

MAREK GIBIŃSKI
JAROSŁAW KORUS
Katedra Technologii Węglowodanów
Akademia Rolnicza w Krakowie

Maltodekstryny jako skrobiowe zamienniki tłuszczu

Maltodextrins as starch-based fat replacers

Choroby układu krążenia, których przyczyną często jest nadmierna otyłość powodują, że poszukujemy rozwiązań w doborze i komponowaniu codziennej diety, ograniczając m.in. zawartość tłuszczu. Maltodekstryny otrzymane ze skrobi różnego pochodzenia (np. ziemniaczanej, kukurydzianej, tapiokowej, ryżowej, owsianej, czy grochu), mogą być użyte jako zamienniki tłuszczu. Ich zastosowanie pozwala na znaczne ograniczenie zawartości tłuszczu w żywności, sprzyjając zachowaniu właściwości sensorycznych i teksturalnych. Maltodekstryny mają wpływ na wilgotność żywności współdziałając z niektórymi jej składnikami (błonnik, gumy) i oddziałując na zdolności wiązania i zatrzymywania wody. Z drugiej strony mogą wpływać na skrócenie czasu przechowywania, czy wzrost poziomu skażenia mikroorganizmami. Stosowane w nadmiernych ilościach mogą nadawać żywności posmak skrobiowy. Ułatwieniem procedury wprowadzania maltodekstryn do żywności jest ich całkowite bezpieczeństwo żywnościowe oraz szerokie spektrum ich pochodzenia, właściwości i możliwości zastosowania.

Słowa kluczowe: hydrolizaty, maltodekstryny, nadwaga, otyłość, skrobia, zamienniki tłuszczu,

Blood circulation diseases, which are known to be frequently due to obesity, make us search for diets with a reduced content of lipids. Maltodextrins obtained from starch of various plant origin (potato, corn, tapioca, rice, oat or pea) may be successfully used as fat replacers. Their application greatly diminishes the content of lipid components in foodstuffs, at the same time making possible to remain textural and sensory characteristics of food. Maltodextrins have an influence upon food moisture, both by co-acting with some food components (fibre and gums) and by affecting the ability of water binding and retention. However, they can decrease the duration of food storage, and enhance the food susceptibility to infestation by microorganisms. Moreover, when applied in the excessive doses, maltodextrins can make the food have a starchy aftertaste. Nevertheless, both harmlessness of maltodextrins as food compounds, their availability and a broad spectrum of applications make these components very useful as fat replacers in foodstuffs industry.

Key words: hydrolizate, maltodextrin, overweight, obesity, starch, fat replacers

WPROWADZENIE

Otyłość powiązana jest przyczynowo z rozwojem choroby niedokrwiennej serca na podłożu miażdżycowym, cukrzyca insulinoniezależną, nadciśnieniem tętniczym, kamicą żółciową a także sprzyja rozwojowi raka trzonu macicy, jajników i sutka u kobiet oraz rakowi okrężnicy, odbytu i prostaty u mężczyzn. Jest także powodem zmian zwyrodnieniowych układu kostno-stawowego, a także powoduje zmniejszenie wentylacji płuc i po wielu latach może nawet być powodem rozwinięcia się zespołu sercowo-płucnego. Z tych względów otyłość stanowi problem zdrowotny i społeczny w krajach rozwiniętych gospodarczo, tym bardziej, że coraz częściej występuje u dzieci (Akoh 1998; Gronowska-Senger, 1995).

Dlatego wiele rządowych i pozarządowych organizacji zajmujących się problemami zdrowia i żywienia sformułowało rekomendacje w sprawie redukcji spożywanego tłuszczu (Giese, 1996; Jonem, 1999; Miller, 1996). Ustalono, że należy obniżyć spożycie tłuszczów ogółem poniżej 30% dziennego zapotrzebowania na energię, a podstawą dziennej racji pokarmowej mają być produkty niskotłuszczowe (Polski Consensus Tłuszczowy, 1996). Nasycone kwasy tłuszczowe powinny dostarczać do 10% energii, a spożycie cholesterolu nie powinno przekraczać 300 mg (Klisz, 1997). W skład tłuszczów pokarmowych wchodzi niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe i witaminy rozpuszczalne w tłuszczach. Minimalne spożycie tłuszczu przez dorosłego człowieka powinno zapewnić 15% energii dziennej racji pokarmowej (Ziemiański, 1996).

Ograniczenie spożycia tłuszczów może być realizowane na wiele sposobów, wśród nich wprowadzanie do żywności tzw. zamienników lub substytutów tłuszczu.

Stosowanie tych ostatnich rozwinęło się w ostatnich latach jako rezultat zapotrzebowania na żywność o obniżonej kaloryczności. W USA w 1995 roku rynek produktów niskokalorycznych szacowano na około 600 mln dolarów (Orthofer, 1995). Przesłanki ekonomiczne skłaniają producentów żywności do opracowywania technologii produkcji i wdrażania zamienników tłuszczu na coraz większą skalę.

TŁUSZCZ W ŻYWNOŚCI I MOŻLIWOŚCI JEGO ZASTĄPIENIA

Pierwszym krokiem w poznawaniu procesu zastępowania tłuszczu jest zrozumienie jego oddziaływania na zdrowie człowieka (Clark, 1994). Jako składnik żywności tłuszcz wpływa na sensoryczne właściwości, oddziałując na: smak, zapach, odczucie w jamie ustnej, kremistość, wygląd, smakowitość, teksturę, smarowność (Akoh, 1998; Giese, 1996). Będąc nośnikami związków smakowych i zapachowych, tłuszcze i oleje uwalniają i wzmacniają zapach innych składników, przyczyniając się do poprawy wrażenia doustnego, smarowności oraz tekstury. Temperatura topnienia tłuszczu ma wpływ na miękkość, kremistość i przeżuwalność żywności (Giese, 1996).

W produktach piekarskich tłuszcz współtworzy strukturę ciasta, która zatrzymuje powietrze podczas procesu mieszenia, a pozwala na wyrównane uwalnianie gazów i pary wodnej podczas pieczenia. Udział tłuszczu wpływa także na wygląd powierzchni poprzez nadanie połysku takich produktów jak przekąski, krakersy, słodycze i produkty smażone.

Od zawartości tłuszczu zależne są też technologiczne parametry procesów otrzymywania produktów oraz ich trwałość (Giese, 1996).

Z fizjologicznego punktu widzenia, tłuszcz to najbardziej skoncentrowane źródło energii, której dostarcza człowiekowi ponad dwa razy więcej niż węglowodany czy białka. Jest także źródłem niezbędnych kwasów tłuszczowych, prekursorów prostaglandyn, oraz rozpuszczalnych w nim witamin. (www.calorieconcil.com, Anonim, 1991; Giese, 1996; Singhal, 1991; Tyszkiewicz, 1992).

