemie CIE, w układzie  $L^*a^*b^*$  [7-9]; zwilżalność oznaczono metodą Mohra [6, 10]; zawartość polifenoli ogółem oznaczono w ekstraktach acetonowych [11, 12]; zdolność ekstraktów do zmiatania rodników DPPH w oparciu o uzyskane równanie krzywej wzorcowej i uwzględniając rozcieńczenie przeliczono na zawartość kwasu galusowego w 100 g produktu [12, 13].

Wnioskowania statystyczne oraz badania korelacji przeprowadzono z wykorzystaniem programu komputerowego Statistica 10, z wykorzystaniem analizy wariancji, przy poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ . Weryfikację stawianych hipotez sprawdzono za pomocą testu T – Studenta. Przeprowadzono również porównania średnich, co daje możliwość skonstruowania NIR-u (najmniejszej istotnej różnicy) oraz wyznaczenia grup danych homogenicznych.

## 3. WYNIKI

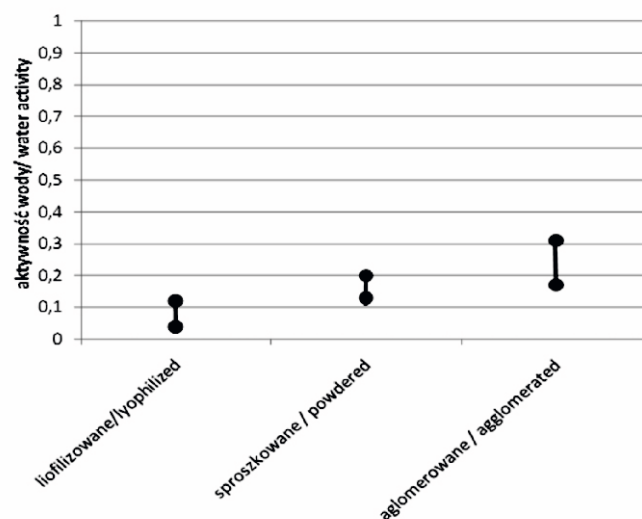
Woda obecna w produkcie spożywczym ma wpływ na jego jakość, wartość odżywczą, a także trwałość podczas przechowywania. Znajomość zawartości wody ułatwia dobór odpowiednich materiałów opakowaniowych dla środków spożywczych oraz określenie optymalnego czasu przydatności do spożycia. Zawartość wody może się zmieniać podczas poddawania żywności obróbce technologicznej oraz w czasie przechowywania [14].

Wymagania dotyczące zawartości wody w kawach rozpuszczalnych znajdują się w polskiej normie PN-A-94019:2007 (która nie jest dokumentem obowiązkowym, ale stanowi jedyne źródło informacji o zawartości badanych wielkości) o dopuszczalnej zawartości wody, liczonej ułamkiem masowym w procentach, nie więcej niż 5,0 (przy poziomie ufności 95%, przy porównaniu ze średnią dla wszystkich badanych próbek). Wszystkie

badane kawy rozpuszczalne spełniały wymagania tego dokumentu, co może świadczyć o ich trwałości w całym okresie przydatności do spożycia, z zastrzeżeniem, że będą przechowywane w odpowiednich warunkach (Tab. 1).

Parametrem mającym wpływ na wygląd, zapach i smak, konsystencję, a także podatność wyrobu na zepsucie jest również aktywność wody. Determinuje ona zmiany o charakterze chemicznym, fizycznym i mikrobiologicznym. Wskazanie optymalnej aktywności wody umożliwi zachowanie wysokiej i powtarzalnej jakości produktu spożywczego w całym okresie przydatności do spożycia, ustalenie maksymalnej trwałości i zminimalizowanie dodatku substancji konserwujących. Proszki spożywcze charakteryzują się aktywnością wody w zakresie 0,15 – 0,40 [15].

