

WPŁYW ZMIANY SKŁADU SUROWCOWEGO I WARUNKÓW
PRZECHOWYWANIA NA WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNE
NAPOJU KAKAOWEGO W PROSZKU

Jolanta Kowalska¹, Ewa Majewska¹, Andrzej Lenart², Maria Bieniek¹

¹Katedra Biotechnologii, Mikrobiologii i Oceny Żywności, Wydział Nauk o Żywności,

²Katedra Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
ul. Nowoursynowska 159c, 02-787 Warszawa
e-mail: jolanta_kowalska@sggw.pl

Streszczenie. Celem pracy było określenie wpływu zmiany składu surowcowego i warunków przechowywania na wybrane właściwości fizyczne napojów kakaowych w proszku. Zakres pracy obejmował analizę zawartości suchej substancji, gęstości nasypowej luźnej i utrzęsionej, barwy oraz zwilżalności surowców i mieszanin o zróżnicowanym składzie surowcowym. Materiał badawczy stanowiły proszki spożywcze (kakao, sacharoza, maltodekstryna, glukoza, fruktoza, mleko) oraz mieszaniny z nich otrzymane. Do pakowania analizowanych produktów zastosowano plastikowe słoiki oraz folię aluminiową, którą zgrzewano, a następnie wytwarzano w niej próżnię. Produkty przechowywano przez 6 miesięcy, a badania wykonywano co dwa miesiące. Na podstawie przeprowadzonych analiz wykazano wpływ składu surowcowego, czasu przechowywania oraz rodzaju zastosowanego opakowania na badane wielkości. Wykazano istotny wpływ przechowywania na gęstość nasypową i sypkość, co ma znaczenie dla pakowania produktów w postaci proszku oraz ich transportu. Stwierdzono również wpływ czasu przechowywania na aktywność wody, co z kolei warunkuje zmiany zachodzące w żywności, głównie o charakterze mikrobiologicznym. Wykazano mniejsze zmiany lub ich brak w próbkach przechowywanych w próżni w porównaniu do produktów przechowywanych w pudełkach plastikowych.

Słowa kluczowe: żywność w proszku, kakao, właściwości fizyczne, przechowywanie

WSTĘP

Niezależnie od zastosowanej technologii przetwarzania i utrwalania oraz metody przechowywania, jakość produktów żywnościowych ulega zmianom w czasie (Peng i in. 2007, Sinija i Mishra 2008). Szybkość zachodzących zmian jest uzależniona od wielu czynników – składu surowcowego, chemicznego, cech fizycznych, warunków składowania oraz zastosowanego opakowania (Kowalska i in.

2011). Spośród czynników zewnętrznych istotną rolę odgrywają temperatura oraz wilgotność. Dostrzegalne zmiany mogą pojawić się po upływie kilkudziesięciu minut w przypadku produktów nietrwałych lub po wielu latach w przypadku produktów bardzo trwałych (Pałacha, 2008). Zmiany zachodzące w żywności podczas przechowywania mogą być korzystne z punktu widzenia jakości produktu (procesy dojrzewania) lub niekorzystne, prowadzące do obniżenia wartości technologicznej, organoleptycznej, żywieniowej i zdrowotnej (Pijanowski i in. 2004). Zasadniczym celem przechowywania jest utrzymanie jak najwyższej jakości produktów żywnościowych przeznaczonych do przetwórstwa lub spożycia w całym okresie ich przydatności.

Obecnie dużą popularnością cieszą się produkty łatwe i szybkie w przygotowaniu, wykazujące cechy instant, do których można zaliczyć kakao do picia (Molenda 2009). Zgodnie z PN-A-74859:1994 wyroby cukiernicze trwałe, w tym również kakao instant należy przechowywać w temperaturze poniżej 18°C i wilgotności względnej powietrza poniżej 75%. W gospodarstwach domowych przechowywanie odbywa się w warunkach otoczenia, które uzależnione są m. in. od pory roku. Temperatura przechowywania proszku kakaowego nie powinna przekroczyć 28°C, w której rozpoczyna się topnienie tłuszczu kakaowego. Zróżnicowane warunki przechowywania proszków kakaowych w magazynach, punktach sprzedaży czy domu konsumenta stwarzają podstawę do określenia stabilności tych produktów w całym okresie ich przydatności do spożycia.

