

MARCIN PIECZYŃSKI

MODYFIKACJA WŁAŚCIWOŚCI TECHNOLOGICZNYCH PROSZKU Z ŻÓŁTEK JAJ KURZYCH METODĄ AGLOMERACJI I JEGO TRWAŁOŚĆ PRZECHOWALNICZA

Streszczenie

W niniejszej pracy przedstawiono wyniki badań nad modyfikacją właściwości proszku z żółtek jaj kurzych na drodze aglomeracji. Otrzymano aglomerat o cechach proszku typu instant i przechowywano przez okres 9 miesięcy w opakowaniach gazoszczelnych z zastosowaniem trzech wariantów składu atmosfery. Wpływ atmosfery na badane próbki był nieistotny, a więc nie ma potrzeby podrażania procesu wytwarzaniem zmodyfikowanej atmosfery. Czas przechowywania wpływał istotnie na niektóre parametry proszku, jednak zaawansowanie tych procesów było niewielkie i nie dyskwalifikowało produktu.

Słowa kluczowe: proszek z żółtek jaj kurzych, aglomeracja, właściwości technologiczne, trwałość przechowalnicza.

Wprowadzenie

Produkt suszony ma przewagę nad formą płynną z uwagi na mniejszą masę, mniejsze wymagania przechowalnicze (nie wymaga warunków chłodniczych) i długą przydatność do spożycia, jednak w wyniku suszenia nie zawsze otrzymuje się produkt o pożądanym cechach technologicznych.

Mankamentami utrudniającymi szerokie zastosowanie proszku jajowego są: słaba sypkość uniemożliwiająca dozowanie do opakowań, trudna rozpuszczalność i powolna zwilżalność wynikająca z dużej zawartości tłuszczu. Rozwiązaniem jest aglomeracja proszku jajecznego, w wyniku której można się spodziewać poprawy ww. cech.

Aglomeracja polega na połączeniu małych cząstek proszku w większe twory – aglomeraty. W procesie aglomeracji biorą udział siły adhezji i kohezji, siły napięcia

powierzchniowego, siły kapilarne, siły van der Waalsa oraz siły oddziaływania elektrostatycznego [5].

Podczas rehydratacji proszku jajowego, na granicy faz produktu i wody wytwarza się cieniutka warstewka zwilżonych cząstek proszku, która utrudnia lub uniemożliwia przenikanie cieczy do wnętrza złoża proszku [4]. Produkt szybko rozpuszczalny i charakteryzujący się dobrą zwilżalnością można otrzymać przez zmianę struktury i wymiarów cząstek polidispersyjnego proszku w wyniku aglomeracji [4].

Proces aglomeracji powoduje wzrost objętości powietrza śródcząsteczkowego w aglomeratach, co podczas rehydratacji ułatwia dyspergowanie cząstek, z jednoczesnym wypieraniem powietrza śródcząsteczkowego przez wodę, zanim zdąży wytworzyć się roztwór o wysokiej lepkości [11]. Proszek niezaglomerowany, „rzucany” na wodę, utrzymuje się na powierzchni, a pęczniejące białka i hydrokoloidy tworzą lepką warstwę nieprzepuszczalną dla wody – rozpuszczenie wymaga intensywnego mieszania.

Aglomerat z żółtka jest narażony na niekorzystne procesy degradacji tłuszczów. Nienasycone kwasy tłuszczowe mogą być utleniane do nadtlenków i hydroksynadtlenków, a następnie do wtórnych produktów utleniania, takich jak aldehydy i ketony. Szybkość procesu zależy od: ilości tlenu, temperatury oraz obecności substancji działających pro- i antyutleniająco [9]. Spodziewać się można również hydrolytycznego rozkładu tłuszczów do mono- i dwuglicerydów, a następnie do wolnych kwasów tłuszczowych i glicerolu. Uwolnione kwasy mogą ulegać dalszym przemianom, w szczególności oksydacyjnym. Utleniony tłuszcz posiada mniejszą wartość odżywczą, związaną ze zmniejszeniem zawartości i strawności WNKT oraz witamin rozpuszczalnych w tłuszczach. Tłuszcze utlenione niszczą ponadto wiele substancji nietłuszczowych obecnych w produkcie, np. biotynę, ryboflawinę, kwas pantotenowy, kwas askorbiny i inne [2]. Utrudniają też wykorzystanie białka z racji pokarmowej oraz mogą uszkadzać błonę śluzową jelita cienkiego, tworząc ogniska martwicze i obrzęki [1]. Konsekwencją spożycia utlenionych tłuszczów mogą być biegunki, a nawet krwawienia z przewodu pokarmowego. Natomiast aldehydy, ketony i inne wtórne produkty utleniania lipidów mogą działać toksycznie na nerki, wątrobę i śledzionę [7]. Jednym ze sposobów uniknięcia, bądź znacznego opóźnienia degradacji tłuszczów jest pakowanie produktu w modyfikowanej atmosferze. Zapewnia ono lepsze zabezpieczenie jakości i umożliwia uzyskanie dłuższych okresów trwałości wielu produktów. Polega ono na zastąpieniu powietrza w opakowaniu mieszaniną gazów o odpowiednio dobranym składzie, w zależności od rodzaju pakowanego produktu.