Najniższą aktywność wody otrzymano dla kaw liofilizowanych – od 0,05 do 0,12 (Rys. 1). Średnia wartość badanego parametru wynosiła 0,08. Natomiast najwyższe wartości spośród badanych produktów (od 0,17 do 0,31) otrzymano dla kaw aglomerowanych. Porowata struktura kaw podanych procesowi aglomeracji ułatwia sorpcję pary wodnej z otoczenia, co może wpływać na otrzymane wartości. Dodatkowo, podczas procesu aglomeracji próbki są nawilżane roztworem (najczęściej wodnym) substancji aglomerującej,



**Rysunek 1** Przedziały wartości aktywności wody w poszczególnych grupach technologicznych

**Figure 1** The ranges of water activity in different groups of technology

co ma wpływ zarówno na zawartość wody w materiale finalnym, jak i może wpływać na wzrost aktywności wody.

Przeprowadzona analiza statystyczna wykazała wpływ procesu technologicznego na aktywność wody badanych próbek. Średnie otrzymane dla różnych grup technologicznych różniły się między sobą istotnie statystycznie przy poziomie ufności

**Tabela 1** Średnia zawartość suchej masy w badanych grupach kaw rozpuszczalnych

**Table 1** The average content of dry matter in the studied groups of soluble coffee

liofilizowane / lyophilised	sucha masa / dry weight	sproszkowane / powdered	sucha masa / dry weight
(1)Carte Noire	93,61%	(9)Carte Noire	94,75%
(2)Jacobs Gold	94,19%	(10)Jacobs Krönung	95,18%
(3)Tchibo Gold	93,76%	(11)Tchibo Gold Crema	94,17%
(4)Nescafé Gold	93,78%	(12)Nescafé Crème	94,44%
(5)Mokate	95,38%	(13)Maxwell House	93,79%
(6)MK Café	93,70%	(14)Carrefour Espresso	94,30%
(7)Carrefour Gold	95,29%		
(8)Idee Kaffee	93,07%		
aglomerowane / agglomerated	sucha masa / dry weight	aglomerowane / agglomerated	sucha masa / dry weight
(15)Jacobs Aroma	93,30%	(19)Pedro's Active	94,74%
(16)Tchibo Family	95,03%	(20)Carrefour	94,60%
(17)Nescafé Classic	94,22%	(21)Café Special	94,58%
(18)Maxwell House	93,86%		

95%. Na podstawie szczegółowego porównania średnich LSD program wyodrębnił 3 grupy jednorodne. Wykazał, że kawy liofilizowane, sproszkowane i aglomerowane stanowiły grupy niehomogeniczne względem siebie.

Znaczenie aktywności wody dla jakości żywności było tematyką wielu prac badawczych. Lewicki [15] zajmował się określeniem wpływu aktywności wody na przebieg reakcji chemicznych i mikrobiologicznych wybranych produktów spożywczych. Na podstawie badań określono próg aktywności wody charakterystyczny dla badanych produktów spożywczych, po przekroczeniu którego następuje intensyfikacja działania poszczególnych enzymów, a to z kolei warunkuje przebieg i intensywność reakcji chemicznych. Aktywność wody glukozy określono na poziomie 0,40; mleka – 0,20-0,30; kawy rozpuszczalnej – 0,45; herbaty granulowanej – 0,35. W oparciu o powyższe dane można wnioskować, że analizowane kawy rozpuszczalne przechowywane w odpowiednich warunkach nie będą ulegały zmianom, mogącym wpłynąć na pogorszenie ich jakości w okresie przydatności do spożycia.

Aby produkty spożywcze były akceptowane przez konsumentów, muszą wykazywać odpowiednie cechy sensoryczne, m.in. zapach, barwę, teksturę czy smak. Jeśli są atrakcyjne, zachęcają konsumenta do zakupu. Udowodniono, że istnieje związek pomiędzy barwą a rozpoznawaniem rodzaju i intensywności smaku, dlatego ważne jest, aby była ona dostosowana do typu i smaku jedzenia [16]. Ponadto wykazano, że konieczna jest analiza korelacji mierzonych cech fizycznych produktu z ich odpowiednikami sensorycznymi, gdyż w różnych produktach zależności te są inne. Głównym czynnikiem warunkującym barwę kaw rozpuszczalnych jest kolor wyjściowego ekstraktu kawy. Zależy on od stopnia upalenia użytych do tego celu ziaren oraz mocy naparu – im mniejsze stężenie składników rozpuszczalnych, tym jest on jaśniejszy. Kolor ziaren skorelowany jest z końcową temperaturą prażenia. Im jest wyższa, tym są one ciemniejsze, tak jak i przyrządzony z nich ekstrakt. Barwa ziaren zmienia się stopniowo w trakcie prażenia od zielonkawo-żółtej przez ciemne odcienie brązu, aż do czarnej w przypadku długiego prażenia. Jest to wynik zachodzących reakcji, m.in.: karmelizacji cukrów czy reakcji Maillarda. Rząca i Witrowa-Rajchert [17] wykazały, że najlepszym zachowaniem barwy wyjściowej charakteryzują się produkty otrzymywane metodą

