

PIIMA BAKTERITSIIDSE FAASI PIKENDAMISE KATSETEST LAKTOPEROKSÜDAASSÜSTEEMI AKTIVISEERIMISE ABIL

A. Olkonen

Et saavutada varutavas piimas EVS 594:1994 kõrgema sordi nõuetele vastav tase ja täita Euroopa Liidu direktiivi 92:46:EEC 16.06.1992 soovitud ning valmistada üleminekuks piima veole farmist piimatööstusesse ülepäeviti aastaringselt, nii nagu see toimub Kesk-Euroopa maades, Põhjamaades ja USA-s, on vaja toota ökoloogiliselt puhast, vähese bakterite ja soomaatiliste rakkude arvuga piima (bakterite arv alla 50 000 ml-s) ning lüpsijärgselt piim jahutada temperatuurini 2...4 °C. Näiteks Põhja-Rootsis veetakse piima farmist piimatööstusesse igal kolmandal päeval ning on alustatud katseid piima bakteritsiidse faasi pikendamiseks laktoperoksüdaassüsteemi aktiveerimise teel, et piima piimatööstusesse vedada kord nädalas. Kuna meil piim tavaliselt jahutatakse 5...8 kraadini, siis selleks et korraldada piima vedu ülepäeviti, on vaja pikendada piima bakteritsiidset faasi. Üheks võimaluseks on seda teha laktoperoksüdaassüsteemi aktiveerimise teel. Kirjanduses on seda küsimust käsitlenud Claesson ja Björck (1982), Härnulf ja Kandasamy (1982), Reiter ja Härnulf (1982) ning Bibi (1989).

Rahvusvahelise Piimanduse Föderatsiooni bulletäänis (IDF bulletin nr. 234/1988) on välja pakutud konkreetne meetodika selle rakendamiseks ja toodud tervishoiu aspektid piima bakteritsiidse faasi pikendamise kohta laktoperoksüdaassüsteemi aktiveerimise teel.

Laktoperoksüdaas on piimaferment ning selle kogus piimas on piisav, et avaldada antibakteriaalset toimet. Laktoperoksüdaasi aktiivseks olekuks on piimas vähe naatriumrodaniidi ja vesinikperoksiidi, seetõttu tuleb neid bakteritsiidse faasi pikendamiseks lüpsi järel piimale lisada. Selleks lisatakse lüpsi järel piimasse naatriumrodaniidi 14 mg piimaliitri kohta, segades umbes 1 minut, ja vesinikperoksiidi 30 mg naatriumperkarbonaati piimaliitri kohta, segades 2...3 minutit.

Parimaks tõendiks selliselt töödeldud piima ohutusest inimese tervisele on antud süsteemi ja nende ainete esinemine inimese ja looma organismis. Naatriumrodaniid esineb ka söötades, näiteks lillkapsas on seda 88 mg/kg ja porgandis 36 mg/kg. Inimese sülgel on naatriumrodaniidi 50...300 mg/l ja maomahlas 80...90 mg/l. Need on tunduvalt suuremad kogused, mida on vaja lisada piima laktoperoksüdaasi süsteemi aktiveerimiseks. Oluline on, et piimale lisatakse naatriumrodaniidi ja naatriumperkarbonaati eespool toodud järjekorras. Peale naatriumperkarbonaadi lisamist algab ensümaatiline reaktsioon, mis kestab 5 minutit. Bakteritsiidse faasi pikkus sõltub ka piima säilitamise temperatuurist, madalamal temperatuuril, 2...4 °C, on see kõige pikem. Piimajahutite kohta kehtestatud standardi ISO/D:S 5708 kohaselt tuleb piim jahutada temperatuurini 4 °C vähemalt 2,5 tunniga ja järgnevatel lüpside lisamisel peab segupiim jahtuma 10 kraadini vähemalt 0,8 tunniga.

Kuna Eestis oli piima bakteritsiidse faasi pikendamine laktoperoksüdaassüsteemi aktiveerimise abil uudne, siis selle töö eesmärgiks oligi uurida selle meetodi kasutamist meie piimatootmise tingimustes ning selgitada selle evitamisel esile kerkivaid probleeme.

