

Þættir sem hafa áhrif á frumutölu í mjólk íslenskra kúa

EIRÍKUR JÓNSSON

Gýgjarhólskoti, Biskupstungum, 801 Selfoss

ÓLAFUR ODDGEIRSSON

Rannsóknastofu mjólkuriðnaðarins^{)}*

og

JÓN VIÐAR JÓNmundsson

Búnaðarfélagi Íslands, Bændahöllinni ^v/Hagatorg, 107 Reykjavík

YFIRLIT

Könnun var gerð á þáttum sem valda breytileika í frumutölu í mjólk hjá íslenskum kúm. Í rannsókninni voru notuð gögn frá 123 búum þar sem fram höfðu farið umfangsmiklar mælingar árin 1987–1989. Hluti af úrvinnslu var bundinn við gögn frá 50 stærstu búunum. Tilraun var gerð til að einangra augljósar mælingar frá kúm sem voru sýktar af júgurbólgu. Eftir að þær færslur voru felldar niður er rætt um gagnasafnið sem gögn eftir hreinsun. Annars vegar var unnið með frumutölumælinguna og hins vegar með logaritma (\log_{10}) þeirrar mælingar.

Metin voru áhrif búa, einstakra gripa innan búa, aldurs kúnna, tímalengdar frá burði og dagsnytar á niðurstöður frumutölumælinganna. Áhrif einstakra gripa á breytileika mælinganna voru yfirgnæfandi mest og skýrðu þau um 33% af breytileikanum. Tvímælingargildi innan aldursára eða mjólkurskeiða reyndust á bilinu 0,30–0,40. Áhrif búa voru einnig mikil, sérstaklega í óhreinsuðu gagnasafni.

Af öðrum þáttum skýrði aldur kúnna mest af breytileika og jókst frumutala umtalsvert með hækkandi aldri. Áhrif tímalengdar frá burði voru hverfandi lítil ef jafnhliða var tekið tillit til dagsnytar. Frumutala féll með aukinni dagsnyt en þau áhrif reyndust samt minni en í mörgum hliðstæðum erlendum rannsóknum.

Arfgengi einstakra mælinga var metið 0,00–0,08 og reyndist yfirleitt hæst á öðru mjaltaskeiði. Meðaltal frumutölu á einstökum mjólkurskeiðum gaf herra arfgengi (0,08–0,20) en einnig þar var hæst arfgengi á öðru mjólkurskeiði.

Niðurstöður eru ræddar með tilliti til leiðréttinga á niðurstöðum frumutölumælinga fyrir áhrifum þekktra ytri þátta. Einnig eru ræddir möguleikar á að taka tillit til júgurhreysti kúnna í ræktunarstarfinu.

SUMMARY

Factors effecting somatic cell counts in Icelandic cows

The paper reports on a study of factors causing variation in somatic cell counts in milk from cows of the native Icelandic breed, the only breed of dairy cattle kept in the country. The data analysed consisted of individual cow records from 123 herds where detailed monitoring of somatic cell counts had been carried out during the three production years, 1987, 1988 and 1989. The statistical analysis was partly limited to data from the 50 biggest herds. Efforts were made to exclude data from cows clearly infected

*) Núverandi pósthfang: *Rotselaerlaan 50, B-3080 Tervuren, Belgía.*

with mastitis. Having excluded these records the remaining data base is referred to as records after screening. The results are presented both as somatic cell counts (SCC/10000) and as the \log_{10} of these (Log SCC/10000).

The effects of herd, individual cows within herds, cow age, time from calving and daily yield on somatic cell counts were studied. The effect of individual cows on somatic cell counts was greatest, accounting for some 33% of the total variation. Repeatability within age groups or lactations proved to be in the range of 0.30–0.40.

The second most important factor affecting cell counts was cow age showing a substantial increase with higher age. The effect of time from calving was negligible if the test-day yield was concurrently taken into account. Cell counts declined with increased test-day yield but this effect proved to be smaller than shown in many similar studies abroad.

The heritability of individual cell counts ranged from 0.00–0.08, being generally highest in the second lactation. Cell counts of individual lactations showed higher heritability (0.05–0.20) but these were also higher in the second lactation.

The results are discussed with respect to corrections of somatic cell count data for the effects of known external factors. Furthermore, the possibilities are discussed of taking into account resistance to mastitis in dairy cows in the national breeding programme.

