

EMILIA JANISZEWSKA, DARIUSZ CUPIAŁ, DOROTA WITROWA-RAJCHERT

WPLYW PARAMETRÓW SUSZENIA ROZPYŁOWEGO NA JAKOŚĆ HYDROLIZATU BIAŁKOWEGO

Streszczenie

W pracy przedstawiono wyniki badań suszenia rozpyłowego hydrolizatu białkowego oraz mieszaniny hydrolizatu i nośników. Jako nośników użyto maltodekstryny średniosukrzonowej oraz białka serwatkowego. Stosowano temperaturę powietrza wlotowego 160 °C oraz trzy strumienie zasilania surowca: 0,9; 1,16 i 1,28 cm³/s. Największą zawartość wody w proszkach, powyżej 5 %, uzyskano przy dodatku maltodekstryny jako nośnika, najmniejszą, przekraczającą nieznacznie 2 %, zawierały proszki samego hydrolizatu. Zaobserwowano, że wraz ze wzrostem strumienia podawania surowca zwiększała się zawartość wilgoci w proszkach, co było związane ze spadkiem temperatury powietrza opuszczającego suszarkę. Wartości gęstości nasypowej luźnej i utręzionej złoża nie zależały od strumienia podawania surowca, ale istotnie zależały od zastosowanego nośnika. Najmniejsze wartości tych gęstości wykazywały proszki samego hydrolizatu, a wartości największe proszki zawierające maltodekstrynę. Następował wzrost wartości gęstości utręzionej w porównaniu z gęstością luźną o około 50 %. Gęstość pozorną uzyskanych proszków była największa, gdy suszono sam hydrolizat, a najmniejsza w przypadku materiałów zawierających białko serwatkowe. Częstki proszku samego hydrolizatu charakteryzowały się więc najmniejszą porowatością wewnętrzną. Nie stwierdzono statystycznie istotnego wpływu strumienia podawania na gęstość pozorną. Współczynniki Hausnera świadczą o tym, że otrzymane proszki miały właściwości proszków spójnych. Badania barwy proszków w układzie L*a*b* wykazały, że dodatek nośników powodował zmniejszenie udziału barwy żółtej i czerwonej oraz wzmacniał jasność proszków. W samym hydrolizacie oraz hydrolizacie z dodatkiem maltodekstryny zaobserwowano wzrost udziału barwy żółtej i czerwonej oraz zmniejszenie jasności proszków wraz ze wzrostem strumienia podawania. Wartości nasycenia były zbliżone do wartości otrzymanych dla barwy żółtej, gdyż w przypadku otrzymanych proszków ta barwa przeważała i to ona zdeterminowała wartość nasycenia.

Słowa kluczowe: hydrolizat białkowy, nośniki, suszenie rozpyłowe, strumień podawania, gęstość, porowatość, barwa

Wprowadzenie

Hydrolizaty białkowe są szeroko stosowane w przemyśle spożywczym. Nadają produktom spożywczym określony bukiet smakowo-zapachowy oraz uwypuklają

Dr inż. E. Janiszewska, mgr inż. D. Cupiał, prof. dr hab. D. Witrowa-Rajchert, Katedra Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji, Wydz. Nauk o Żywności, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Nowoursynowska 159C, 02-776 Warszawa

i polepszają ich smak. Hydrolizaty po dodaniu do produktu wykazują właściwości stabilizujące i pianotwórcze. Ponadto wykazują właściwość obniżania aktywności wody, a niektóre z nich mają właściwości emulgujące i żelujące. Są również powszechnie stosowane przez sportowców, w celu dostarczenia zbilansowanych aminokwasów; w czasie karmienia małych dzieci, szczególnie narażonych na alergię pokarmową. Hydrolizaty białkowe otrzymuje się z surowców białkowych poprzez hydrolizę z udziałem katalizatorów chemicznych (tj. zasad lub kwasów) bądź enzymów [5, 2]. Są one dostępne na rynku w postaci gotowych mieszanek przyprawowych w proszku, płynie, w postaci past, a także granulatów przeznaczonych do określonych grup produktów. Dodatek hydrolizatów stosuje się na poziomie 0,5 – 2 %, a czasem nawet 3 % w stosunku do masy gotowego produktu [6, 7, 8, 19].

Suszenie rozpyłowe jest jedną z najczęściej stosowanych metod suszenia wykorzystywaną w przemyśle spożywczym. Dzięki występowaniu dogodnych warunków wymiany ciepła i masy, metoda ta znakomicie nadaje się do suszenia substancji termolabilnych. Dzięki zastosowaniu metody suszenia rozpyłowego uzyskuje się produkt sypki, który w porównaniu z produktem płynnym charakteryzuje się dłuższym okresem trwałości, łatwością dozowania oraz mniejszą objętością, co jest istotne podczas transportu, jak i składowania [10].

