

PRODUKCJA EKSTRUDOWANYCH ODŻYWEK DLA DZIECI

Magdalena Kręcisz¹, Agnieszka Wójtowicz¹, Anna Oniszcuk²

¹Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

²Uniwersytet Medyczny w Lublinie

Streszczenie. W niniejszej pracy omówiono podział żywności dla dzieci, przedstawiono surowce, dodatki oraz metody produkcji kaszek i kleików zbożowych. Obecne trendy pokazują większe zainteresowanie żywnością funkcjonalną, która nie wymaga długiego czasu przygotowania oraz daje określone korzyści zdrowotne. Kaszki i kleiki zbożowe są to produkty w postaci sypkiej, otrzymywane z mąki ryżowej, pszennej, kukurydzianej, owsianej lub gryczanej. W celu zwiększenia wartości odżywczej stosuje się do nich dodatki, między innymi takie jak: witaminy, susz owocowy, mleko w proszku. Szybkie do przygotowania kaszki zbożowe mogą być wytwarzane przy zastosowaniu instancyzacji lub techniki ekstruzji. Instancyzacja jest procesem długotrwałym, kosztownym, dlatego coraz więcej uwagi poświęca się ekstruzji, która jest wykorzystywana do wytwarzania szerokiego asortymentu produktów zbożowych. Ekstrudowane odżywki dla dzieci charakteryzują się odpowiednimi walorami organoleptycznymi i wysoką wartością odżywczą. Zawierają w pełni skleikowaną skrobię, dzięki czemu nie wymagają gotowania i mogą być podawane bezpośrednio po dodaniu mleka lub wody.

Słowa kluczowe: ekstruzja, odżywki dla dzieci, żywienie

WSTĘP

Obecnie w przetwórstwie spożywczym istotną rolę odgrywa produkcja żywności funkcjonalnej, fortyfikowanej i prozdrowotnej oraz żywności wygodnej, niewymagającej długiego czasu przygotowania. Producenci żywności wprowadzają na rynek produkty zawierające surowce roślinne oraz wartościowe dodatki, zapewniając dostarczenie do organizmu niezbędnych składników odżywczych. Zalicza się do nich między innymi preparaty przeznaczone do początkowego oraz dalszego żywienia niemowląt i małych

Adres do korespondencji – Corresponding author: Magdalena Kręcisz, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Katedra Inżynierii Procesowej, ul. Doświadczalna 44, 20-280 Lublin, e-mail: magdalena_krecisz@wp.pl

dzieci, a także środki spożywcze uzupełniające [Ustawa o bezpieczeństwie żywności i żywienia 2006].

Historycy zajmujący się dziedziną żywności zgadzają się z faktem, iż żywność dla dzieci i niemowląt, która dostępna jest dzisiaj na rynku, była produktem ubocznym europejskiej rewolucji przemysłowej. Pierwsza żywność dla dzieci, wyprodukowana na masową skalę, została wprowadzona na rynek przez ekspertów żywieniowych [Stevens i in. 2009]. W wiekach XVIII, XIX i XX postęp w dziedzinie chemii oraz utrwalania żywności znacznie przyczynił się do zmiany sposobu karmienia dzieci i niemowląt. W drugiej połowie XIX wieku zostały wprowadzone na rynek pierwsze produkty dla dzieci, które stanowiły substytut mleka matki i posiadały odpowiednią zawartość składników odżywczych, przede wszystkim białka, tłuszczu, witamin oraz składników mineralnych [Wickes 1953, Waszkiewicz-Robak i in. 2009].

Żywność dla niemowląt i małych dzieci jest zaliczana do żywności specjalnego przeznaczenia żywieniowego [Kalisz i in. 2006]. Przez środek spożywczy specjalnego przeznaczenia żywieniowego rozumie się produkt, który charakteryzuje się specjalnym składem bądź też sposób jego przygotowania zasadniczo różni się od sposobu przygotowania produktów spożywczych powszechnie stosowanych. Według informacji umieszczonej na etykietach, jest to wdrożony na rynek żywności produkt będący środkiem spożywczym z przeznaczeniem do zaspokajania specjalnych potrzeb żywieniowych [Ustawa z dnia 25 sierpnia 2006].