Celem pracy była poprawa właściwości technologicznych proszku z żółtka jaj metodą aglomeracji, umożliwiającej zmodyfikowanie cech fizycznych proszku bez istotnych zmian jego parametrów chemicznych. Celem uzupełniającym było określenie zmian jakości aglomeratu w trakcie 9-miesięcznego przechowywania, w zależności od składu atmosfery opakowania.

Material i metody badań

Do badań użyto proszku z żółtek jaj kurzych, wyprodukowanego w Zakładach Jajczarskich OVOPOL w Nowej Soli.

Doświadczenie realizowano w dwóch etapach, które obejmowały (rys. 1):

- 1) otrzymanie aglomeratu ze sproszkowanych żółtek,
- 2) badania przechowalnicze aglomeratu.

Proces technologiczny aglomeratu prowadzono w Centralnym Laboratorium Przemysłu Koncentratów Spożywczych KONCLAB w Poznaniu, a obejmował on:

1. Produkcję aglomeratu ze sproszkowanych żółtek jaj, w urządzeniu do aglomerowania szwajcarskiej firmy Aeromatic, typ Strea 7.
2. Pakowanie aglomeratu w opakowania jednostkowe gazoszczelne, z zastosowaniem trzech wariantów składu atmosfery.

Proces aglomeracji prowadzono „na zimno”. Częstki proszku nawilżano 15% roztworem masy jajowej, do uzyskania zawartości wody w substracie na poziomie 5–15%, w wyniku czego zachodziło rozpuszczanie składników znajdujących się na powierzchni cząstek i ich zlepianie w aglomeraty [11]. Kolejną czynnością było suszenie powietrzem o temp. 70°C. Aglomerat był przesiewany przez sito o wielkości oczek 1 mm. Produktem finalnym były cząstki aglomeratu o średnicy poniżej 1 mm.

Aglomerat pakowano w jednostkowe woreczki z tworzywa sztucznego gazoszczelnego, trójwarstwowego (zewnątrzna warstwa to poliester, środkowa aluminium i wewnętrzna polietylen) uwzględniając trzy warianty składu atmosfery opakowania, a mianowicie: powietrze, próżnię (po usunięciu powietrza) oraz azot (po usunięciu powietrza z opakowania wpompowano do niego azot).

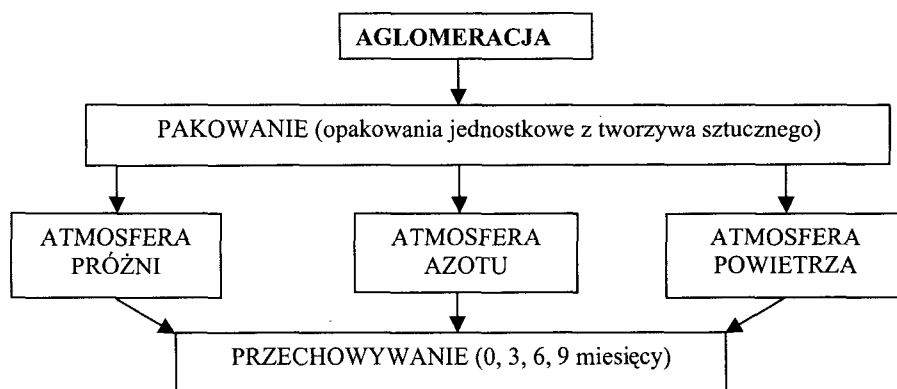
Próby przechowywano przez 9 miesięcy w ciemnym pomieszczeniu, w temperaturze pokojowej, a badania parametrów jakościowych przeprowadzano co 3 miesiące, począwszy od momentu ich zapakowania (próba „0”).