liofilizacji, w której ograniczony jest przebieg reakcji chemicznych, rozpad związków barwnych ( $\alpha$ - tokoferol, karotenoidy, barwniki antocyjanowe) i antyoksydantów oraz dostęp tlenu.

Pomiar instrumentalny barwy przeprowadzono w systemie  $L^*a^*b^*$ , który polega na liczbowej interpretacji koloru, gdzie  $L^*$  opisuje jego jasność, a parametry  $a^*$  i  $b^*$  opisują jego ton. Wykres zależności wskaźników barwy stanowią współrzędne, oznaczone na osi –  $a+a$  opisującej tonację od zieleni do czerwieni oraz osi –  $b+b$ , charakteryzującą barwy od niebieskości do żółtej. Punkt przecięcia osi jest czystą szarością, wszelkie odchylenia współrzędnych  $a^*$  i  $b^*$  ukierunkowują barwę, a im dalej od środka znajduje się opisany przez nie punkt, tym rośnie nasycenie koloru.

Przeprowadzona analiza statystyczna wykazała wpływ procesu technologicznego na barwę badanych próbek kawy rozpuszczalnej. Średnie otrzymane dla różnych grup technologicznych wskaźników  $L$ ,  $a$  i  $b$  różniły się między sobą istotnie statystycznie przy poziomie ufności 95%. W badaniach nad współczynnikiem  $L$ , szczegółowe porównanie średnich wyodrębniło dwie grupy homogeniczne. Pierwszą z nich tworzyły próbki aglomerowane, dla których średnia  $\bar{x}_{(A,L)} = 26,90$ . W skład drugiej grupy wchodziły wszystkie pozostałe kawy o  $\bar{x}_L = 41,84$ . Średnia wartość wskaźnika  $L$  dla wszystkich badanych próbek kaw rozpuszczalnych była równa 36,86. Dla współczynnika  $a^*$  analiza LSD wykazała istnienie dwóch grup homogenicznych – I dla próbek liofilizowanych i aglomerowanych o średniej  $\bar{x}_{L+W+A,a} = 8,19$ , II – dla kaw sproszkowanych  $\bar{x}_{S,a} = 10,66$ . Szczegółowe porównanie średnich wskaźnika  $b^*$  wyodrębniło 3 grupy homogeniczne. Kawy liofilizowane, sproszkowane i aglomerowane były względem siebie niehomogeniczne. Średnia wartość wskaźnika  $b^*$  dla wszystkich badanych próbek kaw rozpuszczalnych była równa 15,33. Najniższy wynik osiągnęły kawy aglomerowane ( $\bar{x}_{A,b} = 10,47$ ), a najwyższy kawy sproszkowane ( $\bar{x}_{S,b} = 21,59$ ).