Key words: Icelandic cows, mastitis, somatic cell counts.

INNGANGUR

Að því hafa verið leidd sterk rök að júgurbólga sé sá sjúkdómur sem valdi íslenskum mjólkurframleiðendum mestum búsisfjum (Ólafur Oddgeirsson, 1989; Ólafur Jónsson, 1993). Tjónið er margháttað; í töpuðum afurðum, minni gæðum framleiðslunnar, kostnaði vegna lækninga á sjúkdómnum og meiri endurnýjun gripa í fjósi. Leiddar hafa verið að því líkur að meirihluta tjónsins megi rekja til dulinnar júgurbólgu (Ólafur Jónsson, 1993). Hið gífurlega tjón sem júgurbólga veldur hér á landi er ekki séríslenskt fyrirbæri heldur er þetta einnig í öllum nálægum löndum sá sjúkdómur sem veldur mestum fjárhagslegum skaða í framleiðslunni (Strandberg og Shook, 1989; Sender o.fl., 1992; Madsen o.fl., 1987; Emanuelson, 1987).

Orsakir júgurbólgu eru margþættar en hana er auðvelt að greina með sýklagreiningum sem eru hins vegar kostnaðarsamar. Í þeirri viðleitni að gera sýklagreiningu markvissari hefur óbeinna og ódýrari aðferða verið leitað til að forgreina júgurbólgu. Mæling á frumutölu hefur náð mikilli útbreiðslu í þessum tilgangi vegna þess að slíkar mælingar eru ódýrar og fljótvirkar eftir að þróuð hafa verið sjálfvirk mælitæki (Sævar Magnússon, 1993). Erlendar rannsóknir hafa sýnt að frumutölumæling er

nákvæmari flestum öðrum óbeinum aðferðum til greiningar á júgurbólgu (Emanuelson o.fl., 1987).

Hér á landi hófust reglubundnar mælingar á frumutölu í mjólk á Rannsóknastofu mjólkuriðnaðarins árið 1983 (Sævar Magnússon, 1993). Þar eru mæld tanksýni frá öllum mjólkurbúum á landinu og sýni úr einstökum kúm sem skýrsluhald nautgriparæktarfélaganna tekur til. Fyrstu niðurstöður úr frumutölumælingum á mjólk hér á landi er að finna í grein eftir Ólaf Oddgeirsson (1984). Áður hafði Guðbrandur Hlíðar, sem um árabil veitti júgurbólgu-eftirliti forstöðu, notað skálapróf til ákvörðunar á frumutölu í sýnum.

Niðurstöður íslensku mælinganna hafa sýnt mjög há gildi í samanburði við hliðstæðar mælingar í nálægum löndum, en hafa farið jafnt og þétt lækkandi frá ári til árs. Á árinu 1992 voru niðurstöður mælinga á frumutölu í tankmjólk innleggjanda gerðar að þætti í gæðamati mjólkurinnar, líkt og verið hefur um nokkurn tíma í flestum nálægum löndum. Frá þeim tíma hefur frumutala í tanksýnum lækkað mjög ört (Sævar Magnússon, 1993). Þessar breytingar hafa því beint athygli framleiðenda enn frekar að frumutölu í mjólk.

Úr erlendum athugunum er þekkt að fjöl-

margir umhverfisþættir hafa áhrif á niðurstöður mælinga úr einstökum kúm og er nauðsynlegt að þekkja áhrif slíkra þátta og geta leiðrétt niðurstöður mælinga með tilliti til þeirra (Funke, 1989).

Rannsóknin sem hér er greint frá á að varpa ljósi á þá þætti sem þekkt er að geti haft áhrif á mælingar á frumutölu úr einstökum kúm. Í gögnum eru ekki upplýsingar um sýklagreiningu vegna júgurbólgu, sem erlendar rannsóknir sýna að skýri meira en nokkur annar þáttur breytileika í frumutölu á milli gripa (Brolund, 1985; Reneau, 1986; Funke, 1989).

