

NITRAATIDE, NITRITITE JA TÄHTSAMATE MIKROORGANISMIDE GRUPPIDE SISALDUS EDAMI-TÜÜPI JUUSTUDES

A. Elias, P. Elias, A. Kiis

Sissejuhatus

Nitraatide ja nitritite sisaldust piimas ja piimatoodetes hakati põhjalikumalt uurima alles möödunud sajandi seitsmekümnendate lõpus ja kaheksakümnendate alguses.

Nitraadid ja nitritid on vastavalt lämmastikhappe (HNO_3) ja lämmastikushappe (HNO_2) vees hästi lahustuvad soolad. Looduses tekivad nitraadid ja nitritid nitrifikatsiooni protsessides ja kogunevad mulda siis, kui kasutatakse rohkesti lämmastikväetisi. Mullast satuvad nad kergesti veekogudesse, kasvavatesse taimedesse, sealt sööta või toitu. Kui taimed ei suuda kõiki nitraate ja nitriteid oma organite sünteesil kasutada, satuvad nad inimese ja/või looma organismi, kus võivad kergesti muunduda nitrosoamiinideks – organismile kahjulikeks kantserogeenseteks ühenditeks.

Piima saastumine nitraatide ja nitrititega võib toimuda kas sekretoorselt või postsekretoorselt, kas endogeensel või eksogeensel viisil.

Imetajate organism eraldab kahjulikud ained piimast, et kaitsta järglasi esmasel toitumisel. Omastatud nitraatikogustest kandub söödast piima üks tuhandik (Bielak, Barbarasz, 1982), kusjuures nitritid ülekandes praktiliselt puuduvad, sest nad taandatakse vatsas 2–3 tunni jooksul täielikult. Märgitakse, et nitraate on lehmapiimas harilikult 1–5 mg/l ja isegi nitraatide akuutse mürgistuse korral ei ületanud see 15 mg/l (Harding, Gregson, 1978; Küünal, Sell, 1990).

NaNO_3 letaalne doos täiskasvanud inimesele on ~8 g/kg (Heechen, Blüthgen, 1991). Nitritid (NaNO_2 ja KNO_2) on ligikaudu 4 korda mürgisemad. Nitritite mõjul muutub vere hemoglobiin methemoglobiiniks, mis ei suuda transportida veres hapnikku, ja 70–90% methemoglobiini inimese veres on surmav (Deeb, Sloan, 1975).

Nitraate lisatakse piimale juustude valmistamisel, et vältida juustude hilist paisumist valmimisel. Lisatavad kogused jäävad vahemikku 2–20 g 100 kg piima kohta. Seetõttu võibki juustudest leida 0,2–104 mg/kg nitraate. 15 g lisamine 100 kg piimale tõstis juustude nitraadisaldust Heecheni ja Blüthgeni (1991) andmetel 56 ppm, mis valmimisel langes 30 ppm/kg, seega alla 50 ppm/kg ehk lubatud normi.

On leitud, et nitraadisaldus väheneb juustude valmimisel juba esimese 24 tunni möödudes 6–20%. Suurem osa sellest olid kaod värskesse soolvette. Edasisel neljanädalasel valmimisel vähenes nitraatide kogus veelgi, kuid hiljem see vähenemine aeglustus ja peatus sisaldusel, mis moodustas 10% lisatud kogusest (Munksgaard jt, 1987). Leiti, et 11–51% lisatud nitraatidest ei olnud seotud juustu valkudega, kusjuures 4–9% sellest moodustus ammoniaak ja 0,3–10% nitraadid. Märgiti, et 4,2% nitraatidest redutseeriti N_2 -ks ja 5,2–29,7% N_2O -ks, mis eraldusid juustudest gaasidena keskkonda (Munksgaard, Werner, 1987).

Nitraatide ja nitritite muundumisel on oluline osa mikroorganismidel. Vähe on andmeid, kuidas mõjutavad juustudes tehnoloogilistest ja saastebakteritest moodustunud mikroobide kooslused nitraatide ja nitritite sisalduse muutumise dünaamikat. Teada on, et looduses on mikroobidel oluline osa nitraatide ja nitritite oksüdeerimis- ja redutseerimisprotsessides.

