

ILONA GAŁĄZKA, ROBERT KLEWICKI, KATARZYNA ŚLIŻEWSKA

ZDOLNOŚĆ WYBRANYCH SZCZEPÓW *LACTOBACILLUS* SP. DO FERMENTOWANIA OLIGOSACHARYDÓW I OLIGOPOLIOLI O ZRÓŻNICOWANYM STOPNIU POLIMERYZACJI

Streszczenie

Celem przeprowadzonych badań było określenie wzrostu i działania zakwaszającego (zdolności fermentowania) bakterii z rodzaju *Lactobacillus* w środowisku, do którego dodano fruktooligosacharydy i galaktozylopoliole.

Bakterie hodowano w pożywce MRS, w której źródłem węgla była glukoza. W części prób glukozę w pożywce MRS zastąpiono fruktooligosacharydami i galaktozylopoliolami. Metodą wysokosprawnej chromatografii cieczowej HPLC określono zawartość kwasu mlekowego i octowego, wyprodukowanego przez badane szczepy bakterii *Lactobacillus*.

Na podstawie doświadczenia stwierdzono, że bakterie z rodzaju *Lactobacillus* rosły w środowisku, do którego dodano preparaty fruktooligosacharydów i galaktozylopolioli. Wydajność biomasy *Lactobacillus* w środowisku z fruktooligosacharydami wynosiła od 0,57 g/l do 1,21 g/l, natomiast w środowisku z galaktozylopoliolami: od 0,37 g/l do 0,63 g/l.

W zależności od źródła węgla, wartości pH zawierały się w zakresie od 4,7 do 5,5, przy czym wartość początkowa pH wynosiła 5,7. Stosunek stężeń molowych kwasu octowego i mlekowego, wyprodukowanych przez *Lactobacillus*, mieścił się w zakresie od 0,02 do 0,3 i wykazywał tendencję do zwiększania się wraz ze wzrostem stopnia polimeryzacji oligomerów.

Badane szczepy bakterii z rodzaju *Lactobacillus* dwukrotnie lepiej wykorzystywały β -fruktooligosacharydy jako źródło węgla niż β -galaktozylopoliole.

Słowa kluczowe: oligosacharydy, oligopoliole, *Lactobacillus* spp., fermentacja.

Wstęp

Oligosacharydy podawane zwierzętom lub ludziom mogą dotrzeć do okrężnicy w postaci nierozłożonej, gdzie stanowią substrat węglowodanowy, szczególnie przydatny do wzrostu bakterii z rodzajów *Lactobacillus* i *Bifidobacterium*. Oligosacharydy stymulujące wzrost bifidobakterii, są nazywane „czynnikami bifidogennymi” [17, 18]. Fruktooligosacharydy oprócz właściwości bifidogennych mają również właściwości

prebiotyczne [6].

