

## PIIMA SOMAATILISTE RAKKUDE ARVU VÄHENDAMISE VÕIMALUSTE ANALÜÜS

H. Kiiman

**SUMMARY: The analysis of the milk somatic cell count reducing possibilities.** The somatic cell count (SCC) is commonly used as a measure of milk quality as well as udder health. Somatic cells are simply animal body cells present at low levels in normal milk. High levels of these cells in milk indicate abnormal, reduced-quality milk that is caused by an intramammary bacterial infection (mastitis). The majority of the cells in a somatic cell count are leukocytes (white blood cells), and some are cells from the udder secretory tissue (epithelial cells). The epithelial cells are part of the normal body function and are shed and renewed in normal body processes. The white blood cells serve as a defence mechanism to fight disease (infection), and assist in repairing damaged tissue. Somatic cell counts are based on the number of cells per milliliter (ml, about 10 drops) of milk.

High somatic cell count in milk is abnormal and undesirable. Elevated SCC levels may result from several factors or a combination of these factors.

The goal of the present study was to investigate the effect of some factors on somatic cell count in milk: sire of dairy cow, heritability, agricultural enterprise, milking technique, working operations performed by the milker, calving month, lactation number.

The experimental farms were chosen from agricultural enterprises applying different cow-keeping and milking technologies. Daughters of 21 bulls were studied. The data about ten-month milk yield, somatic cell count, fat and protein content of the milk of the daughters of each bull were collected. Cow's sire, enterprise, lactation, milking equipment and milking operator were fixed in data-base. Monitoring of the working operations of the milkers were carried out. The duration of each element of the working process was recorded. SAS-program was used for data processing. Procedure REML was used to estimate the dispersion components and heritabilities. From these data analysis we can made following conclusions.

The milk somatic cell count increases with lactation number ( $P < 0.01$ ). In first lactation the milk somatic cell count was 285 000/ml, in second, third and fourth lactation 321 000/ml, 466 000/ml and 477 000/ml, respectively.

The milk somatic cell count correlation between the neighbour lactations was high: between first and second lactation ( $r = 0.45^{***}$ ), between second and third lactation ( $r = 0.49^{***}$ ) and between third and fourth lactation ( $r = 0.51^{***}$ ).

The agricultural enterprise and the milker were essential to milk somatic cell count ( $P < 0.001$ ).

The adequate premilking cow preparation was essential to milk somatic cell count as well as over-milking ( $P < 0.001$ ).

The delay in application of the milking unit increased milk somatic cell count.

The calving month and the milking equipment were not statistically significant to the milk somatic cell count.

The heritabilities in the first, second, third and fourth lactation were accordingly 0.11, 0.16, 0.23 and 0.23.

### Sissejuhatus

Probleemiks on somaatiliste rakkude arv piimas. Piima somaatiliste rakkude arv (SRA) on nii piima kvaliteedi kui ka udara tervise näitaja. Piima somaatilised rakud sisaldavad epiteelirakke ja leukotsüüte. Epiteelirakud on piimas alati olemas, sest vanad rakud asenduvad pidevalt uutega. Normaalses piimas on epiteelirakkude sisaldus alla 50 000/ml. Vere leukotsüüdid etendavad kaitserolli, kui on tegemist udarapõletike või vigastustega. Polümorftuumsed leukotsüüdid on teine lüli võitluses infektsioonidega, eelkõige udarapõletikega. Esmaseks lülis võitluses udarapõletikuga on nisakanalis paiknev keratiin.

Polümorftuumsed leukotsüüdid paiknevad peamiselt luuüdis ja need kantakse vere kaudu kõigisse kudedesse. Kliinilise mastiidi korral võib somaatiliste rakkude arv piimas olla enam kui 50 miljonit. Udarapõletikku põdeva lehma piima somaatilistest rakkudest moodustavad 90...95% polümorftuumsed leukotsüüdid. Nende ülesandeks on piirata haigusetikajate paljunemist neid esialgu enda alla mattes ja seejärel seedides.

Subkliinilise mastiidi tagajärjel hävineb osa piima tootmises osalevaid rakke, mille tulemusena väheneb piimatoodang. Esimesel laktatsioonil lüpsvate lehmade puhul ei ole piimatoodangu vähenemine nii ulatuslik kui hilisematel laktatsioonidel.

Mitmed autorid märgivad, et somaatiliste rakkude arvu tõus põhjustab järske muutusi piima koostises. On täheldatud kaseiini, fosfori ja kaaliumi vähenemist ning albumiini, kloriidide ja vabade rasvhapete sisalduse suurenemist. Veidi hiljem avaldub piima rääsunud maitse ja ebameeldiv lõhn.

## Materjal ja meetodika

Katsemajanditeks valiti põllumajandusettevõtted, kus kasutati erinevat lehmade lüpsitehnoloogiat ja pidamisviisi. Käesolevas analüüsis uuriti somaatiliste rakkude arvu kümne laktatsioonikuu lõikes esimesel, teisel, kolmandal ja neljandal laktatsioonil. Esimesel laktatsioonil oli katses 378, teisel 359, kolmandal 340 ja neljandal laktatsioonil 323 lehma, kellel fikseeriti 13 090 mõõtmist. Eelduseks oli samuti lüpsilehmade arvukate poolõdede rühmade olemasolu, et leida piima somaatiliste rakkude arvu päritavus. Andmete analüüsis kasutati 21 pulli tütarde andmeid. Esimeses põllumajandusettevõttes olid kümne pulli tütre, teises viie pulli ja kolmandas kuue pulli tütre. Esimeses ettevõttes kasvatatakse eesti holsteini tõugu veiseid, teises eesti holsteini ja eesti punast tõugu veiseid ning kolmandas eesti punast tõugu veiseid.

Esimeses ettevõttes peeti lehma viies farmis. Kõigis neis farmides lüpsiti lehma Läti firma Rezekne torusselüpsiseadmetega kuni detsembrikuuni 1996. Seejärel varustati suurfarmi üks laut De Livali torusselüpsiseadmetega. Teises ettevõttes peeti lehma suurfarmi kahes laudas ja neid lüpsiti lüpsiplatsil. Kuni juunikuuni 1997 oli lüpsiplats varustatud Impulsa firma lüpsiseadmetega. Pärast seda lüpsitakse lehma firma De Lival lüpsiseadmetega varustatud lüpsiplatsil. Kolmandas ettevõttes peeti lehma suurfarmi kahes erinevas laudas. Kuni septembrikuuni 1996 lüpsiti lehma mõlemas laudas Läti firma Rezekne torusselüpsiseadmetega. 1996. aastal asendati ühe lauda kahe lüpsigrupi lüpsiseadmed Rootsi firma De Lival torusselüpsiseadmetega.

Iga pulli tütre kohta koguti kümne kuu piimatoodangu, piima rasva- ja valgusisalduse ning piima somaatiliste rakkude arvu (SRA) andmed esimese, teise, kolmanda ja neljanda laktatsiooni kohta. Andmebaasis fikseeriti lehma isa, majand, sünniaasta, laktatsioon, lüpsiseade ja lüpsja. Viidi läbi katselehma lüpsitud lüpsjate tööajavaatlused. Kronometreeriti lüpsja tööoperatsioonid lehma kohta.

Lüpsja töö uurimise viisiks oli operatsioonivaatlus, kus uuritava tööprotsessi üksikelementide kestused registreeriti sekundilise täpsusega. Seejuures oli ühe tööelemendi lõpp ühtlasi järgmise alguseks. Lüpsjate töö kronometreerimine viidi läbi vahetult pärast jõudluskontrolli piimaproovide võtmist. Kontroll-lüpsi lehtedelt saadi andmed piimatoodangu, piima rasva- ja valgusisalduse ning somaatiliste rakkude arvu kohta.

Registreeritud tööoperatsioonid ja nende elemendid lüpsimisel olid järgmised.

### Põhitööd

1. Lehmade ettevalmistamine lüpsiks (udara puhastamine, pesemine, kuivatamine, masseerimine, eellüps).
2. Aparaatide töölelülitamine ning nisakannude allaasetamine.
3. Aparaaadi ja udara kontrollimine lüpsil.
4. Tühilüps.
5. Järellüps.
6. Aparaaadi seiskamine ja altvõtmine.
7. Aparaaadi loputamine, pesemine ning nisakannude desolahusesse kastmine pärast altvõtmist ja enne uuesti allaasetamist.
8. Käte ja lapi pesemine.
9. Rekorderite tühjendamine, kui lüpsja töötas Impulsa firma seadmetega varustatud lüpsiplatsil.
10. Nisade lüpsijärgne desinfitseerimine.

### Abitööd

1. Tegevus lehmade lüpsiplatsile laskmisel.
2. Tegevus lehmade lüpsiplatsilt äralaskmisel.
3. Lüpsiplatsi pesemine lüpsil ajal.
4. Udarapesuvee vahetamine laudas torusselüpsiseadmega töötades.

