

Dr inż. Ewa DYBKOWSKA
 Mgr inż. Ewelina ZALEWSKA
 Zakład Żywności Funkcjonalnej i Towaroznawstwa
 Katedra Żywności Funkcjonalnej, Ekologicznej i Towaroznawstwa
 Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji
 Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

WŁAŚCIWOŚCI FUNKCJONALNE I TECHNOLOGICZNE INULINY I FRUKTOOLIGOSACHARYDÓW®

Functional and technological properties of inulin and fructooligosaccharides®

Słowa kluczowe: prebiotyki, inulina, fruktooligosacharydy, właściwości.

Inulina i fruktooligosacharydy zaliczane są do prebiotyków, które stymulują wzrost korzystnych bakterii w okrężnicy. Regulują one pracę przewodu pokarmowego, zwiększają absorpcję składników mineralnych oraz odgrywają istotną rolę w prewencji różnych schorzeń. Właściwości technologiczne inuliny i fruktooligosacharydów pozwalają na wykorzystanie ich do produkcji wyrobów o obniżonej zawartości tłuszczu lub węglowodanów. Zalety technologiczne tych substancji to przede wszystkim korzystny wpływ na smak, strukturę i konsystencję produktów. Prebiotykami mogą być wzbogacane zarówno przetwory mleczne, jak również produkty zbożowe i przetwory mięsne.

Key words: prebiotics, inulin, fructooligosaccharides, properties.

Inulin and fructooligosaccharides are classified as prebiotics, which stimulate the growth of beneficial bacteria in the colon. They regulate the work of the digestive tract, increase the absorption of minerals and play an important role in the prevention of various diseases. Technological properties of inulin and fructooligosaccharides allow to use them for the manufacture of products with reduced fat or carbohydrates. The advantages of these substances are primarily beneficial effect on the taste, texture and consistency of the products. Prebiotics can be used to enrich dairy products, as well as cereals and meat.

WSTĘP

Fruktooligosacharydy i inulina zaliczane są do prebiotyków, które stymulują wzrost fizjologicznej mikroflory, występującej w okrężnicy. Naukowe podstawy koncepcji probiozy zostały opracowane w XX wieku przez Ilia Miecznikowa, który dowiódł, że właściwa liczba bakterii fermentacji mlekowej (probiotyków) korzystnie wpływa na organizm. Jedną z metod, pozwalającą uzyskać wzrost bakterii probiotycznych w jelitach, jest uzupełnienie diety w prebiotyki, które są źródłem energii i węgla. Korzyści płynące z zastosowania probiotyków i prebiotyków obserwowane są w profilaktyce i leczeniu wielu schorzeń, m.in. przewodu pokarmowego. Probiotykami i prebiotykami wzbogacane są głównie przetwory mleczne: jogurty, napoje na bazie jogurtów, kefir, maślanki, mleko acidofilne, a także sery. Coraz częściej spotkać je można jednak w produktach owocowo-warzywnych, mięsnych i zbożowych. W ostatnich latach obserwuje się intensywny rozwój prac nad technologią nowych rodzajów produktów spożywczych, które zawierają bakterie probiotyczne oraz prebiotyki. W składniki te wzbogacane są wyroby cukiernicze, pieczywo, soki. Zauważalny wzrost świadomości konsumentów w zakresie funkcjonalności tych wyrobów przyczynia się do rozwoju tego działu produkcji przemysłu spożywczego.

WŁAŚCIWOŚCI FUNKCJONALNE PREBIOTYKÓW

Prebiotyki to nie trawione przez endogenne enzymy składniki żywności, które stymulują wzrost korzystnej dla zdrowia mikroflory probiotycznej bytującej w okrężnicy [12,20]. Najlepiej poznanymi prebiotykami, zarówno pod względem chemicznym, jak i klinicznym są fruktooligosacharydy i inulina [11]. Inulina jest obecna w często spożywanych owocach i warzywach, w których jej zawartość waha się od 0,3 do 22% [8]. Występuje głównie w bulwach i korzeniach roślin zaliczanych do rodziny Liliaceae (np. cebula, czosnek, por, etc.) oraz Compositae (topinambur, dalia, cykorja, szparagi, karczochy, mniszek lekarski, łopian). W mniejszych ilościach spotykamy ją także w życie, pszenicy, jęczmieniu oraz pszenżycie. Źródłem fruktooligosacharydów są również pomidory i banany [18].