Wszystkie badania analityczne wykonywano w Katedrze Surowców Zwierzęcych Akademii Rolniczej we Wrocławiu.

W badaniach aglomeratu z żółtek jaj kurzych uwzględniono parametry fizykochemiczne, charakteryzujące właściwości technologiczne oraz określające jakość otrzymanego produktu. Obejmowały one oznaczenie:

- masy nasypowej – oznaczenie polegało na napełnieniu cylindra miarowego o pojemności 50 cm³ aglomeratem, zważeniu go i obliczeniu masy aglomeratu w jednostce objętości [6],
- zwilżalności – oznaczenie polegało na „rzuceniu” na 100 ml wody o powierzchni ok. 50 cm² o temp. 25°C, 3 g aglomeratu. Następnie mierzono czas [s] potrzebny do całkowitego zanurzenia się proszku w wodzie [metoda własna],
- rozpuszczalności [8],

- zawartości suchej masy metodą termiczną [6],
- zawartości tłuszczu metodą Soxhleta [6],
- zawartości białka ogólnego metodą Kjeldahla [6],
- zawartości azotu niebiałkowego – przeprowadzano reakcję 20% TCA z próbką, po czym w zlewce pozostawały tylko substancje azotowe niebiałkowe, które oznaczano metodą Kjeldahla,
- wskaźnika TBA [6].



Rys. 1. Schemat doświadczenia.

Fig. 1. Diagram of experiment.

W każdym wariancie zastosowanej atmosfery do wypełnienia opakowania wykonano po dwa powtórzenia na każdy z czterech badanych okresów, dzięki czemu uzyskano 24 próby. Ponadto wszystkie oznaczenia zostały wykonane w dwóch powtórzeniach.

Uzyskane wyniki zostały poddane analizie statystycznej przy użyciu programu Anova (na poziomie $\alpha = 0,05$) w celu określenia zmian fizycznych i chemicznych aglomeratu w zależności od zastosowanej atmosfery, czasu przechowywania i zaistniałych interakcji. Przeprowadzono dwuczynnikową analizę wariancji.

Wyniki i dyskusja

W dostępnej literaturze niewiele jest danych dotyczących aglomeracji proszku otrzymanego z treści jaj. Pewne obawy co do prowadzenia badań z tego zakresu mogą wynikać z faktu, że proszek z żółtek jaj kurzych zawiera 64% tłuszczu, a czym większa jest jego zawartość, tym trudniej wyprodukować aglomerat. Ponadto aglomeracja przeprowadzana była w warunkach sprzyjających degradacji tłuszczów i białek (podwyższona temperatura, silne napowietrzanie), co potencjalnie mogło pogorszyć właściwości sensoryczne, chemiczne i technologiczne aglomeratu.

Parametry technologiczne

Masa nasypowa jest oznaczeniem pozwalającym określić porowatość struktury aglomeratów, które są o ok. 1,5-krotnie lżejsze od proszku z żółtek. Wzrost masy nasypowej może świadczyć o pogorszeniu lub utracie przez proszek właściwości instant. Masa nasypowa aglomeratów z żółtek wahała się od $0,340 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ do $0,426 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ (tab. 1), bez żadnej tendencji, przy czym stwierdzono wzrost masy nasypowej aglomeratu przechowywanego w próżni.

Tabela 1

Parametry technologiczne charakteryzujące aglomerat z żółtek jaj kurzych.
Technology parameters of agglomerate of hen egg yolk powder.

Czas i warunki przechow. Storage time		Masa nasypowa Embankment mass [$\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$]	Zwilżalność Moistenty [s]	Rozpuszczalność Solubility [%]	Sucha masa Dry substance [%]
0	P	0,378	2,10	85,50	97,53
	PR	0,380	1,95	85,70	98,06
	N	0,373	2,00	85,55	97,03
3	P	0,398	1,95	81,55	98,57
	PR	0,391	2,05	82,55	98,55
	N	0,391	1,90	80,15	98,72
6	P	0,363	2,10	78,70	97,05
	PR	0,416	5,50	73,25	97,46
	N	0,373	2,05	72,75	97,40
9	P	0,341	3,85	65,45	98,28
	PR	0,368	5,50	65,00	98,34
	N	0,345	3,90	65,75	98,17

Objaśnienia:

0, 3, 6, 9 – czas przechowywania w miesiącach / 0, 3, 6, 9 – storage time in months.