Veel fikseeriti operatsioon "käimine". See tähendab lüpsja siirdumist ühelt tegevuselt teisele.

Vaatluspäevikusse tehti veel täiendavaid märkusi selle kohta, kui lüpsja pidi tegelema muude toimingutega või tuli ette seisakuid. Samuti fikseeriti ka lüpsja poolt täitmata jäetud tööoperatsioonid.

Andmete sisestamisel arvutisse ja nende statistilisel analüüsil kasutati tabelarvutussüsteemi MS Excel ja statistikaprogrammi SAS (*Statistical Analyze System*). Keskmiste võrdlemisel kasutati t-testi, tunnustevaheliste seoste tugevuse ja suuna uurimisel korrelatsioon- ja regressioonanalüüsi. Kovariatsioonanalüüs tehti SASi

protseduuri MIXED abil, mis võimaldab analüüsida segamudeleid mittetasakaaluliste andmete korral. Dispersioonikomponentide ja päritavuskoeffitsientide hindamiseks kasutati REML-meetodit.

Kõigi uuritavate tunnuste (piimatoodang, rasvasisaldus, valgusisaldus, somaatiliste rakkude arv) juures uuriti:

a) diskreetsete faktoritena: isa, sünniaasta, majandi, lüpsja (allutatud majandile), lüpsiseadme, poegimiskuu ja laktatsiooni ning

b) pidevate faktoritena (kovariaatidena): udara lüpsiks ettevalmistuse (UEV), aparaatide allapanekul hilinemise (HIL), järellüpsi (JL) ja tühilüpsi (TL) mõju. Neist isa loeti juhuslikuks faktoriks ja kõik ülejäänud fikseeritud faktoriteks.

Erinevate faktorite mõju selgitamiseks uuritavatele tunnustele, kasutati järgmist üldist lineaarset mudelit:

$$Y_{ijklmnoe} = \mu + I_i + SA_j + M_k + L_{1(k)} + LS_m + LAK_n + LN_0 + b_1 \times UEV_{ijklmnoe} + b_2 \times HIL_{ijklmnoe} + b_3 \times JL_{ijklmnoe} + b_4 \times TL_{ijklmnoe} + e_{ijklmnoe},$$

kus  $Y_{ijklmnoe}$  – uuritav tunnus,  
 $\mu$  – üldkeskmine,  
 $I_i$  – isa mõju,  
 $SA_j$  – sünniaasta mõju,  
 $M_k$  – majandi mõju,  
 $L_{1(k)}$  – lüpsja (allutatud majandile) mõju,  
 $LS_m$  – lüpsiseadme mõju,  
 $LAK_n$  – poegimiskuu mõju,  
 $LN_0$  – laktatsiooni mõju (1...3),  
 $b_1, b_2, b_3, b_4$  – regressioonikordajad,  
 $UEV_{ijklmnoe}$  – udara ettevalmistuse aeg lüpsiks,  
 $HIL_{ijklmnoe}$  – hilinemise kestus aparaatide allapanekul,  
 $JL_{ijklmnoe}$  – järellüpsi kestus,  
 $TL_{ijklmnoe}$  – tühilüpsi kestus,  
 $e_{ijklmnoe}$  – jääk.

Mudeli koostamisel peeti silmas, millised faktorid on juhuslikud ja millised fikseeritud. Töös vaadeldi kõiki faktoreid fikseerituna, v.a. isa geneetiliste parameetrite hindamisel. Erinevate faktorite uurimisel mingile tunnusele tuleb jälgida, et kõik faktorid oleks analüüsitud, sest vastasel korral jääb geneetiliste parameetrite hindamisel suur osa tunnuse muutlikkusest määramata, mida näitab suur vea ruutkeskmise vabadusastmete suhtes. See on ka põhjus, miks sisaldab mudel nii palju erinevaid faktoreid.

Statistiliselt usutav erinevus tähistati järgmiselt:

\* –  $P < 0,05$ ; \*\* –  $P < 0,01$ ; \*\*\* –  $P > 0,001$ .

## Uurimistulemused

### Somaatilistest rakkudest piimas

60ndatel aastatel hakati somaatiliste rakkude arvu kui piima kvaliteedi näitaja vastu huvi tundma. Somaatiliste rakkude arv oli üheks komponendiks realiseeritava piima hinna kujunemisel. Seega oli piima somaatiliste rakkude arvu määramine oluline just farmerile majandamise seisukohalt. Piima kvaliteediga oli otseselt seotud loomaomaniku sissetulek. Hiljem hakati seda kasutama ka udara tervise näitajana. Kui lehm on haigestunud udarapõletikku, siis sageli järgneb sellele toodangulangus ja farmeril jääb osa sissetulekust saamata. Samuti jääb saamata sissetulek piimast, mida realiseerida ei saa (Kennedy jt., 1982). 1968. aastal oli kasutusel kaheksa erinevat testi piima analüüsimisel.

70ndatel aastatel hakati piima somaatiliste rakkude arvu loendama elektrooniliste mõõteseadmetega (tuhanded/ml) ja saadud tulemused töödeldi arvutitega. Esimesena võeti karja tervise parandamise programm (DHI – *Dairy Herd Improvement Program*) kasutusele USAs. Hiljem hakkasid karja tervise parandamise programmi kasutama ka teised arenenud karjakasvatusmaad.

Euroopa Liidu riikides kehtestati piima somaatiliste rakkude arvule piiriks 400 000/ml. Sellest näitajast lähtuvalt tehakse kokkuostetavale piimale juurdehindlus, kui somaatiliste rakkude arv on väiksem. Kui somaatiliste rakkude arv ületab 400 000/ml, siis tehakse mahahindlus. Kanadas kehtestati piima somaatiliste rakkude hindamiskriteeriumiks alates 1995. aasta augustist 500 000/ml. Ameerika Ühendriikides kehtestati 1993. aasta juulikuust selleks piiriks 750 000 somaatilist rakku ühes milliliitris. Nad põhjendavad suurt vahet (350 000/ml)

piimastandardites somaatiliste rakkude arvus Euroopa Liidu riikide ja Ameerika Ühendriikide vahel asjaoluga, et Euroopas on toorpiima tarbimine tunduvalt suurem.

Y. H. Schukkeni jt. (1992) järgi paranes Kanadas ajavahemikul 1985...1991 farmeritelt kokkuostetava piima kvaliteet. Järeldatakse, et piima kvaliteedi paranemisele aitas kaasa ka piima somaatiliste rakkude arvule maha- ja juurdehindluse rakendamine. Autorid soovivad ka neis riikides, kus toorpiima eest tasumisel somaatiliste rakkude arvu järgi juurde- ja mahahindlust ei tehta, sellist süsteemi rakendada hakata. Samuti järeldavad nad, et lisaks somaatiliste rakkude arvu vähenemisele paranesid ka teised piima kvaliteedi näitajad, nagu külmumistäpp, ning vähem leiti antibiootikumide ja pesemisvahendite jääke.

Epiteelirakud kui surnud keharakud on piimas alati olemas. See on normaalse elutegevuse tulemus, et vanad epiteelirakud asenduvad pidevalt uutega. Kui lehm ei põe udarapõletikku, siis on piima somaatiliste rakkude arv väiksem kui 50 000/ml. Lehma nakatumisel subkliinilisse või kliinilisse udarapõletikku on leukotsüütide arvu suurenemine tavapärase, sest need asuvad võitlusesse haigusekitajatega. Vastavalt sellele, kui äge on haiguse kulgu, suureneb ka vere valgeliblede arv. Seega muutus piima somaatiliste rakkude arv näitab just leukotsüütide hulka. Kui piima somaatiliste rakkude arv suureneb, on tegemist udarapõletikuga. G. Sender jt. (1992) said suhteliselt suure geneetilise korrelatsiooni ( $r_G=0,6...0,7$ ) piima somaatiliste rakkude arvu ja mastiidi vahel.

Normaalse koostisega piimas on somaatiliste rakkude arv pidevalt alla 200 000 ühes milliliitris ning paljudel lehmadel on see näitaja alla 100 000/ml. Kui somaatiliste rakkude arv on vahemikus 250 000...300 000/ml, võib üks või enam udaraveeranditest olla nakatunud bakteritega. G. Sender jt. (1992) järeldavad mastiidi võimalikku esinemist juhul, kui piima somaatiliste rakkude arv on 250 000/ml või enam.

Uurimistega on täheldatud, et *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae* ja veel mõned haigusekitajad põhjustavad suurema somaatiliste rakkude arvu tõusu kui *Streptococcus ag.* *Streptococcus* või *Corynebacterium bovis*. Somaatiliste rakkude arv on nakatunud loomadel küllaltki erinev.

1975. aastal võeti Norras kasutusele karja tervise parandamise programm. 1995. aastal oli selle programiga haaratud 85% kõigist Norra veisekarjadest või 90% kõigist Norra lüpsilehmadest. Naabermaal Soomes võeti programm kasutusele 1982. aastal professor Hanno Saloniemi eestvõtmisel. See võimaldas anda täpsema pildi udara tervisest ja piima kvaliteedist nii iga lehma kui ka kogu karja kohta.