Fruktooligosacharydy i inulina to polimery D-fruktozy połączonej wiązaniami beta-(2-1) glikozydowymi. W wyniku fermentacji tych związków powstają krótkołańcuchowe kwasy tłuszczowe, głównie octowy, masłowy, mlekowy i propionowy, które powodują obniżenie pH w środowisku okrężnicy, wpływając na perystaltykę jelit [15]. Spożycie fruktooligosacharydów i inuliny zwiększa masę kału,

przeciwdziałając zaparciom [2,7,20]. Podawanie oligosacharydów w diecie może zwiększyć biodostępność składników mineralnych. Stwierdzono pozytywny wpływ prebiotycznego preparatu na absorpcję z przewodu pokarmowego wapnia, magnezu, żelaza, miedzi i cynku. Wzrost przyswajalności pierwiastków związany był ze wzrostem rozpuszczalności tych pierwiastków w środowisku charakteryzującym się obniżonym pH [12]. Prebiotyki mogą także wpływać pozytywnie na układ kostny, ze względu na fakt, że ich obecność poprawia wchłanianie wapnia z przewodu pokarmowego [1,2,17]. Inulina zapobiega cukrzycy poprzez hamowanie wzrostu poziomu insuliny i glukozy we krwi. Powoduje to wolniejsze tempo opróżniania żołądka i spowolnienie trawienia oraz wchłaniania [7]. Kaloryczność tych związków wynosi tylko 1-1,5 kcal/g [12]. Oligofruktoza i inulina wpływają także na redukcję poziomu cholesterolu w surowicy krwi, zmniejszając ryzyko chorób układu krążenia. Wspomagają również funkcjonowanie układu immunologicznego oraz wykazują działania antykancerogenne zmniejszając ryzyko powstawania nowotworów jelita [2,7,12]. Jak podaje Florowska i Krygier [5], oligosacharydy nie podlegają fermentacji w jamie ustnej, nie stanowią więc pożywki dla bakterii obecnych na płycie nazębnej, które odpowiedzialne są za rozwój próchnicy.

Dawka oligofruktozy i inuliny, która korzystnie działa na organizm człowieka, waha się w granicach od 3 do 6 g na dobę [18]. Dzielne spożycie 4 g lub więcej fruktooligosacharydów może przyczynić się do wzrostu ilości bakterii z rodzaju *Bifidobacterium* w przewodzie pokarmowym człowieka [19]. Wg Kolidy i Gibsona do wywołania pozytywnego wpływu na mikroflorę jelitową potrzebna jest dawka 5-8 g inuliny [10]. Badania przeprowadzone przez japońskich naukowców – Hata i Najakima wykazały, że wysokie spożycie fruktooligosacharydów: w ilości 49 g/dzień dla kobiet oraz 44 g/dzień dla mężczyzn, może wzmagać występowanie dolegliwości żołądkowych i wywoływać biegunki [18].

WŁAŚCIWOŚCI TECHNOLOGICZNE PREBIOTYKÓW

Oligosacharydy i inulina są stosowane w przemyśle spożywczym głównie w celu regulowania zawartości wody, konsystencji, uzyskania odpowiedniego punktu zamarzania oraz kształtowania lepkości. Wykazują właściwości emulgujące i żelujące [16].

Inulina stosowana przy produkcji żywności ma postać białego proszku, dobrze rozpuszcza się w gorącej wodzie, w zimnej natomiast ulega wytrącaniu. Charakteryzuje się neutralnym zapachem i smakiem [18]. Do głównych właściwości technologicznych inuliny zalicza się zdolność żelowania i pochłaniania wody, tworzenia emulsji, zagęszczania [8]. Poprawia smarowność, smak i zapach oraz stabilizuje produkty w formie piany lub emulsji [5]. Inulina krótkołańcuchowa może zastępować sacharozę (np. w lodach i jogurtach owocowych), nie wpływając na wzrost poziomu glukozy we krwi. Może być także składnikiem preparatów odchudzających. Stosowana w piekarstwie zastępuje dodatek tłuszczu, przyczyniając się do poprawy trwałości i jakości pieczywa oraz ciast [17]. Jako zamiennik tłuszczu wpływa na obniżenie wartości energetycznej, zachowując przy tym walory

sensoryczne, takie jak śmietankowa konsystencja, gładkość i wyrównany smak produktu [18].

