



Universitatea Tehnică a Moldovei

**OBȚINEREA ȘI CARACTEREZAREA IAURTULUI CU
CONȚINUT REDUS DE LACTOZĂ**

Student:

Frango Ivan

Conducător:

**Popescu Liliana
dr., conf. univ.**

Chișinău, 2022

REZUMAT

Teza de master cu titlul "Obținerea și caracterizarea iaurtului cu conținut redus de lactoză", autor Frango Ivan, programul de studiu Calitatea și Siguranța Produselor Alimentare, Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, 2022.

Teza conține: introducere, cinci capitole, concluzii, bibliografie, 58 de pagini, 16 figuri, 16 tabele. În teză au fost citate 27 de surse bibliografice.

Cuvinte cheie: iaurt, lactoză, pre-hidroliza, co-hidroliza, grad de hidroliză a lactozei.

Problematica studiului. Iaurtul este un produs lactat obținut prin fermentarea laptelui sub acțiunea de microorganisme specifice din cultura starter: *Streptococcus thermophilus* și *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus*. Prezența lactozei în iaurt ar sugera că persoanele cu intoleranță la lactoză nu pot consuma aceste produse lactate. Studiile din domeniu indică că hidroliza lactozei de către bacteriile lactice din iaurt îmbunătățesc absorbția lactozei în comparație cu alte produse lactate. Cu toate acestea, hidroliza enzimatică a lactozei din iaurt pare a fi una din metodele de bază în obținerea iaurtului cu conținut redus de lactoză sau delactozat.

Scopul tezei de master a fost de a investiga influența diferitelor procedee de hidroliză a lactozei, contribuția enzimei și a tipului de lapte asupra caracteristicilor iaurtului obținut. Pentru o abordare sistematică, fermentațiile laptelui nehidrolizat, ale laptelui care a fost hidrolizat înainte de fermentare și ale laptelui co-hidrolizat au fost efectuate simultan.

Metodele aplicate la realizarea cercetării. Determinarea lactozei în produsele lactate cu conținut redus de lactoză s-a realizat prin metoda spectrofotometrică cu ajutorul kitului K-LOLAC, Megazyme (USA) precum și metode uzuale de determinare a calității iaurtului. În vederea hidrolizei lactozei s-au utilizat două enzime comerciale: Nola Fit 5500 și Maxilact LGi 5000.

Rezultatele obținute în cadrul tezei. Procedeele de obținere a iaurtului prin co-hidroliză a condus la reducerea duratei de fermentare de la 420 până la 360 minute în cazul iaurtului din lapte de vacă. În probele de iaurt obținute prin fermentarea laptelui în care s-a realizat hidroliza prealabilă a lactozei din lapte a accelerat de asemenea fermentația comparativ cu referințele respective. Iaurtul din lapte de vacă a prezentat valori ale vâscozității aparente semnificativ mai mari în comparație cu iaurtul obișnuit din lapte de capră atât pentru lapte hidrolizat și co-hidrolizat. Probele de iaurt obținute atât din lapte hidrolizat cât și prin co-hidroliză se caracterizează printr-un gust considerabil mai dulce decât iaurtul natural convențional, cu aromă ușoară de caramelă, astfel pentru a produce iaurturi cu fructe sau aromatizate cantitatea de zahăr adăugată poate fi redusă considerabil. Iaurturile obținute din lapte cu conținut redus de lactoză pot fi recomandate atât persoanelor cu intoleranțe a lactoză cât și celor care preferă produse cu valoare energetică mai redusă.

În baza rezultatelor cercetării a fost dezvoltată o tehnologie de producere a iaurtului cu conținut redus de lactoză pe bază de lapte de vacă și capră.

SUMMARY

Master's thesis entitled "Obtaining and characterizing yogurt with low lactose content", author Frango Ivan, study program Quality and Safety of Food Products, Technical University of Moldova, Chisinau, 2021.

