

ROMUALDA DANKÓW, DOROTA CAIS-SOKOLIŃSKA, JAN PIKUL

Katedra Technologii Mleczarstwa
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

CHARAKTERYSTYKA MLEKA PASTERYZOWANEGO PODDANEGO ENZYMATYCZNEJ HYDROLIZIE LAKTOZY

Streszczenie. Przyswajanie laktozy przez organizm człowieka jest uwarunkowane obecnością aktywnej β -D-galaktozydazy. Brak tego enzymu stanowi przyczynę tzw. nietolerancji laktozy, objawiającej się przykrymi zaburzeniami gastrycznymi po spożyciu mleka. Celem pracy były badania nad możliwością zastosowania enzymu β -D-galaktozydazy do zmniejszenia zawartości laktozy w mleku spożywczym, pasteryzowanym. Do hydrolizy laktozy zastosowano preparat enzymatyczny Maxilact. W gotowym produkcie oraz mleku surowym oznaczano kwasowość czynną i miareczkową zawartość laktozy z określeniem stopnia jej hydrolizy. Stopień hydrolizy laktozy wyznaczono na podstawie punktu zamarzania mleka. Próbkę poddano również ocenie sensorycznej. W gotowym produkcie określono zmiany mikrobiologiczne celem przedłużenia trwałości mleka. Stwierdzono, że na stopień hydrolizy laktozy statystycznie istotny wpływ miały zawartość laktozy i punkt zamarzania mleka przed hydrolizą. Inne oceniane parametry w mleku nie wpłynęły na stopień hydrolizy.

Słowa kluczowe: nietolerancja laktozy, hydroliza enzymatyczna, β -D-galaktozydaza, mleko bezlaktozowe, punkt zamarzania mleka

Wstęp

Przyswajanie laktozy przez organizm człowieka jest uwarunkowane obecnością aktywnej β -D-galaktozydazy, mającej zdolność hydrolizy cukru mlekowego (SIBLEY 2004). Brak lub zbyt mała ilość tego enzymu w jelicie cienkim stanowi przyczynę tzw. nietolerancji laktozy, objawiającej się przykrymi zaburzeniami gastrycznymi po spożyciu mleka (ból brzucha, wzdęcia, biegunki). Laktaza jest wytwarzana w błonie śluzowej jelita cienkiego od 3. miesiąca życia płodowego. Niewielka początkowo aktywność tego enzymu wzrasta po narodzinach i utrzymuje się na wysokim poziomie do 2.-5. roku życia, po czym zmniejsza się. Nietolerancja może być dziedziczna i wtedy pojawia się u niemowląt lub między 1. a 4. rokiem życia. Nietolerancja laktozy typu dorosłych

zależy od uwarunkowań etnicznych (HAMILTON 1998, CHANG i IN. 1987, CASKEY i IN. 1977) oraz przebytych chorób uszkadzających błonę śluzową jelita cienkiego lub jest efektem długotrwałego niepicia mleka (MULARCZYK i GRZYMISŁAWSKI 2002). Ocenia się, że w Polsce 37,5%, a na świecie 33% populacji ludzkiej nie toleruje laktozy. Występowanie nietolerancji laktozy u znaczącego odsetka populacji dzieci, młodzieży i dorosłych w kraju stwarza poważne ograniczenia żywieniowe, dlatego poszukuje się rozwiązań mogących zastąpić zwykłe mleko (KRAWCZYŃSKI i IN. 2000). Z myślą o osobach nie tolerujących laktozy w Gostyniu produkuje mleko pasteryzowane Minila o zmniejszonej ilości tego enzymu, pakowane w 1-litrowe kartoniki.

Celem pracy było określenie jakości mikrobiologicznej, cech fizyczno-chemicznych oraz stopnia hydrolizy laktozy, a także ocena sensoryczna mleka znormalizowanego (2,5% tłuszczu) pasteryzowanego w temperaturze 72-78°C po hydrolizie laktozy przeprowadzonej z zastosowaniem enzymu β -D-galaktozydazy o nazwie handlowej Maxilact, wyprodukowanego w OSM Gostyń.