Drobnoziarniste proszki ze względu na swoje właściwości – pylistość, drobnoziarnistość, higroskopijność są uciążliwe w stosowaniu, a znajomość cech fizycznych pozwala na ocenę ich jakości, jak również dobór optymalnych parametrów i materiałów podczas pakowania, dystrybucji czy przechowywania (Ostrowska-Ligęza i in. 2012). Produkty w proszku, w tym napoje kakaowe należą do grupy produktów higroskopijnych, które w wyniku absorpcji wody z otoczenia mogą pogorszyć swoje właściwości fizyczne, powodując utrudnienia podczas pakowania, transportu czy magazynowania. Pogarsza się także ich zdolność do odtwarzalności w cieczech. Na cechy mieszanin wieloskładnikowych istotny wpływ mają właściwości pojedynczych składników.

Celem pracy było określenie wpływu zmiany składu surowcowego oraz czasu i warunków przechowywania na wybrane właściwości fizyczne proszków spożywczych oraz mieszanin z nich otrzymanych. Zakres pracy obejmował analizę zawartości suchej substancji, aktywności wody, gęstości nasypowej luźnej i utrzęsionej, barwy i odtwarzalności wyrażonej jako czas zwilżania surowców i mieszanin o zróżnicowanym składzie surowcowym. Do pakowania analizowanych produktów zastosowano plastikowe słoiki oraz folię aluminiową. Produkty przechowywano przez 6 miesięcy, a badania wykonywano co dwa miesiące.

MATERIAŁ I METODY

Metody technologiczne obejmowały mieszanie składników w odpowiednich proporcjach w mieszalniku aglomeratora STREA 1 (Niro-Aeromatic AG) przez 2 minuty po wprowadzeniu ich w stan fluidalny. Podstawowy skład mieszanin zawierał 20% kakao i 80% sacharozy. Technologia zmian składu surowcowego dotyczyła częściowego lub całkowitego zastąpienia sacharozy innym składnikiem (maltodekstryną, mlekiem w proszku, glukozą i fruktozą) w ilościach od 40 do 100% w odniesieniu do całkowitej masy sacharozy zawartej w mieszaninie o podstawowym składzie. Otrzymano 8 mieszanin (tab. 1). Do każdego produktu jako emulgatora dodano lecytynę w ilości 0,5% w odniesieniu do masy całkowitej.

Otrzymane produkty poddawano analizie sitowej na sitach o średnicy oczek 0,20; 0,40; 0,63; 0,80; 1,0 i 2,0 mm. Do badań wykorzystano frakcje o wielkości cząstek 0,2-2,0 mm, które przechowywano w szczelnie zamkniętych opakowaniach, w zaciemnionym pomieszczeniu, w temperaturze pokojowej do czasu wykonania analiz. Mieszaniny analizowano pod względem zawartości wody (metoda suszarkowa – około 2 g produktu, temperatura 130°C, czas 30 minut) (Worobiej 2009), aktywności wody (oznaczano w aparacie AquaLab firmy Decagon Devices zgodnie z instrukcją producenta w temperaturze 25±1°C) (Domian i Lenart 1996, Domian i Lenart 2000), gęstości nasypowej luźnej i utrzęsionej (oznaczenie wykonano w laboratoryjnym objętościomierzu wstrząsowym firmy J. Engelsmann A.G. typ STAV 2003) (DIN ISO 1995, Domian 1997); barwy (zastosowano aparat Chromometr firmy Minolta, pomiar barwy wykonano w układzie CIE L*a*b* (Zapotoczny i Zielińska 2005), odtwarzalności określonej jako czas zwilżania (Pisecky 1997, Kowalska i Lenart 2002). Wszystkie analizy wykonano w co najmniej trzech powtórzeniach.

Składniki oraz otrzymane z nich mieszaniny przechowywano w plastikowych słoikach (w warunkach zbliżonych do panujących w gospodarstwie domowym) oraz w torebce foliowej, zamkniętej próżniowo (warunki eksperymentalne). Z produktami przechowywanymi w słoikach plastikowych postępowano podobnie jak potencjalny klient, przechowując je w warunkach otoczenia, otwierając przed każdym pobieraniem do analiz, bez specjalnego zabezpieczenia przed oddziaływaniem czynników zewnętrznych. Dodatkowo przeprowadzono eksperyment, który polegał na zamknięciu badanych produktów w torebki z folii aluminiowo-polietylenowej (laminat) dwuwarstwowej (grubość warstwy polietylenowej 75µm, aluminiowej – 7 µm). Folia ta dzięki zawartości aluminium stanowiła barierę dla przenikania tlenu z otoczenia. Za pomocą zgrzewarki próżniowej zamykano wytworzone produkty w torebkach aluminiowych, następnie wytwarzano próżnię i zgrzewano. Dla każdego produktu przygotowywano trzy takie opakowania, które otwierano kolejno co dwa miesiące w celu wykonania badań. Dzięki temu przez określony czas (łącznie 6 miesięcy) przechowywano badane produkty w warunkach obniżonego ciśnienia, bez dostępu powietrza (tlenu).