The thesis contains: introduction, five chapters, conclusions, bibliography, 58 pages, 16 figures, 16 tables. 27 bibliographic sources were cited in the thesis.

Keywords: yogurt, lactose, pre-hydrolysis, co-hydrolysis, degree of hydrolysis of lactose.

The issue of the study. Yogurt is a dairy product obtained by fermenting milk under the action of specific microorganisms from the starter culture: *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus*. The presence of lactose in yogurt would suggest that people with lactose intolerance cannot consume these dairy products. Studies show that the hydrolysis of lactose by lactic acid bacteria in yogurt improves the absorption of lactose compared to other dairy products. However, the enzymatic hydrolysis of lactose in yogurt seems to be one of the basic methods in obtaining low-lactose or delactose yogurt.

The purpose of the master's thesis was to investigate the influence of different lactose hydrolysis processes, the contribution of the enzyme and the type of milk on the characteristics of the yogurt obtained. For a systematic approach, fermentations of unhydrolysed milk, milk that was hydrolyzed before fermentation and co-hydrolyzed milk were performed simultaneously.

Methods applied to conducting research. The determination of lactose in dairy products with low lactose content was performed by the spectrophotometric method using the K-LOLAC kit, Megazyme (USA) as well as the usual methods for determining the quality of yogurt. Two commercial enzymes were used for lactose hydrolysis: Nola Fit 5500 and Maxilact LGi 5000.

The results obtained in the thesis. The process of obtaining yogurt by co-hydrolysis led to a reduction in the fermentation time from 420 to 360 minutes in the case of cow's milk yogurt. In the yogurt samples obtained by fermenting the milk in which the previous hydrolysis of the lactose in the milk was carried out, the fermentation also accelerated compared to the respective references. Cow's milk yogurt had significantly higher apparent viscosity values compared to regular goat's milk yogurt for both hydrolyzed and co-hydrolyzed milk. Yogurt samples obtained from both hydrolyzed milk and co-hydrolysis are characterized by a considerably sweeter taste than conventional natural caramel, with a slight caramel flavor, so that to produce fruit or flavored yoghurts the amount of added sugar can be reduced. considerable. Low-lactose-free milk yogurts can be recommended for both lactose intolerant people and those who prefer low-energy products.

Based on the results of the research, a low-lactose yogurt production technology based on cow's and goat's milk was developed.

CUPRINS

INTRODUCERE	8
1 CONSIDERAȚII GENERALE PRIVIND DEZVOLTAREA PRODUSELOR LACTATE DELACTOZATE ȘI CU CONȚINUT REDUS DE LACTOZĂ	10
- 1.1 Intoleranța la lactoză	10
- 1.2 Metode moderne de delactozare a laptelui.....	13
- 1.3 Producerea iaurtului cu conținut scăzut de lactoză	20
- 1.4 Metode de determinare a lactozei în produsele cu conținut scăzut de lactoză.....	23
- 1.5 Concluzii la capitolul 1	26
2. MATERIALE ȘI METODE	27
- 2.1 Materia primă utilizată în studiu	27
- 2.2 Metoda de determinare a lactozei în produse lactate cu conținut scăzut de lactoză	28
- 2.3 Metode de aprecierea a calității iaurtului cu conținut redus de lactoză	34
3 STABILIREA PARAMETRIILOR DE HIDROLIZĂ A LACTOZEI	39
- 3.1 Determinarea gradului de dulce a glucidelor și a caracteristicilor senzoriale ale laptelui în funcție de gradul de hidroliză a lactozei	39
- 3.2 Influența temperaturii, duratei de hidroliză și a cantității de enzime asupra gradului de hidroliză a lactozei	41
4. EFECTUL HIDROLIZEI LACTOZEI ASUPRA PROPRIETĂȚILOR SENZORIALE, FIZICO-CHIMICE ȘI REOLOGICE ALE IAURTULUI	46
- 4.1 Analiza senzorială a probelor de iaurt.....	51
- 4.2 Proprietățile reologice ale probelor de iaurt.....	52
- 4.3 Gradul de hidroliză a lactozei în iaurt	55
5. PLAN CALITĂȚII ÎN PROCES DE PRODUCERE	56
- 5.1 Planul calității privind controalele la recepție materiei prime și auxiliare	56
- 5.2 Planul calității în proces de fabricație iaurtului cu conținut scăzut de lactoză.....	57
- 5.3 Diagrama procesului tehnologic de obținere a iaurtului cu conținut scăzut de lactoză	60
- 5.4 Planul calității produsului finit.....	61
CONCLUZII	62
BIBLIOGRAFIA	63