Fruktooligosacharydy mają właściwości technologiczne porównywane do tych, które cechuje syrop glukozowy. Nie krystalizują, nie dają odczucia piaskowości w jamie ustnej, nie wytrącają się. Charakteryzuje je jeszcze lepsza rozpuszczalność niż rozpuszczalność inuliny. Posiadają zdolność pochłaniania wody, zmniejszając jej aktywność. Wpływają także na zmianę temperatury wrzenia i zamarzania produktu. W wyrobach piekarskich stosowane są jako zamiennik sacharozy. Mogą wpływać na regulację słodkiego smaku wyrobu poprzez mieszanie ich z niektórymi substancjami słodzącymi, np. aspartamem, polioliolami bądź acesulfamem K [18].

Duże zainteresowanie przemysłu spożywczego i rozwój badań nad wykorzystaniem fruktooligosacharydów (FOS) i inuliny ma swoje odbicie w coraz liczniej prowadzonych badaniach dotyczących poznania mechanizmów ich działania na organizm człowieka, doskonaleniem metod ich otrzymania, a także możliwościami ich wykorzystania [18]. Znajdują zastosowanie w różnych działach przemysłu spożywczego tj. mleczarskim, cukierniczym, piekarskim, tłuszczowym, mięsny i owocowo-warzywnym, ponieważ prócz cennych walorów prozdrowotnych wykazują także cenne właściwości technologiczne [3,14]. Inulina jako zamiennik tłuszczu stosowana jest w wielu gałęziach przemysłu spożywczego, najczęściej jako dodatek do produktów mlecznych [5]. Stosuje się ją do produkcji żywności funkcjonalnej: produktów mleczarskich (jogurtów, deserów mlecznych, mleka dla dzieci), produktów niskotłuszczowych (lodów, margaryn, majonezów, wędlin), wyrobów cukierniczych i piekarskich (kruchych ciastek, biszkoptów, ciast) oraz napojów owocowych i warzywnych [7].

Zastosowanie w przetworach mlecznych

W przeciągu ostatnich lat zaczęto stosować dodatek różnych prebiotyków do produktów mlecznych, aby dostarczyć organizmowi konsumenta substancji, które odpowiedzialne są za rozwój specyficznych bakterii przewodu pokarmowego [15]. Liczne badania dowiodły, że już 1% dodatek inuliny powoduje poprawę smaku wyrobów oraz polepsza stabilność i zmniejsza tendencje do synerozy [5]. Dla jogurtów najlepsze wyniki uzyskano stosując 1% dodatek inuliny, gdyż wyższy jej dodatek powodował negatywne zmiany konsystencji produktów [9]. Według Góreckiej i wsp. [7] jogurty z jednocentowym dodatkiem inuliny miały lepszą konsystencję w porównaniu z kontrolnymi – bez tego dodatku. Jak podają Nastaj i Gustaw [15], prebiotyki, tj. inulina i oligofruktoza, mogą być stosowane w produkcji jogurtów o stałej konsystencji. Ich wprowadzenie wprawdzie wydłuża czas ukwaszania mleka, jednak nie ma wpływu na właściwości reologiczne skrzepu jogurtowego i wyciek serwatki. Po zaabsorbowaniu przez serwatkę tworzy kremowy, tłuszczopodobny żel, który umożliwia otrzymanie jogurtów niskotłuszczowych, dających odczucie pełności, tłuściości i gładkiej struktury w jamie ustnej. Jako zamiennik tłuszczu inulina może być stosowana także w innych produktach mleczarskich, w których umożliwia zachowanie smakowości, tekstury i stabilności, szczególnie w przypadku produktów o znacznie obniżonej wartości energetycznej. Wskazuje się także na możliwość jej zastosowania w produkcji śmietany i niskotłuszczowych serów

twarogowych. Może być wykorzystana w produkcji serów topionych – jej dodatek pozytywnie wpływa na smarowność i gładkość tych produktów bez zmiany ich smaku. Można ją wykorzystać do produkcji beztłuszczowych bądź niskotłuszczowych deserów napowietrzanych, puddingów lub napojów mlecznych niefermentowanych – uzyskując produkt gładki, kremowy, o bardzo wysokiej stabilności. Redukcja tłuszczu w takich produktach może wynosić (przy dodatku inuliny 0,2-3%) nawet 99% [5].