Antud uurimistöe eesmärgiks oli määrata nitraatide ja nitritite sisaldust ning tähtsamate mikroorganismide gruppide arvukust Edami-tüüpi juustudes ja leida võimalikke seoseid nende vahel.

Võtmesõnad: nitraadid, nitritid, bakterite üldarv, laktokokid, laktobatsillid, anaeroobsed bakterite spoorid, Edami-tüüpi juust.

Materjal ja meetodika

Nitraatide ja nitritite sisalduse uurimiseks valiti Edami-tüüpi juustudest Eesti ja Pühajärve juust, sest need on Eesti turul ühed populaarsemad ja enim ostetavad liigid.

Juustusid uuriti 2003. a veebruarist maini ja 2004. a märtsist maini. Juustuproovid (0,7–1,0 kg) võeti tööstuste toodangust pärast pressimist ja pärast valmimist. Juustuproovid kiletati, jahutati temperatuurile 0...+4 °C ja transporditi isotermliselt laboratooriumi analüüsiks. Proovidest määrati nitraatide ja nitritite sisaldus ning mikrobioloogilistest näitajatest bakterite üldarv, laktokokkide, laktobatsillide ja anaeroobsete bakterite spooride arv.

Nitraadid ja nitritid määrati 5 Eesti ja 5 Pühajärve juustust ning mikrobioloogilised näitajad 6 Pühajärve ja 8 Eesti juustust.

Juustuproovid homogeniseeriti ja nitraadid ning nitritid ekstraheeriti proovidest atsetonitrili sisaldava kuuma veega. Proovid filtreeriti ning filtraat viidi kolonni Alltech C₁₈ ja analüütilisse kolonni Allsep Anion Column ning nitraadid ja nitritid määrati vedelikukromatograafi Shimadzu LC 10 AS ja UV detektoriga Shimadzu SPD-10A lainepikkusel 215 nm. Väikseim määratav nitraatide kogus oli 10 mg NO₃⁻ / kg ja 5 mg NO₂⁻ / kg. Meetod on valideeritud Rootsi Toiduameti poolt ja kinnitatud Põhjamaade standardina NMKL nr 165, 2000 (Pentchuk jt, 1986; Merino jt, 2000).

Mikrobioloogiliste analüüside ettevalmistamisel järgiti EVS 633:1994 ja EVS 639:1994 nõudeid. Juustude bakterite üldarv määrati vastavalt IDF standard 100A: 1987 meetodile, kasutades LAB 115 söödet. Mesofiilsed laktokokid määrati temperatuuril 25 °C söötmele M17 (LAB 92) (Collins jt, 1995), mesofiilsed laktobatsillid söötmele LAB 93 (sööde MRS, IDF standard 117A:1988) temperatuuril 30 °C.

Anaeroobsete bakterite spooride määramisel kuumutati juustude vastavaid kümnendik-lahjendusi vesivannil temperatuuril 80 °C 10 min, jahutati kiiresti temperatuurile 30 °C ja tehti sissekülvid Petri tassidele á 1 cm³. Söötmesse (*Reinforced clostridial agar*) sissekülvatud külvid kasvatati välja temperatuuril 30 °C kilekottides majapidamisgaasi keskkonnas, s.o anaeroobsetes tingimustes. Loeti kõik väljakasvanud kolooniad ja arvestati, et iga koloonia alge on olnud üks eluvõimeline spoor (LAB M, 1995).

Juustude mikrobioloogilistel analüüsidel kasutatav lahjendusvedelik valmistati vastavalt IDF 100A:1987 meetodikale.

Tulemused ja arutelu

Eesti turul müüdavate juustude nitraadi- ja nitritisalduse eeluuringul kasutati tervisekaitse inspeksiooni loal nende 2001. ja 2002. aasta analüüsi tulemusi (tabel 1).

Selgus, et nitraatide sisaldus juustudes kõikus vahemikus <5–116 mg NaNO₃ / kg. Kui Eestis toodetud juustudes jäi see põhiliselt alla 50 mg/kg ja mitmel korral koguni alla 5 mg/kg, siis Leedu juustudes oli see 84–116 mg/kg, mis ületas Euroopa Liidu normatiivi ligikaudu 1,5–2 korda. Nitritite sisaldus kõikus suhteliselt vähe ja jäi enamikus juustudes alla 5 mg/kg, v.a. Marta juust, kus nitriteid oli 21 mg/kg (tabel 1).