Celem pracy było określenie wpływu strumienia podawania surowca oraz dodatku nośnika (maltodekstryna i białko serwatkowe) na wybrane właściwości fizyczne otrzymanego proszku hydrolizatu białkowego.

Materialy i metody badań

Do badań zastosowano hydrolizat białkowy w płynie, Maggi firmy Nestle Polska SA, zakupiony na rynku detalicznym. Jako nośników użyto maltodekstryny średnio scukrzonej o $DE = 19$ (firmy Roquete, Francja) oraz białka serwatkowego BIPRO (firmy Davisco Food Internatinoal, USA).

Suszeniu poddawano roztwory o stężeniu 20 % (m/m) nośnika i 80 % (m/m) hydrolizatu oraz sam hydrolizat bez dodatku nośników. Zawartość wody w roztworach do suszenia wynosiła 70 % w hydrolizacie oraz 50 % w mieszaninie nośnika z hydrolizatem. Zastosowano temperaturę powietrza wlotowego wynoszącą 160 °C oraz trzy strumienie podawania surowca: 0,9; 1,16 i 1,28 cm³/s. Suszenie prowadzono współprądowo przy prędkości dysku 39000 obr./min w suszarce typu Lab S1, firmy Anhydro (Niemcy). Suszenia powtarzano dwukrotnie.

W otrzymanych proszkach oznaczano zawartość suchej masy zgodnie z normą PN-A-79011-3 [14] w trzech powtórzeniach.

Gęstość nasypową luźną ρ_L i utręsioną przy 1250 utręsieniach ρ_T oznaczano z wykorzystaniem objętościomierza wstrząsowego STAV 2003/Engelsmann AG (Niemcy), w trzech powtórzeniach [18]. Gęstość pozorną ρ proszku oznaczano w pik-

nometrze helowym Stereopycnometr [2, 10]. Na podstawie gęstości luźnej i pozornej obliczano porowatość złoza zgodnie z równaniem:

$$\varepsilon = 1 - \frac{\rho_L}{\rho} \quad (1)$$

oraz wyróżnik syropkości, współczynnik Hausnera I_H [-] z równania [15]:

$$I_H = \rho_T \rho_L \quad (2)$$

Lepkość roztworów oznaczano w wiskozymetrze firmy Anton Paar, model Physica MCR 301, z zastosowaniem układu dwóch cylindrów (nr seryjny DG26.7/TI).

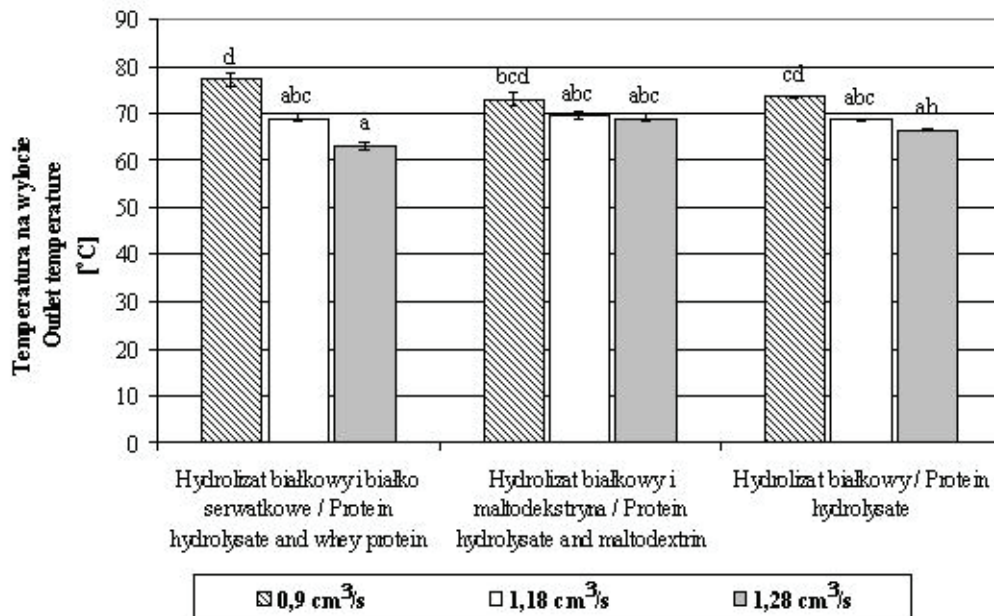
Barwę proszku i roztworów określano za pomocą chromometru typu CR-300, firmy Minolta. Barwę mierzono w systemie CIE $L^*a^*b^*$ w oświetleniu standardowym. Obliczano nasycenie barwy [11]:

$$C = \sqrt{a^2 + b^2} \quad (3)$$

Analizę statystyczną wykonywano w programie Statgraphics Plus 5.1. Zastosowano analizę porównawczą wartości średnich przy użyciu jednoczynnikowej analizy wariancji w układzie losowym przy niskiej istotności (HSD). Wnioskowanie statystyczne prowadzono przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