Tabela 1. Składniki i ich mieszaniny
Table 1. Ingredients and their mixtures

Lp. Item	Składniki i ich mieszaniny Ingredients and their mixtures	Oznaczenie Designation
1.	Kakao – Cocoa	
2.	Sacharoza – Saccharose	
3.	Maltodekstryna – Maltodextrin	
4.	Mleko – Milk	
5.	Glukoza – Glucose	
6.	Fruktoza – Fructose	
7.	20% kakao + 80% sacharozy – 20% cocoa + 80% saccharose	1
8.	20% kakao + 40% sacharozy + 40% glukozy + fruktozy 20% cocoa + 40% saccharose + 40% glucose + fructose	2
9.	20% kakao + 40% sacharozy + 40% maltodekstryny 20% cocoa + 40% saccharose + 40% maltodextrin	3
10.	20% kakao + 40% sacharozy + 40% mleka 20% cocoa + 40% scacharose + 40% milk	4
11.	20% kakao + 40% maltodekstryny + 40% mleka 20% cocoa + 40% maltodextrin + 40% milk	5
12.	20% kakao + 40% maltodekstryny + 40% glukozy + fruktozy 20% cocoa + 40% maltodextrin + 40% glucose + fructose	6
13.	20% kakao + 40% mleka + 40% glukozy + fruktozy 20% cocoa + 40% milk+40% glucose + fructose	7
14.	20% kakao + 80% glukozy + fruktozy 20% cocoa + 80% glucose + fructose	8

Porównano wpływ zmiany składu surowcowego, czasu oraz warunków przechowywania na wybrane właściwości mieszanin napoju kakaowego w proszku o zmodyfikowanym składzie surowcowym. W celu określenia istotności analiz wykonano wnioskowanie statystyczne, wykorzystując analizę wariancji w programie Statistica 9.0, zakładając hipotezę zerową przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$, że zmiana składu surowcowego, czasu przechowywania oraz rodzaju opakowania ma statystycznie istotny wpływ na badane właściwości fizyczne.

WYNIKI I DYSKUSJA

Woda jest głównym składnikiem żywności. Jej zawartość waha się od kilku do około 90% i ma wpływ na jakość produktów spożywczych, ich wartość odżywczą

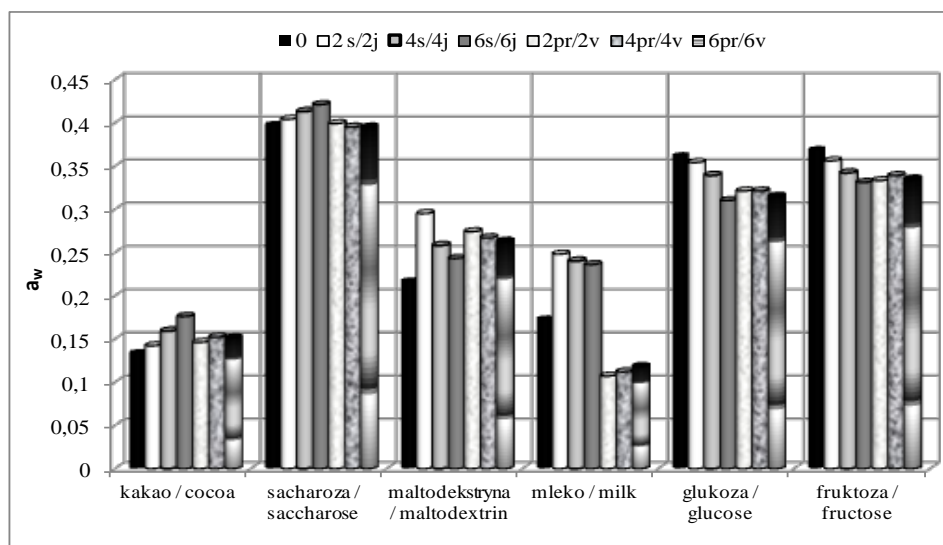
oraz trwałość podczas przechowywania (Worobiej 2009). Zgodnie z Dyrektywą 2000/36/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 czerwca 2000 r. zawartość suchej substancji w kakao nie powinna być niższa niż 93%, natomiast w kakao z dodatkami – 91%. Spośród badanych proszków najmniej wody zawierała sacharoza (0,1%) i w wyniku przechowywania ilość ta nie uległa zmianie. Podobne wyniki uzyskano dla fruktozy i glukozy, które również nie wykazały istotnych zmian zawartości wody podczas przechowywania. Najwięcej wody wykazano w maltodekstrynie, kakao i mleku w proszku. Proces przechowywania nie wpłynął jednoznacznie na suchą masę badanych produktów. Największe różnice odnotowano w przypadku fruktozy i mleka w proszku, co znalazło odzwierciedlenia w badanym parametrze dla mieszanin zawierających te składniki. Analiza statystyczna wykazała istotny wpływ czasu przechowywania (opakowanie słoik plastikowy) na zawartość suchej masy w próbkach nr 7 i 8. Nie stwierdzono natomiast wpływu czasu przechowywania w warunkach obniżonego ciśnienia.

