

JOLANTA KOWALSKA, EWA MAJEWSKA, ANDRZEJ LENART

AKTYWNOŚĆ WODY NAPOJU KAKAOWEGO W PROSZKU O ZMODYFIKOWANYM SKŁADZIE SUROWCOWYM

Streszczenie

Celem pracy było określenie wpływu zmiany składu surowcowego oraz procesu aglomeracji na aktywność wody napoju kakaowego w proszku. Surowce do badań stanowiły proszki (kakao, sacharoza, maltodekstryna średnioscukrzona, glukoza i fruktoza oraz mleko), z których przygotowywano mieszaniny, poddawane następnie aglomeracji. Podstawowy skład mieszaniny zawierał 20 % kakao i 80 % sacharozy. Zmiana składu surowcowego dotyczyła częściowego lub całkowitego zastąpienia sacharozy maltodekstryną, mieszaniną glukozy i fruktozy lub mlekiem w proszku.

Analizowane składniki w proszku charakteryzowały się zróżnicowaną początkową aktywnością wody. Najniższą wartość wykazało kakao, a najwyższą sacharoza. Mieszaniny o zróżnicowanym składzie surowcowym charakteryzowały się różną początkową aktywnością wody, która była uzależniona od wartości a_w poszczególnych składników i ich procentowego udziału w mieszaninie. Najniższą aktywnością wody charakteryzowały się mieszaniny zawierające mleko w proszku, a najwyższą produkty o składzie 20 % kakao i 80 % sacharozy lub glukozy oraz fruktozy. Na podstawie oznaczenia aktywności wody stwierdzono istotny wpływ zmiany składu surowcowego na aktywność wody badanych produktów. W mniejszym stopniu na aktywność badanych próbek napoju kakaowego w proszku wpłynął proces aglomeracji.

Słowa kluczowe: proszki spożywcze, aglomeracja, aktywność wody, trwałość żywności

Wprowadzenie

Woda obecna w żywności warunkuje chemiczne, fizyczne, i biologiczne (w tym mikrobiologiczne) zmiany składników danego produktu. Dostępność wody i jej wpływ na przebieg reakcji zachodzących w produktach spożywczych można określić na podstawie aktywności wody (a_w), definiowanej jako stosunek prężności pary wodnej nad roztworem do prężności pary wodnej nad czystą wodą, w warunkach stałej temperatury i ciśnienia. Aktywność wody ma wpływ na wygląd, konsystencję, zapach i smak oraz podatność wyrobu na zepsucie. Kontrola optymalnej aktywności wody, charaktery-

Dr inż. J. Kowalska, dr inż. E. Majewska, Katedra Biotechnologii, Mikrobiologii i Oceny Żywności, prof. dr hab. A. Lenart, Katedra Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji, Wydz. Nauk o Żywności, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-766 Warszawa

stycznej dla danego produktu, umożliwia uzyskanie najwyższej jakości, maksymalnej trwałości i zminimalizowanie zawartości substancji dodatkowych, np. konserwujących. Dlatego też aktywność wody odgrywa kluczową rolę w procesie kontroli jakości produktów żywnościowych, farmaceutycznych, kosmetycznych i innych [5].

Charakter higroskopijny żywności wiąże się ze zdolnością do pochłaniania wody w środowisku wilgotnym lub oddawania wody w środowisku suchym, co powoduje zmianę zawartości wody w produkcie. Zdolność adsorpcji i desorpcji pary wodnej są dla danego materiału cechami charakterystycznymi i zależą od jego składu chemicznego oraz struktury [2].

Produkty sypkie cechuje pylistość, segregacja podczas napełniania lub opróżniania zbiorników oraz wysoka higroskopijność w kontakcie z powietrzem, czego konsekwencją jest pogorszenie sypkości i powstawanie zbryleń. Pod względem technologicznym niekorzystne zmiany zachodzące w produktach sypkich można ograniczyć lub im zapobiec, stosując proces aglomeracji. Innym rozwiązaniem jest zapewnienie optymalnych warunków przechowywania żywności, poprzez ustalenie wilgotności otoczenia na takim poziomie, aby chroniła materiał przed adsorpcją lub desorpcją pary wodnej. Trwałość żywności higroskopijnej można również zapewnić poprzez właściwe opakowanie [7].

Celem pracy było określenie wpływu zmiany składu surowcowego oraz procesu aglomeracji na aktywność wody napoju kakaowego w proszku.