Fruktooligosacharydy (FOS) są polimerami β -fruktofuranozy połączonej wiązaniem β -(2 \rightarrow 1) z wiązaniami α -(1 \rightarrow 2) ostatniej cząsteczki glukopiranozy. Występują też polimery D-fruktofuranozy połączone z końcową resztą β -fruktopiranozy. Stopień polimeryzacji (DP) fruktooligosacharydów może wynosić od 2 do 70. Polimery o DP większym od 10 są określane jako inulina [3, 4, 13]. Fruktooligosacharydy (DP 2÷10), często nazywane oligofruktozą, są naturalnymi składnikami wielu roślin: cebuli, czosnku, pomidora i banana [12, 15]. Krótkołańcuchowe fruktooligosacharydy (FOS) o DP 3÷4 (określane jako novel sugar – nowe cukry) są produkowane na skalę przemysłową z sacharozy dzięki zastosowaniu β -fruktozylotransferazy uzyskanej z grzyba *Aspergillus niger*. Powstający produkt jest 0,4÷0,6 razy mniej słodki niż sacharoza [12, 15]. W licznych badaniach *in vitro*, wykonanych na wyizolowanych bakteriach wykazano, że fruktooligosacharydy mogą stanowić równie dobre źródło węgla jak glukoza. Hidaka i wsp. [8] opisali, że fruktooligosacharydy były wykorzystywane przez *Bifidobacterium sp.*, oprócz *Bifidobacterium bifidum*, a także przez *Bacteroides fragilis*, *Peptostreptococcus sp.*, nie były natomiast wykorzystywane przez *Escherichia coli*, *Clostridium perfringens*, *Eubacterium sp.* czy *Fusobacterium sp.* Bardzo ważnym aspektem stosowania fruktooligosacharydów jest ich efektywność i tolerancja [8]. Spożywanie fruktooligosacharydów zapobiega występowaniu biegunek. Codzienne spożywanie 5,0 g oligofruktozy przez 8 starszych pacjentów, u których wystąpiły autogenne biegunki (z występowaniem luźnego stolca) doprowadziło do normalizacji wypróżnień już po upływie 11 dni u wszystkich pacjentów [15]. Spożycie fruktooligosacharydów zwiększa masę wydalanego kału, co przeciwdziała zaparciom. Tego typu efekt obserwowano po podaniu wolontariuszom dawki 15 g fruktooligosacharydów dziennie, przy czym 1 g dodatku powodował wzrost masy kału o 1,5–2 g [6]. Hata i wsp. [7] wykazali natomiast, że codzienne spożywanie 6–12 g fruktooligosacharydów przez okres 2 tygodni do 3 miesięcy spowodowało obniżenie ogólnego poziomu cholesterolu w surowicy o 20–30%. Uważa się, że zmniejszenie poziomu cholesterolu w surowicy krwi było następstwem zmian układu mikroflory jelitowej [17].

Galaktozylopoliole powstają w wyniku hydrolizy laktozy z użyciem β -galaktozydazy w obecności polihydroksyalkoholi, takich jak: sorbitol, ksylitol, erytritol, laktitol [11]. Sorbitol i ksylitol są wchłaniane w mniejszym stopniu z jelita cienkiego do krwiobiegu. Zasadnicza część tych poliolei przechodzi do jelita grubego, gdzie stają się one pożywką dla mikroflory jelitowej. Natomiast erytritol wchłaniany jest w jelicie cienkim w ponad 90% [9]. Galaktozylopoliole nie są wchłaniane z jelita cienkiego do krwi, ponieważ wchłanianie dimerów musi być poprzedzone ich hydrolizą. Doświadczenia z laktitolem, związkiem o podobnej strukturze co galaktozyłowe pochodne sorbitolu, ksylitolu i erytritolu, wykazały, że nie jest on hydrolizowany w jelicie cien-

kim i przechodzi do jelita grubego, gdzie przyczynia się do wzrostu liczebności populacji *Bifidobacterium* i *Lactobacillus* [1].

Celem pracy było określenie zdolności fermentowania β -fruktooligosacharydów (FOS) i β -galaktozylopolioli, o różnym stopniu polimeryzacji i różnego pochodzenia, przez wybrane szczepy bakterii z rodzaju *Lactobacillus*.

Materiał i metody badań

Materiał do badań stanowiły: kestoza (93%) (Politechnika Łódzka), preparaty fruktooligosacharydów: FOS Wako Pure (FOS-WP) (Wako Pure), oligofruktoza-NP (FOS PŁ-90) (Politechnika Łódzka), Raftilose P-95 (Orafti) oraz galaktozylopoliole: galaktozyloksylitol (GK), galaktozyloerytritol (GE), galaktozylolaktitol (GL) (Politechnika Łódzka). Niezbędne do doświadczeń β -fruktooligosacharydy i β -galaktozylopoliole otrzymano, na Politechnice Łódzkiej, w wyniku chromatografii preparatywnej z odpowiednich mieszanin oligosacharydów otrzymanych w procesie biotransformacji. W tab. 1. przedstawiono skład fruktooligosacharydów o zróżnicowanym stopniu polimeryzacji w badanych preparatach.