Jedną z metod umożliwiającą szybkie oraz wydajne przetworzenie materiałów roślinnych jest proces ekstruzji. Wytworzone tą metodą produkty charakteryzują się krótkim czasem przygotowania, czystością chemiczną i mikrobiologiczną, odpowiednią wartością składników odżywczych, a przede wszystkim są trwałe i gotowe do bezpośredniego spożycia [Wójtowicz 2007, Biller i in. 2010a, b, Hęś i in. 2010].

PODZIAŁ PRODUKTÓW ŻYWIENIOWYCH DLA DZIECI

Według Guy [2001], produkty zbożowe dla dzieci można podzielić na dwie kategorie: żywność dla niemowląt i żywność dla dzieci. Spotyka się również różne podziały rynku żywności dla dzieci, wśród których wymienić można kilka podstawowych grup produktów, takich jak: przetwory mleczne, czyli mleko początkowe oraz następne; przetwory bezmleczne, czyli takie, które powstają na bazie warzyw, owoców bądź mięsa, konserw lub soków; przetwory dla alergików; przetwory mieszane; herbatki typu instant; produkty uzupełniające, tj. herbatki przeznaczone dla kobiet w ciąży oraz karmiących piersią; gotowe dania przeznaczone dla dzieci powyżej pierwszego roku życia, a także soki dla dzieci [Kalisz i in. 2006, Kociszewski 2007].

Nieco inny podział żywności dla dzieci zawiera Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 17 października 2007 roku w sprawie środków spożywczych specjalnego przeznaczenia żywieniowego. Według tego dokumentu, wyróżnia się: preparaty do początkowego żywienia niemowląt, preparaty do dalszego żywienia niemowląt (mleko następne), środki spożywcze uzupełniające, do których zaliczane są produkty zbożowe przetworzone oraz inne środki spożywcze przeznaczone dla niemowląt i małych dzieci, środki spożywcze stosowane w dietach o ograniczonej zawartości energii, mające na celu redukcję

masy ciała oraz dietetyczne środki spożywcze specjalnego przeznaczenia medycznego [Rozporządzenie Ministra Zdrowia 2007].

Niektórzy rodzice pamiętają, a niektórzy być może jeszcze stosują tradycyjny, wymagający więcej uwagi i czasu sposób przygotowania dzieciom kaszy manny gotowanej z mlekiem. Obecnie sklepy oferują szeroką gamę błyskawicznych kaszek oraz produktów zbożowych dla niemowląt, których przygotowanie polega na odpowiednim połączeniu produktu z ciepłym mlekiem bądź wodą [Mościcki 2011].

Pierwszymi produktami uzupełniającymi dietę dzieci i niemowląt są łatwo przyswajalne kaszki i kleiki zbożowe, głównie bezglutenowe, stanowiące cenne źródło energii. W niektórych krajach już w 3.–4. miesiącu życia odstawia się dzieci od naturalnego karmienia, a w 4.–6. miesiącu życia dziecka zalecane jest podawanie kaszek i kleików jako środka, który zapobiega nietolerancji żywności [Ramirez-Jimenez 2003].

KONWENCJONALNY PROCES WYTWARZANIA ODŻYWEK

Konwencjonalny proces wytwarzania kaszek i kleików dla dzieci obejmuje wiele operacji technologicznych, tj.: przygotowanie surowców, odważanie, porcjowanie, mieszanie mąki z wodą, suszenie walcowe, rozdrabnianie do odpowiedniej granulacji oraz pakowanie.

Mąka kukurydziana, ryżowa, gryczana bądź owsiana, podstawowy składnik kaszek i kleików, zbadana przez laboratorium pod względem jakości oraz dopuszczona do produkcji, transportowana jest do stanowisk obróbki wstępnej. Mąka jest odważana i przechodzi przez oddzielnik magnetyczny oraz odsiewacz zanieczyszczeń. Tak przygotowany surowiec poddawany jest obróbce hydrotermicznej, na skutek której następuje denaturacja białek i skleikowanie skrobi. W kolejnym etapie odbywa się suszenie walcowe przygotowanej masy, mające na celu obniżenie zawartości wody w gotowym produkcie do poziomu, który zapewni szybką rehydratację produktu w czasie przyrządzania do spożycia, przy zachowaniu odpowiedniej trwałości przechowalniczej [Świdorski i in. 1998, Świdorski 1999, Wójtowicz 2008].