Wykorzystanie prebiotyków w produktach mleczarskich jest dość powszechne w wielu krajach. Konsumenci Unii Europejskiej od wielu lat znają i spożywają mleczne produkty prebiotyczne. Polski rynek produktów prebiotycznych jest niewielki. Rosnące w ostatnich latach zainteresowanie produktami o obniżonej kaloryczności spowodowało zastosowanie prebiotyków do produkcji lodów niskotłuszczowych, w których sacharozę i tłuszcze zastąpione zostały inuliną i oligofruktozą [16]. Zastosowanie inuliny w produkcji lodów wpływało na wzrost ich lepkości i stopnia napowietrzenia, a także zwiększało ich odporność na topnienie. Produkty takie miały również jednolitą i gładką konsystencję oraz puszystą strukturę. Pod względem smaku i zapachu natomiast nie różniły się od produktów tradycyjnych. Inulina zapobiegała także powstawaniu szorstkiej tekstury lodów w trakcie zmian temperatury w czasie przechowywania i opóźniała tworzenie się kryształów lodu. Stosując ją jako zamiennik tłuszczu w lodach, dla utrzymania odpowiedniej struktury oraz odczucia smaku, należy wymienić tłuszcz inuliną w proporcji 1:1 (w postaci roztworu wodnego) [5]. W tym przypadku ważny jest dobór inuliny o właściwej długości łańcucha, w takiej formie, która nie doprowadzi do pogorszenia jakości wyrobu [7]. W przypadku obecności krótszych łańcuchów może ona zastępować sacharozę, np. w lodach czy jogurtach owocowych, po spożyciu których nie wzrasta poziom glukozy we krwi [17].

Zastosowanie w margarynach

Kolejnym sektorem spożywczym, w którym podjęto próby szerszego wykorzystania inuliny jest przemysł tłuszczowy [5]. Stosuje się ją głównie do produkcji margaryny o zmniejszonej wartości energetycznej [7]. Zastosowanie inuliny daje możliwość wyprodukowania margaryny o bardzo zredukowanej ilości tłuszczu lub margaryny beztłuszczowej, przy jednoczesnym zachowaniu smarowności oraz cech organoleptycznych odpowiednich dla margaryn [5]. Jak podaje Górecka i wsp. [6], obecność inuliny w wyrobach niskotłuszczowych umożliwia utrzymanie odczucia w jamie ustnej, które jest określane jako smak pełny. Według Florowskiej i Krygiera [5] dobre jakościowo emulsje margarynowe otrzymuje się stosując dodatek 2-4% inuliny do margaryny o 40% zawartości tłuszczu. Dodatek inuliny przy niższej zawartości tłuszczu powinien być większy dla zapewnienia produktom gotowym właściwych cech organoleptycznych.

Zastosowanie w pieczywie i wyrobach ciastkarskich

Na uwagę zasługuje zastosowanie fruktanów w przemyśle piekarskim. Stwierdzono wysoką jakość pieczywa z dodatkiem inuliny na poziomie 3% [4]. Pozytywny wpływ fruktooligosacharydów na organizm człowieka sprawia, że są one coraz częściej wykorzystywane w wyrobach cukierkowych, ciastkarskich i piekarskich, głównie jako substytut

sacharozy i tłuszczu oraz jako substancje żelujące i teksturotwórcze [18]. Jak podaje Górecka i wsp. [7], w wyniku zamiany tłuszczu na inulinę (w ilości 4%) polepszały się cechy sensoryczne babki biszkoptowo-tłuszczowej. Stosowanie inuliny w pieczywie cukierniczym jest uzasadnione zarówno ze względu na poprawienie walorów smakowych, ale także możliwości wzbogacenia go w rozpuszczalną frakcję błonnika pokarmowego. Zastosowanie inuliny do wyrobów cukierniczych w ilości 2-5% miało bardzo dobry wpływ na smak i zapach oraz konsystencję kremu czekoladowego [7]. Zwiększony dodatek inuliny może jednak wywierać negatywny wpływ na cechy sensoryczne produktów, np. zastąpienie tłuszczu w herbatnikach przez inulinę, zastosowaną w ilości 15%, niekorzystnie wpłynęło na ich teksturę [13].