Katsete korraldus ja kasutatud meetodikad

Piima bakteritsiidse faasi pikendamiseks kasutati naatriumrodaniidi ja naatriumperkarbonaati, vastavalt Rahvusvahelise Piimandusföderatsiooni poolt kinnitatud meetodikale nr. 234/1988, ajavahemikul septembrist 1995 juunini 1996. Katsete tegemiseks saadi Riigi Tervisekaitseametilt luba nr. 8/825 26.03.1996. Laborikatsed tehti Tartu Riigimajandi Vorbuse laudast toodud lüpsisooja piimaga. Tootmistingimustes toimusid katsed 1996. a. esimesel poolel Võrumaa Võhandu ja Linda Osauhingu farmides ning Võrumaal Antsla valla kolmes talus.

Kohe pärast esimese lüpsi lõppu mõõdeti piima kogus tankis mõõtlatiga. Aktivaator 1 (naatriumrodaniid) mõõdeti süstlasse, arvestades piima kogust (1 ml aktivaator 1 10 liitri piima kohta). Mõõdetud lahus lasti piimatanki. Segati ettevaatlikult 2 minutit. Süstlasse mõõdeti aktivaator 2 (naatriumperkarbonaati) arvestades piima kogust (1 ml aktivaator 2 30 liitrile piimale). Süstal täideti granuleeritud aktivaator 2-ga, mis jagati piima pinnale ja segati. Pärast neljanda lüpsi lõppemist

aktivaatoreid enam ei lisatud, piim toodi seejärel Võru juustutööstusesse, kus tehti igal kuul üks katse (kokku 6) ja kaks kontrolltegu juustu. Kõikides katsetes, kus toimus bakteritsiidse faasi pikendamine laktoperoksüdaassüsteemi abil, määrati piimaproovides naatriumrodaniidi kontsentratsioon. Analoogete katsetega määrati ka naatriumrodaniidisisaldus vadakus, et selgitada, kuhu siirdub lisatav naatriumrodaniid juustu valmistamisel.

Uurimistulemused

Naatriumrodaniidisisaldus lauda- ja karjamaaperioodil

Laktoperoksüdaassüsteemi iseloomustavat naatriumrodaniidisisaldust lauda- ja karjamaaperioodil näitavad tabelis 1 toodud andmed.

Tabel 1. Piima naatriumrodaniidisisaldused mg/l lauda- ja karjamaaperioodil / *Sodium Thiocyanate Content mg/l in the Milk of Cows during Over-wintering and Pasturing periods*

Proovivõtukoht <i>Sample site</i>	Laudaperiood / <i>Over-wintering period</i>			Karjamaaperiood / <i>Pasturing period</i>		
	n	Algpiim <i>Raw milk</i>	Katsepiim rodaniidiga <i>Treated milk</i>	n	Algpiim <i>Raw milk</i>	Katsepiim rodaniidiga <i>Treated milk</i>
Võhandu ja Linda OÜ	18	1,8	4,3	3	3,6	6,2
Vorbuse	11	1,5	3,4	12	2,6	6,1
Talunikud / Farmers	2	1,9	3,8	4	2,6	6,3
Eerika				3		4,0
Keskmine \bar{x} / <i>Average, \bar{x}</i>	34	1,7	3,8	21	2,9	5,7
Stand.-hälve <i>s</i> / <i>Stand.dev. s</i>		0,2	0,5		0,6	1,1

Andmetest nähtub et karjamaaperioodil oli algpiimas keskmine naatriumrodaniidisisaldus $2,9 \pm 0,6$ mg/l ja laudaperioodil $1,7 \pm 0,2$ mg/l, mis moodustas 59 % karjamaaperioodi näidust, vahe on statistiliselt oluline, $P < 0,05$.

Saadud tulemused ühtivad W. Bibi (1989) poolt Šveitsi piima kohta avaldatud andmetega, kuigi need olid mõnevõrra kõrgemad laudaperioodil 3,6 (3,0...4,3 mg/l) ja karjamaaperioodil 7,1 (5,9...9,1 mg/l), mis on nähtavasti tingitud söödaratsioonide erinevusest (rapsisrott, söödakapsas).