PRODUKCJA EKSTRUDOWANYCH ODŻYWEK

Nowoczesną metodą produkcji odżywek dla dzieci jest ekstruzja, która cieszy się rosnącą popularnością w przetwórstwie rolno-spożywczym [Mościcki i in. 2007]. Proces ekstruzji surowców skrobiowych, pozwalający na zwiększenie strawności wyrobów w wyniku wytworzenia mieszanin oligosacharydów, określa przydatność tej techniki w produkcji żywności dla dzieci [Mościcki 2011].

Ekstruzja jest procesem, który polega na wytłaczaniu materiału sypkiego pod dużym ciśnieniem (do 20 MPa) i w wysokiej temperaturze (do 200°C), co powoduje w produkcji istotne zmiany fizykochemiczne i jakościowe. W trakcie procesu następuje mieszanie, ogrzewanie oraz formowanie produktu o określonych właściwościach w zależności od zastosowanych parametrów wytwarzania [Yeh i in. 1999, Mościcki i in. 2007, Drożdż i in. 2010]. Proces ekstruzji przeprowadzany jest w urządzeniach zwanych ekstruderami,

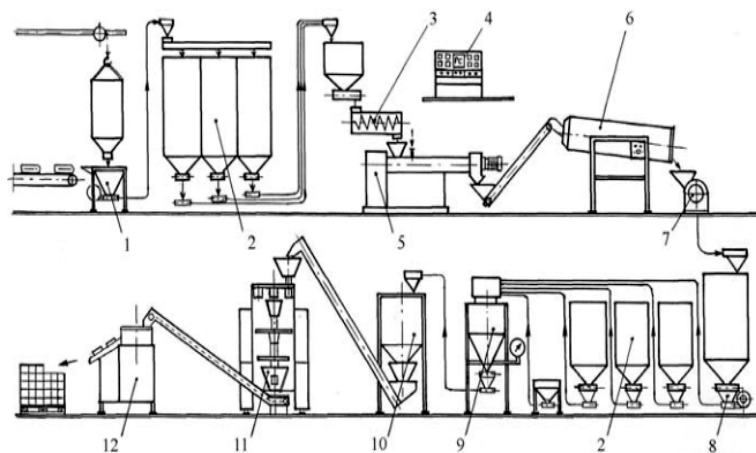
w których następuje obróbka ciśnieniowo-termiczna. Produkty, dzięki skleikowaniu skrobi, są wstępnie przygotowane, dzięki czemu wytworzony ekstrudat nie wymaga gotowania. Proces ekstruzji umożliwia stosowanie surowców o szerokim zakresie granulacji, zaczynając od mąki, a kończąc na całym ziarnie. Poprzez kombinację parametrów procesu oraz stosowanie różnorodnych receptur można otrzymać szeroką gamę produktów o znacznej trwałości [Wójtowicz 2008].