Istotne są również upodobania i tradycje żywieniowe konsumentów, którzy często niechętnie aprobują zmiany w doznaniach sensorycznych przy spożywaniu żywności o obniżonej zawartości tłuszczu. Te funkcje i właściwości tłuszczu sprawiają, że praktycznie nie istnieje w chwili obecnej żaden zamiennik, mogący całkowicie samodzielnie go zastąpić (Akoh, 1998; Anonim, 1991; Anonim, 1992; Roller 1996; Tyszkiewicz, 1992; Yackel, 1992).

RODZAJE ZAMIENNIKÓW TŁUSZCZU

Badania nad opracowaniem zamienników tłuszczu zmierzają w dwóch kierunkach. Pierwszy rodzaj zamienników to mikromolekuły, które fizycznie i chemicznie przypominają triacyloglicerole i teoretycznie mogą zastąpić tłuszcz na zasadzie gram za gram, określa się je jako zamienniki oparte na tłuszczach (Mattes, 1998). Produkowane są głównie na drodze enzymatycznej modyfikacji z tradycyjnych tłuszczów i oleju, większość pozostaje trwała podczas gotowania i smażenia. Drugą grupę stanowią tak zwane **fat mimetic** — naśladownik tłuszczu. Substancje te imitują sensoryczne i fizyczne właściwości tłuszczu, ale nie mogą zastąpić tłuszczu na zasadzie gram za gram. **Fat mimetic** — to głównie zamienniki oparte na węglowodanach lub białkach (Akoh, 1998; Jonem, 1999; Mattes, 1998; Schmidt, 1993). **Fat mimetic** winien przypominać ważne gęstościowo-absorbcyjne i poślizgowe właściwości tłuszczu. Ponieważ żaden z zamienników tłuszczu nie będący pochodną tłuszczu nie spełnia powyższych wymagań, konieczne staje się użycie kombinacji substancji, które mogą przybliżyć takie właściwości.

Większość zamienników tłuszczu w produktach takich jak dressingi oparta jest na prostym jednoskładnikowym systemie, gdzie w celu zastąpienia tłuszczu używa się pojedynczego hydrokoloidu lub kombinacji hydrokoloidów.

W bardziej skomplikowanych produktach, takich jak lody, używa się trzyskładnikowego systemu, składającego się z hydrokoloidu, rozpuszczalnego wypełniacza i mikrocząsteczkowego materiału (Glicksman, 1991).

Składnik hydrokoloidowy zapewnia smarowność. Tworzą go głównie skrobie rozpuszczalne w wodzie i/lub pęczniejące, które w żywności stwarzają efekt płynności podobny do tłuszczu.

Rozpuszczalny wypełniacz uzyskuje się z różnych uwodnionych skrobiowych hydrolizatów, polidekstrozy, hydrokoloidów o niskiej gęstości. Wypełniacze wpływają na ocenę żywności naśladując efekty sensoryczne tłuszczu. Stwarzają zatem możliwość percepcji niskotłuszczowej żywności jako żywności bogato tłuszczowej (Glicksman, 1991).

Mikrocząsteczki dostarczają gładkości i płynności systemowi zamiennika, poprawiając „tłustą percepcję” żywności. Zwykle są nierozpuszczalne; o średnicy mniejszej niż 3 nm, dzięki czemu stają się nieodczuwalne przez receptory znajdujące się na języku. Należą do nich mikrokrystaliczna celuloza, białka jaj, serwatki i mleka, drożdżowy ekstrakt zawierający β -glukany o wymiarach cząstek 2–5 nm.

Selektywny dobór tych trzech składników umożliwia stworzenie wysokiej jakości niskotłuszczowych produktów (Glicksman, 1991). Surowcem wyjściowym do otrzymywania zamienników tłuszczu są głównie białka i węglowodany. Te ostatnie reprezentowane są głównie przez skrobię i jej modyfikowane pochodne (tab. 1–6).

Tabela 1

Skrobiowe zamienniki tłuszczu produkowane ze skrobi kukurydzianej
Maize starch based fat replacers

Zamiennik/ Producent Replacer / Producer	Kompozycja Composition	Właściwości Properties	Zastosowanie Applications	Literatura References
1	2	3	4	5
Amalean I American Products Company	Skrobia modyfikowana wysokoamylozowa Modified high- amylose starch	8% trwały żel o kaloryczności 1,3 kJ/g zastępuje 100% tłuszczu. Toleruje wysoką temp., kwasy i działanie sił ścinających. Stosowany do żywności wymagającej przezroczystych past 8% gel, calorific value of 1.3 kJ/g replaces 100% of fat. Tolerant to high temperature, acids and coagulation. For food requiring transparent pastes.	Serki, kwaśna śmietana, płynne i gęste dresingi, kiełbaski, wypełnienie do ciastek, pieczywo, serniki, niskotłuszczowe ciastka, produkty mrożone Various kinds of cream cheese; thin and thick dressings; sausages; dough filling; bread; cheese cakes; low-fat cakes; frozen products	Altschul, 1993 Best, 1990 Duxbury, 1992 Giese, 1996, Słowińska, 1999
Amalean Instant II jw. As above	jw. As above	jw. As above	Zupy, dresingi do sałatek, desery, produkty piekarskie, sosy do mięs, polewy, smarowne sery Soups; salad dressings; desserts; baker's products; sauces; icings; spreading cheese	Bradley, 1997 Roller, 1996 Toma, 1997
Lycadex 200 Roquete, Francja	Maltodekstryna kukurydziana Maize maltodextrin	Dostarcza połysku, przyczynia się do wzrostu objętości Gives sheen, enlarges the volume	Do zastępowania tłuszczu płynnych To replace liquid fat	Anonim, 1999 Jonem, 1999 Roller, 1996
Rodzina Maltrin w tym Maltrin M040, M100, M150, M180 Grain Processing Corp. Muscatine,	Maltodekstryny o różnym DE: / Maltodextrins of various DE: M040 - 4-7, M100 - 9-12, M150 - 13-17, M180 - 16,5 – 19,5,	Rozpuszczalne w zimnej wodzie, w pełni rozkładane przez organizm. Użycie zamiennika może zredukować ilość tłuszczu do 46% Soluble in cold water, full decomposition. Can reduce fat content to 46%.	Przekąski, produkty piekarskie, słodczyce, produkty mleczne, dresingi do sałatek, produkty do smarowania pieczywa, mrożone desery, produkty mięsne, produkty rybne, z drobiu Hors d'oeuvres; baker's, dairy, meat, fish, chicken and bread spreading products; salad dressings; sweets (candy); frozen desserts	Alexsander, 1995 Bowes, 1993 Fanta, 1995, Jones, 1999 Lucca, 1994, Shemer, 1992