Tabel 1. Eesti turul müüdüd juustude nitraadi- ja nitritisaldus (tervisekaitse inspeksiooni trükis avaldamata andmed)

Toote nimetus (valmistamise aeg)	Tootja	Nitritid (NaNO ₂) mg/kg	Nitraadid (NaNO ₃) mg/kg
Caciotta juust	Eesti	<5	93
Eesti juust (11.11.01)	Eesti	<5	43
Lahe juust (14.12.01)	Eesti	<5	<5
Marta juust (08.01.02)	Eesti	21	<5
Hollandi kerajuust (23.11.01)	Eesti	<5	<5
Eesti juust	Eesti	<5	17
Hollandi leibjuust	Eesti	<5	75
Suitsujuust Kadaka	Eesti	<5	9
Suitsujuust (23.11.01)	Läti	<5	17
Vene juust (18.11.01)	Eesti	<5	40
Saare Atleet	Eesti	<5	50
Juust Palanga	Leedu	<5	116
Saaremaa juust	Leedu	<5	84
Köömnejuust	Eesti	<5	45

Siit tekkiski vajadus uurida detailsemalt Eestis hästi tuntud ja tarbijate poolt hinnatud juustuliikide nitraadi- ja nitritisaldust. Valiti Eesti juust, mille tehnoloogiat on täiustanud eestlased, ja Pühajärve juust, mis on Edami-tüüpi juustudest üks lühima valmistamisajaga (14 päeva).

Värske Eesti juust sisaldas pärast pressimist keskmiselt 55 mg NaNO₃ / kg (kõikumine 50–59 mg/kg) (tabel 2, joonis 1). Valmimisel, mis kestis põhiliselt 3–4 nädalat, langes nitraatide sisaldus 10 mg võrra, jäädes keskmiselt 45 mg NaNO₃ / kg.

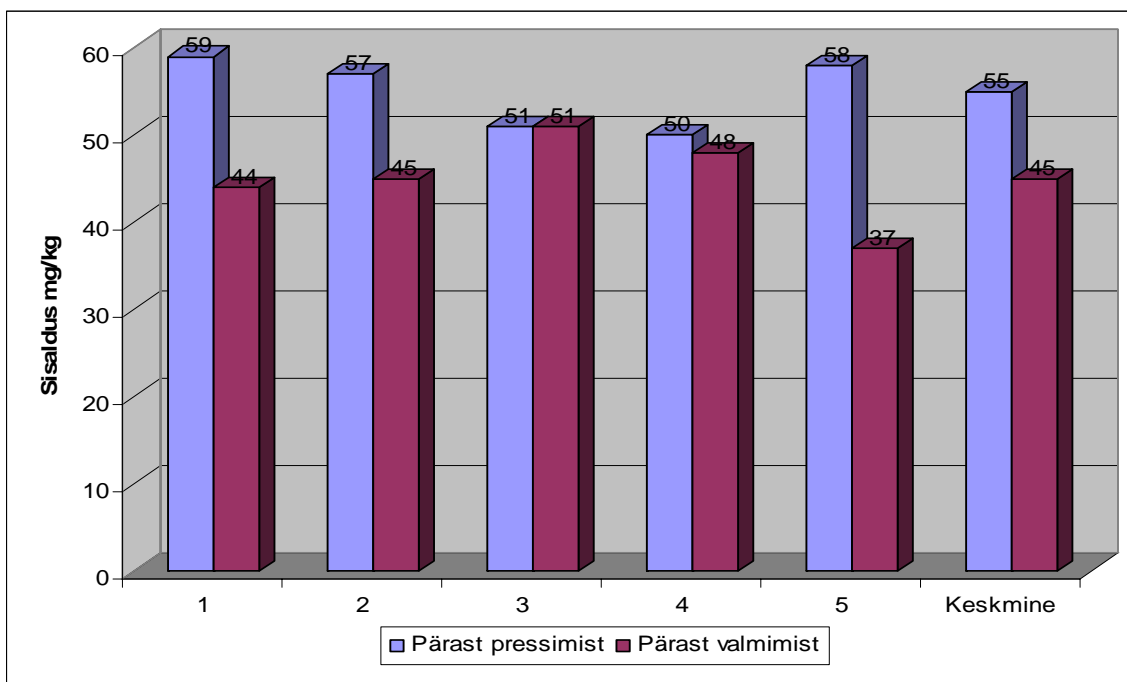
Kui värske juustude nitraadisaldus ületas Euroopa Liidus lubatud piirnõrmi (50 mg NaNO₃ / kg), siis valmimisel see langes ja jäi praktiliselt kõikides uuritud juustutegudes alla 50 mg/kg. Juustude valmimisel toimus nitraatide redutseerumine nitrititeks ja teisteks nitroühenditeks, mida märgitakse ka Hanza jt (2004), Lufi (2002), Kyriakidise jt (1997) töödes.