Wyróżnia się kilka faz procesu ekstruzji. W pierwszej fazie następuje wytworzenie homogennej masy z wybranych składników surowcowych. W tej fazie ślimak ekstrudera cechuje się dużym skokiem zwojnicy oraz relatywnie niewielkim stosunkiem średnicy rdzenia do średnicy ślimaka. W niektórych urządzeniach istnieje możliwość wprowadzania wody do miejsca zasilania. Daje to możliwość ułatwienia procesów termodynamicznych, regulacji cech reologicznych oraz ułatwienie przemian chemicznych w następnych fazach pracy ekstrudera. Kolejnym etapem po dokładnym wymieszaniu składników jest wytworzenie ciasta. W tej fazie zwoje ślimacznicy charakteryzują się coraz większym pochyleniem i zmniejsza się skok zwoju ślimaka. Wewnątrz cylindra powoli wzrastają temperatura i ciśnienie. W tym etapie można wprowadzić parę wodną lub wodę pod ciśnieniem od 0,5 do 1 MPa, jeżeli proces technologiczny tego wymaga. Pod koniec tej fazy ciasto stanowi plastyczną, jednolitą masę [Lusac i in. 2002, Michniewicz i in. 2002, Wójtowicz 2008]. Kolejny etap to gotowanie ciasta. Nachylenie ślimacznicy i skok ślimaka jeszcze bardziej się zmniejsza, a średnica rdzenia wzrasta. Ma to na celu dalszy wzrost ciśnienia i temperatury. W tym etapie ziarenka skrobi ulegają skleikowaniu, co prowadzi do zwiększenia chłonności wody oraz wpływa na lepkość kaszki po rozpuszczeniu w mleku lub wodzie, a także wpływa na strawność występujących w produktach składników. W zależności od parametrów procesu obserwuje się reakcje między cukrami, białkami i substancjami tłuszczowymi. Z reologicznego punktu widzenia masa ciasta przechodzi ze stanu plastycznego w stan wielkoelastyczny [Wójtowicz 2007]. Po wytłoczeniu gotowej masy przez dyszę ekstrudera następuje szybkie parowanie wody. Dzieje się tak, gdyż bardzo szybko obniża się ciśnienie i temperatura, przez co objętość produktu kilkakrotnie wzrasta. Gotowy produkt formowany jest przez dyszę, która może mieć różne kształty. Na końcu otworów dyszy umieszczone są noże, służące do dzielenia ekstrudatu na mniejsze kawałki o określonej długości. Poprzez zmianę parametrów w poszczególnych etapach procesu ekstruzji, a także przez zastosowanie systemów kontrolno-pomiarowych i dodatkowego wyposażenia ekstrudera, można skutecznie kontrolować i projektować jakość gotowego wyrobu. Ekstrudat, w porównaniu z produktem wyjściowym, posiada więcej łatwo przyswajalnych niskocząsteczkowych węglowodanów, które powstają podczas hydrolizy skrobi, a ich ilość zależy od zawartości wody, rodzaju użytego surowca oraz parametrów pracy ekstrudera, w tym szczególnie temperatury. Zastosowanie zbyt wysokiej temperatury może obniżyć wartość odżywczą ekstrudatów [Lusac i in. 2002, Ramirez-Jimenez i in. 2003, Wójtowicz 2007].

Przy całkowitym zautomatyzowaniu linii produkcyjnej w trakcie wytwarzania produktów ekstrudowanych uzyskuje się wyroby o wysokich parametrach higieniczno-sanitarnych. Urządzenia służące do produkcji odżywek dla dzieci mogą być wielorako wykorzystywane, między innymi do produkcji galanterii śniadaniowej, chrupków kukurydzianych, pieczywa chrupkiego. Instalacja jest łatwa w obsłudze, energooszczędna, relatywnie tania i nie wymaga licznej obsługi.

Najważniejszą częścią przemysłowej linii technologicznej do produkcji ekstrudowanych odżywek dla dzieci jest ekstruder jedno- bądź dwuślimakowy, którego zadaniem jest wytworzenie drobnych ekstrudatów. W kolejnym etapie surowiec jest suszony do wilgotności 5% i bardzo dokładnie rozdrabniany. Tak przygotowany produkt łączy się z innymi składnikami, po czym miesza i pakuje. Dzięki całkowitemu skomputeryzowaniu procesu produkcyjnego zachowane są stabilne parametry, a uzyskane produkty posiadają wymagane cechy jakościowe [Mościcki i in. 2007].

Kompleksowa instalacja przeznaczona do produkcji wieloskładnikowych, ekstrudowanych odżywek zbożowych przedstawiona jest na rysunku 1. Charakteryzuje się wydajnością około $300 \text{ kg}\cdot\text{h}^{-1}$. Linia technologiczna zużywa około $6 \text{ m}^3\cdot\text{h}^{-1}$ gazu ziemnego oraz od 100 do 150 kW energii elektrycznej. Łącznie z magazynami produktów i surowców instalacja potrzebuje około 200 m^2 powierzchni produkcyjnej. Wprowadzając trójzmienny system pracy, roczną produkcję szacuje się na poziomie 4,2 mln sztuk produktu zapakowanego w półkilogramowe paczki. Możliwe jest również uproszczenie linii i wykonanie jej na mniejszą skalę przy mniejszym zautomatyzowaniu, przez co zostają obniżone nakłady inwestycyjne. Istotny jest fakt, że poniesione nakłady w produkcji odżywek dla dzieci dość szybko procentują, jednak produkty muszą być wartościowe, atrakcyjne i bardzo starannie zapakowane, a przede wszystkim powinny być wytwarzane przy zachowaniu odpowiednich warunków higieniczno-sanitarnych. Dopasowując parametry pracy ekstrudera, można uzyskać wyroby o określonej lepkości, gęstości, szybkości hydratacji, zdolności absorpcji wody itp. [Mościcki 2011].