Zwilżalność to cecha fizyczna produktu, związana z procesem odtwarzalności proszku w cieczy i wyrażana jako czas w sekundach potrzebny do zatonięcia określonej objętości produktu pod powierzchnią rozpuszczalnika [18, 19]. Proszki spożywcze, których czas zwilżania jest krótszy od 15-20 sekund, uznawane są za produkty instant [1]. Zwilżalność proszków jest uzależniona od ich składu chemicznego, warunków przechowywania oraz sposobu formowania proszku



**Tabela 2** Średnie wartości wskaźników barwy dla badanych rodzajów kaw rozpuszczalnych  
**Table 2** Average values of the color for the tested types of instant coffee

liofilizowane	L	a	b	sproszkowane	L	a	b
(1)Carte Noire	42,21	8,70+	15,03+	(9)Carte Noire	43,07	10,03+	19,03+
(2)Jacobs Gold	43,08	9,20+	16,49+	(10)Jacobs Krönung	43,16	10,70+	21,58+
(3)Tchibo Gold	40,76	8,07+	13,55+	(11)Tchibo Gold Crema	45,18	10,78+	25,21+
(4)Nescafé Gold	38,17	7,82+	11,08+	(12)Nescafé Crème	49,20	10,98+	27,53+
(5)Mokate	42,23	8,92+	17,29+	(13)Maxwell House	38,85	11,98+	21,22+
(6)MK Cafe	42,32	8,38+	14,4+	(14)Carrefour Espresso	32,52	9,47+	14,99+
(7)Carrefour Gold	43,92	9,22+	18,68+		43,07	10,03+	19,03+
(8)Idee Kaffee	41,16	8,56+	12,56+				
aglomerowane	L	a	b		L	a	b
(15)Jacobs Aroma	27,99	9,46+	12,59+	(19)Pedro's Active	27,03	8,41+	10,62+
(16)Tchibo Family	27,10	8,68+	10,88+	(20)Carrefour	28,55	8,13+	12,53+
(17)Nescafé Classic	25,33	7,47+	9,46+	(21)Café Special	25,31	5,40+	6,58+
(18)Maxwell House	27,01	8,10+	10,65+				

w danym procesie, który determinuje jego właściwości [1]. Na zwilżalność proszków można także wpływać poprzez zmiany czynników suszenia oraz temperaturę rozpuszczalnika, której wzrost przyspiesza proces namaczania produktów sypkich [1, 19]. Zwilżalność jest cechą użytkową, istotną dla konsumentów.

Przeprowadzona analiza wykazała, że kawy liofilizowane i sproszkowane nie zwilżały się. Tworzyły one na powierzchni cieczy nierozpuszczalną powłokę. Określono jedynie czas zwilżania kawy Idee Kaffee, który wynosił 54 sekundy. Spośród kaw aglomerowanych wszystkie uległy zwilżeniu (Tab. 3). Porowata struktura cząstek aglomerowa-

nych ułatwia proces wnikania wody i dzięki temu także odtwarzalności. Analiza właściwości rekonstytucyjnych proszków przeprowadzona przez Kowalską i Lenarta [20] wykazała skrócenie czasu zwilżania wieloskładnikowej żywności w proszku po procesie aglomeracji. Poprawę zwilżalności przez aglomerację proszków potwierdziły także badania Poszytek i Lenarta [21] przeprowadzone na kaszkach mleczno-zbożowych dla dzieci. Zwilżalność produktów nieaglomerowanych była niewielka, a proszki utrzymywały się na powierzchni przez czas powyżej 3 minut. Po procesie aglomeracji kaszki nabrały cech produktów błyskawicznych uzyskując czas zwilżania poniżej 5 sekund.

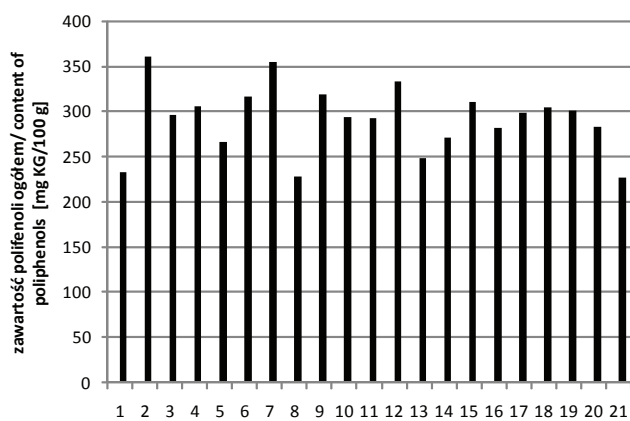
**Tabela 3** Średni czas zwilżania kaw aglomerowanych  
**Table 3** Average time wetting agglomerated coffee