Samade juustude nitritisaldus oli nii pärast pressimist kui ka pärast valmimist kõikide uuritud tegude korral <5 mg NaNO₂ / kg.

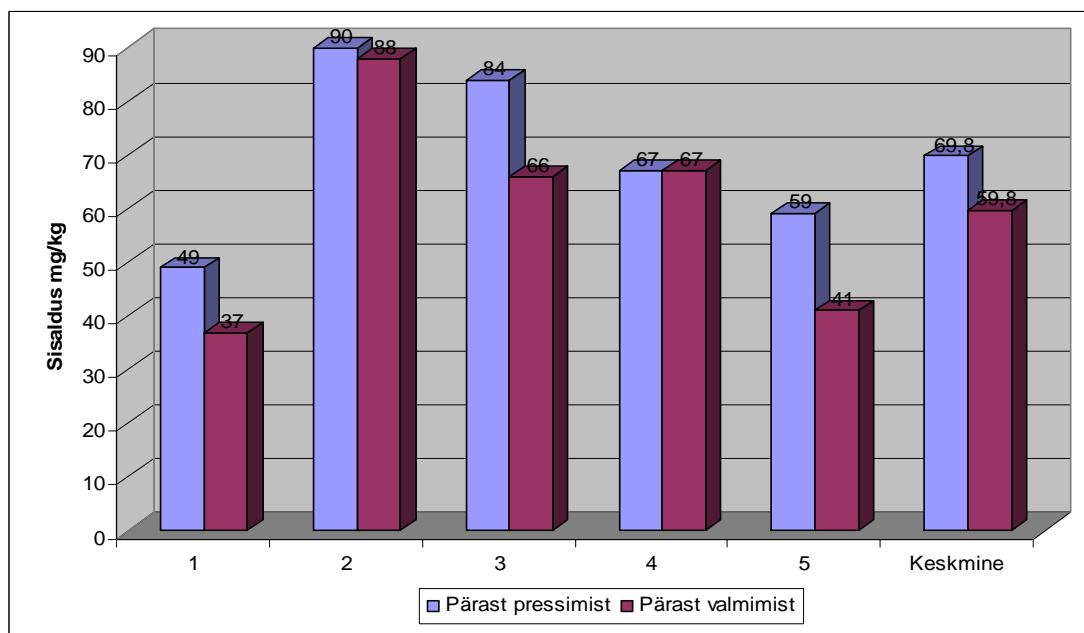
Värske Pühajärve juust sisaldas pärast pressimist keskmiselt 69,8 mg NaNO₃ / kg (kõikumine vahemikus 49–90 mg/kg) (tabel 1, joonis 2). Valmimisel, mis kestis keskmiselt 14 päeva, juustude nitraadisaldus langes keskmiselt 59,8 mg NaNO₃ / kg, kõikides vahemikus 37–88 mg/kg.