Źródło/Source: Mościcki 2011.

Rys. 1. Instalacja do produkcji wieloskładnikowych odżywek zbożowych: 1 – rozładunek, 2 – silosy, 3 – kondycjoner/mieszarka, 4 – pulpit sterowniczy, 5 – ekstruder, 6 – suszarka bębnowa, 7 – rozdrabniacz, 8 – transport pneumatyczny, 9 – waga dozująca, 10 – mieszarka ekstrudatów i komponentów, 11 – pakowarka, 12 – kartoniarka

Fig. 1. An installation for the manufacturing of precooked flour and multiingredient cereal baby food: 1 – unloading, 2 – silos, 3 – conditioner/mixer, 4 – control panel, 5 – extrusion-cooker, 6 – drum dryer, 7 – shredder/mill, 8 – pneumatic transporter, 9 – weight, 10 – mixer, 11 – packing machine, 12 – palletizer

Ekstrudaty mogą stanowić produkty gotowe do spożycia, a także półprodukty, które stanowią komponent innych wyrobów, tj.: teksturaty białkowe, chrupki, przekąski, pellety, płatki zbożowe, preparaty typu instant, odżywki dla dzieci, karmy dla zwierząt domowych (kotów, psów), wyroby cukiernicze, emulsje i pasty, pieczywo chrupkie [Mościcki i in. 2007, Christa 2009, Czerwińska 2009, Bogusz-Kaliś 2013, Gondek i in. 2013].

SKŁADNIKI STOSOWANE W PRODUKCJI EKSTRUDOWANYCH ODŻYWEK

Częstym zjawiskiem występującym wśród małych dzieci są alergie pokarmowe związane z występowaniem w produktach i przetworach zbożowych alergenu, jakim jest gluten. Gluten to inaczej frakcja białek zbóż pochodząca z grupy prolamin. Prolaminy występują w zbożach, tj.: żyto – sekalina, pszenica – gliadyna, owies – awenina, jęczmień – hordeina. Uważa się, że u około 10–25% osób, u których występuje alergia pokarmowa, przyczyną alergii jest uczulenie na gluten. Dlatego istotne jest, aby kaszki i kleiki dla dzieci były dostosowane również do grupy dzieci z alergią pokarmową, stąd też produkuje się je głównie z mąki kukurydzianej ryżowej lub gryczanej. Występują one w postaci sypkiej, zawierają łatwo przyswajalną skrobię, która stanowi źródło energii. Przygotowanie tego typu produktów jest łatwe i szybkie. Gotowe produkty wystarczy jedynie połączyć z odpowiednią ilością wody lub mleka [Wójtowicz 2007, Wójtowicz 2008, Mościcki 2013]. Ekstrudowane odżywki dla dzieci to przede wszystkim kaszki i kleiki zbożowe (ryżowe, kukurydziane, ryżowo-kukurydziane, wielozbożowe), mleczno-zbożowe, mleczno-owocowe z dodatkiem pełnego mleka w proszku, witamin, składników mineralnych, proszków owocowych itp. [Wójtowicz 2007, Ostrowska-Ligęza i in. 2012]. Omawiane produkty stosowane są do przygotowywania lekkostrawnych dań dla dzieci, w żywieniu rekonwalescentów, osób dorosłych i starszych, a także w żywieniu dietetycznym i niektórych schorzeniach metabolicznych. Ekstrudowane odżywki charakteryzują się polepszonymi właściwościami dietetycznymi, długim czasem przydatności do spożycia, mniejszym występowaniem związków antyżywniowych. Proces ekstruzji zapewnia kompleksową i pełną pasteryzację, pozwala na wyeliminowanie niepożądanych mikroorganizmów oraz zwiększa strawność poszczególnych składników [Christa 2009]. Zazwyczaj wprowadza się je do obrotu zapakowane w woreczki i umieszczone w atrakcyjnie wyglądających pudełkach [Guy 2001].