Próby zastosowania fruktooligosacharydów i inuliny do wyrobów ciastkarskich przeprowadzone były w Instytucie Chemicznej Technologii Żywności Politechniki Łódzkiej. Zbadany został wpływ dodatku syropów zawierających zarówno fruktooligosacharydy jak i inulinę na cechy fizykochemiczne i organoleptyczne ciastek kruchych i ciasta drożdżowego. Inulinę bądź fruktooligosacharydy dodawano jako zamiennik części sacharozy lub tłuszczu do ciastek kruchych. Stosowano dodatek 2 i 4% w stosunku do masy ciasta surowego. W przypadku ciasta drożdżowego zamiast części tłuszczu bądź sacharozy dodawano fruktany w ilości 2% w stosunku do masy surowego ciasta. Wyniki oceny jakości kruchych ciastek, jak i obserwacje poczynione w czasie przygotowywania ciasta zachęcają do wykorzystywania zarówno syropów fruktooligosacharydowych jak i preparatów inulinowych jako zamienników części sacharozy. Szczególnie korzystnie na właściwości reologiczne i jakość gotowych wyrobów wpłynął dodatek 2% FOS. Konsystencja ciasta była gładka i jednolita, o prawidłowej wilgotności i lepkości, a gotowe wypieki w porównaniu do ciastek bez dodatków cechowały się większą objętością. Stwierdzono także, że w ciastkach zachowała się wystarczająco duża zawartość fruktooligosacharydów, dlatego też można zaliczyć je do wyrobów o właściwościach funkcjonalnych, prebiotycznych. Zastąpienie syropami fruktooligosacharydowymi tłuszczu okazało się niekorzystne. Powodowało to utratę kruchości ciastek, pogorszyło ich teksturę i strukturę. Z powodzeniem zaś jako zamiennik części tłuszczu można stosować preparaty inulinowe. Ciastka z dodatkiem inuliny otrzymały wysoką ocenę organoleptyczną, ich wartość energetyczna obniżyła się o 7-10%. W ocenie jakości ciasta drożdżowego nie zauważono widocznego wpływu dodatku syropów fruktooligosacharydowych i preparatów inulinowych na cechy reologiczne surowego ciasta oraz fizykochemiczne i organoleptyczne gotowego wyrobu. Zastąpienie części tłuszczu 2% dodatkiem inulinowego preparatu w stosunku do masy surowego ciasta, pozwoliło na uzyskanie ciasta drożdżowego o dobrej jakości i jednocześnie obniżenie o ok. 7% jego wartości energetycznej [18].

Zastosowanie w przetworach mięsnych

Inulinę wykorzystuje się także w przemyśle mięsnym. Stosowana jest jako dodatek, który nadaje odpowiednią soczystość i konsystencję wyrobom wędliniarskim, głównie kiełbasom fermentowanym [7]. W kiełbasach fermentowanych o obniżonej wartości energetycznej stosowanie jej przyczynia się do uzyskania miękkości oraz bardziej pożądanej

przez konsumentów barwy. Może być również wykorzystywana w produkcji drobnorozdrobionych wędlin niskotłuszczowych i pasztetów, a także konserw mięsnych. Wyroby te cechują się pożądaną teksturą oraz prawidłowym odczuciem smaku kremowego i tłustego, typowego dla tłuszczu [5]. W kotletach mielonych i pulpetach zamiana tłuszczu na inulinę w ilości 25% (w formie uwodnionej w stosunku 1:1) korzystnie wpływała nie tylko na ich cechy sensoryczne, ale także na obniżenie wartości energetycznej odpowiednio o 6-15% oraz o 9-22% [7].

PODSUMOWANIE

Rynek produktów żywnościowych musi sprostać potrzebom konsumentów i ich wysokim wymaganiom odnośnie jakości żywności, w szczególności jej bezpieczeństwa zdrowotnego. Zauważalny jest systematyczny wzrost zainteresowania konsumentów żywnością, która charakteryzuje się ukierunkowanym i korzystnym oddziaływaniem na organizm. Prowadzi to do większego zapotrzebowania na produkty, zawierające m.in. probiotyki i prebiotyki, które wykazują korzystny wpływ na zdrowie człowieka. Do artykułów żywnościowych wzbogacanych w te składniki należą głównie produkty mleczne. Prebiotyki coraz częściej wykorzystywane są także w przemyśle tłuszczowym, piekarskim i mięsnym. Asortyment probiotycznych i prebiotycznych produktów na rynku żywnościowym jest dość szybko poszerzany dzięki wynikom badań wykazującym ich korzystny wpływ na zdrowie człowieka. Duży potencjał, a także wymierne korzyści płynące ze spożywania produktów prebiotycznych i probiotycznych skłaniają instytucje i ośrodki badawcze do prowadzenia dalszych badań nad możliwością wzbogacania kolejnych produktów i wprowadzania ich na rynek.