1	2	3	4	5
N-Lite B National Starch &Chemical Company	Maltodekstryna ze skrobi woskowej Maltodextrin wax starch	Kaloryczność 9,6 kJ/g Calorific value of 9.6 kJ/g	Produkty piekarskie Baker's products	Walter, 1993
N-Lite S dawniej N-Lite L jw	Skrobia modyfikowana woskowa Modified wax starch	Odporny na pasteryzację, UHT i procesy aseptyczne, może zastąpić do 100% tłuszczu Resistant to pasteurization, UHT and aseptic processes, can substitute up to 100% of fat	Do żywności o konsystencji płynnej przygotowanych w temp. pow. 70°C (dresingi, zupy, sosy), zupy odgrzewane w mikrofalówkach For food of liquid consistency, prepared at temperature >70°C (dressings, soups, sauces), soups heated in microwave cookers	Walter, 1993
N-Lite SP dawniej N- Lite LP jw. As above	Skrobia modyfikowana Modified starch	Oleisty bez smaku o doskonałej lepkości w produktach płynnych Oily, no taste, perfect viscosity in liquid products.	Stosowana do żywności o konsystencji płynnej przygotowywanych w niskich temperaturach np. sosy, suche mieszanki zup, płynne dresingi For food of liquid consistency, prepared at low temperatures, e.g. sauces, dry soup mixtures, liquid dressings	Bowes 1993, Byrne 1992 Duxbury 1992 Hewitt 1993
Novelose jw. As above	Maltodekstryna z mieszaniców wysoko amylozowej kukurydzy; zawartość skrobi odpornej RS min. 15% Maltodextrin from highly amylosed maize hybrids; 15% content of RS resistant starch	Kaloryczność 11,5 kJ/g, neutralny smak, biały kolor. Mała zdolność chłonięcia wody, częściowo rozpuszczalny. Przed użyciem musi być częściowo skleikowany. Redukuje do 20% tłuszczu Calorific value of 11.5 kJ/g, neutral taste, white. Low ability to adsorb water, partially soluble. Requires pasting before use. Can reduce to 20% of fat	Produkty ekstrudowane, produkty piekarskie, makarony, snaki, produkty zbożowe wzbogacane w błonnik Extruded and baker's products; pasta; snacks; cereal products enriched with cellulose	Bradley 1997, Górecka 1999
Optagrate, Optamist Opta Food Ingredients Inc.,	Fizycznie modyfikowana skrobia o dużej zawartości amylazy Physically modified starch of high amylose content	Doskonała stabilność w różnych warunkach przechowywania, odporny na ciepło i kwasy, zmieniają teksturę przez kontrolowanie zawartości wody Perfect stability at different storage conditions; resistant to heat and acids; changing of texture by controlling of water content	Fermentowane produkty mleczne, sery, mrożone desery, śmietany do sałatek, produkty do smarowania pieczywa o dużej zawartości wody Fermented dairy products; cheese; frozen desserts; salad creams; high-water products for spreading bread	Duxbury, 1992, Murray, 1995, Rudolph, 1997
Pure-Gel-990 Grain Processing Corporation Avebe American Inc.	Skrobia modyfikowana Modified starch	Łatwo ulegają hydratacji. Powodują wzrost stabilności sosów, redukują do 50% tłuszczu Hydratable, increases stability of sauces, reduces to 50% of fat.	Sosy, produkty do smarowania pieczywa, polewy, kielbaski, szynka i inne Sauces; bread spreading products; icings; sausages; ham, and others	Roller, 1996, Song, 1995

c.d. Tabela 1

1	2	3	4	5
Star-Dri A.E. Staley Manufacturing Company	Aglomerowana maltodekstryna ze skrobi woskowej Agglomerated maltodextrin from wax starch	Brak danych No data	Produkty piekarskie, napoje, sosy, produkty mleczne, dresingi do sałatek, zupy Baker's and dairy products; sauces; drinks; salad dressings; soups	Fortuna, 2000
Stellar, Instant Stellar A.E. Staley Manufacturing Company	Skrobia hydrolizowana kwasem Acid-hydrolyzed starch	Zamienia 60 – 100% tłuszczu, prawie nierozpuszczalna, tworzy krem o kaloryczności 4,2kJ/g, stabilny w szerokich zakresach temp. i pH Substitutes 60-100% of fat. Rather insoluble, cream consistency, calorific value of 4.2 kJ/g, stable at broad spectrum of temperature and pH.	Produkty piekarskie, polewy, nadzienia, sosy, produkty mleczne, dresingi do sałatek, sery, zupy, słodczyce, desery mrożone, produkty mięsne, produkty do smarowania pieczywa Baker's, dairy and meat products; icings; salad dressings; cheese; soups; stuffing; sweets (candy); frozen desserts; bread spreading products	Glicksman, 1991 Harris, 1993 Jones, 1999, Pszczola, 1991 Stanton, 1996

Tabela 2

Skrobiowe zamienniki tłuszczu produkowane ze skrobi tapiokowej
Tapioca starch based fat replacers

Zamiennik/ Producent Replacer / Producer	Kompozycja Composition	Właściwości Properties	Zastosowanie Applications	Literatura References
1	2	3	4	5
N-Lite D National Starch &Chemical Company, Food Product Division	Skrobia modyfikowana Modified starch	Duża stabilność, specyficzne właściwości topnienia na języku, odporny na procesy UHT, pasteryzację, homogenizację, stabilny pow. 65°C, dobrze rozpuszczalne w wodzie High stability, specific melting properties on tongue; resistant to: UHT processes, pasteurization and homogenization; stable at temperature >65°C; highly soluble in water	Produkty mleczne, napoje, puddingi, lody Dairy products; drinks puddings; ice-cream	Bowes, 1993 Duxbury, 1992 Hewitt, 1993 Walter, 1993
N-Oil, Instant N-OIL, Instant N-Oil II jw. As above	Dekstryna Maltodekstryna Dextrin Maltodextrin	Odporne na wysoką temperaturę, kwasy i siły ścinające, kaloryczność 5,0 kJ/g Resistant to high temperature, acids and coagulation. Calorific value of 5.0 kJ/g.	Słodczyce, zupy, mrożone desery, dresingi do sałatek, produkty typu kwaśna śmietana, jogurty, sosy Sweets (candy); soups; frozen desserts; salad dressings; sour cream; yoghurts; sauces	Alexander, 1995 Glicksman, 1991 Jones, 1999 Miller, 1996

c.d. Tabela 2

1	2	3	4	5
Slenderlean jw. As abave	Skrobia modyfikowana Modified starch	Brak danych No data	Produkty mięsne, kielbaski, burgery Meat products; sausages; burgers	Lucca, 1994 Sanchez, 1995 Schenk, 1992
Sta-Slim 150 Sta-Slim 151 A.E. Staley Manufacturing Comp.	Skrobia modyfikowana (instant), Skrobia modyfikowana (poddana gotowaniu) Modified starch (instant), Modified starch (boiled)	Wpływają na teksturę, wrażenie doustne oraz polepszają właściwości tłuszczów pozostałych w produktach. Przed użyciem należy je poddać gotowaniu. Effects upon texture and flavour. Improves properties of fats remaining in products. Requires boiling before use	Produkty piekarskie, sosy, produkty mleczne, desery, dresingi do sałatek, zupy Baker's and dairy products; sauces; desserts; salad dressings; soups	Alexander, 1995 Bowes, 1993 Glicksman, 1991 Lucca, 1994 Rudolph, 1997 Warner, 1997
Tapi [®] Zumbro Inc., Hayfield	Maltodekstryna Maltodextrin	DE poniżej 3, duża zdolność wiązania wody, daje termoodwracalne żele odporne na siły ścinające i odparowanie DE below 3, high ability to adsorb water, gives thermoreversible gels resistant to coagulation and evaporation	Sery, śmietana, mleczne sosy do namaczania, sosy serowe, produkty do smarowania pieczywa, mrożone desery i jogurt, majonezy, sosy do mięs, napoje Cheese; sour cream; milk and cheese sauces; frozen desserts, yoghurts; mayonnaise; sauces to meat; drinks; bread spreading products	Zumbro, 1998
Tapiocaline Tipiak Inc.	Skrobia modyfikowana Modified starch	Kaloryczność 15,0 kJ/g, ograniczona odporność termiczna, słabo rozpusz. Duża zdolność wiązania wody Calorific value of 15.0 kJ/g, limited thermic resistance, low solubility. High ability to adsorb water.	Produkty mięsne, bardzo dobra w produkcji kielbas; gotowe posiłki, sosy, produkty mleczne Meat and dairy products; sauces; ready-to-use meals; excellent for making sausages.	Bowes, 1993 Hart, 1993 Mleko, 1994