Produkty spożywcze często wzbogacane są składnikami odżywczymi. Ma to na celu zapobieganie oraz korygowanie niedoborów składników odżywczych wśród dzieci, młodzieży i osób dorosłych, a także zaspokojenie różnych gustów konsumentów. Do podstawowych produktów dodawanych do ekstrudowanych odżywek należą: mleko w proszku, suszone owoce, witaminy i składniki mineralne. Odżywki dla dzieci i niemowląt powinny być wytworzone z surowców charakteryzujących się wysoką jakością, tj. mało przetworzonych, naturalnych, pochodzących z kontrolowanych hodowli i upraw [Wójtowicz 2008, Cielecka i in.]. Ekstrudaty wzbogacane są w witaminy (C, A, D, E, K, niacynę), kwas pantotenowy, kwas foliowy, składniki mineralne (wapń, żelazo, cynk, magnez, miedź) [Kunachowicz i in. 2008, Waszkiewicz-Robak i in. 2009]. W USA w 1998 roku zaczęto wzbogacać mąkę w kwas foliowy. Miało to głównie na celu zapobieganie wystąpienia cewy nerwowej u noworodków. Niedobór witaminy D powo-

duże występowanie krzywicy szczególnie u dzieci, a szczególnie tych, które mieszkają na półkuli północnej. Na tej części kuli ziemskiej występuje mniejsze nasłonecznienie, szczególnie podczas okresu zimowego, dlatego też zmniejszona jest synteza witaminy D w skórze. W celu zapobiegania tej chorobie zaczęto uzupełniać mieszanki dla dzieci oraz mleko i jego przetwory witaminą D [Kunachowicz i in. 2008]. Lekarze i dietetycy od lat zalecają ograniczenie spożycia cukru, obecnie nawet w produktach dla dzieci zastępuje się sacharozę innymi substancjami słodzącymi. Do substancji dodatkowych zalicza się: poliolo, polidekstrozę, maltodekstrynę, inulinę. Do pierwszej grupy należą między innymi: ksylitol, mannitol, sorbitol, izomalt, maltitol, laktitol. Trzy kolejne to substancje wypełniające. Popularnym dodatkiem stosowanym najczęściej w produktach dla dzieci jest maltodekstryna, która cechuje się słabo wyczuwalnym słodkim smakiem. Z kolei inulina nie należy do substancji dodatkowych, jest za to naturalnym błonnikiem, cechuje się neutralnym smakiem i jest dobrze rozpuszczalna w wodzie, obecnie jest coraz częściej wykorzystywana w żywności funkcjonalnej [Błasińska i in. 2010]. Inne dodatki prozdrowotne to nutraceutyki, do których zalicza się między innymi: probiotyki i prebiotyki [Waszkiewicz-Robak i in. 2009]. Stopniowo przestaje się stosować sztuczne barwniki na korzyść barwników naturalnych. Firma GNT produkuje koncentraty barwiące EXBERRY[®], które pozyskiwane są z surowców jadalnych (warzyw, owoców i roślin strączkowych). Preparaty doskonale nadają się do barwienia przetworów mlecznych, słodczy, napojów i innych produktów. Tak zabarwione produkty na swojej etykiecie zawierają nazwy warzyw i owoców, z których pozyskano koncentrat [Anonim 2008]. Środki konserwujące oraz zabarwiające są używane w minimalnych ilościach bądź wcale. Większość z nich należy do organicznych i naturalnych, takich jak witamina E, rozmaryn [Kunachowicz i in. 2008, Waszkiewicz-Robak i in. 2009].

PODSUMOWANIE

Obecnie proces ekstruzji staje się coraz bardziej popularny wśród producentów żywności. Ekstruzja jest to proces przetwarzania materiału sypkiego pod wpływem wysokiego ciśnienia i wysokiej temperatury. W porównaniu do konwencjonalnych metod produkcji żywności proces ekstruzji pozwala na mniejsze straty surowca i ważnych w diecie składników odżywczych oraz zapewnia wysoką wydajność produkcji. Dzięki zachowaniu odpowiednich warunków procesu uzyskuje się żywność o poszukiwanych właściwościach i relatywnie niskiej cenie.