LITERATURA

- [1] **ABRAMS S.A., GRIFFIN I.J., HAWTHORNE K.M., LIANG L., GUNN S.K., DARLINGTON G., ELLIS K.J. 2005.** *A combination of prebiotic short- and long-chain inulin-type fructans enhances calcium absorption and bone mineralization in young adolescents.* The American Journal of Clinical Nutrition, 82 (2), 471-476.
- [2] **CHOQUE DELGADO G.T., TAMASHIRO W.M.S.C., PASTORE G.M. 2010.** *Immunomodulatory effects of fructans.* Food Research International, 43, 1231-1236.
- [3] **CIEŚLIK E., GĘBUSIA A. 2011.** *Żywność funkcjonalna z dodatkiem fruktanów.* Żywność. Nauka. Technologia. Jakość., 75 (2), 27-37.
- [4] **DYMKOWSKA-MALESA M., WALCZAK Z. 2012.** *Wpływ dodatku inuliny na jakość pieczywa pszenno-żytniego.* Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, (2), 19-21.
- [5] **FLOROWSKA A., KRYGIER K. 2007.** *Inulina jako zamiennik tłuszczu w produktach spożywczych.* Przemysł Spożywczy, 61 (5), 18-21.
- [6] **GÓRECKA D. 2007.** *Nowe kierunki produkcji żywności funkcjonalnej i instrumenty jej promocji.* Przemysł Spożywczy, 61 (6), 20-22, 26.
- [7] **GÓRECKA D. 2009.** *Blonnik pokarmowy korzyści zdrowotne i technologiczne.* Przemysł Spożywczy, 63 (12), 16-20.
- [8] **GRAMZA-MICHAŁOWSKA A., GÓRECKA D. 2009.** *Wykorzystanie inuliny jako dodatku funkcjonalnego w technologii produkcji potraw.* Bromatologia i Chemia Toksykologiczna, 4 (3), 324-328.
- [9] **GUVEN M., YASAR K., KARACA O.B., HAYALOGLU A.A. 2005.** *The effect of inulin as a fat replacer on the quality of set-type low-fat yogurt manufacture.* International Journal of Dairy Technology, 58 (3), 180-184.
- [10] **KOLIDA S., GIBSON G.R. 2007.** *Prebiotic capacity of inulin-type fructans.* Journal Nutrition, 137 (11 Suppl), 2503S-2506S.
- [11] **KOWALSKI R., PRYCH J. 2009.** *Innowacyjne dodatki technologiczne w przemyśle mięsnym.* Przemysł Spożywczy, 63 (3), 28-32.
- [12] **KUBIK C., PIASECKA K., ANYSZKA A., BIELECKI S. 2006.** *Polifruktany i fruktooligosacharydy (FOS) – występowanie, otrzymywanie i zastosowanie.* Biotechnologia, 73 (2), 103-116.
- [13] **LAGUNA L., PRIMO-MARTÍN C., VARELA P., SALVADOR A., SANZ T. 2014.** *HPMC and inulin as fat replacers in biscuits: Sensory and instrumental evaluation.* LWT - Food Science and Technology, 56 (2), 494-501.
- [14] **MARCINIAK-ŁUKASIAK K., ŻBIKOWSKA A., KOWALSKA M., GOCAŁ-ROSIŃSKA M. 2013.** *Rynek suplementów diety wspomagających odchudzanie.* Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, (2), 57-60.
- [15] **NASTAJ M., GUSTAW W. 2008.** *Wpływ wybranych prebiotyków na właściwości reologiczne jogurtu stałego.* Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 60 (5), 217-225.
- [16] **POLAK E. 2001.** *Zastosowanie pro- i prebiotyków w lodach.* Przemysł Spożywczy, 55 (3), 22-23.
- [17] **SKOWRONEK M., FIEDUREK J. 2003.** *Inulina i inulinazy właściwości, zastosowania, perspektywy.* Przemysł Spożywczy, 57 (3), 18-20.
- [18] **SUCHARZEWSKA D. 2007.** *Właściwości i przydatność fruktanów do produkcji wyrobów ciastkarskich.* Przegląd Piekarski i Cukierniczy, 55 (7), 59-61.
- [19] **WIERZEJSKA R., SZPONAR L. 2003.** *Inulina i oligofruktoza jako prozdrowotne składniki żywności.* Bromatologia i Chemia Toksykologiczna, 36 (3), 209-212.
- [20] **ZDUŃCZYK Z. 2002.** *Probiotyki i prebiotyki oddziaływania lokalne i systemowe.* Przemysł Spożywczy, 56 (4), 6-8.