Materiał biologiczny stanowiły 3 szczepy bakterii z rodzaju *Lactobacillus*: *Lactobacillus acidophilus* Ros (otrzymany z Kolekcji Czystych Kultur Zakładu Rhodia-Food Biolacta w Olsztynie), *Lactobacillus casei* Shirota oraz *Lactobacillus rhamnosus* GG ATCC 53105 (szczepy referencyjne o uznanych właściwościach probiotycznych otrzymane z Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie). Inokulum stanowiła aktywna zawiesina bakterii o gęstości 10^7 jtk/ml. Stosowano 10% inokulum.

Hodowle bakterii prowadzono w pożywce MRS (wg de Man, Rogosa, Sharpe) [5], zawierającej glukozę jako źródło węgla. W doświadczeniach glukozę zastępowano odpowiednimi β -fruktooligosacharydami lub β -galaktozylopoliolami o zróżnicowanym stopniu polimeryzacji (tab. 1). Hodowle bakterii inkubowano przez 24 godz. w temp. 37°C w warunkach beztlenowych (inkubator z zastosowaniem CO_2 firmy WTB-binder). Po inkubacji dokonano pomiaru plonu biomasy bakterii metodą spektrofotometryczną (pomiar absorpcji przy długości fali $\lambda = 540$ nm) oraz kontroli aktywności kwaszącej metodą potencjometryczną.

Po zakończeniu inkubacji w próbkach zawierających mieszaniny fruktooligosacharydów różnego pochodzenia (FOS-WP, FOS PŁ-90, Raftilose P-95) oznaczano zawartość kwasu mlekowego i octowego metodą wysokosprawnej chromatografii cieczowej HPLC. Próbkę po 24 godz. okresie inkubacji wirowano (10000 obr./min, w czasie 10 min), a następnie supernatant filtrowano stosując filtry $0,45 \mu\text{m}$. Do oznaczenia zawartości kwasu mlekowego i octowego zastosowano chromatograf cieczowy HPLC firmy Knauer z oprogramowaniem Eurochrom 2000. Stosowano następujące warunki

analizy: kolumna Aminex HPX – 87H 300 x 7,8, detektor UV 210, faza ruchoma – 0,0044 mol/l H₂SO₄, przepływ – 0,6 ml/min, temp. 45°C. Ze względu na zawartość w pożywce MRS octanu sodu, zawartość kwasu mlekowego i octowego oznaczano na podstawie przyrostu powierzchni odpowiednich pików w podłożach przed i po fermentacji.

Tabela 1

Zawartość fruktooligosacharydów w badanych preparatach [%].

Content of fructooligosaccharides in preparations [%].

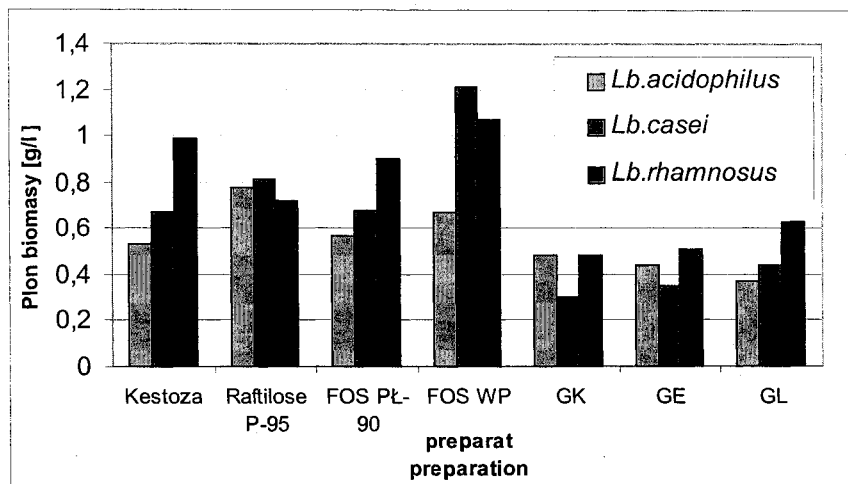
Składnik Component	Preparat / Preparation			
	Kestoza Kestose	FOS WP	FOS PŁ-90	Raftilose P-95
Fruktoza / Fructose	-	1,7	1,9	3,8
Glukoza /Glucose	0,3	0,5	3,7	-
Inulobioza / Inulobiose	-	-	-	3,8
Sacharoza / Sacharose	4,1	2,5	3,7	-
Inulotrioza DP3 Inulotriose	-	-	2,1	27,4
Kestoza DP 3/Kestose	93	37,0	21,7	-
Inulotetraoza DP 4 Inulotetraose	-	-	-	29,2
Nystoza DP 4 /Nystose	2,6	48,9	48,9	-
Inulopentaoza DP 5 Inulopentaose	-	-	-	10,4
Fuktozylonystoza DP 5 Fruktozylonystose	-	8,7	16,5	7,9
DP 6	-	0,8	1,7	13,0
DP 7	-	-	-	4,6