Atmosfera przechowywania: P – powietrze, PR – próżnia, A – azot.

Atmosphere of storage: P – air, PR – vacuum, N – nitrogen

Na podstawie analizy statystycznej można stwierdzić, że ani czas przechowywania, ani atmosfera opakowania nie miały istotnego wpływu na masę nasypową.

Zwilżalność jest jedną z najważniejszych cech aglomerowanego proszku typu instant, gdyż produkt dobrze zwilżalny łatwo miesza się z wodą, nie tworząc grudek. W każdym wariantcie atmosfery i w każdym momencie przechowywania była ona bardzo dobra. Wahała się w granicach od niecałych 2 do blisko 6 s, przy czym wartość 5,5 s stwierdzono tylko w przypadku aglomeratu przechowywanego w atmosferze próżni po 6 i 9 miesiącach. W pozostałych przypadkach czas zwilżania nie przekraczał 4 s.

Przeprowadzona analiza statystyczna wykazała, że wpływ zarówno czasu przechowywania, jak i atmosfery przechowywania był nieistotny.

Rozpuszczalność odpowiada na pytanie: w jakim stopniu dany produkt rozpuścił się w rozpuszczalniku (w tym przypadku w wodzie). W przypadku produktu typu instant powinna być ona jak najwyższa. Wartość rozpuszczalności aglomeratu z żółtek jaj podczas przechowywania wahała się w granicach od 85% w produkcie wyjściowym do 65% po 9 miesiącach przechowywania.

Analiza statystyczna wyników wykazała istotny wpływ czasu przechowywania, a nieistotny atmosfery opakowania na wartość rozpuszczalności. W trakcie 9-miesięcznego przechowywania stwierdzono aż 20% spadek rozpuszczalności, natomiast wyniki uzyskane w przypadku poszczególnych atmosfer różnią się między sobą często jedynie w wartościach dziesiątych procenta. Istotny spadek rozpuszczalności wynikał prawdopodobnie z faktu rozpadu w czasie cząstek aglomeratu do postaci proszku. Należałoby przeprowadzić badania mikroskopowe, które potwierdziłyby to przypuszczenie.

Poziom suchej masy w produkcie dostarczał informacji, czy aglomerat chłonie wilgoć z atmosfery. Fakt chłonięcia wody z atmosfery mógłby spowodować zbrylanie się produktu i utratę sykości oraz właściwości szybkiego i łatwego rozpuszczania się. Zawartość suchej masy w aglomeracie wahała się w granicach 97–98% (tab. 1). Nie wykazano statystycznie istotnego wpływu czasu przechowywania ani atmosfery opakowania na zawartość suchej masy.

Parametry chemiczne

Zawartość tłuszczu w aglomeracie z żółtek wahała się w granicach 36–48%. Wykazano statystycznie istotny spadek zawartości tłuszczu – o około 12% – podczas 9-miesięcznego przechowywania oraz nieistotny wpływ atmosfery opakowania. Prawdopodobnie tłuszcz uległ degradacji, na co wskazywałyby wzrost wskaźnika TBA. Istnieje możliwość, że nastąpiła łańcuchowa reakcja rozkładu na etapie aglomeracji w trakcie silnego napowietrzania przy podwyższonej temperaturze, czyli jeszcze przed zapakowaniem w opakowania gazoszczelne. Jednak aby potwierdzić tę tezę, należałoby przeprowadzić szczegółowe badania. Nie badano migracji tłuszczu na ścianki opakowania. Różnice w zawartości tłuszczu w odniesieniu do poszczególnych atmosfer były bardzo niewielkie – nieco powyżej 0,5%.