Tabel 2. Eesti ja Pühajärve juustu nitraadisaldus pärast pressimist ja pärast valmimist

Jrk nr	Sisaldus, mg/kg			
	Eesti juust		Pühajärve juust	
	pärast pressimist	pärast valmimist	pärast pressimist	pärast valmimist
1	59	44	49	37
2	57	45	90	88
3	51	51	84	66
4	50	48	67	67
5	58	37	59	41
Keskmine	55	45	69,8	59,8



Joonis 1. Eesti juustu nitraadisaldus pärast pressimist ja pärast valmimist



Joonis 2. Pühajärve juustu nitraadisaldus pärast pressimist ja pärast valmimist

Nagu värske Eesti juustu, nii ka Pühajärve juustu nitraadisaldus ületas lubatud piiri 50 mg/kg, kuid Pühajärve juustus oli nitraate keskmiselt 14,8 mg/kg rohkem. Valmimisel nitraatide sisaldus küll vähenes (keskmiselt 10 mg NaNO₃ / kg), kuid võrreldes Eesti juustuga jäi vahe 14,8 mg/kg püsima. Nitraatide suurem sisaldus värskes Pühajärve juustus põhjustas olukorra, kus see oli suurem ka valmisjuustudes ja ületas normi (50 mg/kg) keskmiselt 9,8 mg/kg (tabel 2).

Pühajärve juustu nitritisisaldus oli nii nagu Eesti juustuski pärast pressimist ja pärast valmimist kõikides uuritud juustutegudes <5 mg NaNO₂ / kg.

Et juustude valmimisest võtavad osa mitmed mikroorganismide gruppidest moodustunud kooslused koos vastavate ensüümidega, siis uuritigi järgnevalt nende arvukust toor- ja valminud juustudes ning nende seotust nitraatide ja nitritite sisaldusega.

Eesti juustu bakterite üldarv oli pärast pressimist (toorjuustud) keskmiselt 480 mln cfu/g, laktokokkide arv 360 mln cfu/g, laktobatsillide arv 3800 cfu/g ja anaeroobsete bakterite spooride arv 31,4 cfu/g (tabel 3).

Tabel 3. Eesti juustu mikroorganismide sisaldus pärast pressimist

Jrk nr	Mikroorganismide arv, cfu ¹ /g			
	Bakterite üldarv (x10 ⁶)	Laktokokid (x10 ⁶)	Laktobatsillid (x10 ³)	Anaeroobsete bakterite spoorid
1	250	190	5,0	48
2	400	300	5,0	31
3	590	560	3,9	45
4	450	100	4,2	24
5	640	480	3,3	21
6	660	630	4,3	27
7	560	160	2,9	26
8	310	460	2,1	29
Keskmine	480	360	3,8	31

¹cfu – kolooniat või pesa moodustav ühik

Valmimisel vähenesid juustudes nii bakterite üldarv kui ka laktokokkide sisaldus, jäädes vastavalt 7,8 mln cfu/g ja 3,1 mln cfu/g (tabel 4). Kui bakterite üldarv ja laktokokkide arvud valmimisel vähenesid, siis laktobatsillide ja anaeroobsete bakterite spooride sisaldused suurenesid, jäädes keskmiselt vastavalt 4,7 mln ja 229 cfu/g (tabel 4).

Tabel 4. Eesti juustu mikroorganismide sisaldus pärast valmimist

Jrk nr	Mikroorganismide arv, cfu/g			
	Bakterite üldarv (x10 ⁶)	Laktokokid (x10 ⁶)	Laktobatsillid (x10 ⁶)	Anaeroobsete bakterite spoorid
1	5,4	1,7	2,1	309
2	6,1	4,2	3,5	173
3	5,7	1,8	5,2	345
4	8,5	2,6	6,5	295
5	1,3	2,9	4,8	175
6	1,0	4,6	6,0	165
7	7,3	3,9	5,4	180
8	6,8	3,6	3,9	190
Keskmine	7,8	3,1	4,7	229

Pühajärve juustu bakterite üldarv oli pärast pressimist (toorjuustud) keskmiselt 98 mln cfu/g, laktokokkide, laktobatsillide ja anaeroobsete bakterite spooride arvud vastavalt 75 mln cfu/g, 14 tuhat cfu/g ja 170 cfu/g (tabel 5).

Valmimisel vähenesid bakterite üldarv ja laktokokkide arv ning jäid keskmiselt tasemele vastavalt 9,9 mln cfu ja 8,2 mln cfu grammis (tabel 6). Samaaegselt laktobatsillide ja anaeroobsete bakterite spooride arvud suurenesid vastavalt 12 miljonini ja 201 cfu-ni grammis.