kawy aglomerowane agglomerated coffee	średni czas zwilżania [sek.] average wetting time [sek.]	cecha instant [ < 20 sek.] instant feature [ < 20 sek.]
(15) Jacobs Aroma	51,0	NIE / NO
(16) Tchibo Family	12,0	<b>TAK / YES</b>
(17) Nescafé Classic	11,3	<b>TAK / YES</b>
(18) Maxwell House	37,0	NIE / NO
(19) Pedro's Active	19,5	<b>TAK / YES</b>
(20) Carrefour	12,9	<b>TAK / YES</b>
(21) Café Special	23,2	NIE / NO

Oznaczenie produktów zgodnie z Tabelą 1

Związki polifenolowe występujące w kawie to głównie kwas chlorogenowy, chinowy i kawowy, które w dużym stopniu są odpowiedzialne za smak i aromat jej naparów. Zawartość antyoksydantów w kawie zależy od upalenia ziarna, a ich ilość zwiększa się podczas trwania procesu, choć nie należy doprowadzać do jej zbyt mocnego uprażenia [22]. Zmiany polifenoli mogą być wynikiem oddziaływania zarówno czynników fizycznych, jak i chemicznych (temperatury, utlenienia, enzymów) [23]. Przeciętnie kubek kawy dostarcza od 150 do 180 mg polifenoli/200 ml [24].

Przeprowadzona analiza statystyczna próbek wykazała brak statystycznie istotnego wpływu procesu technologicznego na zawartość polifenoli w badanych próbkach, przy poziomie istotności 95%. Najmniej polifenoli ogółem oznaczono w kawie nr 8, należącej do grupy kaw liofilizowanych (227,94 mg/100 g), natomiast najwyższą ich zawartością charakteryzowała się kawa aglomerowana (nr 2) (360,51 mg/100 g) (Rys. 2).



**Rysunek 2** Zawartość polifenoli w badanych kawach rozpuszczalnych wyrażona w mg kwasu galusowego w 100 g produktu (oznaczenie próbek Tabela 1)

**Figure 2** The content of polyphenols in the studied soluble coffees expressed as mg of gallic acid per 100 grams (sign samples in Table 1)

Zawartość związków polifenolowych jest uzależniona od ich ilości w owocu kawowca, ale także od parametrów procesów technologicznych stosowanych podczas przetwarzania kawy. Podwyższona temperatura może wpłynąć na zmniejszenie zawartości polifenoli, ale także na ich wzrost, szczególnie gdy w produkcie zawarte są składniki wykazujące właściwości przeciwutleniające lub wzmacniające ich działanie. W oparciu o dane literaturowe można stwierdzić, że wzmocnienie właściwości przeciwutleniających mogło wynikać z reakcji pomiędzy składnikami białkowymi i cukrami, które uważa się za zwiększające zdol-

ności antyoksydacyjne [25]. Tworzenie wielocząsteczkowych związków może także spowodować zmniejszenie aktywności flawonoidów. W oparciu o uzyskane wyniki nie można jednoznacznie określić, która grupa kaw charakteryzuje się wyższą zawartością polifenoli, a w związku z tym jak proces technologiczny i stosowane parametry mogły kształtować zawartość przeciwutleniaczy. Przeprowadzono także analizę zdolności kaw do inaktywacji wolnych rodników DPPH, w celu określenia aktywności oksydacyjnej badanych produktów. Przeprowadzona analiza statystyczna wykazała wpływ procesu technologicznego na zdolność ekstraktów kaw rozpuszczalnych do dezaktywacji rodników wobec DPPH<sup>+</sup>, przy poziomie ufności 95%. Szczegółowe porównanie średnich wyodrębniło dwie grupy homologiczne. Pierwszą z nich tworzyły próbki kaw liofilizowanych i aglomerowanych ze średnim wynikiem zmiatania rodników wobec DPPH<sup>+</sup> równym  $\bar{x}_{L+W+A} = 87,9\%$ . Kawy liofilizowane i sproszkowane stanowiły drugą grupę homologiczną z wynikiem średnim równym  $\bar{x}_{L+W+A} = 90,9\%$ . Jedyną statystycznie istotną różnicę zaobserwowano pomiędzy grupą kaw sproszkowanych a aglomerowanych na poziomie 6,7 przy teście NIR=4,30. Najmniejszą zdolnością do dezaktywacji wolnych rodników charakteryzowała się grupa kaw aglomerowanych  $\bar{x}_A = 85,7\%$ , największą zdolność posiadały kawy sproszkowane  $\bar{x}_S = 92,4\%$ . W opracowaniu Szlachty i Małeckiej [26] badano aktywność przeciwutleniającą wieloskładnikowych produktów aglomerowanych na przykładzie herbatki owocowych. Wykazano, że właściwości przeciwutleniające zależą od rodzaju i ilości składników w mieszaninie, a także oddziaływania pomiędzy nimi. Zwrócono jednocześnie uwagę na fakt, że zastosowanie składnika o wysokiej aktywności nie zawsze wpływa na wzrost tego parametru dla mieszaniny, co może wynikać z antagonistycznego oddziaływania poszczególnych komponentów.