H. W. Barkema jt. (1998) uurisid kliinilise mastiidi esinemissagedust sajas Hollandi veisekarjas ajavahemikul 1992. a. detsembrist kuni 1994. a. juunini. Kui haiguskitajad olid gramnegatiivsed patogeendid (*Escherichia coli*, *Klebsiella spp.*, *Pseudomonas spp.*), siis esines kliinilist mastiiti kõige enam neis karjades, kus somaatiliste rakkude arv piimas oli väike – 150 000/ml või vähem. Kui kliinilise mastiidi tekitajad olid *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus dysgalactiae*, *Streptococcus agalactiae*, siis esines seda kõige enam neis karjades, kus somaatiliste rakkude arv piimas oli suur (250 000...400 000/ml). Piima bakterioloogilisel uurimisel isoleeriti kõige sagedamini *Staphylococcus aureus*. Kui Hollandis oli realiseeritava piima keskmine somaatiliste rakkude arv 1985. aastal 310 000/ml, siis 1995. aastal oli see näitaja 221 000/ml. Siit võib järeldada, et mastiitide esinemissagedus on vähenenud.

Neis Kanada veisekarjades, kus piima somaatiliste rakkude arv oli laktatsioonikuuti väike, täheldati ka harvem nakatumist mastiiti (Wilton jt., 1972). Piima somaatiliste rakkude arv hakkas Kanada veisekarjades järjekindlalt vähenema, kui piima eest tasumisel hakati arvestama ka eespool nimetatud näitajat (Schutz jt., 1994). Taoline piima kvaliteedi paranemine saavutati peamiselt lüpsivõtete parandamise ja kroonilist mastiiti põdevate lehmade praakimise tulemusena. Erilise tähelepanu all olid need farmid, kus piima keskmine somaatiliste rakkude arv oli järjepidevalt üle 300 000/ml. Somaatiliste rakkude arvu igakuise uurimise põhjal saab selgitada, milliseid lehmi on vaja ravida kinnisperioodil (Sender jt., 1992).

K. Peterson jt. (1997) märgivad, et meie vabariigis esineb lehmadel peamiselt stafülokokkide ja streptokokkide poolt põhjustatud nii subkliinilisi kui ka kliinilisi mastiite. Mastiitide ravimine antibiootikumidega ei anna alati soovitud tulemusi, mistõttu mastiitide profülaktika omandab järjest suuremat tähtsust.

Viimased kakskümmend aastat on arenenud piimakarjakasvatustes aktiivselt tegelnud piima somaatiliste rakkude arvu mõjutavate tegurite analüüsimisega. Väga paljud teadlased (Banos, Shook, 1990; Monardes jt., 1983; Schutz jt., 1994) järeldavad oma töödes, et kui uurida piima somaatiliste rakkude arvu mõjutavaid tegureid, siis oleks otstarbekas arvesse võtta kõigi laktatsioonikuude mõõtmistulemusi.

Kõnealuses töös analüüsiti piimajõudlusnäitajate ja somaatiliste rakkude arvu seoseid. Varem olid piimatoodang ja piima rasvasisaldus põhilised näitajad, mille alusel toimus lehmade praakimine ja isade hindamine järglaste järgi. Kaheksakümnendatest aastatest alates pööratakse rohkem tähelepanu piima valgusisaldusele ning ka piima somaatiliste rakkude arvule.

Tabelist 1 näeme, et piima somaatiliste rakkude arvu ja piimatoodangu vahel oli hõre negatiivne fenotüübiline korrelatsioon, mis oli mõnevõrra suurem kolmandal ( $r=-0,094^{**}$ ) ja neljandal ( $r=-0,091^{**}$ ) laktatsioonil. Seega toob piima somaatiliste rakkude arvu suurenemine kaasa piimatoodangu languse. Piima somaatiliste rakkude arvu ja rasva- ning valgusisalduse vahel oli hõre positiivne fenotüübiline korrelatsioon.

**Tabel 1.** Somaatiliste rakkude arvu ( $10^3/ml$ ) ja piimajõudlusnäitajate korrelatsioonid  
**Table 1.** Correlations between milk somatic cell count ( $10^3/ml$ ) and milk items

Näitaja Item	Laktatsioon Lactation	Piim Milk, kg	Rasv Fat, %	Valk Protein, %
SRA	1.	-0,063*	0,059	0,072*
SRA	2.	-0,036	0,031	0,035
	3.	-0,094**	0,034	0,028
	4.	-0,091**	0,047	0,039
Valk Protein, %	1.	-0,076*	0,423***	
	2.	0,094**	0,319***	
	3.	0,050	0,327***	
	4.	0,061*	0,375***	
Rasv Fat, %	1.	-0,177***		
	2.	-0,098**		
	3.	-0,045		
	4.	-0,091**		

\* –  $P < 0,05$ , kui  $r = 0,06 \dots 0,08$ ; \*\* –  $P < 0,01$ , kui  $r = 0,09 \dots 0,11$ ; \*\*\* –  $P < 0,001$ , kui  $r > 0,11$ .

### Pärilike tegurite mõju

On uuritud ka fenotüübilist ja geneetilist korrelatsiooni somaatiliste rakkude arvu, piimatoodangu, rasva- ja valgusisalduse ning rasva- ja valgutoodangu vahel. B. W. Kennedy jt. (1982) leidsid negatiivse korrelatsiooni piimatoodangu ja somaatiliste rakkude arvu vahel. Korrelatsioon somaatiliste rakkude arvu ning rasva- ja valgusisalduse vahel oli väike ( $r = 0,03$  ja  $r = -0,03$ ) ning ei olnud statistiliselt oluline. Suur piima somaatiliste rakkude arv oli seotud madala piimatoodanguga ( $r = -0,16$ ). Sellisele tulemusele jõudsid oma uurimistes G. Banos ja G. E. Shook (1990).

D. P. Wesen ja L. H. Schultz (1970) uurisid geneetilist korrelatsiooni nii kliinilise kui ka subkliinilise mastiidi ning somaatiliste rakkude arvu vahel ja said mõlema näitaja puhul suhteliselt ühesuguse ja tiheda seose ( $r_G = 0,7$ ). See annab tunnistust, et mõned geenid vähendavad nii somaatiliste rakkude arvu piimas kui ka mastiitidesse haigestumist.

G. Sender jt. (1992) uurisid Soome veisekarjade andmeid ajavahemikul septembrist 1988 kuni augustini 1989. Fenotüübiline korrelatsioon piimatoodangu ja somaatiliste rakkude arvu vahel oli negatiivne ( $r_P = -0,15$ ) ning rasva- ja valgusisalduse vahel positiivne (vastavalt  $r_P = 0,05$  ja  $r_P = 0,20$ ).

Et suurenenud somaatiliste rakkude arv piimas viitab eelkõige udarapõletikele, siis andis see põhjuse päritavuse uurimiseks. Kirjanduse andmetel on piima somaatiliste rakkude arvu päritavuseks ( $h^2$ ) saadud olenevalt laktatsioonist  $0,04 \dots 0,44$ .

Keskmine  $h^2$  oli ligikaudu  $0,14$  (Kennedy jt., 1982; Banos, Shook, 1990; Coffey jt., 1985; Monardes jt., 1983; Schutz jt., 1994).

Hollandi teadlased (Vecht jt., 1985) uurisid 31 pulli tütreid ja leidsid, et nendel, kelle piimas oli väike somaatiliste rakkude arv esimesel laktatsioonil, oli seda ka teisel ja kolmandal laktatsioonil. Päritavuse leidmisel soovivad nad kasutada kõigi laktatsioonikuude piima somaatiliste rakkude arvu.

W. C. Zhang jt. (1994) uurisid piima somaatiliste rakkude arvu päritavust Kanada holsteini karjades. Nad leidsid päritavuse esimesel, teisel ja kolmandal laktatsioonil, mis oli vastavalt  $h^2 = 0,09$ ,  $h^2 = 0,11$  ja  $h^2 = 0,13$ . Järeldatakse, et somaatiliste rakkude arvu päritavus suureneb laktatsiooniti arvatavasti mastiitidesse haigestumise sagenemisega. Samuti märgivad nad, et piima somaatiliste rakkude arv on laktatsiooniti erinev suurus ning soovivad leida piima somaatiliste rakkude arvu päritavuse hilisemate laktatsioonide mõõtmiste põhjal.

Pärilikest faktoritest uuriti isa mõju tütarde piima somaatiliste rakkude arvule ja poolõdede rühmade somaatiliste rakkude arvu alusel arvutati viimaste päritavus. Isa mõju oli oluline ( $P < 0,05$ ).