Ekki hafa áður verið gerðar hliðstæðar rannsóknir á íslenskum gögnum. Ólafur Jónsson (1990) gerði viðamiklar rannsóknir í Eyjafirði á árunum 1988–1990 þar sem stefnt var að lækun frumutölu með skipulegum aðgerðum á 16 búum með mjög háa frumutölu í mjólk. Á tveim árum lækkaði frumutala úr 812 000 frumur/ml í 415 000 frumur/ml. Í skýrslu um rannsóknir þessar er að finna ítarlegt yfirlit um erlendar rannsóknir, m.a. á þáttum sem áhrif hafa á frumutölu í mjólk. Árið 1989 hófst á tilraunabúinu á Stóra-Ármóti verkefni til að útrýma júgurbólgu og byggðist það á líkum vinnuáðferðum og þróaðar höfðu verið í verkefninu í Eyjafirði. Gunnar Ríkhartsson (1993) greindi frá niðurstöðum verkefnisins til ársins 1993 og virðist verulegur árangur í útrýmingu júgurbólgu hafa náðst án tilsvarandi lækkunar frumutölu í mjólk frá búinu. Torfi Jóhannesson (1993) skráði 55 mismunandi umhverfisþætti á 40 kúabúum á Norður- og Vesturlandi í þeim tilgangi að skýra mun í júgurheilbrigði en búunum var raðað í flokka með tilliti til frumutölu í mjólk frá árinu 1991. Fremur fáir af þessum þáttum skýrðu verulega þann mikla mun sem var á frumutölu. Helst voru greind áhrif þátta eins og klippingar kúnna, þrifa á básum, mjaltatækni og hönnunar bása.

EFNI OG AÐFERÐIR

Efniviður

Gögnin, sem rannsóknin byggist á, voru fengin með því að lesa saman upplýsingar úr frumu-

tölu mælingum á mjólk úr einstökum kúm í nautgriparæktarfélagunum hjá Rannsóknastofu mjólkuriðnaðarins og afurða- og ætternisupplýsingar sömu kúa úr skýrslum nautgriparæktarfélaganna hjá Búnaðarfélagi Íslands. Gögnin eru frá árunum 1987, 1988 og 1989.

Notaðar voru upplýsingar frá 123 búum. Búin voru valin með tilliti til þess að þar hefðu farið fram reglulegar mælingar á öllu tímabilinu, ættfærsla gripa væri í góðu lagi og búin hefðu allmargar kúr (225–1013 mælingar frá hverju þeirra). Ekki var tekið tillit til afurðasemi eða júgurhreysti að öðru leyti en að framangreindir þættir kunnu þar að hafa áhrif. Ástæða er til að ætla að þau bú á landinu, þar sem júgurhreysti gripa er verst, komi ekki fram þar sem þau munu almennt ekki taka þátt í skýrsluhaldi. Af 123 búum voru 14 á Vesturlandi og Vestfjörðum, 64 á Norðurlandi og 45 á Suðurlandi.

Úr upphaflegri gagnaskrá voru allar færslur, þar sem mjólkurmagn við sýnatöku var minna en 5 kg í dagsnyt, felldar út. Einnig var öllum færslum sleppt, þar sem óvissa var um aldur kúnna, og sömuleiðis ef niðurstöður mælinga á efnamagni mjólkur voru afbrigðilegar. Í hluta af uppgjörinu var einungis unnið með upplýsingar frá þeim 50 búum sem sendu ítarlegustu skýrslurnar.

Til að reyna að eyða áhrifum mælinga úr sýktum kúm á niðurstöður var myndað annað gagnasafn og nefnt hreinsað gagnasafn. Ef þrjár mælingar í röð hjá tveggja ára gamalli kú sýndu yfir 600 000 í frumutölu var öllum mælingum frá því tímabili sleppt. Þessi mörk í frumutölu voru síðan hækkuð um 50 000 fyrir hvert aldursár. Við samanburðinn voru tölur leiðréttar með tilliti til dagsnytar með stuðlum sem fundnir voru við frumvinnslu gagnanna. Einstökum mælingum, þar sem frumutala reyndist hærri en 1 500 000, var einnig sleppt í hreinsuðu gagnasafni. Rétt er að leggja áherslu á að mörkin voru sett það há að í gögnum, sem sluppu gegnum hreinsun, var vafalítið nokkuð af kúm smituðum af júgurbólgu.

1. tafla. Nokkrar upplýsingar um gagnasafnið.
Table 1. Description of the data used.