Materiał i metody badań

Surowce do badań stanowiły produkty w proszku: kakao niskotłuszczowe, sacharoza (w postaci instant) (kakao i sacharoza zostały zakupione w przedsiębiorstwie produkcyjnym "NOSTA"), maltodekstryna średnioscukrzona (wyprodukowana przez PPS PEPEES S.A. Łomża), glukoza (pakowana w Riber Foods Polska) i fruktoza (wyprodukowana w Czechach dla FA. Langsteiner) oraz mleko odtłuszczone (Spółdzielnia Mleczarska Gostyń). Podstawowy skład mieszaniny zawierał 20 % kakao i 80 % sacharozy. Do każdej mieszaniny dodano 0,1 % lecytyny w odniesieniu do masy produktu. Zmiana składu surowcowego dotyczyła częściowego lub całkowitego zastąpienia sacharozy maltodekstryną lub mieszaniną glukozy i fruktozy (dodawanych w jednakowych ilościach) lub mlekiem w proszku. Analizie poddano składniki, mieszaniny i aglomeraty, których charakterystykę i skład podano w tab. 1.

Technologia otrzymywania aglomeratów polegała na wymieszaniu składników mieszaniny w zbiorniku aglomeratora STREA 1 (Niro-Aeromatic AG) przez 2 min po wprowadzeniu ich w stan fluidalny. Po dokładnym wymieszaniu uruchamiano pompę dozującą wodę do dyszy rozpyłowej, która wprowadzała ciecz przez natrysk w postaci drobnych kropelek na materiał poddawany aglomeracji. Optymalne masowe natężenie przepływu cieczy nawilżającej, przy którym 0,3 kg proszku nawilżało się równomier-

nie, a czas nawilżania wynosił 15 min, przyjęto na poziomie $15 \cdot 10^{-5} \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1}$, przy ciśnieniu sprężonego powietrza w dyszy rozpylającej 0,2 MPa. Po zakończeniu nawilżania mieszanin proszków otrzymany aglomerat dosuszano przez 15 min w temp. 68 °C.

Tabela 1

Składniki stosowane do wytwarzania napoju kakaowego w proszku i ich mieszaniny.
Ingredients used to make powdered cocoa beverage and mixtures thereof.

Nazwa produktu / Name of product	Symbol / Symbol	
Surowce Raw materials	Proszek Powder	Aglomerat Agglomerate
Kakao / Cocoa	1	2
Sacharoza / Sucrose	3	4
Maltodekstryna / Maltodextrin	5	6
Mleko w proszku odtłuszczone / Powdered non-fat milk	7	8
Glukoza / Glucose	9	10
Fruktoza / Fructose	11	12
Mieszaniny Mixtures	Mieszanina Mixture	Aglomerat Agglomerate
20 % kakao + 80 % sacharozy / 20 % of cocoa + 80 % of sucrose	13	14
20 % kakao + 40 % sacharozy + 40 % glukozy i fruktozy 20 % of cocoa + 40 % of sucrose + 40 % of glucose and fructose	15	16
20 % kakao + 40 % sacharozy + 40 % maltodekstryny 20 % of cocoa + 40 % of sucrose + 40 % of maltodextrin	17	18
20 % kakao + 40 % sacharozy + 40 % mleko w proszku 20 % of cocoa + 40 % of sucrose + 40 % of powdered milk	19	20
20 % kakao + 40 % maltodekstryny + 40 % mleko w proszku 20 % of cocoa + 40 % of maltodextrin + 40 % of powdered milk	21	22
20 % kakao + 40 % maltodekstryny + 40 % glukozy i fruktozy 20 % of cocoa + 40 % of maltodextrin + 40 % of glucose and fructose	23	24
20 % kakao + 40 % mleka w proszku + 40 % glukozy i fruktozy 20 % of cocoa + 40 % of powdered milk + 40 % of glucose and fructose	25	26
20 % kakao + 80 % glukozy i fruktozy 20 % of cocoa + 80 % of glucose and fructose	27	28

Otrzymane produkty poddawano analizie granulometrycznej na sitach o średnicy oczek od 0 mm do 2,0 mm. Do badań wykorzystywano frakcje o wielkości cząstek 0,2 - 2,0 mm.