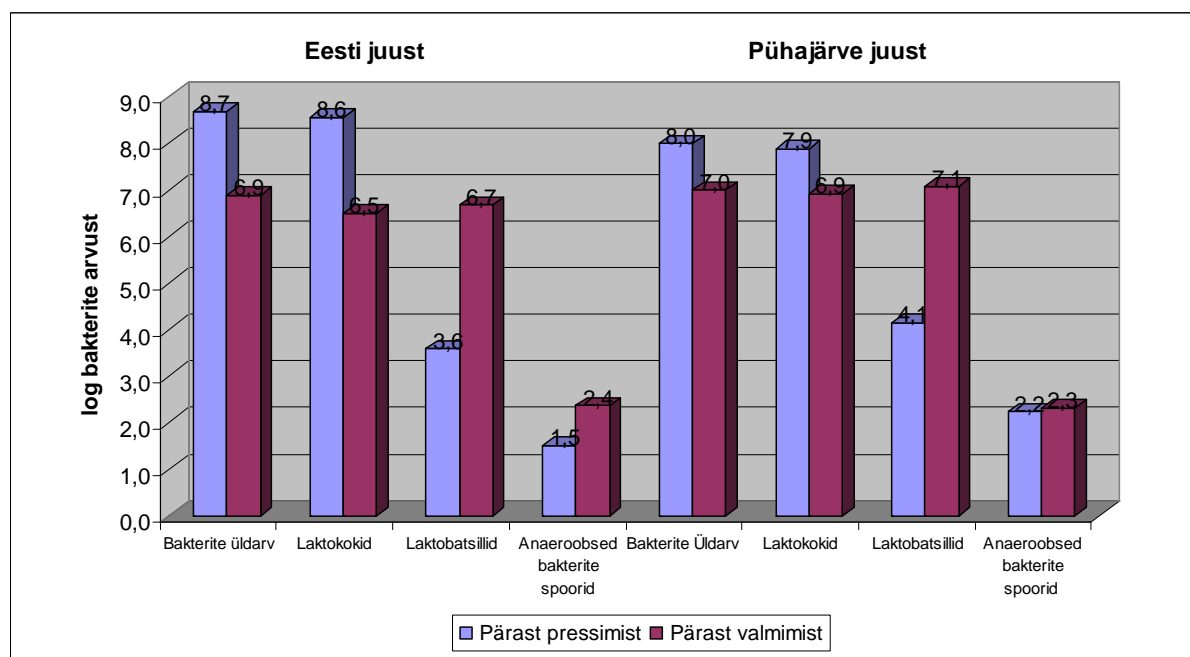
Kui mikroorganismide arengu üldises seaduspärasuses olulisi erinevusi Eesti ja Pühajärve juustu vahel ei olnud, siis üksikute mikroorganismide gruppide osas olid need märkimisväärsed (joon 3).

Tabel 5. Pühajärve juustu mikroorganismide sisaldus pärast pressimist

Jrk nr	Mikroorganismide arv, cfu/g			
	Bakterite üldarv ($\times 10^6$)	Laktokokid ($\times 10^6$)	Laktobatsillid ($\times 10^3$)	Anaeroobsete bakterite spoorid
1	115	82	14	218
2	89	58	19	164
3	82	66	15	168
4	90	72	12	100
5	96	88	11	150
6	114	85	14	220
Keskmine	98	75	14	170

Tabel 6. Pühajärve juustu mikroorganismide sisaldus pärast valmimist

Jrk nr	Mikroorganismide arv, cfu/g			
	Bakterite üldarv ($\times 10^6$)	Laktokokid ($\times 10^6$)	Laktobatsillid ($\times 10^6$)	Anaeroobsete bakterite spoorid
1	9,8	10,0	8,5	241
2	13,0	8,1	13,0	168
3	7,9	7,7	10,0	173
4	9,9	7,8	18,0	300
5	9,8	7,1	13,0	180
6	9,0	8,2	9,3	145
Keskmine	9,9	8,2	12,0	201