	Fjöldi Number		Frumutala/10 000 SCC/10 000		Log ₁₀ (frumutala/10 000) Log ₁₀ (SCC/10 000)	
	Færslur Records	Kýr Cows	Meðaltal Mean	SD	Meðaltal Mean	SD
Nothæfur	59873	6408	51,75	77,65	1,412	0,515
– eftir hreinsun	50941	6106	30,13	28,84	1,288	0,431
<i>Used</i>						
– after screening						
50 stærstu búin	31533	3239	52,68	79,67	1,425	0,506
– eftir hreinsun	26669	3077	30,24	23,96	1,299	0,340
<i>50 biggest herds</i>						
– after screening						
Mjaltaskeið 1–4 þekkt	30273	3914	42,08	64,01	1,335	0,498
– eftir hreinsun	26993	3748	27,18	22,53	1,242	0,428
<i>Lactations 1–4 recorded</i>						
– after screening						

SCC=Somatic cell counts.

SD=Staðalfrávik—Standard deviation.

Gögnin voru einnig flokkuð á tvo vegu með tilliti til aldurs kúnna. Í megingagna-safninu var aldur kúnna reiknaður út frá fæðingarmánuði. Einnig var gerð skoðun þar sem kýrnar voru flokkaðar eftir mjólkurskeiðum. Í þá skoðun voru eingöngu teknar kýr á fyrstu fjórum mjólkurskeiðum. Í gögnunum er númer mjaltaskeiðs ekki skráð og var því sleppt öllum færslum þar sem vafi var um ákvörðun þess og skýrir það hve miklu færri mælingar eru í þeim hluta gagnanna.

Í öllum töflum og myndum er frumutala gefin upp sem frumur í millilítra mjólkur, deilt með 10 000. Í öllum útreikningum er auk þess unnið með logaritma (\log_{10}) af frumutölu. Mæling á frumutölu er í reynd margfeldismæling og með umbreytingu í logaritma fæst stærð sem fellur nær normaldreifingu og er þá yfirlitt fremur fyrir hendi línulegt samband við aðrar línulegar stærðir (Monrades o.fl., 1983).

Í 1. töflu er gefið yfirlit um gögnin sem unnið var með. Athygli vekur mikill breytileiki í frumutölu og er hann miklu meiri en í öðrum þáttum sem mældir eru. Það skýrist að vísu að hluta af því hve frumutölumælingin vikir mikið

frá normaldreifingu, en þegar umbreytt er í logaritma frumutölu (\log_{10}) minnkar breytileiki verulega. Munur á breytileika í gögnum fyrir og eftir hreinsun sýnir líka glögg hve áhrifin af óreglulegri dreifingu eru mikil. Áþekkur breytileiki og hér kemur fram finnst víða í erlendum rannsóknum (Kennedy o.fl., 1982b; Doubravsky og Trappmann, 1992a). Í 2. töflu eru sýnd áhrif hreinsunar í gagnasafninu sem breyting á dreifingu búsméðaltala. Þetta virðist skýr bending þess að með hreinsuninni hafi verið fjarlægður hluti jógurbólgukúnna. Mjög breytilegt var eftir búum hve mikill hluti mælinga var felldur út við hreinsun, allt frá engri til 51% af mælingum á búinu.

Úrvinnsluáðferðir

Við tölfræðilega greiningu gagnanna var notað forrit Harveys (Harvey, 1987). Sett voru upp fjölmörg breytileg líkön eftir því hvaða gagnasafn var unnið með. Við uppsetningu á líkönum var stuðst við hliðstæðar rannsóknir Emanuelson og Persson (1984) á sænskum gögnum. Mest var unnið með eftirfarandi líknan:

2. tafla. Dreifing á minnstu kvaðrata-meðaltölum frumutalna frá 50 stærstu búunum.

Table 2. Distribution of least square means of somatic cell counts (SCC) for the 50 biggest herds.

Bil frumutalna Range of SCC	Fjöldi—Number		Bil log-frumutalna Range of log SCC	Fjöldi—Number	
	Fyrir hreinsun Before screening	Eftir hreinsun After screening		Fyrir hreinsun Before screening	Eftir hreinsun After screening
20–30	5	21	1,1–1,2	2	5
30–40	14	21	1,2–1,3	6	16
40–50	11	8	1,3–1,4	13	10
50–60	5		1,4–1,5	8	13
60–70	6		1,5–1,6	9	6
70–80	5		1,6–1,7	8	
80–100	1		1,7–1,8	1	
≥100	3		≥1,8	3	

$$Y_{ijkl} = \mu + Bu_i + k\gamma_{ij} + M_k + ba_1(X_{ijkl} - \bar{X}) + ba_2(X_{ijkl} - \bar{X})^2 + b_1(Z_{ijkl} - \bar{Z}) + b_2(Z_{ijkl} - \bar{Z})^2 + e_{ijkl}$$

þar sem:

Y_{ijkl} = 1-ta mæling á logaritma frumutölu eða frumutölu hjá kú j á búi i í mánuði k frá burði.