Wyniki i dyskusja

Wraz ze wzrostem strumienia podawania, niezależnie od zastosowanego nośnika, zmniejszała się temperatura powietrza na wylocie (rys. 1), co wpłynęło na większą zawartość wody w proszku (tab. 1). Wzrost strumienia podawania surówki powodował zmniejszenia czasu kontaktu pomiędzy rozpylonymi kroplami a medium suszącym, w wyniku czego transport ciepła był mniej efektywny, co doprowadziło do większej wilgotności proszku. Uzyskane wyniki są zgodne z obserwacjami Ersusa i Yurdagela [5], którzy suszyli rozpyłowo barwniki czarnej marchwi. Wykazali, że przy wzroście strumienia podawania z 5 do 6,37 cm³/min nastąpiło obniżenie temperatury powietrza wlotowego od 107 do 102 °C. Spadek temperatury na wylocie spowodowany był zintensyfikowaniem procesów odparowania, wynikających z dostarczania większych ilości roztworu w jednostce czasu. Największą zawartość wody, na poziomie powyżej 5 %, uzyskano przy dodatku maltodekstryny średnioscukrzonyj jako nośnika. Najmniejszą zawartością wody, przekraczająca nieznacznie 2 %, charakteryzowały się proszki samego hydrolizatu (tab. 1). Wpływ wielkości strumienia na zawartość wody w proszkach badali również Rattes i Oliveira [17]. Przy zwiększaniu strumienia od 3 do 9 g/min, przy zastosowaniu temp. wlotowej 150 °C, osiągnęli wzrost zawartości wody w proszkach od 0,036 do 0,064 kg/kg.



a, b - wartości oznaczone różnymi indeksami różnią się między sobą statystycznie istotnie ($\alpha < 0,005$) / Values denoted by different letters vary among themselves statistically significant at $\alpha < 0.005$.

Rys. 1. Wpływ strumienia podawania i rodzaju nośnika na wartość temperatury powietrza na wylocie.
Fig. 1. Impact of feed flux and type of carrier on the air temperature at outlet.

Otrzymane zależności potwierdzają także Adamiec i Marciniak [1], według których nastąpił wzrost zawartości wody od 2,5 do 4 % w suszonym rozpyłowo proszku maltodekstrynowym przy dwukrotnym wzroście strumienia podawania w temp. suszenia wynoszącej 200 °C.

Gęstość nasypowa proszków zwiększa się wraz z rosnącym upakowaniem materiału sypkiego, stąd wzrost wartości gęstości utręzionej w porównaniu z gęstością luźną. Gęstość nasypowa luźna hydrolizatu białkowego suszonego bez dodatku nośnika wynosiła ok. 300 kg/m³. Suszenie z dodatkiem nośników spowodowało zwiększenie gęstości luźnej mieszaniny z maltodekstryną do wartości ok. 470 kg/m³ i mieszaniny z białkiem serwatkowym do ok. 39 kg/m³. Gęstość nasypowa utręciona wzrosła o około 50 % w stosunku do gęstości nasypowej luźnej, do wartości 410-460 kg/m³, gdy suszono sam hydrolizat. Wartości gęstości nasypowej luźnej i utręzionej złożyły w małym stopniu zależały od strumienia podawania surowca, a istotnie od zastosowanego nośnika (tab. 1). Goula i Adamopoulos [9] wykazali, że gęstość nasypowa luźna jest silnie związana z wilgotnością proszku. Im większa jest wilgotność proszku, tym więcej cząstek łączy się w większe skupiska, powodując pozostawianie między nimi

wolnych przestrzeni, a w rezultacie zmniejszenie gęstości nasypowej luźnej. Wyniki otrzymane w badaniach potwierdzają to stwierdzenie.

Tabela 1

Charakterystyka proszków otrzymanych w trakcie suszenia rozpyłowego hydrolizatu białkowego z dodatkiem nośników.
Profile of powders produced during the spray drying process of protein hydrolysate with the additions of carriers.