Wyniki przeprowadzonych badań są średnią arytmetyczną z dwóch równoległe wykonanych hodowli

Wyniki i dyskusja

Wszystkie badane bakterie z rodzaju *Lactobacillus* rosły na pożywkach zawierających zastosowane sacharydy i oligopoliole, jednak plony biomasy były zróżnicowa-

ne (rys. 1). Badane bakterie prawie dwukrotnie lepiej wykorzystywały β -fruktooligosacharydy jako źródło węgla niż β -galaktozylopoliole. Plon biomasy bakterii w pożywkach zawierających FOS wynosił od 0,57 do 1,21 g/l, natomiast w przypadku β -galaktozylopolioli od 0,37 do 0,63 g/l. Najwyższy plon biomasy, wynoszący od 0,68 do 1,22 g/l, otrzymano w pożywce zawierającej preparat FOS Wako Pure i był on niewiele niższy od uzyskanego w obecności pozostałych preparatów FOS.



Rys. 1. Plon biomasy bakterii z rodzaju *Lactobacillus*.

Fig. 1. Biomass yield of *Lactobacillus*.

W pożywkach MRS, zawierających preparaty β -galaktozylopolioli, plon badanych bakterii wynosił od 0,37 do 0,63 g/l. Bakterie *Lb. casei* i *Lb. rhamnosus* osiągnęły najwyższy plon biomasy, wynoszący od 0,44 do 0,63 g/l, w pożywce zawierającej β -galaktozylopolioli, natomiast *Lb. acidophilus* w pożywce zawierającej galaktozylopolioli (0,48 g/l).

W pożywkach zawierających preparaty FOS najwyższy oraz najniższy plon biomasy był charakterystyczny odpowiednio dla *Lb. casei* oraz *Lb. acidophilus*. Plon biomasy *Lb. rhamnosus* praktycznie nie zależał od zastosowanego preparatu FOS.

Niewiele badań dotyczy wpływu fruktooligosacharydów na wzrost bakterii z rodzaju *Lactobacillus*. Kaplan i Hutkins [10] wykazali zdolność wykorzystywania fruktooligosacharydów przez 12 z 16 szczepów *Lactobacillus* i 7 z 8 szczepów bifidobakterii. W licznych badaniach *in vitro* bakterii z rodzaju *Bifidobacterium* wykazano natomiast, że fruktooligosacharydy mogą stanowić równie dobre źródło węgla jak glukoza. Gibson i Roberfroid [6] po 24 godz. hodowli bifidobakterii *in vitro*, w podłożach zawierających różne źródła węgla, stwierdzili, że najlepiej wykorzystywane były: glu-

koza, oligofruktoza, fruktoza, sacharoza, najslabiej natomiast inulina. Bielecka i wsp. [2] stwierdzili, że większość badanych szczepów *Bifidobacterium*, należących do 9 gatunków, wykorzystywała fruktoooligosacharydy (FOS, oligofruktozę i niskopolimeryzowaną inulinę) jako substraty fermentacji, a wzrost szczepów *B. animalis*, *B. longum*, *B. catenulatum* był przez nie stymulowany. Brak jest danych literaturowych na temat wykorzystania galaktozylowych pochodnych polioli (ksylitol, erytrol, laktitol) przez bakterie z rodzaju *Lactobacillus*, natomiast sam laktitol, czyli związek o podobnej strukturze co galaktozylopoliole, odznacza się potencjalnymi właściwościami prebiotycznymi [14, 16].