Jednym z podstawowych czynników wpływających na występowanie i intensywność zmian o charakterze fizycznym, chemicznym i mikrobiologicznym jest aktywność wody. Proszki spożywcze charakteryzują się aktywnością wody w zakresie 0,15-0,40 (Lewicki 2009).

Najniższą aktywność wody wykazano dla kakao i mleka (odpowiednio 0,134 i 0,173), natomiast najwyższą dla sacharozy – 0,398 (rys. 1). W mieszaninach zaobserwowano korelację pomiędzy aktywnością wody poszczególnych składników a badanym parametrem dla mieszanin (rys. 2). Najwyższą aktywność wody wykazały próbki zawierające w składzie sacharozę i/lub glukozę oraz fruktozę. Przechowywanie wpłynęło istotnie na aktywność wody dla próbek oznaczonych nr 1, 2 i 8, co potwierdziła analiza statystyczna. Nie wykazano natomiast wpływu czasu przechowywania na badaną wielkość. Brak różnic w wartościach aktywności wody wykazano dla próbek przechowywanych w warunkach obniżonego ciśnienia.

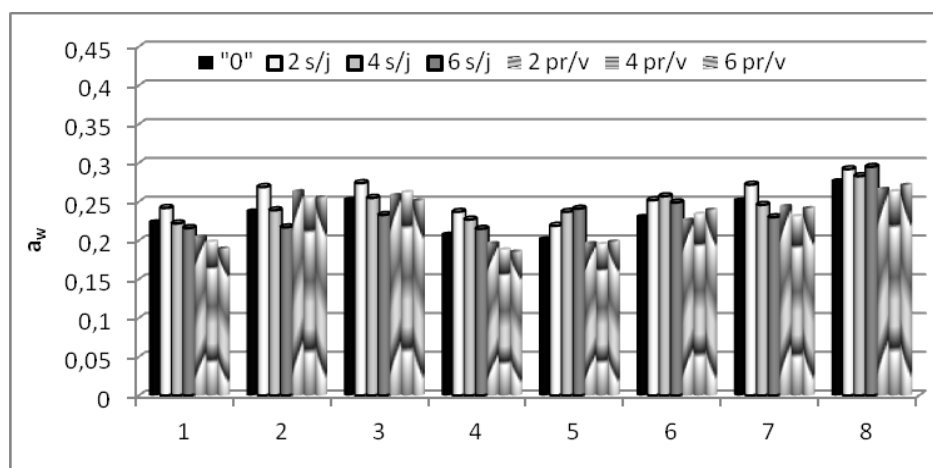
Zachowanie się żywności w proszku przy kontakcie z cieczą – wodą lub mlekiem jest związane przede wszystkim z takimi właściwościami fizycznymi jak: gęstość nasypowa, zwilżalność, rozkład wielkości cząstek i ich kształt. Szczególną rolę odgrywa skład granulometryczny, ponieważ wskazuje on na związek zarówno z cechami użytkowymi proszku, jak również decyduje o zachowaniu się podczas dalszych operacji i procesów, np. transportu pneumatycznego, dozowania i pakowania (Szulc i Lenart 2007).

Analiza gęstości usypowej wykazała dla większości badanych składników tendencję malejącą badanej wielkości (tab. 2).