Tabela 3

Skrobiowe zamienniki tłuszczu produkowane ze skrobi ziemniaczanej
Potato starch based fat replacers

Zamiennik /Producent Replacer / Producer	Kompozycja Composition	Właściwości Properties	Zastosowanie Applications	Literatura References
1	2	3	4	5
C [®] Pur 01096 C [®] delight MD 01970 Cerestar Application Center Food	Maltodekstryna Maltodextrin	20% roztwór zamiennika tworzy stałe masłowate termoodwracalne żele, odporne na mieszanie, ogrzewanie, homogenizację, UHT, kaloryczność 16 kJ/g optymalna tekstura w temp.85°C 20 % solution makes stable thermoreversible gels, resistant to stirring, heating, homogenization and UHT; calorific value of 16 kJ/g; optimum texture at 85°C	Dresingi do sałatek, sosy, lody, margaryna, produkty mięsne Salad dressings; sauces; ice-cream; margarine; meat products	Bowes. 1993, Cerestar. 1996, Lawson. 1992, Roller. 1996

1	2	3	4	5
Lycadex 100 Roquette, Francja	Maltodekstryna Maltodextrin	Stosowany tam, gdzie konieczna jest niska koncentracja, smarowna tekstura, tworzy miękkie żele Useful if low concentration and spreading texture are necessary; gives soft gels	Zastępowanie tłuszczu stałych, produkty do smarowania pieczywa, dresingi, lody, produkty piekarskie To replace hydrogenated fats; bread spreading products; dressings; ice-cream; baker's products.	Bowes, 1993 Roller, 1996
Paselli SA2, Paselli Excel Avebe American Inc.	Maltodekstryna Maltodextrin	Niska lepkość, odporny na zamrażanie/rozmarżanie, procesy mikrofalowe, ogrzewanie konwencjonalne. Wykazuje znakomitą smarowność. Low viscosity, resistant to: freezing/defrosting, microwave processing and conventional heating. Excellent spreading.	Dresingi sosy, produkty do smarowania pieczywa, mrożone desery, polewy, ciastka, wypełnienie typu maślanego. Dressings; sauces; bread spreading products; frozen desserts; icings; cakes; milk-type filling	Alexander, 1995 Harkema, 1991 Kearsley, 1995 McAuley, 1994
SHP	Maltodekstryna Maltodextrin	DE 5-8, rozpuszczalna w wodzie do stężenia 30%, formuje miękkie smarowne termoodwracalne żele, topniejące w ustach, nadaje kremistą teksturę. DE 5-8, water-soluble to concentration of 30%; gives soft, spreading and thermoreversible gels; melting in mouth; makes cream-type texture	Dresingi, produkty do smarowania pieczywa, kiełbaski, pasztety, słodycze, desery mrożone, majonezy. Dressings; bread spreading products; sausages; pies; sweets (candy); frozen desserts; mayonnaise.	Richter 1976 a, 1976 b Schenk, 1993
Sta-Slim 142 Sta-Slim 143 A.E. Staley Manufacturing Company	Skrobia modyfikowana (instant), Skrobia modyfikowana (poddana gotowaniu) Modified starch (instant), Modified starch (boiled)	Wpływają głównie na teksturę, wrażenie doustne, nie wiążą całkowicie wody. Kaloryczność ok.17 kJ/g Effects upon texture and flavour. Water adsorption highly limited. Calorific value of approx. 17 kJ/g.	Produkty piekarskie. Sosy, produkty mleczne, sałatek, zupy Baker's and dairy products; sauces; desserts; salad dressings; soups.	Alexander, 1995 Altschul, 1993 Glicksman, 1991 Jones, 1999

SKROBIE MODYFIKOWANE — MALTODEKSTRYNY

Skrobie stosowane w produkcji żywności najczęściej modyfikuje się chemicznie lub enzymatycznie. Skrobie modyfikowane chemicznie stanowią największy udział na rynku skrobi modyfikowanych. Ich otrzymanie polega w większości przypadków na depolimeryzacji cząsteczki skrobi za pomocą kwasów lub alkaliów, a także kombinacji wielu typów reakcji chemicznych najczęściej utleniania, estryfikacji czy eteryfikacji (Fortuna, 2000; Tomasiak, 2000).

Szczególnym przypadkiem skrobi modyfikowanych są maltodekstryny — powstające w wyniku częściowej hydrolizy skrobi, zwłaszcza poprzez jej upłynnienie bakteryjną α -amylazą, rozkładającą wiązania α -1,4 glikozydowe.

Skrobiowe zamienniki tłuszczu produkowane ze skrobi ryżowej
Rice starch based fat replacers