W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono, że wartość pH środowiska ulega obniżeniu, zależnie od szczepu i źródła węgla, do poziomu 4,7-5,5 (wyjściowe pH wynosiło 5,7). Zmiany pH środowiska przedstawiono w tab. 2. Aktywność kwasząca szczepów *Lb. casei* i *Lb. rhamnosus*, w pożywkach zawierających fruktoooligosacharydy, wynosiła od 4,7 do 5,2, natomiast w obecności β -galaktozylopolioli od 5,4 do 5,5. Źródło węgla nie miało natomiast wpływu na aktywność kwasząca szczepu *Lb. acidophilus*, ponieważ pH wynosiło od 5,2 do 5,5.

Tabela 2

Aktywność kwasząca bakterii z rodzaju *Lactobacillus*.
Acidifying activity of *Lactobacillus* species.

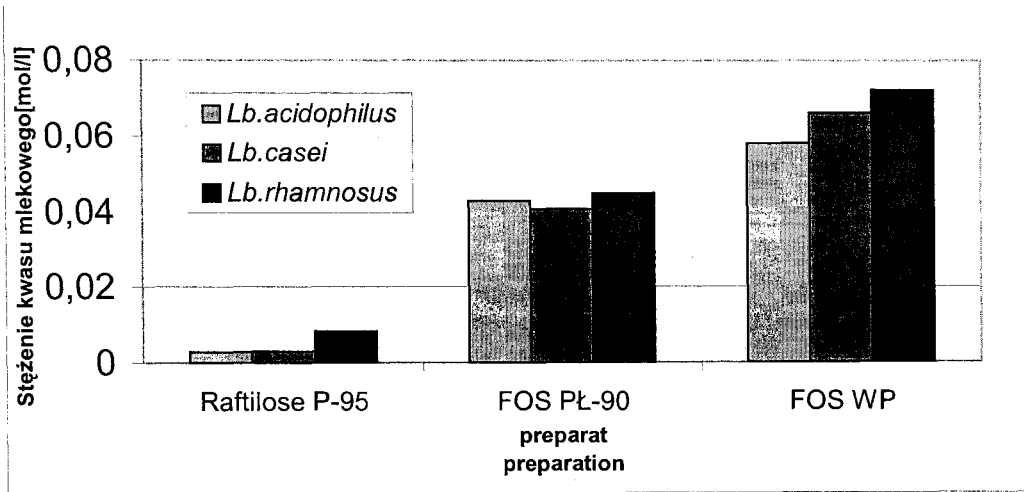
Gatunek Species	Szczep Strain	pH						
		Kestoza Kestose	Raftilose P-95	FOS Wako Pure	FOS PL-90	GK	GE	GL
<i>Lb. acidophilus</i>	Ros	5,2	5,2	5,2	5,4	5,4	5,4	5,5
<i>Lb. casei</i>	Shirota	5,2	5,0	4,7	5,2	5,5	5,5	5,4
<i>Lb. rhamnosus</i>	GG ATCC 53105*	5,0	5,2	4,9	5,0	5,4	5,4	5,4

Na podstawie porównania czasów retencji poszczególnych pików uzyskanych na chromatogramach HPLC, po wprowadzeniu próbek hodowli bakterii i substancji wzorcowych, dokonano identyfikacji kwasu mlekowego i octowego. Stwierdzono, że bakterie z rodzaju *Lactobacillus* metabolizują badane β -fruktoooligosacharydy z wytworzeniem zróżnicowanych ilości: kwasu mlekowego i kwasu octowego (rys. 2, 3).

W pożywce MRS znajduje się znaczna zawartość octanu sodu, w związku z tym nie można wykluczyć jego wpływu na wzrost bakterii *Lactobacillus*, zwłaszcza szczepu *Lb. acidophilus*.