INTRODUCERE

Lactoza, principalul carbohidrat care se găsește în lapte, a cunoscut o atenție sporită în ultimul timp, deoarece cererea de produse fără lactoză de către persoanele cu intoleranță la lactoză sau metabolism redus la lactoză a fost în creștere. Lactoza este o dizaharidă constând din fragmente de glucoză și galactoză care sunt legate printr-o legătură glicozidică. La om, digestia intestinală subțire a acestui zahăr este promovată de lactază-florizin hidrolază, care hidrolizează lactoza în monozaharidele absorbabile constitutive. Intoleranța la lactoză este o afecțiune genetică comună legată de deficiența unei lactază funcționale la vârsta adultă (non-persistența lactazei), iar procentul din populația globală care prezintă această afecțiune este estimat la aproximativ 65%. Intoleranța la lactoză poate provoca simptome precum dureri abdominale, flatulență și diaree la consumul de produse lactate care conțin lactoză. Pentru a satisface cerințele alimentare ale populației afectate de calciu și proteine de înaltă calitate, industria mondială a lactatelor a răspuns prin dezvoltarea de produse fără lactoză, de obicei prin pre-digestia lactozei din lapte prin adăugarea unei lactază exogene, β -galactozidaza [5].

Iaurtul este unul dintre cele mai cunoscute alimente care conțin probiotice. Iaurtul este un produs din lapte coagulat care rezultă din fermentarea acidului lactic din lapte de către *Lactobacillus bulgaricus* și *Streptococcus thermophilus*. Alte specii de bacterii lactice sunt acum frecvent utilizate pentru a conferi produsului final caracteristici unice.

Prezența unei cantități substanțiale de lactoză în majoritatea produselor lactate fermentate, cum ar fi 30-40 grame/kg în iaurt, ar sugera că persoanele cu intoleranță la lactoză vor avea o problemă cu aceste produse lactate. Cercetările recente demonstrează că bacteriile lactice din laptele fermentat care sintetizează lactază continuă activitatea metabolică în tractul gastrointestinal, participând la digestia (sau a unei părți a) lactozei. Monozaharidele sunt atât consumate de bacterii, cât și absorbite în intestinul subțire, astfel încât simptomele intoleranței la lactoză sunt reduse. O a doua explicație care a fost prezentată sugerează că lactoza din iaurt este mai bine digerată din cauza timpului de tranzit lent al iaurtului vâscos în comparație cu laptele lichid. Din acest motiv, lactază sintetizată în intestinul subțire va avea mai mult timp pentru a digera lactoza și, prin urmare, va reduce simptomele de intoleranță.

Indiferent de care dintre aceste efecte joacă rolul major în tolerarea produselor lactate fermentate de către persoanele intolerante la lactoză, cel mai de încredere remediu pare să fie digestia enzimatică completă a lactozei din iaurt. Acest lucru se poate face prin: adăugarea β -galactozidazei în lapte înainte de pasteurizare (pre-hidroliza) sau adăugarea β -galactozidazei împreună cu cultura starter după pasteurizarea laptelui (co-hidroliza).

Când β -galactozidaza este adăugată în lapte în același timp cu cultura de iaurt, rămâne doar un timp limitat pentru hidroliza lactozei. Majoritatea enzimelor comerciale sunt complet inactivate la un pH < 5,5, care este atins după 2,5-3 ore de incubare într-un proces obișnuit de preparare a iaurtului. Prin urmare, etichetarea enzimei pe ambalajul de iaurt nu este necesară.