Suszony materiał Dried material	Prędkość podawania Feed flux [cm ³ /s]	Wilgotność proszku Moisture content [%] x ± SD	Gęstość pozorna Apparent density [kg/m ³] x ± SD	Gęstość luźna Loose density [kg/m ³] x ± SD	Gęstość utrząsiona Tapped density [kg/m ³] x ± SD	Porowatość Porosity [-] x ± SD
Hydrolizat białkowy Protein hydrolysate	0,9	2,14 ± 0,0007 ^a	1770 ± 16 ^c	297 ± 9 ^a	463 ± 14 ^b	0,833 ± 0,0013 ^c
	1,18	2,23 ± 0,0005 ^a	1780 ± 28 ^c	298 ± 4 ^a	454 ± 0,1 ^{ab}	0,835 ± 0,002 ^c
	1,28	2,49 ± 0,0004 ^{ab}	1850 ± 4 ^{cd}	296 ± 7 ^a	411 ± 6 ^a	0,843 ± 0,0034 ^c
Maltodekstryna i hydrolizat białkowy Maltodextrin and protein hydrolysate	0,9	5,40 ± 0,002 ^d	1290 ± 1 ^b	477 ± 15 ^c	7104 ± 2 ^c	0,654 ± 0,011 ^a
	1,18	5,28 ± 0,002 ^d	1280 ± 2 ^b	465 ± 20 ^{bc}	707 ± 9 ^e	0,662 ± 0,0137 ^{ab}
	1,28	5,67 ± 0,003 ^d	1300 ± 9 ^b	456 ± 13 ^{bc}	692 ± 1 ^e	0,659 ± 0,0113 ^{ab}
Białko serwatkowe i hydrolizat białkowy Whey protein and protein hydrolysate	0,9	2,29 ± 0,001 ^a	1010 ± 13 ^a	391 ± 11 ^{bc}	537 ± 0,1 ^c	0,682 ± 0,0008 ^{ab}
	1,18	3,16 ± 0,0004 ^b	1070 ± 3 ^a	384 ± 65 ^{ab}	560 ± 1 ^{cd}	0,680 ± 0,0084 ^{ab}
	1,28	4,14 ± 0,001 ^c	1120 ± 4 ^a	405 ± 1 ^{bc}	597 ± 6 ^d	0,688 ± 0,0055 ^b

a, b, c, d- wartości średnie w kolumnach oznaczone różnymi indeksami różnią się między sobą statystycznie istotnie $\alpha < 0,005$ / Mean values in the same columns denoted by different letters vary among themselves statistically significant at $\alpha < 0.005$.

Tak odbiegające od siebie wartości gęstości różnych proszków mogły być spowodowane różnicą w lepkości roztworów poddanych suszeniu rozpyłowemu. Lepkość samego hydrolizatu białkowego była na poziomie 2 mPa·s, z dodatkiem maltodekstryny wynosiła 23 mPa·s oraz z dodatkiem białka serwatkowego – 38 mPa·s. Im roztwór ma mniejszą lepkość, tym większe krople tworzą się podczas jego rozpylania, co wiąże

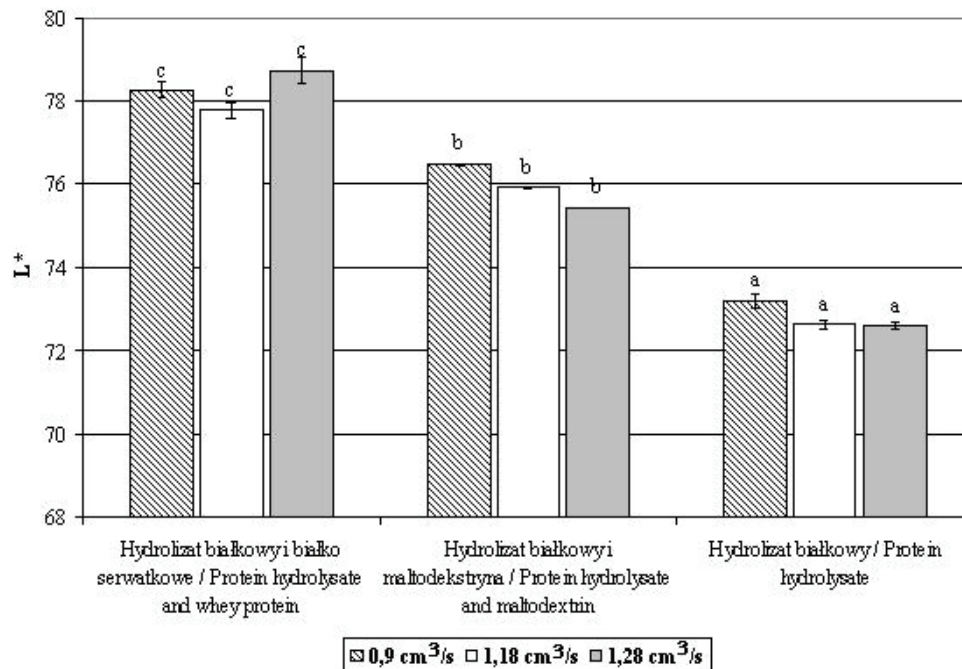
się z otrzymaniem większych cząstek proszków. Złoże cząstek proszku o większych wymiarach charakteryzuje się większą ilością pustych przestrzeni, a to z kolei wpływa na spadek gęstości luźnej złoża.

Dodatkowo, wzrost gęstości luźnej mógł być spowodowany większym zróżnicowaniem wymiarów cząstek proszku, a to spowodowało „ciaśniejsze” upakowanie złoża, zmniejszenie jego porowatości i gęstości luźnej. Potwierdza to także Peleg [13], uzależniając taką sytuację od różnorodności wielkości cząstek i ich upakowania w złożu. Im większa różnorodność wielkości cząstek, tym większa gęstość luźna.