LITERATURA

- Anonim, 2008. Koncentraty barwiące EXBERRY firmy GNT w produktach spożywczych dla dzieci: Tak smakuje zdrowie! Przemysł Spożywczy i Gastronomiczny 7–8, 34–35.
- Biller E., Ekielski A., 2010a. Wpływ gryki i płatków owsianych na stopień brązowienia ekstraktów kukurydzianych. Badanie roztworów metanolowych. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 546, 35–40.

- Billar E., Ekielski A., 2010b. Wpływ gryki i płatków owsianych na właściwości przeciwtleniające ekstrudatów kukurydzianych. Badanie roztworów metanolowych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 546, 41–45.
- Błasińska I., Jeżewska M., Kulczak M., 2010. Koncentraty deserów instant z zamiennymi środkami słodzącymi. *Przemysł Spożywczy* 64(06), 28–31.
- Bogusz-Kaliś W., 2013. Alergeny w produktach i przetworach zbożowych. *Przegląd Zbożowo-Młynarski* 5, 2–4.
- Guy R., 2001. *Extrusion Cooking, Technologies and applications*. CRC Press Inc., Boca Ration, FL.
- Christa K., 2009. Ekspandowane i ekstrudowane wyroby zbożowe – definicje podstawowe i możliwości zastosowań. *Przegląd Zbożowo-Młynarski* 3, 12–13.
- Cielecka E., Dereń K., 2011. Jakość żywności dla niemowląt i małych dzieci. *Probl. Hig. Epidemiol.* 92(2), 187–192.
- Czerwińska D., 2009. Charakterystyka żywności bezglutenowej. *Przegląd Zbożowo-Młynarski* 4, 8–9.
- Drożdż W., Boruckowski T., Tomaszewska-Ciosek E., Boruckowska H., 2010. Określenie właściwości kapsulek ze skrobi ekstrudowanej pod kątem ich wykorzystania do unieruchamiania drożdży. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 557, 435–446.
- Gondek E., Jakubczyk E., Wieczorek B., 2013. Właściwości fizyczne bezglutenowego pieczywa chrupkiego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 574, 29–38.
- Heś M., Nadolna J., 2010. Ocena zawartości wybranych metali ciężkich w kaszkach błyskawicznych dla niemowląt i małych dzieci. *Nauka. Przyroda. Technologie* 4(2), 1–10.
- Kalisz S., Mitek M., 2006. Żywność dla najmłodszych. *Przemysł Spożywczy* 12, 20–23.
- Kociszewski M., 2007. Rynek żywności wygodnej w Polsce. *Przemysł Spożywczy* 10, 28.
- Kunachowicz H., Przygoda B., 2008. Wzbogacać żywność czy nie wzbogacać? *Przemysł Spożywczy* 8, 86–87.
- Lusac W., Rooney L., 2002. *Snack Foods Processing*. CRC Press LLC, USA.
- Michniewicz J., Obuchowski W., 2002. Możliwość oddziaływania na cechy produktu metodą ekstruzji. *Przegląd Zbożowo-Młynarski* 5, 19–20.
- Mościcki L., 2011. *Extrusion-Cooking Techniques: Applications, Theory and Sustainability*. Wiley-VCH Verlag & Co. KGaA, Weinheim
- Mościcki L., 2013. Ekstruzja w przetwórstwie rolno-spożywczym. Cz. II. Surowce stosowane w produkcji wyrobów ekstrudowanych. *Przegląd Zbożowo-Młynarski* 2, 6–8.
- Mościcki L., Mitrus M., Wójtowicz A., 2007. *Technika ekstruzji w przemyśle rolno-spożywczym*. PWRiL, Warszawa.
- Ostrowska-Ligęza E., Szulc K., Wirkowska M., Górska 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.
- Ramirez-Jimenez A., Guerra-Hernandez E., Garcia-Villanova B., 2003. Evolution of non-enzymatic browning during storage of infant rice cereal. *Food Chemistry* 83, 219–225.
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 17 października 2007 roku w sprawie środków spożywczych specjalnego przeznaczenia żywieniowego (Dz.U. z dnia 13 listopada 2007 r.).
- Stevens E.E., Patrick E.E., Pickler R., 2009. A History of Infant Feeding. *The Journal of Perinatal Education* 18, 32–39.
- Świdorski F., Waszkiewicz-Robak B. (red.), 1998. *Koncentraty zbożowe*. W: Towarzystwo Żywności Przetworczej. Wydawnictwo SGGW, Warszawa.
- Świdorski F. (red.), 1999. *Towaroznawstwo Żywności Przetworzonej*. Wydawnictwo SGGW, Warszawa.
- Ustawa z dnia 25 sierpnia 2006 roku o bezpieczeństwie żywności i żywienia (Dz.U. z 2006 r. nr 171, poz. 1225).