W składnikach, mieszaninach i aglomeratach określano aktywność wody (a_w) przy użyciu aparatu firmy ROTRONIC, typ Hygroskop DT, w temp. 25 ± 1 °C, poprzez napełnienie pojemniczków do pomiaru a_w i umieszczeniu ich w celkach aparatu. Po zamknięciu wieczka odczekiwano kilka minut do ustabilizowania się mierzonej

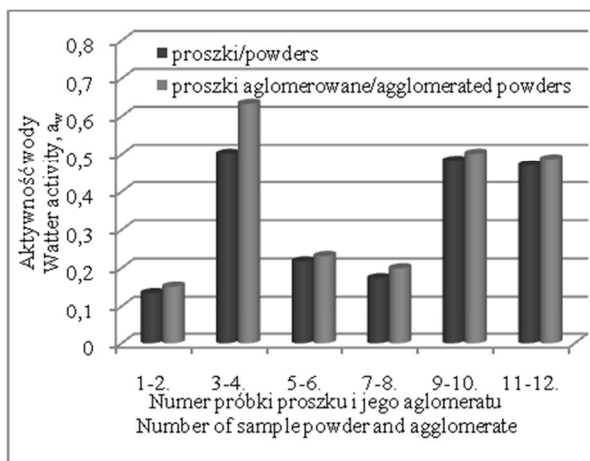
wartości. Pomiarów dokonywano w czterech równoległych powtórzeniach. Za wynik uznano średnią z pomiarów po odrzuceniu wyniku odbiegającego od pozostałych o 5 %, uznanych za błąd aparatu.

Wyniki i dyskusja

Zmiany o charakterze chemicznym, fizycznym i mikrobiologicznym zachodzą w produktach spożywczych w każdym zakresie aktywności wody. Różnią się jednak szybkością i intensywnością, przy czym w niektórych reakcjach i przy określonych wartościach a_w , woda może nawet zmieniać ich kierunek [12]. Zapewnienie właściwych warunków podczas przechowywania, w szczególności wilgotności i temperatury gwarantuje odpowiednią jakość surowców i wyrobów gotowych.

Każdy produkt wykazuje początkową aktywność wody, która warunkuje zdolność do adsorpcji lub desorpcji wody z otoczenia. Proszki spożywcze należą do grupy produktów, które cechują się niską początkową aktywnością wody, na poziomie 0,15 - 0,40. Jednocześnie charakteryzują się wysoką higroskopijnością i łatwo chłoną wodę z otoczenia, co z kolei ma wpływ na ich jakość i trwałość.

Spośród badanych surowców najniższą początkową aktywność wody wykazywało kakao - nr 1 (0,143) i mleko w proszku - nr 7 (0,173), natomiast najwyższą sacharoza nr 3 (0,501). Pozostałe surowce wykazywały aktywność wody od 0,217 – maltodekstryna (nr 5) do 0,482 – glukoza (nr 9) (tab. 1; rys. 1).

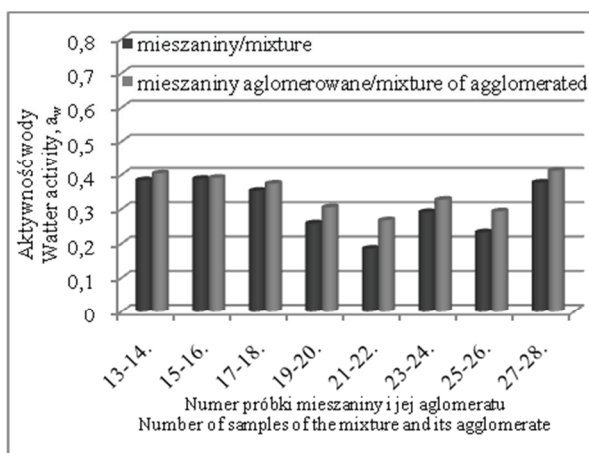


Rys. 1. Aktywność wody surowców i ich aglomeratów (oznaczenia jak w tab. 1).

Fig. 1. Water activity of raw materials and their agglomerates (denotations as in Tab. 1).

Wpływ aktywności wody różnych produktów spożywczych na przebieg reakcji chemicznych i mikrobiologicznych analizowali Rahman [11] i Lewicki [9]. Wskazali

oni próg aktywności wody charakterystyczny dla wybranych produktów spożywczych, po przekroczeniu którego wzrasta działanie poszczególnych enzymów, co warunkuje przebieg i intensywność reakcji chemicznych. Aktywność wody glukozy określono na poziomie 0,4, mleka – 0,2 - 0,3, kawy rozpuszczalnej – 0,45, herbaty granulowanej – 0,35. Określono również wpływ aktywności wody na przebieg zmian mikrobiologicznych w wybranych produktach spożywczych.