Zamiennik /Producent Replacer /Producer	Kompozycja Composition	Właściwości Properties	Zastosowanie Applications	Literatura References
1	2	3	4	5
Remyline, Remygel Remy Industries S.A. Leuven, Belgia/ A&B Ingredients Inc.	Remyline – skrobia z woskowych mieszanców ryżowych w stosunku amylopektyny do amylozy 98: 2 Remygel – woskowa modyfikowana skrobia ryżowa Romyline – starch from wax rice hybrids; amylopectin : amylose ratio 98 : 2. Remygel – modified wax rice starch.	Dobrze adsorbują i stabilizują wodę, wytrzymują temperaturę sterylizacji, cykle zamrażania i rozmrężania. Wartość kaloryczna ok.17 kJ/g. Jeden gram skrobi zastępuje 4–5g tłuszczu. Good water adsorption and stabilizing, resistant to: sterilization temperature, freezing and defrosting cycles. Calorific value of approx. 17 kJ/g. One gram of starch substitutes 4-5 g of fat.	Produkty mleczarskie, żywność dla dzieci, sosy, zupy, dresingi do sałatek, majonez, produkty piekarskie, margaryny, żywność mrożona, lody, produkty mięsne Baker's, dairy and meat products; food for children; sauces; soups; salad dressings; mayonnaise; margarine; frozen foods; ice-cream.	Alexander, 1995 LaBell, 1991
Rice [®] Trim 3 Complete Rice [®] Trim 10 Complete Rice [®] Trim 18 Complete Rice [®] Trim 10 Rice [®] Trim 18 Rice [®] Trim Complete 3 Zumbro Inc.	Skrobie hydrolizowane Hydrolyzed starchs	Całkowicie trawiony, wartość kaloryczna 1 g 25% żelu wynosi 4 kJ/g Entirely digestible. Calorific value of one gram of 25% gel is 4 kJ/g	Produkty piekarskie, składniki do produktów piekarskich, produkty śniadaniowe typu płatki itp., żywność dla dzieci, sosy, produkty mleczne, produkty mięsne, rybne oraz z drobiu, dresingi do sałatek, serki do rozsmarowywania Baker's, dairy, meat, fish and chicken products; components to baker's products; breakfast products (e.g. corn flakes); salad dressings; cream cheese.	Bowes, 1993 Giese, 1996 Pszczola, 1991 Zumbro, 1998 a
Starch Plus SPR California Natural Products	Skrobia naturalna Natural starch	Posiada duże pozostałości białka przy braku błonnika i tłuszczu. Odporny na cykle rozmrężania/ zamrażania, dobrze rozpuszczalny w wodzie High content of residual protein, no cellulose, no fat. Resistant to freezing/defrozing; highly soluble in water.	Produkty piekarskie Baker's products.	[Juttelstad 1994]
Starch Plus SPW – LP California Natural Products	Skrobia o dużej zawartości amylopektyny Starch with high content of amylopectine	Łatwo się miesza, ma dobra stabilność na zamrażanie/ rozmrężanie, często używana w połączeniu z karawanem Easy to stir, resistant to freezing/defrosting; often used in combination with carragen	Produkty mrożone Frozen products.	Bowes, 1993 Juttelstad, 1994

1	2	3	4	5
Superbase Exscelson	Mixture of hydrolyzed rice, concentrate of whey proteins and xanthan gum	Doskonały nośnik związków smakowo-zapachowych, wartość kaloryczna 17 kJ/g. Łatwo rozprowadzana w wodzie i gazach. Duża stabilność na cykle zamrażania i rozmrażania Excellent carrier of taste-flavour compounds. Calorific value of 17 kJ/g. Easily dissolved in water and gases. High stability at freezing/defrosting	Puddingi, szejki, dresingi, niskotłuszczowe kielbaski, zupy kremowe, sery Puddings; shakes; dressings; low-fat sausages; cream soups; cheese.	Duxbury, 1990 Jones, 1999 Lucca, 1994

Znany już od XIX w. termin maltodekstryna na szerszą skalę został użyty w 1950 roku, aby opisać oligosacharydy, zawierające glukozę połączoną wiązaniami α -1-4 glikozydowymi, wliczając maltozę, maltotriozę, maltotetrozę, maltopentozę i wyższe oligosacharydy (Schenk, 1992). Obecnie maltodekstryny definiowane są jako skrobie pochodzenia roślinnego poddane częściowej hydrolizie enzymatycznej o równoważniku glukozowym (DE) poniżej 20 (Roller, 1996).

Często maltodekstryny nazywa się skrobiowymi produktami hydrolizowanymi lub w skrócie SHP (starch hydrolysis products) (Richter, 1976 a, 1976 b). Skrobiowe produkty hydrolizowane, to termin używany w bardzo szerokim znaczeniu do opisanego mieszaniny oligosacharydów i monosacharydu — glukozy — otrzymanych na drodze kwasowej lub enzymatycznej degradacji skrobi. Zgodnie z tą definicją maltodekstryny i syropy skrobiowe zaliczane są do SHP.

Według Grupy Ekspertów Skrobiowych (STEX), maltodekstryna jest wytwarzana przez częściową hydrolizę skleikowanej skrobi spożywczej, za pomocą kwasów dopuszczonych do stosowania w przemyśle spożywczym i/lub enzymów (Roller, 1996).

Podstawową właściwością opisującą maltodekstryny jest równoważnik glukozowy — DE (dextrose equivalent), który jednak nie charakteryzuje oligosacharydowego spektrum hydrolizatów. Identyczna wartość DE dwóch różnych hydrolizatów nie świadczy automatycznie, że mają one identyczny skład cząsteczkowy. W 100 stopniowej skali, DE skrobi wynosi 0, a glukozy 100.

Maltodekstryny, których wartość równoważnika glukozowego (DE) zawiera się w przedziale DE = 7–10 — to maltodekstryny niskoscukrzne, o DE do 15 — to maltodekstryny średnoscukrzne. DE do 20 oznacza maltodekstryny wysokoscukrzne. Wszystkie one mają postać białego proszku o zawartości wody do 6%, dzięki czemu są dogodne w stosowaniu (Fortuna, 2000). Wraz ze wzrostem DE maltodekstryny charakteryzują się lepszą rozpuszczalnością w wodzie oraz bardziej słodkim smakiem. Rozpuszczone w wodzie dają przezroczyste lub opalizujące roztwory, nie ulegające retrogradacji, z tłuszczami tworzą też emulsje, w znaczny sposób wiążące wodę (Anonim, 1991).

Fizykochemiczne właściwości maltodekstryn zmieniają się zależnie od stopnia skuczenia. Hydroliza enzymatyczna jest bardziej selektywna, co przy właściwym doborze enzymów i parametrów reakcji umożliwia otrzymanie maltodekstryn o zróżnicowanych właściwościach. Proces ten w porównaniu z hydrolizą kwasową przebiega w łagodniejszych warunkach temperatury, pH, ciśnienia (Anonim, 1990 a; Anonim, 1990 b).

Tabela 5

Skrobiowe zamienniki tłuszczu produkowane ze skrobi owsianej
Oats starch based fat replacers

Zamiennik/ Producent Replacer/ Producer	Kompozycja Composition	Właściwości Properties	Zastosowanie Applications	Literatura References
Oatrim Quaker Oats Company	Enzymatycznie hydrolizowana mąka owsiana Enzymatically hydrolyzed oat flour	Odporny na ciepło, silnie chłonie wodę, wytrzymuje odparowanie oraz krótkie pobyty w wysokiej temperaturze. Jest nie odporny na smażenie. Kaloryczność 4,0 kJ/g, zawiera nawet do 25% β - glukanów Resistant to heat; good water adsorption; tolerant to evaporation and short exposure to high temperatures. Not resistant to frying. Calorific value of 4.0 kJ/g. Contains up to 25% of β -glucans.	Produkty piekarskie i składniki do produktów piekarskich, przekąski, sosy, produkty mleczne, produkty mięsne, produkty rybne i produkty z drobiu, dresingi do sałatek, zupy, produkty do smarowania pieczywa Baker's, dairy, meat, fish and chicken products; components to baker's products; snacks; sauces; salad dressings; soups; bread spreading products	Akoh, 1998 Baure, 1993 Anonim, 1996 Inglett, 1991 Inglett, 1994 Miller, 1996
Trim Choice A.E. Staley Manufacturing Co.	Zhydrolizowana mąka owsiana o DE = 5 oraz z 5% zawartością β -glukanu Hydrolyzed oat flour, DE=5, 5% content of β -glucans	Brak danych No data	Dresingi sałatkowe, majonezy, produkty mięsne, produkty piekarnicze, ciastkarskie, lody, napoje, sosy, zupy, sery, margaryny, żywność dietetyczna, produkty rozsmarowujące się, żywność dla zwierząt domowych Salad dressings; mayonnaise; baker's and meat products; cakes; ice-cream; drinks; sauces; soups; cheese; margarine; dietetic food; spreading products; food for domestic animals	Fortuna, 2000