Analüüsiti ka piima somaatiliste rakkude arvu tõugudevahelist erinevust. Eesti punast tõugu pullide tütarde oli piima somaatiliste rakkude arv nelja laktatsiooni keskmisena  $324\ 000/ml$  ja eesti holsteini tõul  $393\ 000/ml$  ( $P < 0,05$ ).

Piima jõudlusnäitajate päritavust on Eestis uuritud, aga piima somaatiliste rakkude arvu päritavust mitte. Et üksikute pullide tütarde piimas oli erinevusi somaatiliste rakkude arvus, andis see põhjuse ka päritavuse määramiseks. Saadud andmeid oli võimalik kõrvutada teiste piimakarjakasvatusega tegelevate maade vastavate näitajatega.

**Tabel 2.** Piimajõudluse ja piima somaatiliste rakkude arvu päritavus**Table 2.** Heritability of the milk items and milk somatic cell count

Näitaja Item	Päritavus Heritability, $h^2$			
	1. laktatsioon <i>1<sup>st</sup> lactation</i>	2. laktatsioon <i>2<sup>nd</sup> lactation</i>	3. laktatsioon <i>3<sup>rd</sup> lactation</i>	4. laktatsioon <i>4<sup>th</sup> lactation</i>
Piim Milk, kg	0,57	0,48	0,60	0,51
Rasv Fat, %	0,52	0,54	0,74	0,61
Valk Protein, %	0,76	0,75	0,77	0,71
SRA SCC, $10^3/ml$	0,11	0,16	0,23	0,23

Piima somaatiliste rakkude arvu päritavus on suhteliselt madal, olles esimesel laktatsioonil 0,11, teisel laktatsioonil 0,16 ning kolmandal ja neljandal laktatsioonil 0,23. Neist andmetest järeldub, et koos vanuse kasvuga piima somaatiliste rakkude arvu päritavus tõuseb. Et somaatiliste rakkude arvu päritavus on madal, siis saab seda näitajat arvestada kui täiendavat faktorit, et vähendada somaatiliste rakkude arvu piimas ja suurendada lehmade resistentsust mastiitide vastu. Siit järeldub, et 10...20% piima somaatiliste rakkude arvu muutlikkusest on mõjutatud pärilikest teguritest ning 80...90% keskkonnategurite poolt.

Arvutati päritavus ka laktatsiooniti mõne kuu piima somaatiliste rakkude arvu määramiste põhjal. Siis oli päritavuskoeffitsient madalam (vahemikus 0,06...0,09). Saadud tulemused langesid kokku kirjanduses toodutega. Seega võib nende andmete põhjal järeldada, et piima somaatiliste rakkude arvu päritavuskoeffitsiendi arutamisel laktatsiooniperioodi kohta tuleb arvesse võtta kõigi laktatsioonikuude näitajad. Kui leida piima somaatiliste rakkude arvu päritavust, siis tuleks edaspidi valimisse võtta pullide tütarde näitajad võimalikult paljudest farmidest.

Koos piima somaatiliste rakkude arvu päritavuse uurimisega arvutati ka somaatiliste rakkude arvu korduvus, mis oli  $R=0,27$ . Saadud tulemus lubab pidada leitud päritavuskoeffitsiendi väärtust küllaltki usaldusväärseks, kuna korduvus määrab päritavuse ülemise piiri.

### Keskkonnafaktorite mõju piima somaatiliste rakkude arvule

Et piima somaatiliste rakkude arvu varieeruvus oli suur, tehti mitmeid uuringuid selle põhjuse selgitamiseks. Uuriti, kuidas erinevad keskkonnafaktorid mõjutavad piima somaatiliste rakkude arvu.

Paljud teadlased (Coffey jt., 1985; Etgen jt., 1987; Banos, Shook, 1990; Kennedy jt., 1982; Schutz jt., 1994) on rõhutanud, et laktatsioon, erinev laktatsioonijärk, lehma vanus, farm, töövõtted lüpsmisel ja lüpsi-seadme töökindlus on tähtsad tegurid, mis avaldavad olulist mõju piima somaatiliste rakkude arvule.

**Põllumajandusettevõtte.** Tabelis 3 on esitatud uurimistulemused, milline oli põllumajandusettevõtte osa piima somaatiliste rakkude arvule, piimatoodangule ning rasva- ja valgusisaldusele.

Teises ja kolmandas põllumajandusettevõttes oli piima somaatiliste rakkude arv küllaltki sarnane. Tunduvalt suurem oli piima somaatiliste rakkude arv esimese ettevõtte karjas. Piimatoodang oli selles karjas madalam kui teise ja kolmanda põllumajandusettevõtte karjades. Seega oli majandi osa küllaltki oluline piimatoodangule ning piima somaatiliste rakkude arvule ( $P<0,001$ ). G. Banose ja G. E. Shooki (1990) arvates põhjustavad piima somaatiliste rakkude arvu kasvu lisaks muudele teguritele ka veisefarmi hügieenitingimused.

**Tabel 3.** Põllumajandusettevõtte mõju piimajõudlusele ja piima somaatiliste rakkude arvule**Table 3.** Effect of the agricultural enterprise to milk items and milk SCC

Ettevõtte Enterprise	Piim / Milk kg		Rasv / Fat %		Valk / Protein %		SRA / SCC $10^3/ml$	
	x	s	x	s	x	s	x	s
Esimene / First	5444	971	4,02	0,42	3,27	0,19	442	457
Teine / Second	5746	1562	4,16	0,32	3,18	0,16	317	379
Kolmas / Third	6780	1665	4,31	0,41	3,39	0,20	320	336

**Lüpsiseade ja lüpsja.** Tänapäeva turumajanduse tingimustes seisab piimatootja sageli küsimuse ees, millist lüpsiseadet osta, et kahjustada kõige vähem lehma udarat. Seepärast võeti katseandmete töötlemisel diskreetse faktorina arvesse ka lüpsiseade.

Eestis lüpstakse veel paljudes farmides Läti Rezekne firma lüpsiseadmetega. Et järjest enam tähelepanu pööratakse piima kvaliteedile, siis paljud piimatootjad asendavad oma farmide lüpsiseadmed kaasaegsematega. Mitmed põllumajandusettevõtted on paigaldanud oma farmidesse De Laveli lüpsiseadmeid. Enam soetatakse ka Strangko, Impulsa ja Westfalia firmade lüpsiseadmeid. Uued täiustatud lüpsiseadmed on lüpsjate töö, eeskätt lüpsiparaatide töö jälgimise mugavamaks muutnud. Lüpsja ei pea pingsalt jälgima, millal on õige aeg alustada järellüpsiga, et aparaadid ei töötaks tühilüpsirežiimil. Selle tööoperatsiooni teeb lüpsiseade ära automaatselt. Samuti on tagatud lüpsiseadme tehniline hoole, mille teeb seadme paigaldanud firma.

Andmete analüüsimisel selgus, et lüpsiseadme mõju ei olnud statistiliselt oluline piima somaatiliste rakkude arvule ( $P>0,05$ ), kuid oluline oli lüpsja mõju ( $P<0,001$ ). Saame järeldada, et lüpsiseadme laitmatut tööd võib suurel määral mõjutada lüpsja. Hoolikas lüpsja võib ka tagasihoidliku seadmega normaalselt töötada.

**Poegimis- ja kalendrikuu.** On uuritud, milline on piima somaatiliste rakkude arv erineval kalendrikuul. G. Banos ja G. E. Shook (1990) uurisid 16 karjas, milline oli piima somaatiliste rakkude erinevus kalendrikuude lõikes. Nad jõudsid järeldusele, et kõige suurem oli piima somaatiliste rakkude keskmine arv juulis ja augustis ning kõige väiksem märtsikuus.

B. W. Kennedy jt. (1982) uurisid Minnesota osariigi holsteini tõugu karjadel, kuidas mõjutab poegimiskuu piima somaatiliste rakkude arvu laktatsiooni keskmisena. Nad leidsid, et poegimiskuu oli oluline tegur ( $P<0,01$ ).

Y. H. Schutzi jt. (1994) andmetel ei ole kalendrikuul ja aastaajal olulist mõju piima somaatiliste rakkude arvule.

Käesoleva töö üheks eesmärgiks oli välja selgitada, kuidas kujuneb laktatsioonis somaatiliste rakkude arv vastavalt poegimiskuule.