Rys. 1. Aktywność wody (a_w) składników w proszku (0 – po wyprodukowaniu; 2s, 4s, 6s przechowywany w słoiku przez 2, 4, 6 miesięcy; 2pr, 4pr, 6pr – przechowywany w próżni przez 2, 4, 6 miesięcy)

Fig. 1. Water activity of the ingredients in the powder (0 – after production, 2s, 4s, 6s stored in a jar for 2, 4, 6 months; 2pr, 4pr, 6pr – stored in vacuum for 2, 4, 6 months)



Rys. 2. Aktywność wody (a_w) mieszanin napoju kakaowego w proszku (0 – po wyprodukowaniu, 2s, 4s, 6s – przechowywany w słoiku przez 2, 4, 6 miesięcy; 2pr, 4pr, 6pr przechowywany w próżni przez 2, 4, 6 miesięcy) (oznaczenie tab. 1)

Fig. 2. Water activity of mixtures of cocoa beverage powder (0 – after production, 2j, 4j, 6j stored in a jar for 2, 4, 6 months; 2v, 4v, 6v – stored in vacuum for 2, 4, 6 months) (design. as in Tab. 1)

Tabela 2. Wpływ zmiany składu surowcowego i przechowywania na gęstość nasypową luźną i utrzoną surowców i mieszanin napoju kakaowego w proszku (oznaczenie tab. 1) ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$)

Table 2. Effect of changes in the composition and storage on bulk density of loose and tapped the raw materials and mixtures of cocoa beverage powder (sign Tab. 1) (kg m^{-3})

Nazwa / oznaczenie próbki Name/sample labelling	Po wyprodukowaniu After production		Przechowywane 2 miesiące Stored for 2 months		Przechowywane 4 miesiące Stored for 4 months		Przechowywane 6 miesięcy Stored for 6 months	
	Gęstość – Density							
	luźna loose	utrzoną tapped	luźna loose	utrzoną tapped	luźna loose	utrzoną tapped	luźna loose	utrzoną tapped
Kakao Cocoa	379,46	435,90	380,43	448,72	370,21	429,65	372,52	418,59
Sacharoza Saccharose	714,28	961,54	733,21	950,01	746,27	925,92	732,25	910,61
Maltodekstryna Maltodextrin	500,00	595,24	493,44	588,00	490,20	581,39	487,85	572,64
Mleko Milk	609,76	657,89	602,22	641,21	609,76	625,00	599,54	615,24
Glukoza Glucose	520,83	641,02	506,33	635,21	500,00	621,02	485,25	612,42
Fruktoza Fructose	892,86	925,93	854,19	900,32	833,33	862,07	814,33	839,47
1	684,93	806,45	704,42	925,92	704,42	833,33	715,32	802,56
2	689,65	862,07	735,29	892,86	724,64	847,46	713,21	829,55
3	549,45	699,30	625,00	781,25	625,00	724,64	610,02	700,62
4	549,45	671,14	568,18	675,67	568,18	666,67	549,48	650,69
5	500,00	595,24	520,83	625,00	510,00	617,28	500,45	609,45
6	555,55	746,27	609,76	757,58	581,39	641,02	574,65	635,55
7	558,66	628,93	520,83	581,39	561,80	617,28	544,41	610,22
8	666,67	840,34	714,28	892,86	735,29	892,86	730,11	879,25

Wyjątkiem była sacharoza, która w wyniku przechowywania wykazywała wzrost gęstości. Najwyższą gęstość spośród badanych surowców oznaczono dla fruktozy i była ona ponad dwukrotnie wyższa niż gęstość kakao oraz od około 20 do 40% w porównaniu do pozostałych surowców. Inaczej zachowywały się mieszaniny, które w wyniku przechowywania wykazywały wzrost gęstości usypowej, co mogło wynikać z pochłaniania wody z otoczenia, szczególnie podczas pobierania próbek do kolejnych analiz.

Stopień wpływu czasu przechowywania nie był jednakowy. Dla większości badanych produktów wykazano statystycznie istotny wpływ przechowywania na gęstość nasypową po pierwszych dwóch miesiącach przechowywania. Podczas kolejnych miesięcy zawartość wody zmniejszała się, co mogło wynikać z procesu desorpcji wody pochłoniętej na początku przez suche produkty. Inaczej oceniono zmiany gęstości nasypowej produktów przechowywanych w warunkach próżniowych. Nie wykazano statystycznie istotnego wpływu przechowywania na zmiany gęstości badanych produktów. Szulc i Lenart (2007) badali modelowe sproszkowane odżywki dla dzieci, których skład surowcowy był modyfikowany. Stwierdzili, że zastąpienie udziału kaszki ryżowej mlekiem w proszku powodowało znaczny wzrost gęstości nasypowej luźnej i utrzęsionej, co wynikało z różnic rozkładu granulometrycznego tych surowców.