**Joonis 3.** Eesti ja Pühajärve juustu mikroorganismide sisaldused pärast pressimist ja pärast valmimist

Eesti juust sisaldas enne valmimist 3–4 korda vähem laktobatsille ja 4–6 korda vähem anaeroobseid bakterite spore kui Pühajärve juust. Valmimisel suurenesid mõlemal juustuliigil nii laktobatsillide kui ka anaeroobsete bakterite spooride sisaldused. Kui laktobatsillide sisaldus jäi Pühajärve juustus ikkagi 2–3 korda suuremaks, siis anaeroobsete bakterite spooride areng oli Eesti juustus aktiivsem ja valmimisel ületas nende sisaldus Pühajärve juustu vastavat keskmist juba 1–2 korda.

Andmete statistilisel analüüsil (*Spearman correlation*) ilmnes, et juuretiste laktokokkide aktiivsus ja suurem arv pidurdasid anaeroobsete bakterite arengut valmimisel ($P < 0,01$). Juustude nitraadisisaldus pidurdas anaeroobsete bakterite ja laktobatsillide arengut, kuid ei mõjutanud juuretiste laktokokkide paljunemist ($P < 0,05$).

Kokkuvõte

Uurimistöõ eesmärgiks oli määrata Eesti ja Pühajärve juustu nitraatide, nitritite ja tähtsamate mikroorganismide gruppide sisaldust, nende muutusi ja omavahelisi seoseid valmimisel.

Nitraadid ja nitritid määrati 5 Eesti ja 5 Pühajärve juustust ning mikrobioloogilised analüüsid tehti 8 Eesti ja 6 Pühajärve juustust.

Juustude nitraadi- ja nitritisaldus määrati Põhjamaade standardmeetodil NMKL nr 165, 2000 vedelik-kromatograafia. Mikrobioloogilistel analüüsidel kasutati vastavalt IDF ja EV standardmeetodeid.

2001. ja 2002. aasta tervisekaitse inspeksiooni andmete analüüsil selgus, et Eestis turustatavates juustudes oli nitraate vahemikus 25–116 mg NaNO₃ / kg, kusjuures Eestis toodetud juustudes jäi see põhiliselt alla 50 mg/kg, kuid Leedu juustudes oli neid 1,5–2 korda rohkem. Samade juustude nitritisaldus jäi põhiliselt siiki alla 5 mg NaNO₂ / kg, v.a Marta juust, kus see oli 21 mg/kg.

Tööstusest võetud Eesti juustu proovid sisaldasid pärast pressimist keskmiselt 55 mg NaNO₃ / kg. Valmimisel (3–4 nädalat) nitraadisaldus vähenes 10 mg/kg ja oli valminud juustudes keskmiselt 45 mg/kg.

Pühajärve juust sisaldas pärast pressimist (toorjuust) keskmiselt 69,8 mg NaNO₃ / kg. Valmimisel (14 päeva) vähenes nitraatide sisaldus ka neis 10 mg/kg ja oli valminud juustudes keskmiselt 59,8 mg/kg (kõikumine 37–88 mg/kg), seega 9,8 mg/kg rohkem kui Euroopas lubatud norm 50 mg/kg.

Nitriteid oli nii Eesti kui ka Pühajärve juustu kõikides uuritud tegudes alla 5 mg NaNO₂ / kg, seega Euroopa Liidus lubatud piirides.

Eesti juustu bakterite üldarv oli pärast pressimist keskmiselt 480 miljonit cfu/g, laktokokkide, laktobatsillide ja anaeroobsete bakterite spooride arvud vastavalt 360 miljonit cfu/g, 3800 cfu/g ja 31,4 cfu/g. Juustude valmimisel vähenesid bakterite üldarv ja laktokokkide arv ning olid valminud juustudes vastavalt 7,8 miljonit cfu/g ja 3,1 miljonit cfu/g. Laktobatsillide ja anaeroobsete bakterite spooride arvud suurenesid ja olid valminud juustudes vastavalt 4,7 miljonit cfu/g ja 229 cfu/g.