Material i metody

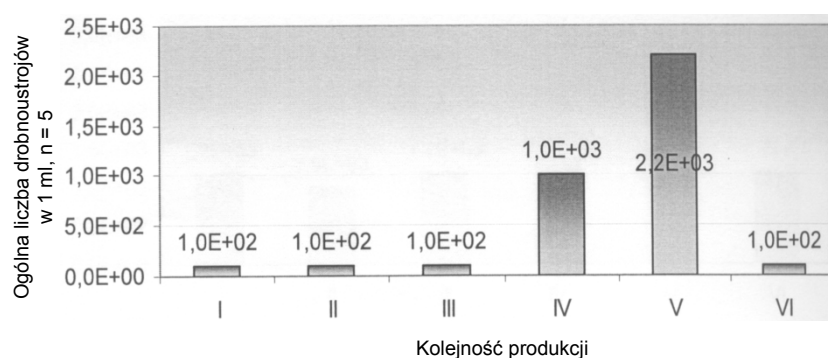
Materiał do badań stanowiło mleko z sześciu kolejnych produkcji w 2008 roku. W mleku oznaczano gęstość, kwasowość: pH i SH, temperaturę zamrażania, stopień hydrolizy laktozy, OLD i bakterie z grupy *Coli* oraz barwę, smak, zapach i konsystencję. Oznaczenia przeprowadzono na mleku bezpośrednio po produkcji oraz w 3., 7. i 9. dniu przechowywania w temperaturze chłodniczej. Wszystkie analizy i ocenę mleka przeprowadzono zgodnie z polskimi normami (PN-ISO 7218:1999, PN-ISO 8621:2002, PN-EN ISO 4833:2004) oraz ROZPORZĄDZENIAMI... (2004, 2005, 2006).

Wyniki

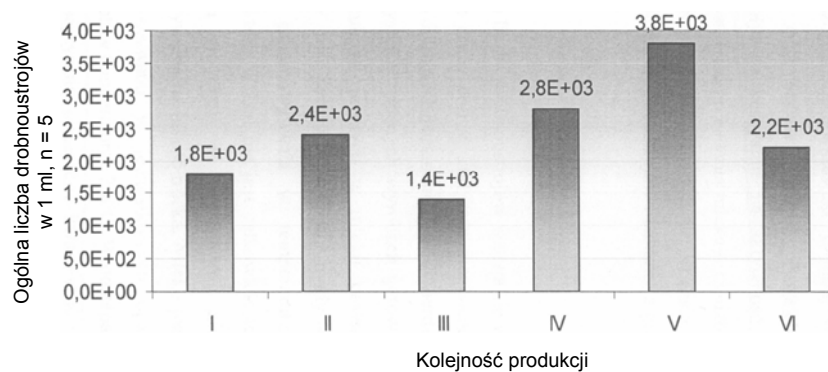
Na podstawie temperatury zamrażania stwierdzono w mleku bezpośrednio po produkcji 81,7% hydrolizy laktozy. Po porównaniu temperatury zamrażania oraz stopnia hydrolizy laktozy w mleku po produkcji i w czasie przechowywania stwierdzono ich nieznaczny wzrost w 3. dniu przechowywania – do 81,8%. W kolejnych dniach nie stwierdzono dalszego procesu hydrolizy. W niewielkim stopniu wzrosła kwasowość SH: o 0,2°, a zmniejszyła się wartość pH: o 0,03 jednostki, co nie miało wpływu na jakość mleka (tab. 1). W mleku po okresie przechowywania nie stwierdzono bakterii z grupy *Coli*, natomiast wartości OLD wzrosła z 1×10^2 bezpośrednio po produkcji do 3×10^3 w 9. dniu przechowywania (rys. 1, 2). W wyniku oceny organoleptycznej stwierdzono, że barwa, smak, zapach, konsystencja i struktura nie zmieniły się. Barwa gotowego produktu była niezmienną: biała, smak – przyjemny, właściwy dla mleka pasteryzowanego z lekko wyczuwalną słodkością i czystym zapachem o konsystencji jednnorodnej, bez podstoję śmietanki.