Majoritatea producătorilor de iaurt optează pentru cea din urmă abordare, co-hidroliza, deoarece prehidroliza pare să inhibe activitatea unor culturi de iaurt probabil datorită trecerii de la lactoză la glucoză ca sursă principală de carbon sau datorită creșterii presiunii osmotice din laptele hidrolizat cu lactază. În plus, metoda a doua (co-hidroliza) reduce timpul de producere a iaurtului prin excluderea etapei tehnologice de prehidroliză a lactozei și respectiv costurile de producție.

Scopul tezei de master a fost de a investiga influența diferitelor procedee de hidroliză a lactozei, contribuția enzimei și a tipului de lapte asupra caracteristicilor iaurtului obținut. Pentru o abordare sistematică, fermentațiile laptelui nehidrolizat (de referință), ale laptelui care a fost hidrolizat înainte de fermentare și ale laptelui co-hidrolizat (adăugarea concomitentă de β -galactozidază și a culturii starter) au fost efectuate simultan.

În vederea realizării scopului dat au fost propuse următoarele obiective:

- studierea problemelor legate de incidenței intoleranței la lactoză;
- studierea metodelor moderne de reducere a conținutului de lactoză în lapte în vederea identificării metodei optime de delactozare a laptelui și produselor lactate;
- studierea procedeelelor de producere a iaurtului cu conținut scăzut de lactoză;
- studierea metodelor de determinare a lactozei în produsele cu conținut scăzut de lactoză;
- stabilirea parametrilor de hidroliza a laptelui;
- studierea efectului hidrolizei lactozei asupra calității senzoriale, fizico-chimice și reologice ale iaurtului cu conținut redus de lactoză;
- elaborarea diagramei de flux la producerea iaurtului cu conținut redus de lactoză;
- elaborarea planului de calitate la producerea iaurtului cu conținut redus de lactoză.

BIBLIOGRAFIA

1. ANTAL I., DRAHOS L., KIRÁLYM., KISS B.D., HORVÁTH P., MIRZAHOSSEINI A., PÁLFY G., LUDÁNYI K., Investigating thermal stability based on the structural changes of lactase enzyme by several orthogonal methods. *Biotechnology Reports*, Volume 30, 2021.
2. BADERTSCHER R., BOSSHART A., BRÜGGER D., GILLE C., WALTHER B. Detection of lactose in products with low lactose content. *International Dairy Journal*, 83 2018.
3. BANDINI E, FOGLIANO V MEIJER G, TROISE A., TREZZI M.,. *The quality of low lactose milk is affected by the side proteolytic activity of the lactase used in the production process*, Food Research International, Volume 89, Part 1, 2016;
4. BOURLIOUX P, POCHART P. Nutritional and health properties of yogurt. *World Rev Nutr Diet* 1988;
5. DENNIS A. Savaiano Lactose digestion from yogurt: mechanism and relevance. *Am J Clin Nutr*. 2014
6. ENGEL W.G. The use of lactase to sweeten yogurt without increasing calories. *Cultured Dairy Products Journal*, 8 1973;
7. EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY (EFSA). Scientific opinion on lactose thresholds in lactose intolerance and galactosaemia. *Efsa Journal*. 2010;
8. European Union. Regulation (EU) No 1169/2011 of the European Parliament and of the Council on the provision of food information to consumers, amending Regulations (EC) No 1924/2006 and (EC) No 1925/2006 of the European Parliament and of the Council, and repealing Commission Directive 87/250/EEC, Council Directive 90/496/EEC, Commission Directive 1999/10/EC, Directive 2000/13/EC of the European Parliament and of the Council, Commission Directives 2002/67/EC and 2008/5/EC and Commission Regulation (EC) No 608/2004. *OJ* 2011;
9. GARBALLO-RUBIO A., SOTO-CHINCHILLA A., Determination of residual lactose in lactose-free cow milk by hydrophilic interaction liquid chromatography (HILIC) coupled to tandem mass spectrometry. *Journal of Food Composition and Analysis*, 66 2018;
10. GELMAN-MALACHI E., GILAT T., RUSSO S. Lactase in man: a nonadaptable enzyme in man. *Gastroenterology* 1972;
11. GOODENOUGH E.R., KLEYN D.A. Qualitative and quantitative changes in carbohydrates during the manufacture of yogurt *Journal Dairy Science*, 59 1976;
12. GURKAN H. Hayaloglu Volatiles and sensory characteristics of yogurt manufactured by incorporating basil (*Ocimum basilicum* L.), *International Journal of Food Properties*, 2017;
13. Hotărîre de guvern Nr. 158 din 07-03-2019 **cu privire la aprobarea Cerințelor de calitate pentru lapte și produse lactate. Anexa1**