Komercyjnie produkowane maltodekstryny obecne na rynku mają zbliżony skład i w konsekwencji podobne właściwości zastępujące tłuszcz. Różnice w tych własnościach tłumaczone są głównie jako efekt odmiennej struktury chemicznej skrobi (tab. 1–6). Zarówno amyloza jak i amylopektyna odgrywają ważną rolę w oddziaływaniu na funkcjonalne właściwości maltodekstryn. Dlatego też rozmiar i ukształtowanie

przestrzennej struktury molekuł w maltodekstrynach ma wpływ na naśladowcze właściwości tłuszczu (Roller, 1996). Z badań przeprowadzonych na zamiennikach tłuszczu wynika, że ciężar cząsteczkowy nie ma większego znaczenia w kontekście substytucji tłuszczu (Roller, 1996).

Maltodekstryny są jednorodnym materiałem używanym jako pozbawiony słodczy nośnik związków smakowo-zapachowych oraz jako wypełniacz niewpływający niekorzystnie na właściwości fizykochemiczne produktu, a także niewywierający niepożądanych efektów w organizmie (Roller, 1996).

Obecność maltodekstryn o DE do 20 nie wpływa w sposób znaczący na takie procesy i parametry jak: reakcje brązowienia, punkt krytyczny zamrażania, hydrofobowość, słodkość, rozpuszczalność, osmotyczność, gęstość, zdolność do formowania filmu, kohezja.

W zastępowaniu tłuszczu najbardziej pożądaną właściwością jest zdolność do formowania miękkich, smarownych, termoodwracalnych żeli z właściwościami topienia się na języku, co daje odczucie obecności tłuszczu w produktach (Roller, 1996). Dla konsumentów właściwości takie w połączeniu z innymi składnikami żywności dają przyjemny profil sensoryczny: wilgotność, smarowność, smak i teksturę (Monaka, 1997).

Dzięki swym właściwościom maltodekstryny mogą być wykorzystywane m.in. jako stabilizatory, emulgatory, spulchniacze, wypełniacze (tab. 1–6). Wywierają też duży wpływ na wilgotność żywności. W zakresie zdolności wiązania i zatrzymywania wody, naśladując właściwości wypełniaczy, doskonale współdziałają z gumami i błonnikiem.

Zdolność do tworzenia termoodwracalnych żeli o konsystencji bardzo zbliżonej do tłuszczów sprawiła, że niskoscukrzone maltodekstryny prawdopodobnie już na stałe znalazły swoje główne zastosowanie jako niskokaloryczne zamienniki tłuszczowe.

Tabela 6

Skrobiowe zamienniki tłuszczu produkowane ze skrobi z grochu
Pea starch based fat replacers

Zamiennik/ Producent Replacer/ Producer	Kompozycja Composition	Właściwości Properties	Zastosowanie Applications	Literatura References
Still Water Crystal Woodstone Foods Corporation	Krystaliczne cząstki zmodyfikowanego węglowodanu z grochu Crystalline molecules of modified carbohydrate from pea	Cząsteczki zamiennika mają zdolność do zatrzymywania wody na stałe, silnie absorbują wodę, żel jest odporny na cykle zamrażania i rozmrażania, kwasy i odparowywanie Molecules of replacer are highly able to adsorb water; gel is resistant to: freezing/defrosting cycles, acids and evaporation	Pieczywo, produkty mięsne i mleczne Bread; meat and dairy products	Anonim, 1993 Roller, 1996 Singer, 1989

Aby wprowadzić węglowodanowy zamiennik tłuszczowy do żywności stosuje się dwa sposoby. Pierwszy to połączenie substancji pełniącej rolę zamiennika z suchymi składnikami przyszłego produktu, a następnie rozprowadzenie z wodą (stosowany na przykład przy produkcji ciastek). Drugi sposób polega na uprzednim połączeniu substancji zamiennika z wodą, w wyniku czego tworzy się krem lub żel o właściwościach podobnych

do tłuszczu, i w takiej postaci jest następnie dodawany do przyszłego produktu (Yackel, 1992). W pierwszej metodzie przygotowania redukcja kaloryczności wynosi najczęściej 21 kJ/g, w drugiej średnio 34 kJ/g.

Zastąpienie tłuszczu może spowodować zmiany w produktach, których zniwelowanie wymagać będzie wprowadzenia korekt w składzie produktu. Wzrost aktywności wodnej wywołany zastosowaniem maltodekstryn wpływa na zachwianie stabilności mikrobiologicznej, a to powoduje konieczność użycia konserwantów, wypełniaczy oraz zastosowania aseptycznych procesów obróbki (Schirle-Keller, 1996; Yackel, 1992). Niektóre zamienniki tłuszczu zwiększają wilgotność produktów, co nadaje im niewłaściwą charakterystykę i skróca trwałość. W przypadku wyrobów piekarskich maltodekstryny wiążąc trwale wodę powiększają ich objętość, wpływają równocześnie na teksturę i przedłużenie jakości sensorycznej w okresie przechowywania. Z drugiej strony zbyt duża wilgotność może doprowadzić do niestabilności i wzrostu liczby drobnoustrojów w uzyskanych produktach (Nonaka, 1997).

W niskokalorycznych artykułach spożywczych zauważono również zmiany smakowitości. Zamiana naturalnego tłuszczu w składnikach żywności nie wpływa korzystnie na smakowitość, gdyż związki smakowe i zapachowe inaczej reagują z węglowodanami (oligosacharydami) niż z tłuszczami (Schirle-Keller, 1996). Poza tym uwalnianie substancji smakowo-zapachowych następuje szybciej z systemów woda/węglowodany niż z układów tłuszczowych, gdyż związki nadające smak są najczęściej rozpuszczalne w tłuszczu. Natomiast w przypadku węglowodanów są one „skompleksowane” lub inkluzyjnie włączone między łańcuchami amylozy lub amylopektyny dzięki interakcjom hydrofobowym (Gronowska-Senger, 1995). Aby zamiennik tłuszczu mógł rzeczywiście zastępować tłuszcz, proces nadawania zapachu produktom musi być zmodyfikowany tak, by odzwierciedlał różnice, jakie występują w oddziaływaniach między aromatem a tłuszczem czy zamiennikiem (Mleko, 1994). Podczas komponowania formuły produktu należy zwrócić również uwagę na takie zjawiska, jak reakcje Maillarda, które mogą przyczynić się do zmiany smaku i zapachu w produkcie (Gronowska-Senger, 1995).