Wartość wskaźnika TBA wahała się w granicach od 1,0 do 1,3. W trakcie przechowywania zauważalna była nieznaczna (o 0,3) tendencja wzrostowa wartości tego wskaźnika. Świadczyła ona o postępujących procesach degradacji kwasów tłuszczowych – wzroście stopnia utlenienia lipidów. Różnice wyników pomiędzy poszczególnymi wariantami atmosfery były dużo mniejsze, zaledwie o 0,02–0,03.

Statystycznie wykazano istotny wpływ czasu przechowywania oraz nieistotny atmosfery opakowania na wartość wskaźnika TBA.

Zawartość białka ogólnego wahała się w granicach od około 33,7 do 32,2% po 9 miesiącach przechowywania (tab. 2). Spadek jego zawartości o 1–1,5% był statystycznie nieistotny zarówno w przypadku czasu przechowywania, jak i atmosfery opakowania.

Tabela 2

Parametry chemiczne charakteryzujące aglomerat z żółtek jaj kurzych.
Chemical parameters of agglomerate of hen egg yolk powder.

Czas i warunki przechow. Storage time		Zawartość tłuszczu Fat content [%]	Wartość wskaźnika TBA	Zawartość białka ogółem Total protein content [%]	Zawartość azotu niebiałkowego Nonprotein nitrogen content [%]
0	P	47,37	1,00	33,55	0,140
	PR	48,15	1,10	33,50	0,140
	N	46,27	1,03	33,90	0,140
3	P	48,65	1,09	32,10	0,110
	PR	48,48	1,06	32,80	0,110
	N	48,08	1,19	32,80	0,110
6	P	43,63	1,22	32,55	0,135
	PR	43,32	1,22	32,15	0,135
	N	43,77	1,11	32,90	0,135
9	P	36,75	1,23	31,55	0,145
	PR	36,66	1,29	32,70	0,160
	N	36,23	1,29	32,30	0,120

Objaśnienia symboli jak w tab. 1. / Explanation of symbols as in tab. 1.

Zawartość azotu niebiałkowego świadczy o ilości związków pochodzących z rozkładu substancji białkowych, mogących niekorzystnie zmieniać walory smakowo-zapachowe produktu. Zawartość azotu niebiałkowego kształtowała się w trakcie przechowywania na poziomie od 0,11 do 0,16% (tab. 1), bez wyraźnej tendencji. Różnice w wartościach pomiędzy poszczególnymi wariantami czasu przechowywania i atmosfery były nieznaczne, a wyniki w odniesieniu do poszczególnych atmosfer były często identyczne.

Przeprowadzona analiza statystyczna wykazała nieistotny wpływ zarówno czasu przechowywania, jak i atmosfery opakowania na zawartość azotu niebiałkowego.

Spośród parametrów technologicznych czas przechowywania miał istotny wpływ tylko na wartość rozpuszczalności. Spośród parametrów chemicznych stwierdzono, że

czas przechowywania miał istotny wpływ na spadek zawartości tłuszczu i wzrost wskaźnika TBA. Jednakże spadek zawartości tłuszczu był niewspółmiernie duży (aż 12%) w stosunku do wzrostu wskaźnika TBA (o 0,3), informującego o powstałych utlenionych lipidach. Należałoby przeprowadzić analizę zawartości tłuszczu kilkoma różnymi metodami, co pozwoliłoby wykazać jego zawartość z większą dokładnością oraz wybrać najlepszą metodę.

Dyskusja

Ze względu na brak innych danych literaturowych dotyczących aglomeracji proszku z żółtek jaj lub jaj całych przeprowadzono porównanie wyników z danymi uzyskanymi przez Trziszkę i wsp. [10]. Ww. autorzy przechowywali aglomerat z proszku jaj kurzych całych w stojach typu Twist-Off, w temperaturze pokojowej przez okres 9-miesięcy.

Trziszka i wsp. [10] uzyskali wartość masy nasypowej w przedziale od $0,282 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ na początku okresu przechowywania do $0,291 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ po 9-miesiącach przechowywania, a więc wyprodukowany przez nich aglomerat cechował się mniejszą masą nasypową w porównaniu z masą nasypową aglomeratu z żółtek jaj (średnio ok. $0,37 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$), a tym samym większą porowatością. Jednakże masy nasypowe uzyskane w obu doświadczeniach były zdecydowanie niższe od masy nasypowej proszku niezaglomerowanego – odpowiednio od $0,387$ do $0,407 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ [10].