Tabela 1. Charakterystyka mleka pasteryzowanego po hydrolizie laktozy
Table 1. Characteristics of pasteurized milk after enzymatic hydrolization of lactose

Parametr	Bezpośrednio po produkcji	3. dzień przechowywania	7. dzień przechowywania	9. dzień przechowywania
Gęstość (g/cm ³)	1,0317	1,0318	1,0318	1,0318
pH	6,69	6,78	6,67	6,66
SH (°)	6,60	6,60	6,70	6,80
Temperatura zamarzania (°C)	0,763	0,764	0,764	0,765
Stopień hydrolizy	81,7	81,8	81,8	81,8
OLD	1×10^2	$1,2 \times 10^3$	$1,4 \times 10^4$	$1,4 \times 10^4$
Bakterie coli	nieobecne	nieobecne	nieobecne	nieobecne



Rys. 1. Jakość higieniczna mleka w dniu produkcji w temperaturze 4°C
Fig. 1. Milk hygiene quality on the 1st day of production at temperature 4°C



Rys. 2. Jakość higieniczna mleka w 9. dniu przechowywania w temperaturze 7-8°C
Fig. 2. Milk hygiene quality on the 9th day of storage at temperature 7-8°C

Dyskusja

Uzyskany stopień hydrolizy laktozy 81,7% jest w zupełności wystarczający, gdyż – z wyjątkiem ekstremalnych przypadków całkowitej nietolerancji – nie jest konieczne uzyskanie 100-procentowej hydrolizy, jako że o wystąpieniu objawów nietolerancji decyduje równowaga między ilością spożytego mleka, poziomem nietolerancji laktozy i stopniem hydrolizy laktozy. W praktyce musi być znaleziony kompromis pomiędzy niezbędnym stopniem hydrolizy laktozy w mleku a kosztem obróbki enzymatycznej. Zwykle prowadzi się obróbkę do uzyskania 70-80% rozkładu laktozy (dane Laboratorium firmy Gist-Brocades, Haarlem, Holandia).

W Kanadzie produkcja mleka bezlaktozowego polega na aseptycznym dozowaniu preparatu enzymatycznego do mleka UHT po sterylizacji – w czasie napełniania kartonów – po czym poddawaniu ich kilkudniowej inkubacji. W Australii opatentowano metodę, według której dodaje się mleko pełne, odtłuszczone, lub regenerowane do wodnego roztworu kazeiny. Produkt może być następnie suszony. Zupełnie odmienną metodę zastosowano w Japonii. Mleko szczepi się kulturą *Lactobacillus*, inkubuje 4 h, po czym poddaje się działaniu ultradźwięków (sonikacji), kontynuując inkubację przez dodatkowe 12 h. Stopień redukcji laktozy wynosi 71-74%, podczas gdy bez sonikacji mieści się w granicach 39-51%. W Szwecji mleko o zmniejszonej zawartości laktozy produkuje się z zastosowaniem ultrafiltracji, modyfikacji enzymatycznej oraz fermentacji z zastosowaniem kultur *Lactobacillus*. W Stanach Zjednoczonych, oprócz produkowanego przemysłowo mleka bezlaktozowego, na rynku są dostępne preparaty enzymatyczne, przeznaczone do domowej hydrolizy laktozy. Polska norma na mleko UHT o zmniejszonej zawartości laktozy wymaga co najmniej 80-procentowego stopnia hydrolizy laktozy (BIELECKA 1998).

Wnioski

W czasie przechowywania mleka w okresie 9 dni w warunkach chłodniczych

- 1) stwierdzono nieznaczny wzrost kwasowości,
- 2) bakterie z grupy *Coli* były nieobecne,
- 3) ogólna liczba drobnoustrojów wynosiła od 1×10^2 do 1×10^3 ,
- 4) cechy organoleptyczne mleka nie zmieniły się, co pozwoliło na zasugerowanie przedłużenia terminu trwałości o 1 dzień.

Literatura

- BIELECKA M., 1998. Problem nietolerancji laktozy i metody jego rozwiązywania. *Przem. Spoż.* 3: 13-15.
- CASKEY D.A., PAYNE-BOSE D., WELSH J.D., GARHART H.L., NANCE M.K., MORRISON R.D., 1977. Effect of age on lactose malabsorption in Oklahoma Native Americans as determined by breath analysis. *Am. J. Dig. Dis.* 22: 113-116.
- CHANG M.H., HSU H., CHEN C.R., LEE C.H., HSU J.Y., 1987. Lactose malabsorption and small-intestinal lactase in Chinese children. *J. Pediatr. Gastroenterol. Nutr.* 6: 368-372.