Ocenę barwy przeprowadzono na podstawie analizy współczynnika L^* (jasności), a^* (barwy czerwonej) oraz współczynnika barwy żółtej b^* . Najniższą wartość parametru L^* otrzymano dla proszku kakaowego i wynosił on 40,64. Dla pozostałych surowców był na zbliżonym poziomie i wynosił od 82,56 dla maltodekstryny do 96,38 dla glukozy. Oznacza to, że najjaśniejszą barwę miała właśnie glukoza. Analiza barwy w większości badanych produktów nie wykazała statystycznie istotnych różnic (tab. 3). Współczynniki barwy po przechowywaniu oscylowały w podobnych zakresach dla danego produktu.

Nie wykazano statystycznie istotnego wpływu zastosowanego rodzaju opakowania. Ozkan i in. (2003) przeprowadzili badania nad zmianami barwy suszonych moreli. Wykazali wpływ stopnia wysuszenia i wilgotności produktu na jego barwę. Zalecili określanie zawartości wody przy każdym pomiarze barwy i podanie korelacji pomiędzy tymi parametrami.

Istotnym parametrem z punktu widzenia konsumenta jest odtwarzalność, która została określona jako czas zwilżania, tzn. czas całkowitego zanurzenia badanych proszków pod powierzchnią cieczy. Zwilżalność proszków badano w wodzie o temperaturze pokojowej. Za produkt wykazujący cechy instant uznawany jest taki wyrób, którego czas zwilżania jest krótszy niż 15 s (Domian 2000).

Tabela 3. Zmiany barwy surowców i mieszanin napoju kakaowego w proszku (oznaczenie tab. 1)**Table 3.** Colour change of raw materials and mixtures of cocoa beverage powder after storage (symbols as in Tab. 1)

Nazwa/ oznaczenie próbki Name/ sample labelling	Po wyprodukowaniu After production			Przechowywane 2 miesiące Stored for 2 months			Przechowywane 4 miesiące Stored for 4 months			Przechowywane 6 miesięcy Stored for 6 months		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
Kakao – Cocoa	40,64	11,78	14,85	41,57	11,16	11,33	43,37	10,41	11,9	41,9	10,66	11,83
Sacharoza – Saccharose	92,96	1,6	6,17	84,63	1,35	8,82	84,59	1,55	8,02	84,53	1,33	8,21
Maltodekstryna Maltodextrin	82,56	3,36	13,61	89,27	4,25	6,28	97,09	-0,17	2,94	89,64	-0,2	4,92
Mleko – Milk	92,14	-4,62	15,94	84,9	-0,2	17,79	94,92	-2,98	10,4	88,97	-6,22	18,56
Głukoza – Glucose	96,38	0,33	1,71	89,44	4,37	5,02	97,47	-0,32	1,58	92,12	-1,12	3,71
Fruktoza – Fructose	83,72	0,73	8,03	78,68	4,46	9,03	87	-0,32	3,25	81,05	-0,86	5,62
1	49,42	9,17	11,38	49,25	9,92	10,63	53,72	8,2	10,44	51,86	9,39	10,59
2	47,72	8,82	10,99	47,85	10,25	11,14	48,89	9,14	11,1	47,64	10,05	10,87
3	48,88	9,81	11,73	47,55	10,31	10,68	49,71	9,06	10,69	48,63	10,03	10,69
4	49,55	9,1	11,25	46,84	9,86	10,22	50,01	8,75	10,89	47,3	9,56	10,25
5	49,92	9,27	11,53	46,8	10,23	10,64	50,77	8,98	11,04	48,38	9,81	10,75
6	50,11	9,28	11,29	47,44	10,24	10,65	43,9	7,98	9,5	47,47	9,93	10,59
7	43,89	9,02	11,56	44,67	9,84	9,86	46,94	9,23	10,99	44,77	9,61	10,23
8	48,18	9,62	11,64	46,27	10,05	10,31	48,34	9,26	11,06	45,34	10,06	10,94