Zwilżalność proszku z jaj całych wg Trziszki i wsp. [10] wynosiła 302,6 s na początku okresu przechowywania i 280,6 s po 9 miesiącach. Wartości zwilżalności aglomeratu z jaj całych były ok. 30-krotnie niższe i wynosiły odpowiednio 9,0 i 10,5 s. Zwilżalność aglomeratu z żółtek, mimo wyższej zawartości tłuszczu niż w aglomeracie z jaj całych, była jeszcze lepsza – ok. 2 s na początku doświadczenia i ok. 4 s po 9-miesięcznym przechowywaniu (wyjątkiem był aglomerat przechowywany w próżni, którego zwilżalność wynosiła po 6 i 9 miesiącach przechowywania 5,5 s). Zmiana struktury z proszku w aglomerat spowodowała, że aglomerat bez dodatkowych sił z zewnątrz w pełni mieszał się z rozpuszczalnikiem w czasie kilkadziesiąt razy krótszym niż proszek.

Wartość rozpuszczalności aglomeratu wg Trziszki i wsp. [10] wynosiła na początku okresu przechowywania 91,3% i spadła po 9 miesiącach przechowywania do 64%. Dane dotyczące proszku niezaglomerowanego były do nich bardzo zbliżone – odpowiednio 94,3% i 63,8%. Tę samą tendencję stwierdzono również w przypadku aglomeratu z żółtek jaj, gdyż nastąpił istotny spadek rozpuszczalności w czasie, od ok. 85% na początku doświadczenia do ok. 65% po 9 miesiącach przechowywania, niezależnie od składu atmosfery.

Zawartość suchej masy, w doświadczeniu Trziszki i wsp., w proszku i aglomeracie była prawie stała w czasie całego czasu przechowywania i wynosiła ok. 95%. Wy-

niki uzyskane w badaniach aglomeratu z żółtek jaj były o ok. 3% wyższe, co mogło być spowodowane wyższą zawartością tłuszczu w aglomeracie z żółtek, a tym samym mniejszą zawartością w suchej masie substancji hydrofilowych.

Trziszka i wsp. [10] stwierdzili nieistotny spadek tłuszczu (z 41,3% w okresie „0” do 40,6% po 9 miesiącach przechowywania) i istotny wzrost liczby TBA (z 0,09 na początku doświadczenia do 0,73 na końcu). Zawartość tłuszczu w aglomeracie i proszku była praktycznie identyczna, natomiast ilość substancji pochodzących z rozpadu tłuszczów była większa w przypadku proszku (odpowiednio 0,08 i 0,81). W aglomeracie z żółtek jaj stwierdzono istotną zmianę obu wskaźników, tzn. spadek zawartości tłuszczu z 48% do 36% oraz wzrost wskaźnika TBA z 1,0 do 1,3. W aglomeracie z jaj całych spadek tłuszczu był nieistotny, natomiast wzrost liczby TBA zdecydowanie większy niż w aglomeracie z żółtek jaj, choć wartościowo niższy. Bardziej niekorzystne zmiany w tłuszczach w aglomeracie z żółtek jaj w porównaniu z aglomeratem z jaj całych była spowodowana 1,5-krotnie większą zawartością tłuszczu. Oba doświadczenia wskazują, że w aglomeracie zachodzą niekorzystne zmiany tłuszczów, jednak należałoby przeprowadzić dokładną analizę produktów rozpadu tłuszczów, żeby stwierdzić stan jakości aglomeratu pod tym względem.

Zawartość białka w aglomeracie wyprodukowanym przez Trziszkę i wsp. wynosiła 47,7 na początku doświadczenia i 47,0 na końcu i nie uległa statystycznie istotnej zmianie. Zawartość białka oznaczona w proszku z jaj całych była nieistotnie wyższa – odpowiednio 48,0 i 47,4. Zawartość białka w aglomeracie z żółtek jaj była niższa, ale jej spadek w czasie przechowywania z ok. 33,7 do 32,0 był również nieistotny.

W przedstawionym doświadczeniu przeprowadzono jedynie część badań określających parametry fizykochemiczne wytworzonego aglomeratu. Na podstawie tych wyników należałoby przeprowadzić dalsze, szczegółowe badania, ukierunkowane na analizę przyczyn spadku rozpuszczalności aglomeratu w czasie przechowywania, precyzyjną analizę zawartości tłuszczów oraz analizę produktów rozpadu tłuszczów.