μ = Minnstu kvaðrata-meðaltal.

Bu_i = Föst hrif af búi i.

$k\gamma_{ij}$ = Slembihrif (random effect) grips j á búi i.

M_k = Föst hrif mánaðar frá burði, $k=1-11$.

ba_1 ba_2 = Línulegt og annarrar gráðu aðhvarf að aldri í mánuðum.

b_1 b_2 = Línulegt og annarrar gráðu aðhvarf að dagsnyt.

X = Aldur í mánuðum.

Z = Dagsnyt, kg.

e_{ijkl} = Skekkjuliður.

Allar kúr eldri en átta ára voru settar í sama aldursflokk. Líkön, með áhrifum mælimánaðar, voru einnig reynd en þar sem slík áhrif eru í raun stærð sem er lítt áhugaverð til leiðréttinga var hún felld út. Í staðinn voru tekin inn í líkanið áhrif einstakra kúa og voru jöfnur fyrir þær gleypar (absorbed) í jöfnusettingunni. Aldursáhrif voru einnig metin með því að hafa flokkun eftir aldri kúnna í árum í líkani. Áhrif á tímalengd frá burði voru skoðuð með því að fella

úr líkani áhrif dagsnytar, vegna þess hve áhrif þessara tveggja þátta eru samtvinnuð. Greiningar voru einnig gerðar innan aldurs hópa.

Við greiningu á áhrifum mjaltaskeiða var unnið með hliðstæð líkön að öðru leyti en því að notuð voru föst hrif mjólkurskeiða í stað aldursára. Einnig voru gerðar greiningar innan einstakra mjaltaskeiða.

Arfgengi var metið á grunni hálfsysstra út frá gögnum fyrir einstök mjólkurskeið og slembihrifum feðra bætt í líkön. Arfgengi var metið fyrir frumutölu, logaritma frumutölu, heildarfrumutölu í dagsnyt og meðaltal frumutölu mælinga fyrir einstök mjólkurskeið. Annars vegar var notað meðaltal mjólkurskeiðsins, að gerðri kröfu til minnst þriggja mælinga, og hins vegar fimm fyrstu mælingar á mjólkurskeiði og áfram gerð krafa um hið minnsta þrjár mælingar. Við mat á arfgengi voru dætur óreyndra nauta greindar sérstaklega og hins vegar dætur reyndu nautanna og einnig voru öll nautin greind saman. Reynd naut höfðu ekki verið valin með tilliti til frumutölu hjá dætrum, og eiga því ekki að skekkja mat á arfgengi.

Við mat á arfgengi einstakra mælinga nýttust til útreikninga 25 539 mælingar hjá 4929 kúm undan 372 nautum (feður eru taldir innan mjólkurskeiða). Við mat á arfgengi meðaltals talna voru notuð 4494 mjólkurskeið.

NIÐURSTÖÐUR OG UMRÆÐA

Áhrif mælingarmánaðar

Fram komu raunhæf áhrif mælingarmánaðar. Þau skýrðu um 1,2% breytileika í frumutölu og um 3,9% í log-frumutölu. Áhrifin eru sýnd á 1. mynd. Þar sést að þau eru ekki á neinn veg regluleg. Í ljós kom mjög mikil lækkun í mælingum í maí, sérstaklega árið 1987. Hugsanlega gætir þarna að einhverju leyti áhrifa af bilun í mælitæki Rannsóknastofu mjólkuriðnaðarins í maí 1987. Hins vegar komu há gildi úr mælingum í júní þegar kýr eru almennt komnar á beit. Ákaflega erfitt er að finna skýringar á þeim sveiflum sem þarna koma fram, en á það má samt benda að í rannsóknnum frá Quebec í Kanada koma fram mjög líkar sveiflur eftir árstíma (Kennedy o.fl., 1982b) og í þeim sömu rannsóknnum er á það bent að aldur sýna og geymsluhiti þeirra kunni að hafa áhrif á niðurstöður. Reneau (1986) segir í yfirlitsgrein um þætti sem valda breytileika í frumutölumælingu að oftar séu fundin hærri gildi á sumarmánuðum og telur hann að slíkt geti skapast af minna eftirliti með einstökum gripum á þeim tíma. Ástand framleiðslumála á þeim árum sem gögnin eru frá gætu vafalítið hafa stuðlað að slíkum áhrifum hér á landi. Ætla má að sýnataka hér á landi sé á margan hátt ónákvæmari en gerist erlendis og kann það einnig að hafa áhrif á niðurstöður.