Pühajärve juustu bakterite üldarv oli pärast pressimist keskmiselt 98 miljonit cfu/g, laktokokkide, laktobatsillide ja anaeroobsete bakterite spooride arvud vastavalt 75 miljonit cfu/g, 14 000 cfu/g ja 170 cfu/g. Valmimisel vähenesid Pühajärve juustu bakterite üldarv ja laktokokkide arv ning suurenesid laktobatsillide ja anaeroobsete bakterite arvud ning valminud juustus olid nad vastavalt 9,9 miljonit cfu/g, 8,2 miljonit cfu/g, 12 miljonit cfu/g ja 201 cfu/g.

Eesti ja Pühajärve juustu mikroorganismide arengu üldises seaduspärasuses olulisi erinevusi ei olnud.

Selgus, et anaeroobsete bakterite spooride areng oli Eesti juustus aktiivsem kui Pühajärve juustus ja selle üheks põhjuseks oli tõenäoliselt juustu väiksem nitraadisaldus.

Andmete statistilisel analüüsil (*Spearman correlation*) ilmnes, et juuretiste laktokokkide aktiivsus ja suurem arv pidurdasid anaeroobsete bakterite arengut valmimisel ($P < 0,01$). Nitraadid pidurdasid juustudes anaeroobsete bakterite ja laktobatsillide arengut, kuid ei mõjutanud juuretiste laktokokkide paljunemist ($P < 0,05$).

Juustu valmistamisel tuleks kasutada aktiivseid juuretsi, mis tõstaks laktokokkide arvu juustus ja samas valida juustu valmistamiseks väikseima anaeroobsete bakterite spooridearvuga piim, et vähendada nitraatide lisamist ja nende sisaldust valminud juustus.

Kirjandus

- Bielak, F., Barbarasz, J. 1982. Influence of Intensive Nitrogen Fertilization on Feeding Values of Forage. The Content of Nitrates, Ca, P and Mg in a Food Ration and Cow Milk. XXI International Dairy Congress. Vol. 1, book 1, p. 79.
- Collins, C. H., Lyne, P. M., Grange, J. M. 1995. Microbiological Methods. Butterworth-Heinemann Ltd. Great Britan, 493 pp.
- Deeb, B. S., Sloan, K. W. 1975. Nitrates, Nitrites and Health. – Veterinary Bulletin, 750 pp.
- Hanza, A. I., Zabala, A., Morales, P. 2004. Protective effect and cytogene production of *Lactobacillus plantarum* strain isolated from ewes' milk cheese. – International Dairy Journal, 14, p. 29–38.
- Harding, F., Gregson, R. 1978. Nitrates and Nitrites in Skim Milk and Whey Powders in the United Kingdom. – XX International Dairy Congress. Vol. 1, p. 356–357.
- Heechen, W. H., Blüthgen, A. 1991. Nitrate, Nitrite and Nitrosamines. Monograph on Residues and Contaminants in Milk Products. IDF Special Issue 9101, p. 121–130.
- Küünal, M., Sell, S. 1990. Nitraatiooni sisaldus piimas ja joogivees. Sanitaarteenistuse keskmehitsiinitöötajate konverentsi ettekanne. Tartu.
- Kyriakidis, N. B., Tarantili-Georgiou, K., Tsani-Batzaka, E. 1997. Nitrate and nitrite content of Greek cheeses. – Journal of Food Composition and Analysis, 10, p. 343–349.
- Luf, W. 2002. Nitrates and nitrites in dairy products. – Encyclopedia of Dairy Sciences. Eds. H. Roginski, J.W. Fuquau, P. F. Fox. Academic Press. Amsterdam, Boston, London, p. 2097–2099.
- Merino, L., Edberg, U., Fuchs, G., Aman, P. 2000. Liquid Chromatographic Determination of Residual Nitrite/Nitrate in Foods: NMKL Collaborative Study. – AOAC, Vol. 83, No. 2, p. 365–375.
- Munksgaard, L., Werner, H. 1987. Fate of Nitrate in Cheese. – Milchwissenschaft 42 (4), p. 216–219.
- Pentchuk, J., Haldna, Ü., Ilmoja, K. 1986. Determination of Nitrate and Chloride in Food by Single-Column Ion Chromatography. – Journal of Chromatography. Amsterdam, No. 364, p. 189–192.