- Waszkiewicz-Robak B., Świdorski F., 2009. Nutraceutyki, dodatki prozdrowotne i bioaktywne składniki żywności. *Przemysł Spożywczy* 63(09), 38–40.
- Wickes I.G., 1953. A history of infant feeding. Part V. Nineteenth century concluded and twentieth century. *Archives of Disease in Childhood* 28/19, 501–422.
- Wójtowicz A., 2007. Ocena wybranych cech jakościowych ekstrudowanych zbożowych kaszek błyskawicznych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 4(53), 46–54.
- Wójtowicz A., 2008. Wpływ nawilżania surowców oraz parametrów procesu ekstruzji na wybrane cechy zbożowych kaszek błyskawicznych. *Acta Agrophysica* 11(2), 545–56.
- Yeh An.-I., Wu Tsai.-Quen, Jaw Yih.-Mon., 1999. Starch Transitions and their Influence on Flow Pattern During Single-Screw Extrusion Cooking of Rice Flour. *Food and Bioproducts Processing* 1(77), 47–54.

PRODUCTION OF EXTRUDED FOODS FOR CHILDREN

Summary. Current trends in food production show more interest in functional food that does not require a long preparation time and gives specific health benefits according to supplementation with pro-health components. Food manufacturers introduce products that contain plant materials and valuable additives, ensuring to provide the body with essential nutrients. Baby foods are often produced from gluten-free raw materials such as rice, corn, buckwheat and they are enriched with valuable nutrients, which are in accordance with nutrient requirements of young children. These products are intended for consumers suffering from food allergies and the partial disorders of the digestive system. The basic products being added to the extruded baby foods include milk powder, dried fruits, vitamins (C, D, A, E, K, niacin, folic acid) and minerals (calcium, iron, zinc, magnesium, copper). Nutrients for children and infants should be produced from raw materials characterized by high quality, natural, derived from controlled farming and cultivars. Market of baby food is divided into some groups of products such as dairy products, processed non-dairy food, instant teas, supplementary products, i.e. teas designed for pregnant and breastfeeding women, ready-made meals for children over 1 year of age, as well as juices for children. The conventional production of infant gruels requires a long time treatment of raw materials and is energy-consuming that is why increasingly the extrusion-cooking being used, that is simpler, faster and less expensive. Extrusion-cooking is a process that involves treatment of bulk material under high pressure (up to 20 MPa) and high temperature (up to 200°C), which results in significant changes in physicochemical characteristic of product and its quality. Extrusion-cooking technology is used in the food industry for the production of various types of food products, such as snacks, instant cereals, baby foods, breakfast cereals, texturized vegetable protein, crisp bread, etc. Through the combination of process parameters and the use of variety of recipes it can be received wide range of products with the desired properties. The material inside the extruder undergoes starch gelatinization so extrudates are already precooked and do not require additional cooking. Instant gruels produced by the extrusion-cooking are easy to prepare by mixing with water or milk at the right temperature and there are ready to serve the children. With a fully automated production line products obtained during the extrusion-cooking are characterized by improved digestibility, high hygienic quality, long storage time and inhibited antinutritional factors. By aligning the extrusion-cooking variable parameters it can be obtained products with a certain viscosity, density, water absorption and water solubility etc.

Key words: extrusion-cooking, baby food, nutrition