Vegna þess að hér er hins vegar um óskilgreind áhrif að ræða, sem ekki virðast endurtaka sig á sama veg frá ári til árs, er þetta þáttur sem ekki var hafður með í líkani við frekari úrvinnslu gagnanna.

Hlutfallsleg áhrif einstakra þátta

Gerður var fjöldi greininga með breytilegum líkönnum til að kanna áhrif einstakra þátta á frumutölumælingu. Í 3. töflu eru sýndar samandregnar niðurstöður úr greiningum, en aðrar greiningar sýndu mjög líka mynd. Almennt náðu líkönin að skýra heldur meira af breytileika í log-frumutölu en frumutölunni sjálfri. Þegar greiningar voru gerðar innan aldurshópa var skýringarhlutfall herra en áður og er það

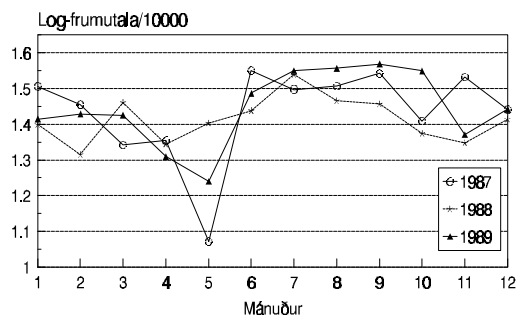
vísbending um örli til samspilsáhrif þátta. Niðurstöðurnar sýndu mjög áþekka mynd og fékkst í hliðstæðum rannsóknnum hjá Emanuelson og Persson (1984) á sænskum gögnum.

Áhrif bóa og kúa

Áhrif bóa og kúa voru þeir tveir þættir sem skýrðu langhæst hlutfall af breytileika í frumutölumælingum. Vafalítið er stærstur hluti breytileika milli bóa vegna mismunandi útbreiðslu júgurbólgu smits. Eins og skýrt kemur fram í 2. töflu dró verulega úr mun milli bóa við hreinsun gagnanna. Þannig skýrðu bóin 12,9% af breytileika í log-frumutölu fyrir hreinsun en 7,6% eftir hreinsun. Þetta sést einnig á því að bóin skýrðu yfirleitt vaxandi hluta af breytileika með hækkandi aldri kúnna þegar greiningar eru gerðar innan aldurshópa eða mjólkurskeiða.

Munur milli gripa skýrði langsamlega mest af þeim breytileika sem fram kemur í frumutölu. Hér voru áhrifin af hreinsun gagnanna tiltölulega lítil. Kýr innan bóa skýrðu 33,4% af breytileika í log-frumutölu í gögnum fyrir hreinsun en 32,4% eftir hreinsun eins og sést í 3. töflu. Þegar greiningar voru gerðar innan aldurshópa eða mjólkurskeiða skýrðu kýrnar sjálfar hlutfallslega mest af breytileika hjá yngstu kúnum. Þetta kann að vera vísbending um það að fleiri einstaklingsbundnir þættir hjá gripunum en mismikið júgurbólgu smit hafi áhrif á frumutölu.

Tvímælingargildi fyrir einstaka aldurshópa



1. mynd. Sveiflur í mælingum á logaritma frumutölu eftir mánuðum og árum.

Figure 1. Variation in the measurements of \log_{10} (SCC/10 000) in different months and years.

3. tafla. Fervikagreining á frumutölu og logaritma hennar – eftir hreinsun.

Figure 3. ANOVA for somatic cell counts (SCC) and its log (SCC) – after screening.