Cechy instant wykazywały trzy surowce – sacharoza, glukoza i fruktoza, które zachowały te właściwości podczas przechowywania niezależnie od czasu i rodzaju zastosowanego opakowania. Pozostałe surowce charakteryzowały się znacznie dłuższym czasem zwilżania (ponad 60 s), przy czym najgorsze cechy wykazał proszek kakaowy. Analiza czasu zwilżania surowców przechowywanych nie pozwoliła na określenie wpływu przechowywania na badany parametr, ponieważ poza maltodekstryną, której całkowite zanurzenie pod powierzchnią cieczy nastąpiło po 86 sekundach, pozostałe surowce zwilżały się jedynie częściowo. Czas zwilżania mieszanin był uzależniony od składu surowcowego, co potwierdziła analiza statystyczna. Najszybciej zwilżeniu uległa mieszanina zawierająca w składzie 80% sacharozy (nr 1), 40% sacharozy i 40% glukozy i fruktozy (nr 2) oraz 80% glukozy i fruktozy (nr 8), przy czym żadna z tych mieszanin nie wykazała cech instant (czas odpowiednio 32, 48 i 55 s). Pozostałe mieszaniny ulegały częściowemu lub całkowitemu zwilżeniu w istotnie dłuższym czasie (powyżej 60 s). Uzyskane wyniki wskazują na wpływ cech poszczególnych surowców w odniesieniu do ich mieszanin. W każdym z badanych produktów podstawowym składnikiem był proszek kakaowy, cechujący się bardzo trudną zwilżalnością. Przechowywanie nie wpłynęło istotnie na zdolność mieszanin do odtwarzania, szczególnie dla produktów przechowywanych w warunkach próżni.

Przechowywanie w pudełkach plastikowych mieszanin nr 1, 2 i 8 wydłużyło czas zwilżania od kilku do kilkudziesięciu procent w porównaniu do materiału wyjściowego. W pozostałych produktach czas zwilżania był bardzo długi i nie można określić wpływu czasu przechowywania na ich zdolność do odtwarzania.

WNIOSKI

1. Na podstawie przeprowadzonych analiz stwierdzono, że najlepsze właściwości fizyczne wykazała mieszanina o podstawowym składzie – 20% kakao i 80% sacharozy. Częściowe lub całkowite zastąpienie sacharozy innym składnikiem wpłynęło na pogorszenie cech fizycznych (wzrost zawartości wody, obniżenie aktywności wody, obniżenie gęstości usypowej, rozjaśnienie barwy, pogorszenie zwilżalności). Największy różnice otrzymano dla mieszanin zawierających w składzie mleko w proszku, natomiast najmniejsze dla produktów, w których sacharoza została zastąpiona glukozą i fruktozą. Wykazano więc wpływ modyfikacji składu surowcowego i cech poszczególnych składników na właściwości mieszanin z nich otrzymanych.

2. Stwierdzono także, że przechowywanie ma znaczenie dla większości badanych parametrów, jednak nie jest ono tak istotne, jak modyfikacja składu. Zastosowanie pudełka plastikowego do przechowywania napoju kakaowego wykazało istotne znaczenie na większość badanych właściwości, wpływając na ich pogorsze-

nie (wzrost zawartości wody, obniżenie aktywności wody, obniżenie gęstości usypowej, rozjaśnienie barwy, pogorszenie zwilżalności). Natomiast właściwości produktów przechowywanych w warunkach obniżonego ciśnienia nie uległy zmianom w porównaniu do cech próbek po ich otrzymaniu. Nie wykazano statystycznie istotnego wpływu czasu przechowywania na badane właściwości fizyczne.