Rys. 2. Aktywność wody mieszanin i ich aglomeratów (oznaczenia jak w tab. 1).

Fig. 2. Water activity of mixtures and their agglomerates (denotations as in Tab. 1).

Z badanych surowców przygotowano mieszanki, z których każda zawierała 20 % kakao, natomiast 80 % stanowiły pozostałe surowce, które dodawano w różnych ilościach. Podstawowy skład mieszanki zawierał 20 % kakao + 80 % sacharozy. Jest to skład napojów kakaowych w proszku dostępnych w punktach handlowych. Ze względu na wysoką kaloryczność takich produktów podjęto próbę zmodyfikowania składu surowcowego przez częściowe lub całkowite zastąpienie sacharozy innym składnikiem - maltodekstryną, mlekiem w proszku lub mieszaniną glukozy i fruktozy (tab. 1).

Na podstawie analizy zmian aktywności wody w badanych produktach o zmodyfikowanym składzie surowcowym stwierdzono, że najniższą wartością badanego parametru charakteryzowały się próbki zawierające w składzie mleko w proszku. Spośród otrzymanych mieszanin najniższą aktywnością wody (0,185) charakteryzowała się próbka nr 21, zawierająca w składzie kakao, maltodekstrynę i mleko w proszku (rys. 2). Można przyjąć, że wartość ta była pośrednia pomiędzy a_w mleka w proszku (0,175) oraz proszku kakaowego (0,134) i maltodekstryny (0,217), uwzględniając jednocześnie ich udział procentowy w mieszaninie. Na poziomie 0,232 oraz 0,258 określono aktywność wody pozostałych mieszanin zawierających w składzie mleko

w proszku (próbka nr 25 oraz 19). Pierwsza z nich była z dodatkiem glukozy i fruktozy, których a_w wynosiła odpowiednio 0,482 i 0,469, natomiast druga – sacharozy, której aktywność wody była najwyższa i wynosiła 0,501. Najwyższą wartość aktywności wody wykazały próbki nr 15 (0,388) i 27 (0,377) o składzie odpowiednio 20 % kakao + 80 % sacharozy oraz 20 % kakao + 80 % glukozy i fruktozy. Otrzymane wartości wynikały z poziomu a_w poszczególnych surowców.

Podobne zależności otrzymała Kowalska i wsp. [6], badając właściwości sorpcyjnych mieszanin proszków spożywczych z uwzględnieniem wpływu składu mieszaniny. Stwierdzono, że zmieszanie składników o różnych zdolnościach do adsorbowania wody spowodowało uśrednienie uzyskiwanych wartości równowagowej zawartości wody, przy czym mieszaniny zawierające duże ilości białek charakteryzowały się zwiększoną zdolnością chłonięcia wody, zaś duża zawartość węglowodanów spowodowała jej zmniejszenie.

W celu poprawienia właściwości żywności w proszku poddaje się ją często operacji aglomerowania. Jej celem jest poprawa określonych właściwości produktów sypkich [1]. Dotyczy to głównie sypkości, łatwiejszej rozpuszczalności w cieczach, ograniczenia zdolności do pylenia i zbrylania oraz braku segregacji komponentów w układach wieloskładnikowych, co zapewnia jednorodność materiału [3, 4, 10].

Aglomeracji poddano wszystkie surowce i mieszaniny. Spośród surowców aglomerowanych najwyższą aktywnością wody a_w charakteryzowała się sacharoza - nr 4 (0,633), natomiast najniższą kakao - nr 2 (0,151) i mleko w proszku - nr 8 (0,199). Maltodekstryna wykazała a_w na poziomie 0,231 (nr 6), natomiast glukoza i fruktoza - 0,497 (nr 10) i 0,476 (nr 12) (tab. 1; rys. 1).

Spośród mieszanin aglomerowanych najniższą aktywność wody (0,267) wykazały próbki nr 22 i 26 zawierające odpowiednio w składzie kakao, maltodekstrynę i mleko w proszku oraz kakao, mleko oraz glukozę i fruktozę (rys. 2). Aktywność wody pozostałych próbek wynosiła powyżej 0,3, a próbek zawierającej w składzie 20 % kakao i 80 % sacharozy (nr 14) oraz 20 % kakao i 80 % glukozy i fruktozy (nr 28) odpowiednio 0,404 i 0,412.