	DF	Frumutala—SCC		Log-frumutala—Log SCC	
		F	% breytileiki % of variation	F	% breytileiki % of variation
Bú—Herds	49	12,082***	5,62	14,562***	7,63
Kýr innan bóa—Cows within herds	3,027	3,671***	28,76	4,568***	32,38
Mán. frá burði—Month from calving	10	2,986***	0,08	7,325***	0,17
Aldur, ár—Age, year	6	153,769***	2,39	266,232***	3,74
Dagsnyt (línuleg)—Yield (lin.)	1	333,941***	0,86	322,094***	0,75
Dagsnyt (2. gráðu)—Yield (quad.)	1	78,315***	0,20	46,915***	0,11
Skekkja—Residual	23,574				

***P≤0,001.

4. tafla. Tvímælingargildi. Gögn eftir hreinsun.

Figure 4. Repeatability of somatic cell counts (SCC). Data after screening.

Aldur, ár Age, years	Frumutala SCC	Log-frumutala Log SCC	Mjólkurskeið Lactation	Frumutala SCC	Log-frumutala Log SCC
2	0,41	0,34	1	0,27	0,36
3	0,35	0,27	2	0,28	0,36
4	0,35	0,30	3	0,28	0,34
5	0,34	0,30	4	0,31	0,34
6	0,34	0,30			
7	0,33	0,30			
8	0,28	0,24			

Skekkja einstakra stuðla 0,01–0,02—Standard error of repeatability 0.01–0.02.

og mjólkurskeið eru í 4. töflu. Tvímælingargildi var hæst hjá yngstu kúnum sem kann að skýrast af því að það sé eini aldurshópurinn þar sem mjólkurskeið blandast ekki saman innan ára. Ekki liggur fyrir skýring á herra tvímælingargildi fyrir beinar mælingar en log-mælingar eftir aldursflokkum, en þessi munur snerist við þegar flokkað er eftir mjólkurskeiðum.

Samanburður við erlendar niðurstöður sýnir í þessum efnum takmarkað samræmi. Emanuelson og Persson (1984) fundu gildi á bilinu 0,47–0,59 en tvímælingargildið fór hækkandi á síðari mjólkurskeiðum. Duda (1992) fann gildi á bilinu 0,49–0,54 fyrir þýskar kýr og greinilega hækkun á síðari mjólkurskeiðum. Syrstad og Rön (1979) fundu í rannsóknum í Noregi fylgni milli mælinga innan mjólkurskeiðs á bilinu 0,53–0,66 en milli mælinga á

mismunandi mjólkurskeiðum var fylgni mun lægri, eða 0,10–0,40. Í rannsókn Kennedy o.fl. (1982b) frá Kanada voru tvímælingargildi á bilinu 0,26–0,40 og fóru greinilega hækkandi með aldri kúnna.

Aldur kúnna

Þekkt er að jógurbólgu smit vex með hækkandi aldri og frumutala í mjólk af þeim sökum. Á móti kemur förgun vegna jógurbólgu og er nokkuð víst að þær kýr sem eru felldar af þeim sökum hefðu sýnt enn hærri gildi í frumutölu en þær sem eftir standa og mælingar eru til um. Álfhildur Ólafsdóttir (1981) fann að jógurbólga og jógur- og spenaslys voru algengustu, einstakar ástæður þess að íslenskum kúm er fargað. Af þessum sökum eru aldursáhrif, sem metin voru í gögnunum ekki

5. tafla. Minnstu kvaðrata-meðaltöl frumutölu ($\times 10^{-4}$) – fyrir og eftir hreinsun.Figure 5. Least square means of SCC ($\times 10^{-4}$) for different age groups – before and after screening.

	Aldursflokkur—Age group						
	2	3	4	5	6	7	8
Fyrir hreinsun—Before screening							
Meðaltal—Mean	9,89	27,14	41,76	57,58	71,86	87,52	103,37
Meðalskekkja—SE	2,06	1,75	1,66	1,63	1,79	2,11	2,68
Eftir hreinsun—After screening							
Meðaltal—Mean	13,88	21,35	28,62	35,73	39,40	46,53	49,24
Meðalskekkja—SE	0,80	0,68	0,65	0,64	0,72	0,86	1,12

„sönn aldursáhrif“ heldur aðeins lýsing á þeim stofni sem uppgjörið á við á hverjum tíma.

Í 5. töflu eru sýnd meðaltöl minnstu kvaðrata eftir aldursárum kúnna og í 6. töflu sjást tilsvarendi meðaltöl eftir mjólkurskeiðum. Í báðum töflunum kemur fram veruleg hækkun á frumutölu í mjólk með vaxandi aldri kúnna.