**Tabel 4.** Piima somaatiliste rakkude arvu ( $10^3/\text{ml}$ ) sõltuvus poegimiskuu nelja laktatsiooni (1...4.) keskmise alusel  
**Table 4.** Milk somatic cell count ( $10^3/\text{ml}$ ) meanly by calving months' in four (1...4) lactation

Poegimiskuu <i>Calving month</i>	Poegimiste arv <i>Calvings number</i>	Keskmine <i>Mean</i> ( $10^3/\text{ml}$ )	Standardhälve <i>Standard deviation</i> $10^3/\text{ml}$
Jaanuar	144	354	339
Veebruar	140	337	321
Märts	140	441	502
Aprill	148	341	334
Mai	141	389	469
Juuni	142	322	347
Juuli	101	335	357
August	126	378	368
September	107	347	283
Oktoober	101	352	365
November	69	368	289
Detsember	88	493	565

Nelja laktatsiooni (1...4.) keskmisena oli piima somaatiliste rakkude arv kõige suurem neil lehmadel, kes poegisid detsembris, märtsis, mais ja augustis (tabel 4). Somaatiliste rakkude arvu keskmised piimas olid vastavalt 493 000/ml, 441 000/ml, 389 000/ml ja 378 000/ml. Teistel kalendrikuudel poeginud lehmadel oli piima somaatiliste rakkude keskmine arv vahemikus 322 000...368 000/ml. Esimesel laktatsioonil olevatel lehmadel oli piima somaatiliste rakkude arv suurem neil, kes poegisid märtsis, aprillis ja novembris. Teisel laktatsioonil olevate lehmade puhul oli see näitaja suurem mais, jaanuaris, märtsis ja detsembris poeginuil. Kolmandal ja neljandal laktatsioonil oli piima somaatiliste rakkude keskmine arv suurim lehmadel, kes poegisid märtsis, detsembris ja mais. Poegimiskuu ehk laktatsiooni alguskuu kui diskreetse faktori mõju analüüsil selgus, et laktatsiooni alguskuu ei mängi olulist osa piima somaatiliste rakkude arvu kujunemisel laktatsiooniperioodi jooksul ( $P>0,05$ ).

### Laktatsiooni number ehk lehma vanus

Kanada teadlased (Kennedy jt., 1982) uurisid, kuidas mõjutavad laktatsioon, laktatsioonikuu ja poegimiskuu piima somaatiliste rakkude arvu. Nad järeldavad, et laktatsiooni suurenedes ja ühtlasi ka koos looma vanuse kasvuga suureneb piima somaatiliste rakkude arv. Poegimiskuu mõju nad eitavad. Farmide vahel olulisi erinevusi ei täheldatud. Erinevate pullide tütarde vahel olid kõikumised väikesed.

Y. H. Schukken jt. (1992) uurisid, kuidas mõjutab laktatsioonijärk piima somaatiliste rakkude arvu, ja leidsid, et see oli oluline ( $P < 0,01$ ). Piima somaatiliste rakkude arv oli suurem pärast poegimist ja langes kiiresti 10. kuni 60. päevani 401 000lt 230 000ni/ml. Seejärel hakkas näitaja aeglaselt tõusma ülejäänud laktatsiooni jooksul ning üheteistkümnendaks laktatsioonikuuks oli piima somaatiliste rakkude arv 404 000/ml. Y. H. Schukken jt. (1992) järeldavad, et laktatsiooni alguses ja lõpus on piima somaatiliste rakkude arvu füsioloogiline tõus normaalne.

Mitmed autorid (Etgen jt., 1987; Banos, Shook, 1990; Barkema jt., 1998) väidavad, et neil lehmadel, kellel oli suurem piima somaatiliste rakkude arv juba esimesel laktatsioonil, oli see suur ka järgnevatel laktatsioonidel.

Käesolevas töös analüüsiti samuti, kuidas mõjutab laktatsiooni number ehk lehma vanus piima somaatiliste rakkude arvu.

**Tabel 5.** Piimajõudluse näitajad ja piima somaatiliste rakkude arv laktatsiooniti

**Table 5.** Milk yield, fat and protein content and milk somatic cell count by lactations

Näitaja <i>Item</i>	Laktatsioon <i>Lactation</i>	Keskmine <i>Mean</i>	Standardhälve <i>Standard deviation</i>	Variatsiooni- kordaja <i>Variation,</i> %
Piim <i>Milk,</i> kg	1.	5009	1051	21,0
	2.	5589	1509	27,0
	3.	6261	1715	27,4
	4.	6419	1687	27,4
Rasv <i>Fat,</i> %	1.	4,10	0,38	9,3
	2.	4,23	0,41	9,6
	3.	4,19	0,41	9,8
	4.	4,21	0,39	9,7
Valk <i>Protein,</i> %	1.	3,22	0,20	6,2
	2.	3,24	0,20	6,2
	3.	3,20	0,20	6,1
	4.	3,24	0,20	6,2
SRA <i>SCC,</i> $10^3/ml$	1.	285	274	96,0
	2.	321	301	93,7
	3.	461	520	102,6
	4.	477	407	103,2

Esimesel laktatsioonil oli piima somaatiliste rakkude arv 285 000/ml ning teisel, kolmandal ja neljandal laktatsioonil vastavalt 321 000, 461 000 ja 477 000/ml (tabel 5). Iga laktatsiooniga piima somaatiliste rakkude arv suureneb, seega laktatsioon ehk lehma vanus kui faktor oli oluline somaatiliste rakkude arvule piimas ( $P < 0,01$ ). See ühtib kirjanduses toodud seisukohtadega. Suure piimatoodanguga esimese laktatsiooni lehmadega peab eriti hoolikas olema, et nad ei haigestuks mastiiti. Tabelis 5 toodud andmetest võib esialgu oletada, et teisel ja eriti kolmandal laktatsioonil lüpsvatel lehmadel võis olla tunduvalt enam udarapõletikke. Samas tuleb märkida, et kolmandal ja neljandal laktatsioonil oli piima keskmine somaatiliste rakkude arv ühesugune, vastavalt 461 000 ja 477 000/ml. Siit saame järeldada, et kolmandal laktatsioonil lehmade udarate tervislik seisund stabiliseerub, sest antud uurimistulemuste põhjal neljandal laktatsioonil piima somaatiliste rakkude arv ei suurenenud oluliselt. Suure piima somaatiliste rakkude arvuga lehmadel olid sageli ka head toodangunäitajad ja nende praakimisega ei kiirustatud.

**Tabel 6.** Nelja laktatsiooni piima somaatiliste rakkude arvu korrelatsioon

**Table 6.** Milk somatic cell count correlation of four lactations

Näitaja <i>Item</i>	SRA 4. laktatsioonil <i>SCC in 4<sup>th</sup> lactation</i>	SRA 3. laktatsioonil <i>SCC in 3<sup>rd</sup> lactation</i>	SRA 2. laktatsioonil <i>SCC in 2<sup>nd</sup> lactation</i>
SRA 1. laktatsioonil <i>SCC in 1<sup>st</sup> lactation</i>	0,37 <sup>***</sup>	0,39 <sup>***</sup>	0,45 <sup>***</sup>
SRA 2. laktatsioonil <i>SCC in 2<sup>nd</sup> lactation</i>	0,38 <sup>***</sup>	0,49 <sup>***</sup>	
SRA 3. laktatsioonil <i>SCC in 3<sup>rd</sup> lactation</i>	0,51 <sup>***</sup>		



Piima somaatiliste rakkude arvu korrelatsioon naaberlaktatsioonide vahel oli tihedam, seda just esimese ja teise, teise ja kolmanda ning kolmanda ja neljanda laktatsiooni vahel. Esimese ja kolmanda, esimese ja neljanda ning teise ja neljanda laktatsiooni piima somaatiliste rakkude arvu korrelatsioonikordajad oli veidi väiksemad, kuid igas analüüsis statistiliselt olulised ( $P < 0,001$ ). Saadud tulemused ühtivad kirjanduses toodud andmetega.

## Lüpsivõtete mõju piima somaatiliste rakkude arvule

Masin kergendab lüpsmist, kuid samas peab lüpsja arvestama masinlüpsile esitatavate nõuetega. Tehniliselt korras ja hügieeninõuetele vastavalt hooldatud lüpsiparaat täidab oma ülesande ainult siis, kui lüpsja korraldab lüpsiprotsessi teadlikult ja oskuslikult. Üleminek masinlüpsile tingis ka kindlate reeglite kehtestamise, et mitte kahjustada lehma tervist.

Lüpsi kestusele ja järellüpsi põhjalikkusele vaatamata ei ole võimalik udarast kogu piima täielikult eemaldada. Lüpsi lõpul udarasse jäävat piima, mis püsib kapillaarjõul peentes piimajuhades, nimetatakse jääkpiimaks ja see moodustab 5...30% lüpsi algul udaras oleva piima kogusest (E. Valdmann, V. Valdmann, 1976). Kui lehm on lüpsiks õigesti ette valmistatud, millega tagatakse tugev piimaejektsioon, siis tühjendatakse udar jõudsa lüpsiga. Samuti on suurem väljalüpstava piima ja väiksem jääkpiima kogus (Barkema jt., 1998; Lefcourt, Akers, 1983; Adkinson jt., 1988). I. M. Timmermans (1996) rõhutab, et suhteliselt suur jääkpiima kogus võimaldab head kasvukeskkonda mikroorganismidele, mis omakorda põhjustab piima somaatiliste rakkude arvu suurenemise ja võimaluse nakatuda mastiiti.