Wnioski

1. Aglomeracja proszku z żółtek jaj kurzych spowodowała poprawę jego cech fizycznych, umożliwiając m.in. łatwe rozpuszczanie aglomeratu bez konieczności intensywnego mieszania oraz precyzyjne dozowanie niewielkich jego ilości. Tym samym uzyskano istotną poprawę właściwości technologicznych zmodyfikowanego produktu.
2. Parametry chemiczne uległy niewielkiej zmianie podczas procesu aglomeracji, dzięki czemu aglomerat z żółtek jaj może być uznany za pełnowartościowe żółtko.
3. Czas przechowywania aglomeratu miał istotny wpływ na wartość rozpuszczalności oraz na zawartość tłuszczu i wartość wskaźnika TBA. Zmiany te nie dyskwalif

fikowały produktu pod względem możliwości spożycia, jednak najlepszą jakość zachował on podczas 3 miesięcy przechowywania.

4. Wpływ atmosfery opakowania na jakość aglomeratu był nieistotny. Nie ma więc konieczności podrażniania procesu przez modyfikowanie atmosfery i stosowanie specjalnych opakowań. Jedyne w przypadku aglomeratu przechowywanego w atmosferze próżni obserwowano podatność delikatnej struktury tego produktu na destrukcję.
5. Poprawa cech technologicznych proszku z żółtek jaj kurzych za pomocą aglomeracji daje możliwość usprawnienia wielu procesów w przemyśle spożywczym i otwiera możliwość tworzenia nowych produktów.

Literatura

- [1] Budzyńska-Topołowska J.: Fizjologiczne działanie tłuszczów utlenionych. Materiały Sympozjum „Kontrola procesów oksydacji lipidów w żywności w świetle postępów chemii i techniki analitycznej”. NOT, Gdańsk 1976.
- [2] Budzyńska-Topołowska J., Ziemiański Ś.: Zmiany zachodzące w tłuszczach i ich wpływ na wartość odżywczą. Żyw. Czł. i Metab., 1992, **2**, 114.
- [3] Jensen J.D.: Metody instantyzacji koncentratów napojów w proszku. Biuro Informacji Technicznej. NOT, Poznań 1979, s.1-16.
- [4] Lewicki P., Galoch I.: Aglomerowanie produktów spożywczych. Przem. Spoż., 1979, **2**, 42.
- [5] Lewicki P.: Inżynieria procesowa i aparatura przemysłu spożywczego. Praca zbiorowa, WNT Warszawa 1990, t. I - Procesy mechaniczne. t. II - Procesy przenoszenia ciepła i masy.
- [6] Ładoński W., Gospodarek T.: Podstawowe metody analityczne produktów żywnościowych. PWN. Warszawa 1986.
- [7] Maniak B., Targoński Z.: Przeciwtleniacze naturalne występujące w żywności. Przem. Ferm. Owoc. Warz., 1996, **4**, 7.
- [8] PN-A-86509: Przetwory jajowe – badania fizykochemiczne.
- [9] Tokarz A.: Aldehydy jako produkty procesu utleniania tłuszczowców. Brom. Chem. Toksykolog., 1990, **23**, 127.
- [10] Trziszka T., Smolińska T., Kopeć W.: Zmiany przechowalnicze w aglomerowanych proszkach jajowych. Przem. Spoż., 1986, **2**, 43.
- [11] Ziajka S., Dzwolak W., Żbikowski Z.: Aglomeracja mleka w proszku. Przegl. Mlecz., 1993, **10**, 271.

TECHNOLOGICAL PROPERTIES MODIFICATION OF EGG YOLK POWDER BY AGGLOMERATION METHOD AND ITS STORAGE STABILITY

S u m m a r y

The experiment results on modification of hen egg yolk powder properties by agglomeration were presented in this article. The agglomerate as a powder type instant was stored during nine months in hermetic

packings with three variants of modified atmosphere. The atmosphere effect on analysed product was insignificant, so there is no necessity to make more expensive production by modification of atmosphere. Storage time had significant effect on some powder parameters, but advancing of these processes was irrelevant and did not disqualificate the product at all.

Key words: hen egg yolk powder, agglomeration, technological properties, storage stability. ☒