PIŚMIENNICTWO

- Beckett S., Quinarini G., 1997. The design, construction and testing of a device for mixing chocolate powder into water or milk. *Engineering & Food at ICEF 7*, part 2, SI,1-5.
- DIN ISO 3953. 1995. Metallic powders – Determination of tap density.
- Domian E., 1997. *Studia nad właściwościami sorpcyjnymi mieszanin proszków spożywczych*. Praca doktorska, KLiMPS, SGGW, Warszawa.
- Domian E., Lenart A., 1996. Effect of the agglomeration on adsorption properties of milk powder. *Drying'96 – Proceedings of the 10th International Drying Symposium*, Cracow, Poland, B, 763-770.
- Domian E., Lenart A., 2000. Adsorpcja pary wodnej przez żywność w proszku. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*. 4(25), 27-35.
- DYREKTYWA 2000/36/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 czerwca 2000 r. odnosząca się do wyrobów kakaowych i czekoladowych przeznaczonych do spożycia przez ludzi. *Dz. U. L 197 z 3.8.2000*: 19
- Kowalska J., Lenart A., 2002. Izotermy sorpcji pary wodnej przez powleczony napój kakaowy w proszku. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 486, 56-62.
- Kowalska J., Majewska E., Lenart A., 2011. Sorption properties of a modified powdered cocoa beverage. *Chemical and Process Engineering*, 32(1), 21-31.
- Lewicki P. P. (edited by M. Shafiur Rahman), 2009. *Data and models of water activity*. Food properties Handbook., CRS Press, 33-152.
- Molenda M., 2009. Właściwości mechaniczne sypkich aglomeratów i produktów w proszkach spożywczych. *Metody wyznaczania i prognoza kierunków standaryzacji*. Charakterystyka kakao. Publikacja współfinansowana przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego, 3-16.
- Ostrowska-Ligeża E., Szulc K., Wirkowska M., Górka A., Lenart A., 2012. Wpływ aglomeracji i powlekania odżywek w proszku dla niemowląt na stabilność niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych. *Acta Agrophysica*, 19(1), 77-88.
- Ozkan M., Kirca A., Cemeroglu B., 2003. Effect of moisture content on CIE color values in dried apricots. *European Food Res. Techn.*, 217-219.
- Pałacha Z., 2008. Aktywność wody – ważny parametr żywności. *Przemysł Spożywczy*, 62(4), 22-26.
- Peleg M., 1978. Flowability of food powders and methods for its evaluation; a review. *Journal of Food Process Engineering*, 1,303-328.
- Peng G., Chen X., Wu W., Jiang X., 2007. Modeling of water sorption isotherm for corn starch. *Journal of Food Engineering*, 70, 562-567.
- Pijanowski E., Dłużewski M., Dłużewska A., Jarczyk A., 2004: *Ogólna Technologia Żywności*. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne Warszawa, 395-419.
- Pisecky J. 1997. *Handbook of Milk Powder Manufacture*, Copenhagen, Niro A/S.
- PN-A-74859:1994 *Wyroby cukiernicze – Pakowanie, przechowywanie i transport*
- Sinija V. R., Mishra H. N., 2008. Moisture sorption isotherms and heat of sorption of instant (soluble) green tea powder and green tea granules. *Journal of Food Engineering*, 86, 494-500.

- Szulc K., Lenart A., 2007. Wpływ aglomeracji na właściwości użytkowe sproszkowanych modelowych odżywek dla dzieci. *ŻYWNOSĆ. Nauka. Technologia. Jakość*, 5(54), 312-320.
- Wirkowska M., Bryś J., Kowalski B., 2008. Wpływ aktywności wody na stabilność hydrolytyczną i oksydacyjną tłuszczu wyekstrahowanego z ziaren kukurydzy żywność. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 5, 273-281.
- Worobiej E., 2009. Oznaczenie zawartości wody w produktach spożywczych. W: *Wybrane zagadnienia z analizy żywności*. M. Obiedzińskiego (red.). Wyd. SGGW Warszawa, 55-65.
- Zapotoczny P., Zielińska M., 2005. Rozważania nad metodyką instrumentalnego pomiaru barwy marchwi. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 1(42), 121-132.

INFLUENCE OF COMPOSITION OF RAW MATERIALS AND STORAGE CONDITIONS ON THE PHYSICAL PROPERTIES OF COCOA BEVERAGE POWDER

Jolanta Kowalska¹, Ewa Majewska¹, Andrzej Lenart², Maria Bieniek¹

¹Department of Biotechnology, Microbiology and Food Evaluation

²Department of Food Engineering and Process Management

Warsaw University of Life Sciences, Faculty of Food Sciences

ul. Nowoursynowska 166, 02-787 Warszawa

e-mail: jolanta_kowalska@sggw.pl

Abstract. The aim of this study was to analyse changes in selected physical properties during storage of cocoa beverage powder with a modified composition of raw materials. The scope of work included analysis of dry matter content, bulk density – tapped and loose, flowability, angle of repose on glass and metal surfaces, colour, and wettability of materials and mixtures with different raw material composition. Material consisted of food powders (cocoa, sugar, maltodextrin, glucose, fructose, milk), and mixtures derived there from. To pack the products analysed plastic jars were used, as well as aluminium foil which was welded, and then vacuum was produced inside. The products were stored for 6 months, with analyses performed every two months. Based on the analyses carried out it was demonstrated that the showed the impact of raw material composition, storage time and type of packaging used had an impact on the values tested. A significant effect of storage was shown on bulk density and flowability, which is important for packaging of bulk products and their transport. It was also found that storage time had an impact on the water activity, which in turn determines changes taking place in food, mainly of microbiological nature. Lesser changes, or lack thereof, were demonstrated in samples stored in vacuum compared to the products stored in plastic boxes.

Key words: food powders, cocoa, physical properties, storage