Gęstość pozorna uzyskanych proszków była największa, gdy suszono sam hydrolyzolat i wynosiła ok. 1800 kg/m^3 , a najmniejsza w przypadku materiałów zawierających białko serwatkowe jako nośnik (ok. 1070 kg/m^3) (tab. 1). Wartości te świadczą o tym, że cząstki proszku samego hydrolyzatu, charakteryzujące się największymi wielkościami cząstek, były jednocześnie najbardziej „zbite”, miały najmniejszą porowatość wewnętrzną. Tak jak w przypadku gęstości nasypowych, nie stwierdzono statystycznie istotnego wpływu strumienia podawania na gęstość pozorną.

Porowatość złoża proszków wykazała zbliżone wartości w przypadku proszków z dodatkiem nośników, z dodatkiem maltodekstryny przyjmowała wartości 0,65 - 0,67, z dodatkiem białka serwatkowego 0,68 - 0,69. Największą porowatością, która mieściła się w granicach 0,83 - 0,84, charakteryzowały się proszki otrzymane w wyniku suszenia samego hydrolyzatu. Porowatość jest parametrem zależnym od gęstości luźnej i pozornej proszku. Im większa gęstość luźna złoża, tym porowatość niższa. Jest to związane z mniejszą liczbą porów między cząstkami proszków. Taka rozbieżność w wynikach była spowodowana wielkością otrzymanych cząstek. Im większe cząstki proszku, które jednocześnie mają mało zróżnicowany rozkład granulometryczny, tym większą porowatość będzie wykazywało złoże. Na wielkość cząstek proszku miał wpływ strumień podawania. Im większy strumień podawania, przy stałej prędkości obrotowej dysku rozpyłowego, tym cząstki otrzymywane są większe, stąd też można się spodziewać większej porowatości.

Uzyskane współczynniki Hausnera, w zdecydowanej większości przekraczające wartość 1,4 (mieszczące się w przedziale 1,37 - 1,55), świadczą o tym, że otrzymane proszki charakteryzowały się złą sypkością i wykazywały właściwości proszków spójnych [2, 3]. Nie zanotowano w tym zakresie istotnych statystycznie różnic pomiędzy proszkami. Przy suszeniu rozpyłowym soku jabłkowego na bazie maltodekstryny i przy różnych prędkościach podawania współczynnik Hausnera był niższy niż 1,3, co świadczyło o dobrej sypkości [2]. Tak więc mała sypkość badanych proszków wynikała prawdopodobnie z obecności hydrolyzatu białkowego.

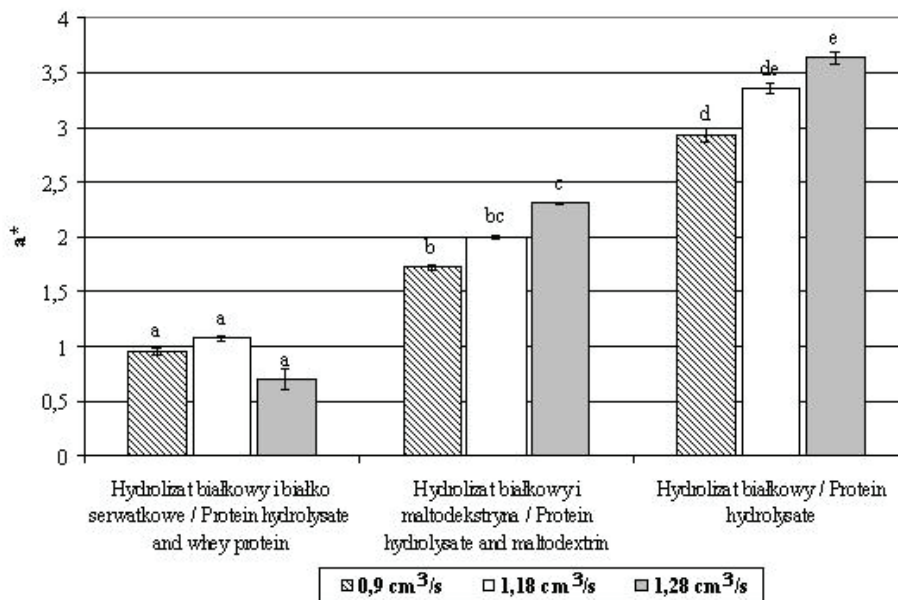


Objaśnienia jak na rys. 1. / Explanatory notes - see Fig. 1.

Rys. 2. Wpływ strumienia podawania surowca i rodzaju nośnika na jasność proszków.

Fig. 2. Impact of feed flux and type of carrier on the brightness of powders.