Udara ettevalmistamine lüpsiks kahekordsel lüpsil peaks kestma vähemalt 30 sekundit (E. Valdmann, V. Valdmann, 1976). Laktatsiooni alguses olevatel lehmadel võib udara ettevalmistus olla ajaliselt lühem kui laktatsiooni lõpetavatel lehmadel (Adkinson jt., 1988). Erilist tähelepanu tuleb pöörata just vanemate lehmade udara ettevalmistusele, kuid vajaminev aeg on individuaalne (Etgen jt., 1987).

Mitmed autorid rõhutavad, et kui udar on puhas, piisab selle hõõrumisest kuiva lapiga. Pesuveega võib udarat veelgi enam saastata. Udara kuivatamiseks on kõige hügieenilisemad ühekordselt kasutatavad paberrätikud (Adkinson jt., 1988; Randy jt., 1990; Calhoun, 1995).

R. W. Adkinson jt. (1988) uurisid piima somaatiliste rakkude arvu kolmekümnes Virginia piimakarjas ja tegid vaatlusi, kuidas toimub udara ettevalmistus lüpsiks. Andmete analüüsil selgus, et neis karjades, kus kasutati ühekordseid paberrätikuid, oli somaatiliste rakkude arv piimas väiksem. Jääb ära võimalus patogeensete mikroobide kandumiseks haigetelt loomadelt tervetele. Sama rõhutavad oma uurimistes ka H. A. Randy jt. (1990). Peetakse vajalikuks kasutada paberrätikuid udara ettevalmistamisel lüpsiks just neis karjades, kus on pidevalt probleeme suure somaatiliste rakkude arvuga piimas.

Oluline on lüpsimasina õigeaegne allapanek. Mida enam hilinetakse aparaatide allapanekuga, seda lühemaks jääb piimaejektsiooniga kattuv lüpsmise aeg (Merrill jt., 1987; Barkema jt., 1998). Lüpsmisega viivitamise korral väheneb väljalüpstava piima ning suureneb jääkpiima kogus. Aparaatide allapanekuga hilinemise korral eraldub piim aeglaselt, udar ei tühjene ja järellüps kestab ebanormaalselt kaua (Etgen jt., 1987; Kennedy jt., 1982).

Kui piimavool udarast on lõppenud, tuleb aparaat lehma alt kohe ära võtta, sest vastasel korral tekib tühilüps. See on mastiitidesse haigestumise üks olulisemaid põhjusi, mida tuleb igal juhul vältida. Õige aeg masinaga järellüpsiks on siis, kui piimavool on muutunud katkendlikuks ja hakkab vähenema (Etgen jt., 1987). Paljud teadlased juhivad tähelepanu sellele, et tühilüpsi tekkevõimalusi on enam (Etgen jt., 1987; Randy jt., 1990; Timmermans, 1996). Tühilüps võib tekkida ka vahetult pärast nisakannude nisadele asetamist, kui lehm ei ole veel piisavalt sõõrdunud (Calhoun, 1995). Tühilüpsi mõju udara tervisele rõhutavad oma uurimises ka Wesen ja Schultz (1970).

Väga palju on uuritud, kui kaua aega peaks kestma masinaga järellüps. H. A. Randy jt. (1990) soovivad masinaga järellüpsile kulutada mitte üle 30 sekundi. W. M. Etgen jt. (1987), H. W. Barkema jt. (1998) ja D. Calhoun (1995) soovivad masinaga järellüpsile kulutada mitte üle 20 sekundi. Kui udar on eelnevalt korralikult lüpsiks ette valmistatud, siis piisab isegi 10...15-sekundilisest masinaga järellüpsist. Lüpsja masseerib udarat vaid tühjaklüpsi kontrolliks.

Udara puuduliku ettevalmistuse korral pikeneb järellüpsiaeg tunduvalt (Adkinson jt., 1988; Etgen jt., 1987). Samuti rõhutavad nad, et kui udarasse jääb rohkesti piima, siis väheneb järgmisel lüpsikorral toodang lüpsmata jäänud piimakoguse võrra. D. Calhoun (1995) ja I. M. Timmermans (1996) järeldavad, et kaua kestev masinaga järellüps oli iseloomulik nende lüpsjate tööle, kes kulutasid udara ettevalmistusele vähe aega.

Tühilüpsi esinemine on sagedasem nendel lehmadel, kelle lüpsja kasutab enam aparaate, kui ta on võimeline jälgima. Seda juhtub eriti lüpsjatel torusselüpsiseadmega laudas nelja ja enama lüpsiparaadiga töötades (Calhoun, 1995).

Masinaga lüpsmisele üleminekuga suurenes lehmade haigestumine mastiitidesse. Udarahaiguste tekke ja edasikandumise ärahoidmiseks hakati kasutama nisade lüpsijärgset desinfitseerimist, mida alustati Ameerika Ühendriikides 1916. aastal. A. H. Randy (1990), S. C. Nickerson jt. (1990), W. M. Etgen jt. (1987) ja H. W. Barkema jt. (1998) soovivad nisasid pärast lüpsi desinfitseerida, et ära hoida udarakahjustusi.

D. P. Wesen ja L. H. Schultz (1970) uurisid nisade lüpsijärgse desinfitseerimise olulisust mastiiti haigestumise vähendamisel. USA veisekarjades rakendas 74% farmeritest nisade lüpsijärgset desinfitseerimist. Nad peavad nisade lüpsijärgset desinfitseerimist oluliseks ja märgivad, et paremaid tulemusi saavutati, kui haiguse-tekijad olid *Streptococcus agalactiae* ja *Staphylococcus aureus*. Mõned autorid, nagu H. A. Randy jt. (1990), D. P. Wesen ja L. H. Schultz (1970), I. M. Timmermans (1996), soovivad teha nisade lüpsijärgset desinfitseerimist ainult suurenenud somaatiliste rakkude arvuga lehmadel. Seevastu W. M. Etgen jt. (1987) peavad nisade lüpsijärgset desinfitseerimist vajalikuks kõigil lüpsvatel lehmadel ja igal lüpsikorral vahetult pärast lüpsiaparaadi altvõtmist. S. C. Nickerson jt. (1990) leidsid, et USA Wisconsini osariigi 16 karjas, kus tehti nisade lüpsijärgset desinfitseerimist, oli väiksem somaatiliste rakkude arv piimas. Nisade lüpsijärgsest desinfitseerimisest on siis kasu, kui seda tehakse igal lüpsikorral vahetult pärast nisakannude eemaldamist.

Veel on tekkinud küsimusi, millist nisade lüpsijärgse desinfitseerimise viisi kasutada – nisade kastmist desotopsi või desolahuse kandmist nisadele pihustamise teel. D. P. Wesen ja L. H. Schultz (1970), H. A. Randy jt. (1990) ja S. C. Nickersoni jt. (1990) sisukohalt on efektiivsem nisade kastmine desotopsi. Nisadele pihustamisel on desolahuse kadu suurem.

Keskonnafaktorite uurimisel selgus lüpsja mõju olulisus piimatoodangule, piima rasva- ja valgusisaldusele ning somaatiliste rakkude arvule ( $P < 0,001$ ).

Tabelis 7 on toodud masinlüpsil tehtavad põhilised tööoperatsioonid, mida lüpsja sooritab.

Udara ettevalmistusele lüpsiks kulutasid lüpsjad keskmiselt 24,9 sekundit, mis on väiksem masinlüpsi füsioloogilistest nõuetest. Seejuures paljusid lehmi valmistati ette vaid 12 sekundit. Udara ettevalmistus piirdus tagasihoidliku nisade puhastamisega ja eellüpsi ei tehtudki.

Lüpsiaparaatide allapanekuga hilineti sageli, maksimaalselt isegi 47 sekundit. Seda on palju, kuna veerand paremast sõordumise ajast on kaotsi läinud. Samas tuleb lisada, et vaatluspäevadel paljudel juhtudel ei hilinetud aparaatide allapanekuga.

**Tabel 7.** Lüpsil tehtud tööoperatsioonide kestused sekundites

**Table 7.** Durations of the basic working operations in milking in seconds

Näitaja <i>Item</i>	Keskmine <i>Mean</i>	Standardhälve <i>Standard deviation</i>	Miinumum <i>Min.</i>	Maksimum <i>Max.</i>
Udara ettevalmistus <i>Udder preparation</i>	24,9	6,9	9,0	53,0
Hilinemine <i>Delay in applying the milking unit</i>	3,1	7,5	0	47,0
Järellüps <i>Machine stripping</i>	22,7	10,0	0	46,0
Tühilüps <i>Overmilking</i>	23,9	22,9	0	98,0

Järellüpsile kulutati isegi 46 sekundit, mis on liiga suur ajakulu. Need lüpsjad, kes hoidsid udara ettevalmistusel aega kokku, kulutasid selle järellüpsile. Ebaõigete lüpsivõtete tõttu on harjutatud lehmi teatud kogust piima järellüpsiga kätte andma.