Bakterite üldarvu muutused aktiveeritud laktoperoksüdaassüsteemiga piimas

Bakterite üldarvu vähenemist aktiveeritud laktoperoksüdaassüsteemiga piimas iseloomustavad tabelis 2 toodud analüüside tulemused

Tabel 2. Alg- ja katsepiimade bakterite arv ja naatriumrodaniidisisaldus / *Total bacterial count and the influence of sodium thiocyanate content on untreated and treated milk*

Proovivõtukoht <i>Sample site</i>	Algpiim / <i>Raw milk</i>			Katsepiim rodaniidiga / <i>Treated milk</i>		
	n	Bakt.arv ml-s <i>Bacterial count ml-s</i>	Rod.mg/l <i>Sodium thiocyanate, ppm</i>	n	Bakt.arv ml-s <i>Bacterial count ml-s</i>	Rod.mg/l <i>Sodium thiocyanate, ppm</i>
Võhandu ja Linda	12	535 429	1,96	73	260 485	4,68
Talunikud / <i>Farmers</i>	6	254 411	2,40	18	173 888	5,70
Keskmine \bar{x} / <i>Average, \bar{x}</i>	18	394 920	2,18	91	217 187	5,19
Stand.-hälve <i>s</i> / <i>Stand.dev. s</i>		198 709	0,31		61 233	0,72

Algpiimas oli keskmiselt 394 920 bakterit ml-s ja iga aktiveeritud laktoperoksüdaassüsteemiga piimas 217 187 bakterit ml-s. Seega laktoperoksüdaassüsteemi aktiveerimine piimas vähendas bakterite arvu ülepäevasel piima veol 45 % võrra.

Laktoperoksüdaassüsteemi aktiveerimine lisatavate lahustega (10 ml Na-rodaniiti ning 3,3 ml Na-perkarbonaati 100 l piima kohta) ei muutnud algiima esialgset rasva-, valgu- ja laktoosisisaldust, erinevused 0,003...0,01 % mis on katsevea piires. Ka soomaatiliste rakkude arvu erinevus 4000 ml kohta oli katsevea piires.

Aktiveeritud laktoperoksüdaassüsteemiga piima mõjust juustu valmistamisele

Juustu võrdlus- ja katsetegude valmistamise käigus ei täheldatud märkimisväärseid erinevusi, küll oli aga Na-rodaniidi katseteo valmistamisel eraldunud vadakuks 4,8...5,0 mg liitri kohta, katsetegude vadakuks 3,0...3,7 mg liitri kohta. Võrdlustegude valmistamisel siirdus 93 % segupiimas olevast Na-rodaniidist vadakusse, katsejuustude valmistamisel siirdus vadakusse 96 % rodaniidist. Seda illustreerivad ka valminud võrdlus- ja katsejuustude naatriumrodaniidisisaldused, vastavalt võrdlusjuustus 1,4 ja katsejuustus 1,8 mg kilogrammi juustu kohta, erinevus on määramistäpsuse piires ja seetõttu on sellisest piimast valmistatud juust tervishoiuaspektist samaväärne võrdlusjuustuga.

Seega piimas laktoperoksüdaassüsteemi aktiveerimine on juustutööstuste piirkondades üheks alternatiiviks piima bakterite üldarvu vähendamiseks, korraldamaks ülepäevast piima vedu piimatööstustesse, eriti seal, kus ei suudeta piima regulaarselt maha jahutada temperatuurini 2...4 °C.

Kokkuvõte

Piima bakteritsiidne faas laktoperoksüdaasi süsteemina, mida väljendab naatriumrodaniidisisaldus piimas, on sõltuv lehmade söötmisest. Nii oli karjamaaperioodil piimas naatriumrodaniidi keskmiselt 2,9 mg/l, laudaperioodil 1,7 mg/l.

W. Bibi 1989 aastal toodud naatriumrodaniidisisaldused on mõnevõrra kõrgemad – laudaperioodil 3,6 mg liitris, karjamaaperioodil 7,1 mg liitris, mis on nähtavasti tingitud söödaratsioonide erinevustest meil ja Šveitsis (söödakapsas, rapsisrott).

Aktiveeritud laktoperoksüdaassüsteemiga piimas vähenes bakterite üldarv (algiimas keskmine bakterite üldarv 392 920 ja katsepiimas 217 bakterit cm³-s), 45 % võrra. Laktoperoksüdaassüsteemi aktiveerimine on võimalikuks alternatiiviks üleminekul ülepäevasele piima veole, juhul kui pole võimalik piima jahutada temperatuurini 2...4 °C. Selle süsteemi kasutamise eelduseks on head sanitaaringimused tootmisel ja lüpsmisel ning piima algselt madal bakterite üldarv, sest selle viisi kasutamine praktiliselt ei vähenda bakterite arvu, vaid hoiab ta esialgsel tasemel. Aktiveerimiseks vajalikud kemikaalid maksavad 20 krooni tonni piima kohta, uute jahutite soetamiskulu aga moodustab keskmiselt 80 krooni tonni piima kohta.