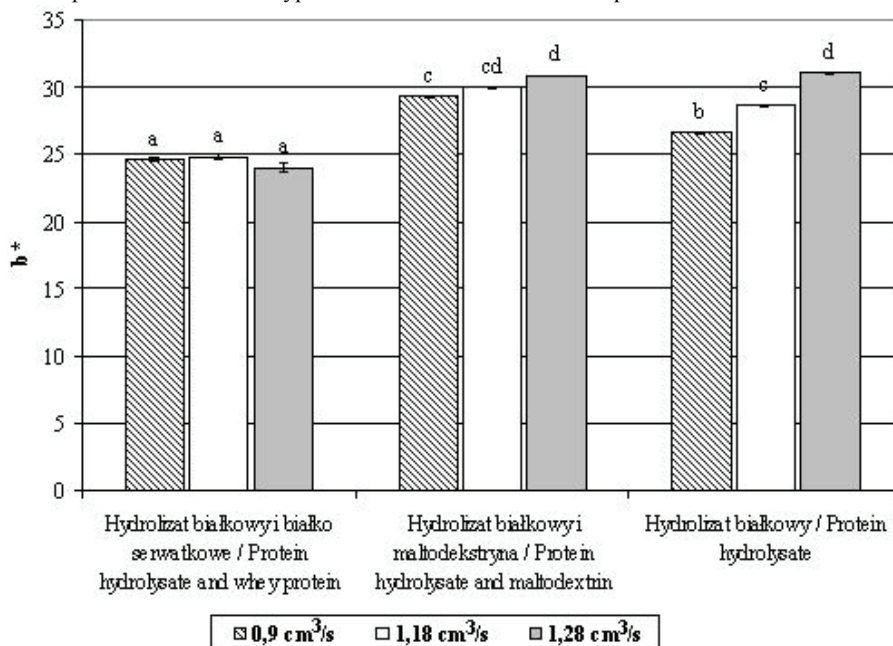
Proszki na bazie mieszanki hydrolyzatu z białkiem serwatkowym odznaczały się większą jasnością (wartość parametru L^* około 78 %) oraz mniejszym udziałem barwy czerwonej (wartość parametru a^* 0,7 - 1) i żółtej (wartość parametru b^* 24 - 24,8), w porównaniu z proszkami na bazie mieszanki z maltodekstryną, które osiągnęły wartość L^* w przedziale 75,4 - 76,5 %, a^* - 1,7 - 2,3 i b^* - 29,3 - 31. Proszki bez dodatku nośnika charakteryzowała najniższa jasność, na poziomie 73 %, najwyższy udział barwy czerwonej (2,9 - 3,6) oraz zbliżony do pozostałych proszków udział barwy żółtej (26,5 - 31). Zaobserwowano wzrost udziału barwy żółtej i czerwonej oraz zmniejszenie jasności proszków samego hydrolyzatu oraz hydrolyzatu z dodatkiem maltodekstryny wraz ze wzrostem strumienia podawania (rys. 2, 3 i 4). W hydrolyzacie z dodatkiem białka serwatkowego nie zaobserwowano wpływu strumienia podawania na wartości parametru jasności i parametry chromatyczności. Parametry barwy były w dużej mierze uzależnione od rodzaju nośnika, który został dodany do roztworu przed suszeniem. Proszki otrzymane po suszeniu samego hydrolyzatu nie były rozjaśniane poprzez dodatek nośników, stąd ich niższa jasność i wyższe wartości parametrów barwy czerwonej.



Objaśnienia jak na rys. 1. / Explanatory notes see Fig. 1.

Rys. 3. Wpływ strumienia podawania surowca i rodzaju nośnika na barwę czerwoną proszków.

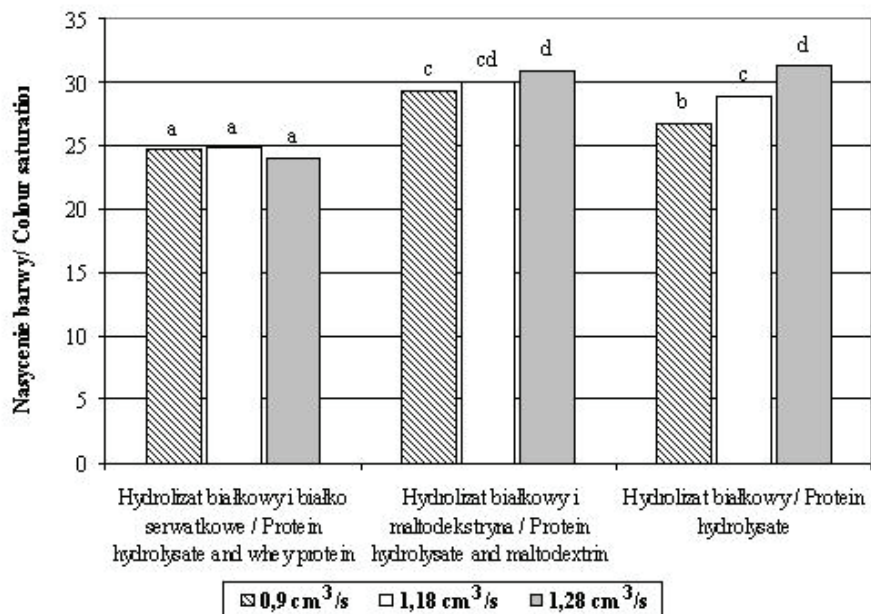
Fig. 3. Impact of feed flux and type of carrier on the red colour of powders.