14. Standardization of different levels of lactose hydrolysis in the preparation of lactose hydrolyzed yoghurt *Iranian Journal of Veterinary Research, Shiraz University*, Vol. 10, No. 2, Ser. No. 27, 2009
15. JONES D., LATHAM D., KOSIKOWSKI V., WOODWARD G. Symptom response to lactose – reduced milk in lactose-intolerant adults *Amer. J. Clin. Nutr.*, 29 1976;
16. KHOLIF A., SAMIA A., SALEM A., HALA R. WALAA A., Rice straw and orange peel wastes as cheap and eco-friendly substrates: A new approach in β -galactosidase (lactase) enzyme production by the new isolate *L. paracasei* MK852178 to produce low-lactose yogurt for lactose-intolerant people. *Waste Management*, Volume 131, 2021;
17. LI, B., WANG, Z., Preparation of lactose-free pasteurized milk with a recombinant thermostable β -glucosidase from *Pyrococcus furiosus*. *BMC Biotechnol* 13. 2013.
18. MCCAIN, H., KALIAPPAN, S., DRAKE, M., Invited review: Sugar reduction in dairy products. *Journal Dairy Scinse*. 2018;
19. MISTRY VV., PATEL RS., Physicochemical and structural properties of ultrafiltered buffalo milk and milk powder. *Journal Dairy Scinse* 80 1997;
20. MURRAY E. B., SCRIMSHAW N.S., *The acceptability of milk and milk products in populations with a high prevalence of lactose intolerance*. In: *The American Journal of Clinical Nutrition*, Volume 48, Issue 4, October 1988;
21. NWARU B, HICKSTEIN L, PANESAR SS. The epidemiology of food allergy in Europe: A systematic review and meta-analysis. *Allergy*. 2014;
22. PANSERI, S.; PAVLOVIC, R.; CASTRICA, M.; NOBILE, M.; DI CESARE, F.; CHIESA, L.M. Determination of Carbohydrates in Lactose-Free Dairy Products to Support Food Labelling. *Foods* 2021;
23. PATEL R, GUPTA V, SINGH S, REUTER H. Ultrafiltration behaviour of buffalo milk and cow milk. *Indian Journal Dairy Scinse* 45 1992.
24. PATEL R, REUTER H. Deposit formation on a hollow fibre ultrafiltration membrane during concentration of skim milk. *Milchwissen* 40 1985.
25. SAVAIANO D.A. Lactose digestion from yogurt: Mechanism and relevance. *Am. J. Clin. Nutr.* 2014;
26. SFAKIANAKIS, P., TZIA, C. Conventional and innovative processing of milk for yogurt manufacture; development of texture and flavor: A review. *Foods*, 3, 2016;
27. SCHMIDT, C., MENDE, S., JAROS, D. ROHM, H. Fermented milk products: effects of lactose hydrolysis and fermentation conditions on the rheological properties. *Dairy Sci. & Technol.* 2016.