#### 4. WNIOSKI

1. Analizy statystyczne w większości przeprowadzonych badań wykazały wpływ procesu technologicznego na właściwości fizyko-chemiczne badanych produktów.
2. Wykazano istotny wpływ procesu technologicznego na barwę otrzymywanych kaw rozpuszczalnych. Próbkę aglomerowaną odznaczały się największą jasnością, o najniższym udziale koloru

żółtego i czerwonego, natomiast kawy sproszkowane najbardziej wyróżniały się spośród innych grup, posiadając barwę o największym udziale koloru czerwonego i żółtego.

3. Nie stwierdzono istotnie statystycznego wpływu procesu technologicznego na zawartość polifenoli ogółem w badanych próbkach kaw rozpuszczalnych. Największą zawartość polifenoli ogółem stwierdzono w kawach aglomerowanych (343,7 mg/100 g), a najmniejszą w kawie wymrażanej (227,94 mg/100 g).

4. Analiza statystyczna wykazała wpływ procesu technologicznego na zdolność ekstraktów kawowych do inaktywacji rodników DPPH+. Najwyższym poziomem inaktywacji rodników charakteryzowały się kawy sproszkowane o skuteczności 92,4%, a najniższą kawy aglomerowane – 85,7%.

5. Wykazano wpływ procesu technologicznego na zwilżalność. Kawy rozpuszczalne otrzymywane metodą liofilizacji oraz suszenia rozpyłowego nie zwilżały się. Dobrą i szybką odtwarzalnością charakteryzowały się natomiast kawy aglomerowane, których część wykazywała cechy instant.