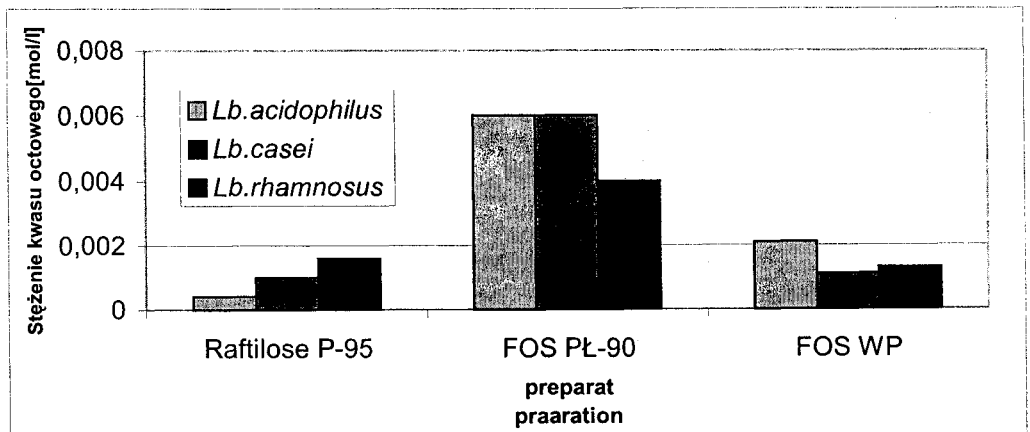
W zależności od stopnia polimeryzacji zastosowanego preparatu fruktoooligosacharydów na podłożu, stwierdzono różne stężenie kwasu mlekowego od 0,0028 do

0,072 [mol/l] wytwarzanego przez bakterie *Lactobacillus*. Względne odchylenie standardowe oznaczenia kwasu mlekowego wynosiło 10%. Stężenie kwasu mlekowego (na podłożu zawierającym β -fruktoooligosacharydy) miało tendencję rosnącą w miarę obniżania stopnia polimeryzacji oligomerów odpowiednio od Raftilose P-95, FOS PŁ-90 do FOS Wako Pure.



Rys. 2. Produkcja kwasu mlekowego przez bakterie z rodzaju *Lactobacillus*.

Fig. 2. Production of lactic acid by *Lactobacillus* sp.

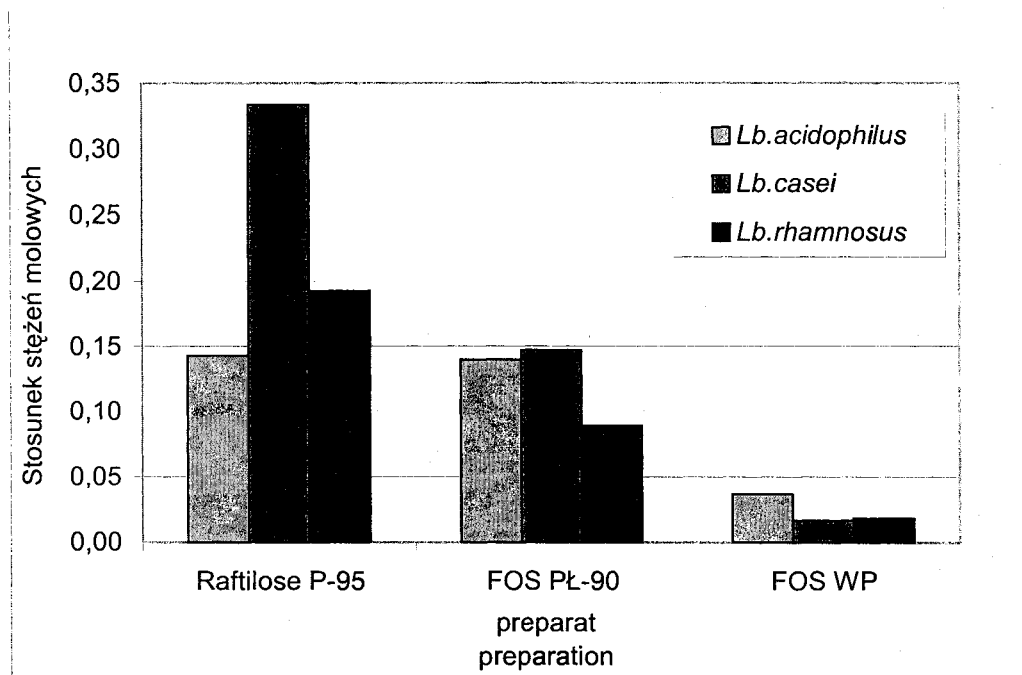


Rys. 3. Produkcja kwasu octowego przez bakterie z rodzaju *Lactobacillus*.