Na podstawie przeprowadzonego pomiaru podjęto próbę określenia wpływu aglomeracji na aktywność wody badanych produktów o zmodyfikowanym składzie surowcowym. W tym celu dokonano porównania aktywności wody surowców oraz mieszanin i ich aglomeratów.

Analiza surowców wykazała największy wzrost aktywności wody po procesie aglomeracji w przypadku sacharozy (o około 21 %) i mleka w proszku (o około 15 %) (rys. 1). Natomiast proces aglomeracji nie wpłynął na aktywność wody glukozy i fruktozy.

Wszystkie aglomerowane mieszaniny uzyskały wyższą aktywność wody w porównaniu z produktem nieaglomerowanym (rys. 1 i 2). Spośród badanych mieszanin

najmniejszy wpływ procesu aglomeracji na aktywność wody wykazano w próbkach zawierających w składzie kakao i sacharozę (nr 13 i 14), kakao oraz glukozę i fruktozę (nr 15 i 16) oraz kakao, sacharozę i maltodekstrynę (nr 17 i 18). Natomiast największy wzrost badanego parametru po procesie aglomeracji wykazały próbki nr 19 i 20 (około 16 %), zawierające w składzie kakao, sacharozę i mleko w proszku, nr 25 i 26 (około 14 %) o składzie 20 % kakao + 40 % mleka w proszku + 40 % glukozy i fruktozy oraz nr 21 i 22 (o około 13 %) - 20 % kakao + 40 % maltodekstryny + 40 % mleka w proszku (rys. 2). Aktywność wody pozostałych produktów (nr 23 i 24 oraz 27 i 28) po procesie aglomeracji była wyższa o około 10 % w porównaniu z wartością a_w mieszanin o tym samym składzie surowcowym. Analiza statystyczna potwierdziła wpływ aglomeracji na aktywność wody badanych mieszanin.

Wpływ aglomeracji na zdolność do adsorpcji pary wodnej przez proszki aglomerowane badała Kowalska i wsp. [8]. Analizie poddano proszki, mieszaniny i ich aglomeraty charakteryzujące się zbliżoną zawartością białka i węglowodanów, natomiast dwa produkty były z dodatkiem tłuszczu. Stwierdzono istotny wpływ procesu aglomeracji na zdolność produktów do adsorpcji pary wodnej. Zaobserwowano mniejszą ilość zaabsorbowanej wody przez aglomeraty zawierające w składzie tłuszcz, w porównaniu z mieszaninami o tym samym składzie surowcowym.

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że modyfikacja składu surowcowego ma wpływ na początkową aktywność wody. Tym samym odgrywa istotną rolę w kształtowaniu zdolności produktu do pochłaniania lub oddawania wody z otoczenia. Na podstawie analizy wariancji wykazano wpływ zarówno procesu aglomeracji, jak i zmiany składu surowcowego na aktywność wody badanych produktów. Stwierdzono również, że częściowe lub całkowite zastąpienie sacharozy innym składnikiem spowodowało większy wzrost aktywności wody w odniesieniu do wyników uzyskanych z porównania wpływu aglomeracji na badany parametr, co potwierdziła analiza statystyczna.

Wnioski

1. Analizowane składniki w proszku charakteryzowały się zróżnicowaną początkową aktywnością wody. Najniższą wartość wykazało kakao, a najwyższą sacharoza.
2. Mieszaniny o zróżnicowanym składzie surowcowym charakteryzowały się różną początkową aktywnością wody, która była uzależniona od wartości a_w poszczególnych składników i ich udziału procentowego w mieszaninie. Najniższe wartości aktywności wody wykazały mieszaniny zawierające w składzie mleko w proszku, a najwyższe produkty o składzie 20 % kakao i 80 % sacharozy lub glukozy oraz fruktozy.
3. Proces aglomeracji wpłynął na wzrost aktywności wody większości produktów, w porównaniu z mieszaninami o tym samym składzie surowcowym, średnio

- o 13 %. Wyjątkiem były aglomeraty zawierające w składzie sacharozę (poza produktem z dodatkiem mleka w proszku), w przypadku których nie wykazano wpływu aglomeracji na badany parametr.
4. Na podstawie oznaczenia aktywności wody stwierdzono statystycznie istotny wpływ zmiany składu surowcowego oraz procesu aglomeracji na aktywność wody większości badanych produktów. Analiza wariancji wskazała na większy wpływ zmiany składu surowcowego w porównaniu z wpływem procesu aglomeracji.