Objaśnienia jak na rys. 1 / Explanatory notes - see Fig. 1.

Rys. 4. Wpływ strumienia podawania surowca i rodzaju nośnika na barwę żółtą proszków.

Fig. 4. Impact of feed flux and type of carrier on the yellow colour of powders.



Objaśnienia jak na rys. 1 / Explanatory notes - see Fig. 1.

Rys. 5. Wpływ strumienia podawania surowca i rodzaju nośnika na nasycenie barwy proszków.

Fig. 5. Impact of feed flux and type of carrier on the colour saturation of powders.

Podobne zależności opisali Quek i wsp. [16] podczas suszenia soku z arbuza. Dodatek maltodekstryny w ilości większej niż 10 % skutkowało utratą charakterystycznej, a zarazem pożądanej, czerwono-pomarańczowej barwy (proszek wykazywał wyższe wartości jasności). Także Papadakis i wsp. [12], obniżając udział procentowy maltodekstryny w roztworze z sokiem z rodzynek zaobserwowali obniżenie jasności oraz parametru b^* otrzymanego proszku.

Nasycenie barwy w przypadku dodatku maltodekstryny i samego hydrolizatu białkowego wzrastało wraz ze wzrostem prędkości strumienia podawania, a było stałe w przypadku dodatku białka serwatkowego (rys. 5). Zależności otrzymane w przypadku nasycenia były zbliżone do otrzymanych w odniesieniu do barwy żółtej, gdyż to wartość parametru b^* przeważała i to ona zdeterminowała nasycenie.

Wnioski

1. Wraz ze wzrostem strumienia podawania surowca wzrastała zawartość wilgoci w proszkach, co było związane ze spadkiem temperatury powietrza opuszczającego suszarkę. Największą zawartość wody, na poziomie powyżej 5 %, uzyskano

- przy dodatku maltodekstryny jako nośnika, najmniejszą, przekraczającą nieznacznie 2 %, charakteryzowały się proszki samego hydrolizatu.
2. Wartości gęstości nasypowej luźnej i utręsionej złoża nie zależały od strumienia podawania surowca, ale istotnie zależały od zastosowanego nośnika. Były najmniejsze w przypadku proszków samego hydrolizatu, a największe dotyczyły proszków zawierających maltodekstrynę.
 3. Gęstość pozorna uzyskanych proszków była największa, gdy suszono sam hydrolizat, a najmniejsza w przypadku materiałów zawierających białko serwatkowe. Częstki proszku samego hydrolizatu charakteryzowały się więc najmniejszą porowatością wewnętrzną. Nie stwierdzono statystycznie istotnego wpływu strumienia podawania na gęstość pozorną.
 4. Uzyskane współczynniki Hausera, w zdecydowanej większości przekraczające wartość 1,4, świadczą o tym, że proszki charakteryzowały się nieodpowiednią sypkością i wykazywały właściwości proszków spójnych.
 5. W samym hydrolizacie oraz w hydrolizacie z dodatkiem maltodekstryny zaobserwowano wzrost udziału barwy żółtej i czerwonej oraz zmniejszenie się jasności proszków wraz ze wzrostem strumienia podawania.

Praca była prezentowana podczas XIII Sesji Sekcji Młodej Kadry Naukowej PTTŻ, Łódź, 28 - 29 maja 2008 r.

Literatura

- [1] Adamiec J., Marciniak E.: Microencapsulation of oil/matrix/water system during spray drying process, Proc. 11th Int. Drying Symp., 22-25 VIII 2004, Sao Paulo, CD-rom, vol C, 2043-2050.
- [2] Domian E., Bialik E.: Wybrane właściwości fizyczne soku jabłkowego w proszku. Acta Agroph., 2006, **8 (4)**, 803-814.
- [3] Domian E., Janowicz M., Kowalska H., Lenart A.: Sypkość białkowo-węglowodanowych mieszanin proszków spożywczych aglomerowanych w złożu fluidalnym. Inżynieria Rolnicza, 2005, **11 (71)**, 59-67.
- [4] Dzwolak W., Ziajka S., Kierunki wykorzystania hydrolizatów białkowych. Przem. Spoż., 1993, **11**, 298-300.
- [5] Ersus S., Yurdagel U.: Microencapsulation of anthocyanin pigments of black carrot (*Daucus carota* L.) by spray drier. J. Food Eng., 2007, **3 (80)**, 805-812.
- [6] Flaczyk E.: Zalety technologiczne i żywieniowe hydrolizatów białkowych. Cz.1: Otrzymywanie i charakterystyka chemiczna. Przem. Spoż., 1997, **3 (51)**, 6-8, 31.
- [7] Flaczyk E.: Zalety technologiczne i żywieniowe hydrolizatów białkowych. Cz.2. Technologiczne i żywieniowe zalety hydrolizatów białkowych. Przem. Spoż., 1997, **4 (51)**, 43-45.
- [8] Flaczyk E., Korczak J.: Wielofunkcyjne właściwości hydrolizatów białkowych w produktach mięsnych. Gosp. Mięs., 1997, **12**, 30-33.
- [9] Goula A. M., Adamopoulos K. G.: Spray drying of tomato pulp in dehumidified air: II. The effect on powder properties. J. Food Eng., 2005, **66**, 35-42.