Fig. 3. Production of acetic acid by *Lactobacillus* sp.

Produkcja kwasu octowego przez bakterie *Lactobacillus* na badanych podłożach była względnie niska i wynosiła od 0,001 do 0,006 [mol/l]. Względne odchylenie standardowe oznaczenia kwasu octowego wynosiło 12%.

Stosunek molowych stężeń kwasu octowego do kwasu mlekowego wynosiło od 0,02 do 0,30 i miało tendencję rosnącą w miarę wzrostu stopnia polimeryzacji oligomerów od FOS WP, FOS PŁ-90 do Raftilose P-95. Stosunek stężenia kwasu octowego do kwasu mlekowego przedstawiono na rys. 4.



Rys. 4. Stosunek molowych stężeń kwasu octowego do kwasu mlekowego wytworzonych przez bakterie z rodzaju *Lactobacillus*.

Fig. 4. Molar concentration ratio of acetic acid to lactic acid produced by *Lactobacillus* species.

Wnioski

1. Bakterie z rodzaju *Lactobacillus* zdolne są do fermentowania fruktooligosacharydów i galaktozylopolioli.
2. Przyrost biomasy bakterii w obecności β -fruktooligosacharydów jest o około 50% wyższy niż w pożywkach z β -galaktozylopoliolami.
3. Najlepszym preparatem dla szczepu *Lb. acidophilus* jest Raftilose P-95, dla *Lb. casei* FOS WP, natomiast dla *Lb. rhamnosus* są to FOS WP, FOS PŁ-90 oraz kestoza.

4. Ilość kwasu mlekowego wytwarzanego przez bakterie *Lactobacillus* na podłożu z β -fruktooligosacharydami ma tendencję rosnącą w miarę obniżania stopnia polimeryzacji oligomerów (od Raftilose P-95, FOS PŁ-90 do FOS WP).
5. Produkcja kwasu octowego przez bakterie *Lactobacillus* na badanych podłożach jest względnie niska i wynosi od 0,001 do 0,006 mol/l.
6. Stosunek molowych stężeń kwasu octowego do kwasu mlekowego wynosi od 0,02 do 0,30 i ma tendencję rosnącą w miarę wzrostu stopnia polimeryzacji oligomerów (od FOS WP, FOS PŁ-90 do Raftilose P-95).
7. Czyste galaktozylopoliole są źródłem węgla dla bakterii *Lactobacillus*, ale w mniejszym stopniu wpływają na produkcję kwasów niż ma to miejsce w przypadku kestozy o podobnej czystości.

Badania wykonano w ramach projektu KBN/021/PO6/99/27.