Maltodekstryny, jako pochodne skrobi, mogą też wykazywać niepożądane cechy dla przykładu: złą odporność na kwasy, zamrażanie i rozmrażanie oraz wysoką temperaturę. Nadmierne zastosowanie maltodekstryn w kompozycji składników żywności może również przyczynić się do powstania posmaku skrobiowego w produkcie.

Bezpieczeństwo stosowania zamienników tłuszczu oparte jest na takich wskaźnikach, jak efekt toksykologiczny, wpływ na dietę i oczekiwany poziom spożycia przez populację.

Większość zamienników tłuszczu pochodzenia skrobiowego określana jest jako „modyfikowane skrobie” lub „maltodekstryny”. Stosowanie skrobi modyfikowanych w produkcji środków spożywczych znalazło swój status w umieszczeniu ich na liście dodatków do żywności, gdzie określa się ich rodzaj, zakres dawkowania i wskazuje, w jakich środkach spożywczych lub używkach mogą być wykorzystywane (Lawendowicz, 1994). Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 17 marca 2003 w sprawie dozwolonych substancji dodatkowych, substancji pomagających w przetwarzaniu i warunków ich stosowania (Dziennik Ustaw z dnia 19.05.2003, nr 87, poz. 805, § 2. pkt. 4) podaje, że wykaz dozwolonych substancji dodatkowych nie obejmuje: dekstryny białej lub żółtej,

prażonej lub dekstrynizowanej skrobi, skrobi modyfikowanej działaniem kwasów lub zasad, skrobi bielonej, fizycznie modyfikowanej skrobi i skrobi traktowanej enzymami amylolitycznymi. Do tej grupy związków należy zaliczyć zatem również maltodekstryny, które również w UE uznawane są za bezpieczne składniki żywności i dlatego nie są klasyfikowane jako dodatki do żywności, a ich stosowanie sprowadza się głównie do przestrzegania zasady zgodności z dobrą praktyką produkcyjną (Schmidt, 1993). W USA użycie maltodekstryń w żywności określają Federalne Regulacje (921 CFR 184.4444) (Roller, 1996). Departament Żywności i Leków wymaga, aby produkty z zawartością powyżej 15 g maltodekstryń były oznakowane, co ma ostrzec konsumentów przed nadmiernym spożyciem produktów zawierających w swym składzie maltodekstryny, mogące wywołać biegunki (Roller, 1996; USA Food & Drug Administration Regulation 21 CFR Part 105). Przypadki takie dotyczą popularnego na rynku amerykańskim Oatrimu, zamiennika tłuszczowego opartego na skrobi owsianej, w składzie którego występuje nawet do 10% β -glukanów, prawdopodobnie odpowiedzialnych za powstawanie tej dolegliwości.

Zamienniki takie jak Paselli SA 2 mogą być oznaczone jako skrobie lub jako maltodekstryny zależnie od lokalnego prawa, zaś w przypadku Sta-Slim™, preparat ten musi być oznakowany jako skrobia zmodyfikowana, gdy używany jest jako dodatek do żywności (Roller, 1996).

Użycie zamienników tłuszczu może powodować też pewne ograniczenia w nazewnictwie. Np. margaryna z wprowadzonym zamiennikiem tłuszczu powodującym obniżenie kaloryczności nie może być nazwana „margaryną”, gdyż nie ma odpowiedniej zawartości tłuszczu wymaganej w tym produkcie (Stanton, 1996). To samo dotyczy produktów mlecznych, np.: użycie maltodekstryń w lodach niskotłuszczowych nie zezwala na użycie nazwy „lody” i dlatego nazywa się je „mrożonymi deserami” (Roller, 1996).

PODSUMOWANIE

Dzięki wprowadzeniu na szeroką skalę zamienników tłuszczowych do produkcji artykułów spożywczych, na rynku znalazło się wiele atrakcyjnych z żywieniowego punktu widzenia produktów. Zastosowanie maltodekstryń przyczyniło się do zaoferowania konsumentom nowej generacji żywności o obniżonej kaloryczności, a jednocześnie pozwala obniżyć zawartość cholesterolu w diecie, przy walorach organoleptycznych nieodbiegających od żywności tradycyjnej.

LITERATURA

- Akoh C. 1998. Fat replacers. *Food Technol.* 52: 47 — 53.
- Alexsander R. 1995. Fat replacers based on starch, *Cereal Foods World* 40: 366 — 368.
- Altschul A. 1993. *Low Calorie Foods Handbook* (ed. Marcel Decker), Inc. New York.
- Anonim. 1990 a. Fat substitute update. *Food Technol.* 44: 92 — 97.
- Anonim. 1990 b. USDA's Oatrim replaces fat in many food products. *Food Technol.* 44: 100.
- Anonim. 1991 a. Rice-based fat replacer introduced. *Food Eng.* 63: 43 — 46.
- Anonim. 1991 b. Turn on the lites. *Food Eng.* 63: 41 — 44.
- Anonim. 1991 c. Ultra-funcional dairy blend. *Dairy Foods* 92: 72.