Vaatluspäevadel jälgiti ka, kuidas lüpsjad tulevad toime lüpsiaparaatide töö jälgimisega. Nagu tabelist selgub, ei suudetud kõigi lüpsiaparaatide tööd vajaliku tähelepanelikkusega jälgida, sest tühilüpsi esines mitmete lehmade lüpsmisel. Maksimaalne tühilüpsi kestus oli 98 sekundit. See on küllaltki pikk aeg, mil vaakum mõjub kahjustavalt udaraveerandite näärmekoele.

Masinlüpsi füsioloogiat uurivad teadlased soovivad lüpsmisel üksikuid tööoperatsioone teha teatud aja jooksul. Leiti põhiliste tööoperatsioonide seosed (tabel 8).

**Tabel 8.** Tööoperatsioonide seosed masinlüpsil

**Table 8.** Connections between working operations doing in machine milking

Näitaja <i>Item</i>	Järellüps <i>Machine stripping</i>	Tühilüps <i>Overmilking</i>	Hilinemine <i>Delay</i>
Udara ettevalmistus <i>Udder preparation</i>	-0,259 <sup>***</sup>	-0,447 <sup>***</sup>	-0,251 <sup>***</sup>
Hilinemine <i>Delay</i>	0,362 <sup>***</sup>	0,439 <sup>***</sup>	
Tühilüps <i>Overmilking</i>	0,593 <sup>***</sup>		

Masinlüksile esitatavates füsioloogilistes nõuetes rõhutatakse, et kui tehakse piisava kestusega udara ettevalmistus, siis ei pea masinaga järellüksile eriti palju aega kulutama ( $r=-0,259^{***}$ ). Mida lühiajalisem ja pealiskaudsem on lehma udara ettevalmistus lüksiks, seda enam aega kulub masinaga järellüksiks.

Oluline positiivne seos ( $r=0,362^{**}$ ) oli ka hilinemisel aparaatide allapaneku ja masinaga järellüksi vahel. Need lüksjad, kes hilinevad sageli aparaatide allapanekul, kulutavad hiljem tunduvalt enam aega järellüksile. Lüksjad, kes panevad lüksiparaadi alla siis, kui lehm on täielikult sõõrdunud, piirduvad lühiajaliselt kestva masinaga järellüksiga. Sellisel puhul on masinaga järellüksil ainult udaraveerandite tühjenemist kontrolliv funktsioon. Ka lehma udara tervise huvides on selline töötamisviis eriti vastuvõetav.

Tabelis 8 toodud andmetest näeme, et kui lüksja peab kinni ühest nõudest, siis mõjutab ta ka teisi.

Analüüsi, kas on oluline, et lüksmine toimuks teatud kindlat rütmi jälgides. Hinnati seda korrelatsioonanalüüsil (tabel 9).

**Tabel 9.** Korrelatsioonid erinevate näitajate vahel  
**Table 9.** Correlations between the items

Näitaja <i>Item</i>	Laktatsioon <i>Lactation</i>	Udara ettevalmistus <i>Udder preparation</i>	Hilinemine <i>Delay in applying the milking unit</i>	Järellüks <i>Machine stripping</i>	Tühilüks <i>Overmilking</i>
SRA SCC, 10 <sup>3</sup> /ml	1.	-0,354 <sup>***</sup>	0,071 <sup>*</sup>	0,294 <sup>***</sup>	0,589 <sup>***</sup>
	2.	-0,444 <sup>***</sup>	0,196 <sup>***</sup>	0,431 <sup>***</sup>	0,604 <sup>***</sup>
	3.	-0,143 <sup>**</sup>	0,255 <sup>***</sup>	0,068 <sup>*</sup>	0,426 <sup>***</sup>
	4.	-0,319 <sup>***</sup>	0,215 <sup>***</sup>	0,269 <sup>***</sup>	0,537 <sup>***</sup>
Piim <i>Milk,</i> kg	1.	0,097 <sup>**</sup>	-0,092 <sup>**</sup>	0,099 <sup>**</sup>	-0,028
	2.	0,212 <sup>***</sup>	-0,034	0,061 <sup>*</sup>	-0,049
	3.	0,330 <sup>***</sup>	-0,096 <sup>**</sup>	0,291 <sup>***</sup>	-0,055
	4.	0,252 <sup>***</sup>	-0,071 <sup>*</sup>	0,198 <sup>***</sup>	-0,054
Rasv <i>Fat,</i> %	1.	0,060 <sup>*</sup>	-0,085 <sup>*</sup>	-0,018	-0,036
	2.	0,057	-0,111 <sup>**</sup>	-0,059	-0,052
	3.	-0,018	-0,098 <sup>**</sup>	-0,012	0,009
	4.	0,053	-0,096 <sup>**</sup>	-0,036	-0,019
Valk <i>Protein,</i> %	1.	0,050	0,009	0,027	0,027
	2.	0,112 <sup>**</sup>	0,114 <sup>**</sup>	0,020	0,036
	3.	0,035	0,016	0,031	0,027
	4.	0,074 <sup>*</sup>	0,079 <sup>*</sup>	0,029	0,025

\* –  $P<0,05$ , kui  $r=0,06\dots0,08$ ; \*\* –  $P<0,01$ , kui  $r=0,09\dots0,11$ ; \*\*\* –  $P<0,001$ , kui  $r>0,11$ .

Tabelis 9 on toodud näitajatevahelised seosed nelja (1..4.) laktatsiooni kohta. Piima somaatiliste rakkude arvu mõjutavad kõik põhilised masinlüksil tehtavad tööoperatsioonid. Oluline seos oli tühilüksi aja ja somaatiliste rakkude arvu vahel kõigil laktatsioonidel ( $P<0,001$ ). Siit võib järeldada, et mida vähem jälgiti lüksiparaate (üks või enam udaraveeranditest oli tühilüksirežiimil), seda suurem oli piima somaatiliste rakkude arv ühes milliliitris. Peaks arvestama, et töötatakse sellise arvu lüksiparaatidega, mida ollakse võimelised jälgima.

Oluline oli ka seos udara lüksiks ettevalmistuse ajaga. Mida lühemalt ja pealiskaudsemalt oli tehtud udara ettevalmistus, seda suuremaks osutus piima somaatiliste rakkude arv ( $P<0,001$ ). Kui udara ettevalmistus on puudulik, siis võib osa piima jääda välja lüksmata ning sellele omakorda võib järgneda haigestumine mastiiti.

Leiti seos ka järellüksi ajaga. Mida enam aega kulutas lüksja masinaga järellüksile, seda suurem oli piima somaatiliste rakkude arvu keskmine esimesel, teisel ja neljandal laktatsioonil ( $P<0,001$ ), aga samuti kolmandal laktatsioonil ( $P<0,05$ ). Osa lüksjaid oli harjutanud oma lüksigrupi lehmad mingi koguse piima kätte andma ajaliselt kauem kestva järellüksi teel, kui masinlüksile esitatavad nõuded vajalikuks peavad. Taoliselt toimides on osa udaraveeranditest juba tühilüksil, sest pole näha, mitmest udaraveerandist on märgata piimavoolu. Seega nende udaraveerandite, mis on tühilüksil, näärmekude saab kahjustatud vaakumi ebasoovitavast mõjust.

Andmete analüüsil selgus, et lüksiparaatide allapanekuga hilinemisel oli mõju piima somaatiliste rakkude arvule kõigil vaatluse all olnud laktatsioonidel. Olulisem oli see kolmandal laktatsioonil ( $r_p=0,255^{**}$ ).

Leiti seosed masinlüksil tehtavate põhiliste tööoperatsioonide, piimatoodangu ning valgu- ja rasvasisalduse vahel. Kõige olulisem oli seos piimatoodangu ja udara lüksiks ettevalmistuse vahel ( $P<0,01\dots P<0,001$ ). Neist andmetest saab järeldada, et on vaja piisava kestuse ja masseeriva toimega udara ettevalmistust. Seega need lüksjad, kes tegid lehmadel korraliku ettevalmistuse, said ka oma lüksigrupilt enam toodangut.

Piimatoodangu ja aparaatide allapanekuga hilinemise vahel oli statistiliselt usutat negatiivne seos esimese ( $r_p=-0,092^{**}$ ), kolmanda ( $r_p=0,096^{**}$ ) ja neljanda laktatsiooni keskmisega ( $r_p=-0,071^{*}$ ). Teisel laktatsioonil

oli seos tähtsusetu ( $r_p = -0,034$ ). Analüüsitud andmetest järeldub, et mida väiksem oli hiline mine aparaatide allapanekul, seda suurem oli piimatoodang.

Piimatoodangu ja järellüpsi vahel oli positiivne fenotüübiline seos ( $r = 0,061^{*} \dots 0,291^{***}$ ). Osa piimast saadakse kätte ettenähtust kauem kestva järellüpsi teel.