- [10] Janiszewska E., Witrowa-Rajchert D.: Mikrokapsulacja aromatu rozmarynowego podczas suszenia rozpyłowego. *Postępy Techniki Przetw. Spoż.*, 2007, **2 (17)**, 33-36.
- [11] Klepacka M.: *Analiza żywności*. Wyd. Fundacja "Rozwój SGGW", Warszawa 2002.
- [12] Papadakis S. E., Gardeli Ch., Tzia C.: Spray drying of raisin juice concentrate. *Drying Technol.*, 2006, **24**, 173-180.
- [13] Peleg M.: Mixtures of food powders and particulates. In: *Encapsulated and powdered foods*. Ed. Ch. Onwulata, CRC Press, Taylor & Francis Group, 2005, pp. 27-37.
- [14] PN-A-79011/3:1998. Koncentraty żywnościowe – metody badawcze – zawartość wody.
- [15] Poszytek K., Lenart A.: Wpływ aglomeracji na właściwości fizyczne kaszek mleczno-zbożowych w proszku dla dzieci. *Żywność. Nauka. Technol. Jakość*, 2005, **2 (43) Supl.**, 156-163.
- [16] Quek S. Y., Chok N. K., Swedlund P.: The physicochemical properties of spray-drying watermelon powders. *Chem. Eng. Proc.*, 2007, **46**, 386-392.
- [17] Rattes A.L.R., Oliviera W.P.: Spray drying conditions and encapsulating composition effects on formation and properties of sodium diclofenac microparticles. *Powder Technol.*, 2007, **171**, 7-14.
- [18] Szulc K., Lenart A.: Wpływ aglomeracji na właściwości użytkowe sproszkowanych modelowych odżywek dla dzieci. *Żywność. Nauka. Technol. Jakość*, 2007, **5 (54)**, 312-320.
- [19] Vallejo-Cordoba, B., Nakai, S., Powrie, W.D., Beveridge, T.: Extended shelf life of frankfurters and fish frankfurter-analogs with added soy protein hydrolysates. *J. Food Sci.*, 1987, **52**, 1133-1136.

IMPACT OF SPRAY DRYING PARAMETERS ON THE QUALITY OF PROTEIN HYDROLYSATE

S u m m a r y

In the paper, the results are presented of the spray drying process of protein hydrolysate, its mixture, and carriers. A maltodextrin (DE = 19) and whey protein were used as carriers. One value of the inlet air temperature (160 °C) and three raw material feed fluxes (0.9, 1.16, and 1.28 cm³/s) were applied. The highest moisture content in powders, above 5 %, was obtained when maltodextrin was added as a carrier, and the lowest, slightly exceeding 2 %, was found in the powders of the protein hydrolysate. It was found that the moisture content in powders increased with the rise in the feed flux. This was connected with the decrease in temperature of air leaving the dryer. The values of loose and tapped bed density did not depend on the feed flux, but they significantly depended on the carrier applied. The powders of the same hydrolysate showed the lowest values of those densities, whereas the powders containing maltodextrin – the highest. The increase in the density of tapped beds was about 50 % compared to loose bed density. The apparent density of powders was the highest when the protein hydrolysate was dried solo, and it was the smallest in the case of materials containing whey protein. Thus, the powder particles of protein hydrolysate were characterized by the lowest internal porosity. No statistically significant impact of the feed flux on the apparent density was reported. The Hausner coefficients obtained proved that the powders produced possessed the properties of coherent powders. The research into the colour of powders using L*a*b system showed that the addition of carriers caused the decrease in the content rates of yellow and red colours, and it strengthened the brightness of powders. In the sole hydrolysate and in the hydrolysate with maltodextrin added, it was found that the yellow and red colour content rates increased and the brightness of powders decreased with the increasing feed flux. The values of saturation were close to the values as obtained for the yellow colour, because this colour predominated in the powders produced and it determined the value of saturation.

Key words: protein hydrolysate, carriers, spray drying, feed flux, density, porosity, colour 