Literatura

- [1] Ballongue J, Schumann C., Quignon P.: Effect of lactulose and lactitol on colonic microflora and enzymatic activity. *Scand. J. Gastroenterol.*, 1997, **32 Suppl. 222**, 41-44.
- [2] Bielecka M., Biedrzycka E., Majkowska A. Selection of probiotics and prebiotics for synbiotics and confirmation of their *in vivo* effectiveness. *Food Res. Int.* 2002, **35**, 125-131.
- [3] Coussument P.A.A.: Inulin and oligofructose: safe intakes and legal status. *Am. Soc. Nutr. Sci.*, 1999, 1412S-1416S.
- [4] De Leenheer L., Hoebregs H.: Progress in the elucidation of the composition of chicory inulin, 1994, (46) **5**, 193-196.
- [5] De Man, J.D., Rogosa, M.,a. Sharpe, M.E.: A Medium for the cultivation of *Lactobacilli*. *J. Appl. Bact.*, 1960, **23**, 130-135.
- [6] Gibson G.R., Roberfroid M.B.: Dietary modulation of the human colonic microbiots: introducing the concept of prebiotics. *J. Nutr.*, 1995, **125**, 1401-1414.
- [7] Hata Y., Hara T., Oikawa T., Yamamoto M., Hirose N., Nagashima T., Torihama N., Nakajima K., Watabe A., Yamashita M.: The effects of fructooligosaccharides against hyperlipidemics. *Geriatr. Med.*, 2002, **21**, 156-167.
- [8] Hidaka H., Eida T., Tokunaga T., Tashiro Y.: Effects of fruktooligosaccharides on intestinal flora and human health. *Bifidobacteria Microflora.*, 1986, **5**, 37-50.
- [9] Hiele M., Ghooys Y., Rutgeerts P., Vantrappen G.: Metabolism of erythritol in humans: comparison with glucose and lactitol. *Br. J. Nutr.*, 1993, **69**, 169-176.
- [10] Kaplan H., Hutkins R. Fermentation of fructooligosaccharides by lactic acid bacteria and bifidobacteria. *Appl. Environ. Microbiol.* 2000, **66**, 2682-2684.
- [11] Klewicki R.: Transglycosylation of a β -galactosyl radical, in the course of enzymic hydrolysis of lactose, in the presence of selected polyhydroxyalcohols. *Biotechnol. Letters.*, 2000, **22**, 1063-1066.
- [12] Linden G., Lorient D.: New ingredients in food processing. Woodhead Publishig Limited, Cambridge 1999, p. 224.
- [13] O'Sullivan M.G.: Metabolism of bifidogenic factors by gut flora - an overview. *Bulletin of the IDF.*, 1996, **313**, 23-30.

- [14] Petuely F., Harju M.: Production and properties of lactulose, lactitol, and lactobionic acid. Bull. Int. Dairy Fed., 1993, **289**, 27-30.
- [15] Rao V.A.: The prebiotic properties of oligofructose at low intake levels. Nutr. Res., 2002, **21**, 843-848.
- [16] Saarela M., Hallamaa K., Mattila-Sandholm T.: The effect of lactose derivatives lactulose, lactitol and lactobionic acid on the functional and technological properties of potentially probiotic *Lactobacillus* strains. Inter. Dairy J., 2003, **13** (4), 291-302.
- [17] Śliżewska K.: Produkty przemian fruktooligosacharydów przez jelitowe bakterie z rodzaju *Lactobacillus*. Praca doktorska wykonana w Instytucie Technologii Fermentacji i Mikrobiologii. PŁ. Łódź, 2002.
- [18] Zduńczyk Z.: Probiotyki i prebiotyki oddziaływanie lokalne i systemowe. Przem. Spoż., 2002, **4**, 8.

GROWTH AND ACIDIFYING ACTIVITY OF BACTERIAL STRAINS OF *LACTOBACILLUS* IN THE MEDIUM CONTAINING OLIGOSACCHARIDES AND OLIGOPOLYOLS OF DIFFERENT DEGREE OF POLIMERYSATION

S u m m a r y

The objective of the investigation conducted was to determine the growth and acidifying activity of *Lactobacillus* species in a medium with fructooligosaccharides and galactosylpolyols preparations. The bacteria cultures were developed using an MRS nutrient with glucose as a source of carbon. The glucose was substituted by fructooligosaccharides and galactosylpolyols in the MRS medium. An HPLC method was used to determine the content of lactic and acetic acids as produced by *Lactobacillus* species.

The experiments proved that the bacterial strains of *Lactobacillus* species grew on a medium with added preparations of fructooligosaccharides and galactosylpolyols. The biomass yield of *Lactobacillus* sp. in a medium with fructooligosaccharides varied from 0.57 g/l to 1.21 g/l, and as for the medium with galactosylpolyols: from 0.37 g/l to 0.63 g/l.

Depending on the species types and the source of carbon, the pH values ranged between 4.7 and 5.5 against the initial value of 5.7. The molar concentration ratio between the acetic and the lactic acids produced by *Lactobacillus* species ranged from 0.02 to 0.3 and had a tendency to increase along with the rise in the degree of polymerization of oligomers. The galactosylpolyols are a source of carbon for the bacterial strains of *Lactobacillus* and their acidifying activity is weaker than the same activity of preparations of fructooligosaccharides.

Key words: oligosaccharides, oligopolyols, *Lactobacillus spp.*, fermentation. ☒