- Anonim. 1992. Low fat cold-pack. Dairy Foods 93: 60 — 61.
- Anonim. 1993. Frontiers in fat substitution. Prepared Foods 162: 87 — 88.
- Anonim. 1999. Lycadex®. The natural choice for light products. Roquette.
- Baure S. 1993. Two thumbs up for oatrim, Agric. Research, 12: 4 — 7.
- Best D. 1990. IFT spotlights health foods. Food Man. Inter. 7/8: 15 — 16.
- Bowes S. 1993. Fat substitutes, Leatherhead Food R. A. Leatherhead, UK.
- Bradley G., Wroniak M. 1997. Skrobia oporna i jej wykorzystanie jako źródło błonnika pokarmowego w produkcji żywności. Przem. Spoż. 12: 19 — 20.
- Byrne M. 1992. Fat replacers in focus. Food Eng. Intern. 17: 41 — 44.
- Cerestar. 1996. Fat replace will help encourage healthier eating. Confect. Prod. 62: 8 — 9.
- Clark D. 1994. Fat replacers and fat substitutes. Food Technol. 48: 86 — 53.
- Duxbury D. 1990 a. Fat — sparing starch can replace 100% fat/oil for 96% calorie reduction. Food Proc. 51: 38.
- Duxbury D. 1990 b. Modified food starches partially replacers fats, oils and provide smooth texture. Food Proc. 50: 86 — 88.
- Fanta G., Eskins K. 1995. Stable starch — lipid compositions prepared by steam jet cooking. Carb. Polym. 28: 171 — 175.
- Fortuna T., Sobolewska J. 2000. Maltodekstryny i ich wykorzystanie w przemyśle spożywczym. Żywność. Nauka, Technologia, Jakość, 23: 100 — 109.
- Giese J. 1996. Fats, oils, and fat replacers. Food Technol. 50: 77 — 83.
- Glicksman M. 1991. Hydrocolloids and the search for the 'oily grail'. Food Technol. 45: 94, 96 — 101, 103.
- Gronowska-Senger A. 1995. Zalecenia żywieniowe — korzyści i kontrowersje. Żywność Człowieka i Metabolizm 22: 184 — 191.
- Górecka D. 1999. Anioła J. Kierunki wykorzystania preparatów błonnikowych w przemyśle spożywczym. Przem. Spoż. 9: 46 — 48.
- Harkema J. Paselli S. A. 1991. A fat replace based on potato starch. European Food & Drink Review, Summer: 17 — 18.
- Harris D., Day G. 1993. Structure versus functional relationships of a new starch-based fat replacer. Starch/Stärke, 45: 221 — 226.
- Hart B., Price K. 1993. New potential for low fat beefburgers. Food Man. 68: 42 — 43.
- Hewitt L. 1993. The low fat no fat boom. Food Manufact. 68: 23 — 24.
- Inglett G., Girasmore S. 1991. Maltodextrin fat substitute lowers cholesterol. Food Technol. 45: 104.
- Inglett G., Warner K., Newman R. 1994. Sensory and nutritional evaluations of Oatrim. Cereal Food World, 39: 755 — 756, 758 — 759.
- Jones S. 1999. Fat replacers — the broad perspective I. World of Ingredients, 05/06: 8 — 13.
- Juttelstad A. 1994. New Interest in Grains & Fiber. <http://www.foodexplorer.com/product/apps/techtut/FF11641.htm>.
- Kearsley M., Dziedzic S. 1995. Handbook of starch hydrolysis products and their derivatives. Blackie Academic & Professional, London.
- Klish W. 1997. Tłuszcze w żywieniu dzieci w USA — perspektywiczne spojrzenie. Przem. Spoż. 4: 14 — 15.
- LaBell F. 1991. Rice starch reduces fat, adds creamy texture without impairing flavour. Food Proc. 52: 95 — 96.
- Lewandowicz G., Walkowski A. 1994. Aspekty żywieniowe i toksykologiczne stosowania skrobi modyfikowanych. Przem. Spoż. 11: 365 — 368, 376.
- Lucca P., Tepper B. 1994. Fat replacers and the functionality of fat in foods. Trends in Food Sci. & Techn. 5: 12 — 19.
- Mattes R. 1998. Position of the American dietetic association: fat replacers. J. Am. Dietetic Assoc. 98: 463 — 468.
- Miller Jones J. 1996. Fat substitutes: nutritional promise or potential disaster? Chemistry & Industry, 13: 494 — 498.
- Mleko S., Achremowicz B. 1994. Zamienniki tłuszczu otrzymywane w procesie mikrokoagulacji koncentratów i izolatów białek serwatkowych. Przem. Spoż. 6: 166 — 167.

- Murray P. 1995. Exploring the foundation of fat replacement. *Food Techn.* 49, 2: 24 — 28.
- Nonaka H. 1997. Plant carbohydrate-derived products as fat replacers and calorie reducers. *Cereal Food World*, 42: 376 — 378.
- Orthofer F., McCaskill D., Cooper D. 1995. Rice based fat replacers. *Food Techn.* 49: 36, 38, 40.
- Polski Consensus Tuszczowy. 1996. *Przem. Spoż.* 10: 12.
- Pszczola D. 1991. Carbohydrate based ingredient performs like fat for use in a variety of food applications. *Food Techn.* 45: 262 — 263.
- Richter M., Schierbaum F., Augustat S., Knohch D. 1976 a. Method of producing starch hydrolysis products for use as food additives. U.S. Patent 3, 962, 465.
- Richter M., Schierbaum F., Augustat S., Knohch D. 1976 b. Process for the production of starch hydrolysis products. U.K. Patent 1, 423, 780.
- Roller S., Jones S. (ed.). 1996. *Handbook of Fat Replacers*. CRC Press, Inc. New York.
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 17. 03. 2003. Dz. U. nr 87, poz. 805 w sprawie dozwolonych substancji dodatkowych, substancji pomagających w przetwarzaniu i warunków ich stosowania.
- Rudolph M. 1997. Can low fat and fat free dairy foods taste great?. *Dairy Field* 180: 27 — 29.
- Sanchez C., Klopfenstein C., Walker C. 1995. Use of carbohydrate based fat substitutes and emulsifying agents in reduced fat shortbread cookies. *Cereal Chem.* 72: 25 — 29.
- Schenk F., Hebeda R. 1992. *Maltodextrins: Production, properties and applications*. Starch hydrolysis products. VCH Publishers, New York, USA.
- Schirle-Keller J. P. X. 1996. Flavour interaction with fat replacers and aspartame. *Dissertation Abstracts International*, -B, 56 (12): 6483 — 6484.
- Schmidt K., Lundy A., Reynolds J., Yee L. 1993. Carbohydrate or protein based fat mimicker effects on ice milk properties. *J. Food Sci.* 58: 761 — 779.
- Shemer M., Shemer S. 1992. Fat substitute for food products. W.O. 92/021470.
- Singer N., Tang P., Cahng H., Dunn J. 1989. Carbohydrate cream substitute. European Patent Application, 0493,696. NutraSweet Co.
- Singhal R., Gupta A., Kulkarni P. 1991. Low calorie fat substitutes. *Trends in Food, Sci. & Techn.* 2, 10: 241.
- Słomińska L. 1999. Węglowodanowe zamienniki tłuszczu. *Przem. Spoż.* 7: 12 — 15.
- Song E., Lee C. 1995. Selection and physical characterization of starch- based fat replacer for low-fat frankfurters. IFA Annual Meeting.
- Stanton J. 1996. *Fat substitutes*. John Wiley & Sons Ltd., Chichester UK.
- Toma D. 1997. Formulation of a sugar-free fat-free cake: role of water and functional properties of fat replacers and bulking agents. *Dissertation Abstracts International*, B; 58, 3: 1036 — 1037.
- Tomasik P. 2000. Skrobie modyfikowane i ich zastosowania. *Przem. Spoż.* 4: 16 — 18.
- Tyszkiewicz I. 1992. Zamienniki tłuszczu w technologii żywności o obniżonej energetyczności. *Przem. Spoż.* 5/6: 132 — 134.
- Walter T. 1993. New application specific fat replacers for the dairy industry. *Intern. Food Ingredients* 4: 29 — 32.
- Warner K., Inglett G. 1997. Flavor and texture. Characteristics of foods containing. Trim corn and oat fibers. as fat and flour replacers. *Cereal Food World* 42: 821 — 825.
- Yackel W., Cox C. 1992. Application of starch-based fat replacers. *Food Techn.* 46: 146 — 148.
- Ziemlański Ś. 1996. Tłuszcze w żywieniu człowieka-nowe koncepcje i zalecenia. *Przem. Spoż.* 10: 10 — 11.
- Zumbro. 1998 a. Inc., Zumbro, Inc. Speciality Food Ingredients, Rice*Complete®3. Hayfield, Minnesota.
- Zumbro. 1998 b. Inc., Zumbro, Inc. Speciality Food Ingredients, Tapi®, Hayfield, Minnesota.