#### LITERATURA

- [1] Domian E., Bialik E., 2006: Wybrane właściwości fizyczne soku jabłkowego w proszku, *Acta Agrophysica*, 8(4), 803-814.
- [2] Poszytek K., Lenart A., 2007: Wpływ aglomeracji na właściwości płynięcia sproszkowanych odżywek dla dzieci, *Inżynieria Rolnicza*, 5(93), 339-342.
- [3] Domian E., 2005: Właściwości fizyczne modelowej żywności w proszku w aspekcie metody aglomeracji, *Żyw. Nauk. Techn. Jak.*, 4(45), 87-97.
- [4] Rosicka-Kaczmarek J., 2004: Polifenole jako naturalne antyoksydanty w żywności, *Przegląd Piekarski i Cukierniczy*, 4, 12-16.
- [5] PN-A-94019:2007 p. 6.2. według PN-ISO 3726:2000: Oznaczenie zawartości suchej masy.
- [6] Domian E., 1997: Studia nad właściwościami sorpcyjnymi mieszanin proszków spożywczych, praca doktorska, Katedra Inżynierii i Maszynoznawstwa Przemysłu Spożywczego, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Warszawa.
- [7] Pratnoto Y., Salokhe V. M., Rakshit S. K., 2005: Physical and antibacterial properties of alginate-based edible film incorporated garlic oil. *Food Res. Int.*, 38, 267-272.
- [8] Walkowiak-Tomczak D., Czapski J., 2007: Colour changes of a preparation from red cabbage during storage in a model system. *Food Chemistry*, 104, 709-714.
- [9] Nowacka M., Witrowa-Rajchert D., 2010: Zmiana zdolności przeciwrodnikowej, zawartości polifenoli i barwy w czasie przechowywania suszu jabłkowego uzyskanego przy wykorzystaniu promieniowania podczerwonego. *Acta Agrophysica*, 16 (2), 391-400.
- [10] Lenart A., Lewicki P. P., Ruszkowska E., 1991: Effect of the method of agglomeration on the physical properties of milk powder, *Annals of Warsaw Agricultural University – Food Technology and Nutrition*, 19, 19-25.
- [11] Naczek M., Shahidi F., 1989: The effect of methanol-ammonia water treatment on the content of phenolic acids of canola. *Food Chem.*, 31, 159-164.
- [12] Wołosiak R., Drużyńska B., Piecyk M., Worobiej E., Majewska E., Lewicki P. P., 2011: Influence of industrial sterilisation, freezing and steam cooking on antioxidant properties of green peas and string beans. *International J. of Food Sci. and Techn.*, 46, 93-100.
- [13] Yen G. - Ch., Chen H. - Y., 1995: Antioxidant activity of various tea extract in relation to their anti-mutagenicity. *J. of Agricultural and Food Chem.*, 43, 27-32.

- [14] Lewicki P. P., 2003: Woda jako składnik żywności. *Przemysł Spożywczy*, 57(5), 8-14.
- [15] Lewicki P. P. (edited by M. Shafiur Rahman), 2009: Data and models of water activity. *Food properties Handbook*, CRS Press, 33-152.
- [16] Marzec A., 2007: Tekstura żywności, *Przemysł Spożywczy*, 5, 6.
- [17] Rząca M., Witrowa-Rajchert D., 2007: Wybrane właściwości fizyczne suszonych produktów roślinnych. Właściwości fizyczne suszonych surowców i produktów spożywczych / pod red. Bohdana Dobrzańskiego jr., Leszka Mieszkalskiego. Lublin, Wydawnictwo Naukowe Fundacja Rozwoju Nauk Agrofizycznych, Komitet Agrofizyki PAN, 2007, 35-46.
- [18] Szulc K., Lenart A., 2007: Wpływ aglomeracji na właściwości użytkowe sproszkowanych modelowych odżywek dla dzieci, *Żyw. Nauk. Techn. Jak.*, 5(54), 312-319.
- [19] Ocieczek A., 2011: Wpływ składu granulometrycznego i mikrostruktury powierzchni na zwilżalność kisieli typu instant. *Inż. i Aparatura Chem.*, 3, 61-62.
- [20] Kowalska J., Lenart A., 2003: Wpływ aglomeracji na właściwości sorpcyjne wieloskładnikowej żywności w proszku. *Problemy Inżynierii Rolniczej*. 3, 97-107.
- [21] Poszytek K., Lenart A., 2005: Wpływ aglomeracji na właściwości fizyczne kaszek mleczno-zbożowych w proszku dla dzieci, *Żyw. Nauk. Techn. Jak.*, 2(43), 156-163.
- [22] Zawadzka-Ben Dor R., 2007: Kawa w liczbach, *Przegląd Piekarski i Cukierniczy*, 7, 74.
- [23] Gramza-Michałowska A., 2010: Herbata. Aromatyczny napój czy superantyoksydant, *Żywność-Żywnienie*, 4(64), 33.
- [24] Mitek M., Gasik A., 2007: Polifenole w żywności. Właściwości przeciwutleniające, *Przemysł Spożywczy*, 9, s. 36, 38.
- [25] Bayram T., Pekmez M., Arda N., Süha Yalçın A., 2008: Antioxidant activity of whey protein fractions isolated by gel exclusion chromatography and protease treatment, *Talanta*, 75, 705-709.
- [26] Szlachta M., Małecka M., 2008: Właściwości przeciwutleniające herbatek owocowych. *Żyw. Nauk. Techn. Jak.*, 1(56), 92-102.