Aktiveeritud laktoperoksüdaassüsteemiga piima on sobiv kasutada juustu valmistamiseks. Valminud võrdlus- ja katsejuustude tehnoloogias ei täheldatud erinevusi ning valmisjuustud olid võrdlusjuustudega võrdse kvaliteediga.

Laktoperoksüdaassüsteemi aktiveerimine on piima bakteritsiidse faasi pikendamine, seega uus lähenemisviis vanale probleemile, pikendada piima säilivust tingimustes, kui piima jahutamine ei ole küllalt efektiivne.

Piima laktoperoksüdaassüsteemi aktiveerimine võib olla alternatiiviks korraldamaks ülepäevast piima vedu piimatööstustesse aastaringselt mõne juustutööstuse piirkonnas. Kui laktoperoksüdaassüsteemi aktiveerimine tehakse õigesti ning töödeldav piim on madala bakteriaalse saastatusega, siis see võimaldab toota kõrgekvaliteedilist juustu. Meetodi kasutamise tähtsaimaks eeltingimuseks on algiima madal bakterite üldarv.

Kirjandus

- Bibi W. Natural activation of the Lactoperoxidase- Thiocyanate-Hydrogen Peroxidase (LP) system for preservation of milk during collection in Developing Countries. ADAG Administration & Druck AG, Zurich, 1989. – 101 p.
- Björck L. Activation of the lactoperoxidase system as a mean of preventing bacteriological deterioration of raw milk. Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte, vol. 34 (1), p. 5...11, 1982.
- Claesson O. The use of the lactoperoxidase system (LPS) in preservation of raw milk at ambient temperatures. Harare, Zimbabwe, 12-16 july, p. 254...261, 1993.
- Härnolv B. G., Kandasamy C., Possibilities to utilize the lactoperoxidase system in tropical countries to sav milk from an early spoilage. Kieler Milchwirtschaftliche Forshengsberichte, vol. 34 (1), p. 47...50, 1982.
- Reiter B., Härnolv B. G. Lactoperoxidase/thiocyanate/hydrogen peroxide- a natural antibacterial system. Kieler Milchwirtschaftliche Forshengsberichte, vol. 34 (1), p. 50...53, 1982.
- IDF bulletin No 234, Code of practice for preservation of raw milk by the lactoperoxidase system, Belgium, 1988. – 14 p.

Testing the Activation of the Lactoperoxidase System of Raw Milk

A. Olkonen

Summary

The period of anti-bacterial activity in milk, caused by sodium thiocyanate, in the over-wintering period (1.7 mg/l) is different from that in the pasturing period (2.9 mg/l). In Switzerland these figures were higher (3.6 mg/l and 7.1 mg/l, respectively).

The average total bacteria count in the untreated milk was 394 920 ml, while in treated milk it was 217 187 ml, 45 % less. The reductase class, using resaurine, was also better in treated milk. In our opinion, the activation of the lactoperoxidase system will enable us to collect milk from the farm every other day throughout the year and to retain a high quality product.

In activation of the lactoperoxidase system has no influence on the level of milk constituents (fat, protein or lactose) or on the somatic cell count.

It is important that in the whey of cheese produced from treated milk, the sodium thiocyanate count was higher before and after salting, and in ripened cheese, produced from treated milk, the sodium thiocyanate content was 1.8 mg/kg, while in the control cheese this was 1.4 mg/kg. This difference was not significant. The ripened cheeses produced from raw and treated milk were of the same quality.

Activation chemicals cost approximately 20 EEK per ton of milk, while the expenditure on new cooling tanks will be approximately 80 EEK per ton of milk. Therefore, the prospect of using such an activation system, compared to buying new cooling equipment, is financially more efficient.

In our opinion, the activation of the lactoperoxidase system is recommendable for regional cheesemaking milk from many farms, if cooling does not efficiently achieving the desired temperature of 3 °C, and if we plan to collect milk from the farms every other day.