Tabelist 9 leiame, et masinlõpsil tehtavatest tööoperatsioonidest avaldas piima rasva- ja valgusisaldusele kõige enam mõju hiline mine aparaatide allapanekul. Kui hiline takse aparaatide allapanekul, siis jääb osa piima udarast välja lõpsmata teatud sõõrdumisaja möödalaskmisel. Uuringutega on kindlaks tehtud, et lõpsi lõpupoole väljutatava piima rasvasisaldus on suurem kui lõpsi alguses.

## Kokkuvõte ja järeldused

Käesoleva uurimistöö eesmärgiks oli selgitada, millised tegurid mõjutavad piima somaatiliste rakkude arvu (SRA). Katsemajanditeks valiti põllumajandusettevõtted, kus kasutati erinevat lõpsitehnoloogiat ja pidamisviisi. Kasutati 21 pulli tütarde andmeid. Jälgiti 32 lõpsja tööd. Lõpsja tööprotsessi uurimise viisiks oli operatsioonivaatlus, kus uuritava tööprotsessi üksikelementide kestused registreeriti sekundilise täpsusega. Andmete sisestamisel arvutisse ja nende statistilisel analüüsil kasutati tabelarvutussüsteemi MS Excel ja statisti- kaprogrammi SAS (*Statistical Analyze System*). Keskmiste võrdlemisel kasutati t-testi, tunnustevaheliste seoste tugevuse ja suuna uurimisel korrelatsioon- ja regressioonanalüüsi. Kovariatsioonanalüüs tehti SASi protseduuri MIXED abil, mis võimaldab analüüsida segamudeleid mittetasakaaluliste andmete korral. Dispersioonikomponentide ja päritavuskoeffitsientide hindamiseks kasutati REML-meetodit.

Piima somaatiliste rakkude arv kui lehma udara tervist ja piima kvaliteeti iseloomustav suurus on laktatsioonikuuti erinev. Nelja laktatsiooni mõõtmisandmete põhjal analüüsiti, kuidas mõjutavad keskkonnafaktorid piima somaatiliste rakkude arvu. Samuti uuriti pärilike tegurite mõju. Katseandmete läbitöötlemisel jõuti järgmiste tulemusteni.

Piima somaatiliste rakkude arv (SRA) oli laktatsiooniti erinev suurus. Iga laktatsiooniga piima somaatiliste rakkude arv suurenes, mistõttu laktatsioon ehk lehma vanus kui faktor oli oluline somaatiliste rakkude arvule piimas ( $P < 0,01$ ). Esimesel laktatsioonil oli piima somaatiliste rakkude arv 285 000/ml ning teisel, kolmandal ja neljandal laktatsioonil vastavalt 321 000, 461 000 ja 477 000/ml.

Piima somaatiliste rakkude arvu korrelatsioon naaberlaktatsioonide vahel oli tihedam esimese ja teise ( $r = 0,45^{***}$ ), teise ja kolmanda laktatsiooni ( $r = 0,49^{***}$ ) ning kolmanda ja neljanda laktatsiooni ( $r = 0,51^{***}$ ) vahel.

Põllumajandusettevõttel ja lõpsjal oli oluline mõju piima somaatiliste rakkude arvule ( $P < 0,001$ ).

Udara ettevalmistusaeg oli oluline piima somaatiliste rakkude arvule ja piimatoodangule ( $P < 0,001$ ).

Oluline seos oli tühilõpsi aja ja piima somaatiliste rakkude arvu vahel kõigil vaadeldavatel laktatsioonidel ( $P < 0,001$ ).

Hiline mine aparaatide allapanekul suurendas piima somaatiliste rakkude arvu ning vähendas piimatoodangut ja piima rasvasisaldust.

Erinevate firmade lõpsiseadmete mõju ei olnud oluline piima somaatiliste rakkude arvule.

Poegimiskul ei olnud olulist mõju piima somaatiliste rakkude arvule laktatsiooniperioodi jooksul.

Piima somaatiliste rakkude arvu päritavus oli madal ( $h^2 = 0,11 \dots 0,23$ ), kuigi isa mõju oli oluline.

*Artikli autor tänab Eesti Teadusfondi uurimistöö finantseerimise eest (grant 4823).*

## Kirjandus

- Adkinson, R. W., Ryan, J. J., Gough, R. H., McGrew, P. B., Hudu, K. I. Alternative udder preparation effects on milk quality. – *Journal of Dairy Science*, vol. 71, p. 283...287, 1988.
- Banos, G., Shook, G. E. Genotype by environment interaction and genetic correlations among parities for somatic cell count and milk yield. – *Journal of Dairy Science*, vol. 73, p. 2563...2573, 1990.
- Barkema, H. W., Schukken, Y. H., Lam, T. J. G. M., Beiboer, M. L., Benedictus, G., Brand, A. Management practices associated with low, medium, and high somatic cell counts in bulk milk. – *Journal of Dairy Science*, vol. 81, p. 1917...1927, 1998.
- Calhoun, D. Efficient milking. – Sweden, Tumba, p. 56, 1995.
- Coffey, E. M., Vinson, W. E., Pearson, R. E. Heritabilities for lactation average of somatic cell counts in first, second and third or later parities. – *Journal of Dairy Science*, vol. 68, p. 3360...3362, 1985.
- Etgen, W. M., James, R. E., Reaves, P. M. Dairy cattle feeding and management. – USA, 1987. – 598 p.
- Kennedy, B. W., Sethar, M. S., Tong, A. K., Moxley, J. E., Downey, B. R. Heritability of somatic cell count and its relationship with milk yield and composition in Holsteins. – *Journal of Dairy Science*, vol. 65, p. 843...847, 1982.
- Lefcourt, A. M., Akers, R. M. Is oxytocin really necessary for efficient milk removal in dairy cows? – *Journal of Dairy Science*, vol. 66, p. 2251...2259, 1983.

- Merrill, W. G., Sagi, R., Peterson, L. G. Effects of premilking stimulation on complete lactation milk yield and milking performance. – Journal of Dairy Science, vol. 70, p. 1676...1684, 1987.
- Monardes, H. G., Kennedy, B. W., Moxley, J. E. Heritabilities of measures of somatic cell count per lactation. – Journal of Dairy Science, vol. 66, p. 1707...1713, 1983.
- Nickerson, S. C., Watts, J. L., Boddie, R. L., Ray, C. H. Effect of postmilking teat antisepsis on teat canal infections in lactating dairy cows. – Journal of Dairy Science, vol. 73, p. 373...380, 1990.
- Peterson, K., Klaassen, M., Klaassen, E., Lindjärv, R., Zereen, A. Lakteerivatel lehmadel *S. aureus*'e vaktsiini kasutamise esialgsetest tulemustest. – Veterinaarmeditsiin, lk. 89...95, 09...11. oktoober 1997.
- Randy, H. A., Caler, W. A., Miner, W. H., Chazy, N. Y., Murray, K. I. Management practices of New York and Vermont DHI herds with low somatic cell counts. – Journal of Dairy Science, vol. 73, Suppl. 1, p. 278, 1990.
- Schukken, Y. H., Leslie, K. E., Weersink, A. J., Martin, S. W. Ontario bulk milk somatic cell count reduction program. 1. Impact on somatic cell counts and milk quality. – Journal of Dairy Science, vol. 75, No. 12, p. 3352...3358, 1992.
- Schutz, Y. H., VanRaden, P. M., Wiggans, G. R. Genetic variation in lactation means of somatic cell scores for six breeds of dairy cattle. – Journal of Dairy Science, vol. 77, p. 284...293, 1994.
- Sender, G., Juga, J., Hellman, T., Saloniemi, H. Selection against mastitis and cell count in dairy cattle breeding programs. – Acta Agriculturae Scandinavica, No. 42, p. 205...210, 1992.
- Zhang, W. C., Dekkers, J. C. M., Banos, G., Burnside, E. B. Adjustment factors and genetic evaluation for somatic cell score and relationships with other traits of Canadian Holsteins. – Journal of Dairy Science, vol. 77, No. 2, p. 659...665, 1994.
- Timmermans, I. M. Cell count recording for optimal udder health. – Veeopro Holland, No. 25, p. 8...9, 1996.
- Valdmann, E., Valdmann, V. Udara ettevalmistamise mõju lüpsikiirusele. – Sotsialistlik Põllumajandus, nr. 6, lk. 264...266, 1976.
- Vecht, U., Shook, G. E., Politiek, R. D., Grootenhuis, G., Koops, W. J., Groothuis, D. G. Effect of bull selection for somatic cell count in first lactation on cell counts and pathogens in later lactations. – Journal of Dairy Science, vol. 68, p. 2995...3003, 1985.
- Wesen, D. P., Schultz, L. H. Effectiveness of a postmilking teat dip in preventing new udder infections. – Journal of Dairy Science, vol. 53, p. 1391...1398, 1970.
- Wilton, J. W., Van Vleck, L. D., Everett, R. W., Guthrie, R. S., Roberts, S. J. Genetic and environmental aspects of udder infections. – Journal of Dairy Science, vol. 55, p. 183...193, 1972.