Badania wykonano w ramach pracy naukowej finansowanej ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego (projekt badawczy własny nr N N3 12 261534).

Literatura

- [1] Domian E.: Aglomeracja w przemyśle spożywczym. *Przem. Spoż.*, 2002, **8**, 80-88.
- [2] Domian E., Lenart A.: Adsorpcja pary wodnej przez żywność w proszku. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2000, **4 (25)**, 27-35.
- [3] Fitzpatrick J., Ahrené L.: Food powder handling and processing: Industry problems, knowledge barriers and research opportunities. *Chem. Eng. and Proc.*, 2005, **44**, 209-214.
- [4] Horabik J., Molenda M.: Makro- i mikroskopowe modele materiałów sypkich. *Acta Agrophysica.*, 2003, **93**, 17-31.
- [5] Janowicz M., Lenart A., Sikora K.: Adsorpcja pary wodnej przez ciastka biszkoptowe wielowarstwowe. *Inżynieria Rolnicza.*, 2007, **5**, 205-211
- [6] Kowalska H., Domian E., Janowicz M., Lenart A.: Właściwości sorpcyjne wybranych mieszanin proszków spożywczych o składzie białkowo-węglowodanowym. *Inżynieria Rolnicza.*, 2005, **11**, 259-265.
- [7] Kowalska J., Lenart A., Dobrowolska J.: Wpływu czasu przechowywania na właściwości ogólne i stabilność kakao instant z dodatkiem kwasu L-askorbinowego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość.*, 2006, **1 (46)**, 83-90.
- [8] Kowalska J., Lenart A., Dobrowolska J.: Wpływ aglomeracji na stabilność kwasu L-askorbinowego w przechowywanym kakao instant. *Inżynieria i Aparatura Chemiczna*, 2009, **1 (48)**, 29-30.
- [9] Lewicki P. P. (ed. by M. Shafiur Rahman): Data and models of water activity. *Food properties Handbook*, CRS Press, 2009, pp. 33-152.
- [10] Poszytek K., Domian E., Lenart A.: Wpływ aglomeracji w mechanicznie generowanym złożu fluidalnym na skład granulometryczny wybranych proszków spożywczych. *Acta Agrophysica*, 2006, **7**, 179-190.
- [11] Rahman S. M. (ed.), Water activity and sorption properties of food. *Food Properties Handbook*, CRC Press, N.Y.T., 1995, pp. 56-83.
- [12] Wirkowska M., Bryś J., Kowalski B.: Wpływ aktywności wody na stabilność hydrolityczną i oksydacyjną tłuszczu wyekstrahowanego z ziaren kukurydzy. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2008, **5 (60)**, 273-281.

WATER ACTIVITY OF POWDERED COCOA BEVERAGE WITH A MODIFIED COMPOSITION OF RAW MATERIALS

Summary

The objective of the study was to determine the effect of changes in the raw material composition, as well as in the agglomeration process on water activity of powdered cocoa beverage. The raw materials analyzed were powders (cocoa, sucrose, medium-saccharified maltodextrin, glucose and fructose, and milk); the mixtures from those powders, mixtures were prepared and, next, agglomerated. A basic composition of the mixture contained 20% of cocoa and 80% of sucrose. The change in the composition of raw material consisted in partially or fully replacing the sucrose with the maltodextrin, the mixture of glucose and fructose, or with the powdered milk.

The powder ingredients analyzed were characterized by a different water activity. Cocoa showed the lowest value, and sucrose the highest. The mixtures of different composition were characterized by different initial water activity, which depended on the a_w values of individual components and of their per cent content in the mixture. The mixtures containing powdered milk were characterized by the lowest water activity, whereas the products containing 20 % of cocoa and 80 % of sucrose or glucose and of fructose showed the highest water activity. Based on the water activity determined, it was found that the changes in the composition of raw material had a significant effect on the water activity level of the products analyzed. The agglomeration process affected the activity of the tested samples of powdered cocoa beverage to a lesser extent.

Key words: food powders, agglomeration, water activity, shelf life of food ☒