Danków R., Cais-Sokolińska D., Pikul J., 2009. Charakterystyka mleka pasteryzowanego poddanego enzymatycznej hydrolizie laktozy. *Nauka Przyr. Technol.* 3, 4, #126.

- HAMILTON L.H., 1998. Breath tests and gastroenterology. Quintron Instrument Company, Milwaukee.
- KRAWCZYŃSKI M., KRZYŻANIAK A., WALKOWIAK J., 2000. Normy rozwojowe wysokości i masy ciała dzieci i młodzieży miasta Poznania w wieku od 3 do 18 lat. *Pediatr. Prakt.* 8: 341-353.
- MULARCZYK P., GRZYMISŁAWSKI M., 2002. Metody diagnostyczne pierwotnej hipolaktazji dorosłych. *Now. Lek.* 71: 269-272.
- PN-ISO 7218:1999 Mikrobiologia żywności i pasz. Ogólne zasady badań mikrobiologicznych.
- PN-ISO 8621:2002 Mleko i przetwory mleczne. Ogólne zasady przygotowania próbek, zawiesiny wyjściowej i dziesięciokrotnych rozcieńczeń do badań mikrobiologicznych.
- PN-EN ISO 4833:2004 Mikrobiologia żywności i pasz. Horyzontalna metoda oznaczania liczby drobnoustrojów. Metoda płytkowa w temperaturze 30°C. Rozporządzenie Komisji (WE) 1881/2006 z dnia 19.12.2006 ustalające najwyższe dopuszczalne poziomy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych.
- ROZPORZĄDZENIE Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 18.08.2004 w sprawie wymagań weterynaryjnych dla mleka oraz produktów mlecznych dotyczące temperatury zamrażania. 2004. Dz.U. 180.
- ROZPORZĄDZENIE Komisji (WE) 2073/2005 w sprawie kryteriów mikrobiologicznych dotyczących środków spożywczych.
- SIBLEY E., 2004. Carbohydrate Intolerance. *Curr. Opin. Gastroenterol.* 20: 162-167.

CHARACTERISTICS OF PASTEURIZED MILK AFTER ENZYMATIC HYDROLIZATION OF LACTOSE

Summary. The absorption of lactose in the human body is conditioned by the presence of the active β -D-galactosidase enzyme. Lack of this enzyme causes the lactose malabsorption – an unpleasant gastric disturbance and the person becomes then lactose-intolerant. The aim of this study was to assess the possibility of using the β -D-galactosidase enzyme to reduce the lactose content in regular pasteurized milk. Maxilact was used to carry out the enzymatic hydrolysis of lactose. During the study physical parameters such as active acidity, titrometric acidity, lactose content and degree of lactose hydrolysis were evaluated in the prepared milk, as well as in raw milk. A degree of lactose hydrolysis was estimated by the freezing point of the milk. All samples of milk were judged using sensory evaluation. Research also involved checking the opportunity to extend shelf-life after the hydrolysis process. Therefore, the microbiological stability of milk was also documented. As a result of the research, it is affirmed that lactose content and the freezing point of milk before the process statistically influences the degree of lactose hydrolysis after the process. Additionally, it is affirmed that other parameters evaluated during the study are considered statistically insignificant, which is why they are irrelevant to the degree of lactose hydrolysis in prepared milk.

Key words: lactose-intolerant, enzymatic hydrolysis, the lactose free milk, β -D-galactosidase, the freezing point of milk

Danków R., Cais-Sokolińska D., Pikul J., 2009. Charakterystyka mleka pasteryzowanego poddanego enzymatycznej hydrolizie laktozy. *Nauka Przyr. Technol.* 3, 4, #126.

Adres do korespondencji – Corresponding address:

Romualda Danków, Katedra Technologii Mleczarstwa, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Wojska Polskiego 31/33, 60-627 Poznań, Poland, e-mail: dankow@up.poznan.pl

Zaakceptowano do druku – Accepted for print:

7.10.2009

Do cytowania – For citation:

*Danków R., Cais-Sokolińska D., Pikul J., 2009. Charakterystyka mleka pasteryzowanego poddanego enzymatycznej hydrolizie laktozy. *Nauka Przyr. Technol.* 3, 4, #126.*