Í líkönum sem lýstu aldri með línulegu aðhvarfi reyndist aldur skýra öllu meira af breytileika í frumutölu en aldursflokkun gerði. Innan aldursþópa skýrði aðhvarf að aldri aftur á móti fremur lítið af breytileika og einna helst hjá þriggja og fjögurra ára kúm. Það bendir til að aldursáhrif séu fremur tengd fjölda mjólkurskeiða og vaxandi líkum á jógurbólgu-smíti með hækkandi aldri, en beinum lífaldursáhrifum.

Þegar bornar eru saman niðurstöður frá líkönum þar sem kýr voru ekki gleypar í jöfnu-settið og aldri lýst með aðhvarfi við niðurstöður útreikninga, þar sem tekið er tillit til einstakra kúa, kemur fram verulegur munur sem sýndur er á 2. mynd. Þennan mun er vart hægt að skýra með nokkru öðru en áhrifum förgunar á frumutölu, kúm með mjög háa frumutölu hefur verið fargað.

Þegar bornar eru saman niðurstöður hliðstæðra útreikninga á gögnum fyrir og eftir hreinsun kemur yfirleitt ekki fram neinn teljandi munur eftir aldri.

Vel er þekkt úr erlendum rannsóknum að frumutala í mjólk fer hækkandi með aldri kúa (Emanuelson og Persson, 1984; Madsen o.fl., 1987; Kennedy o.fl., 1982b; Blackburn, 1966;

Syrstad o.fl., 1979; Doubravsky og Trappmann, 1992a; Brolund, 1985). Aukning með mjólkurskeiðum á log-meðaltölunum er mjög lík og fram kemur hjá sænskum SLB-kúm í gögnum Emanuelson og Persson (1984). Í tölum Gunnars Ríkhartssonar (1993) frá Stóra-Ármóti kemur fram að hjá kúnum, sem voru með allan tilraunatímam, hækkaði frumutala að jafn-aði um 200 000 á ári. Ástæður hækkunar frumutölu með aldri hafa verið skýrðar á mismunandi vegu. Auk vaxandi smítalags má ætla að notkun jógursins, sem eykst með hækkandi aldri, hafi bein áhrif á frumutölu, og sé svo er líklegt að aldursáhrif séu misjöfn milli einstaklinga og kúakynja. Í gögnum Brolund (1985) og Syrstad o.fl. (1979) lágu fyrir upplýsingar um smit og segir þar að þegar tekið sé tillit til þeirra komi samt fram svipuð hlutfallsleg hækkun á frumutölu með aldri.

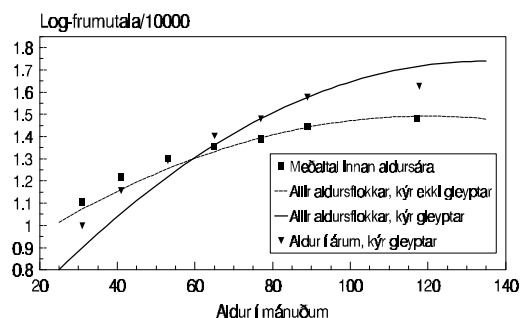
**2. mynd.** Áhrif aldurs á logaritma frumutölu metin á mismunandi vegu.

Figure 2. Effect of age on log SCC estimated with different methods.

6. tafla. Meðaltöl og minnstu kvaðrata-meðaltöl (LSM) frumutölu ($\times 10^{-4}$) – eftir hreinsun.
Figure 6. Means and least square means (LSM) for SCC ($\times 10^{-4}$) in different lactations – after screening.

Mjaltaskeið <i>Lactation</i>	Meðaltal— <i>Mean</i>			LSM		
	Frumutala <i>SCC</i>	Log-frumutala <i>Log SCC</i>	$10^{\log\text{-frumutala}}$ $10^{\log\text{ SCC}}$	Frumutala <i>SCC</i>	Log-frumutala <i>Log SCC</i>	$10^{\log\text{-frumutala}}$ $10^{\log\text{ SCC}}$
1	21,56	1,137	13,720	16,70	1,047	11,138
2	27,22	1,252	17,876	26,35	1,236	17,234
3	31,83	1,327	21,227	34,63	1,383	24,178
4	34,99	1,370	23,419	39,86	1,480	30,214

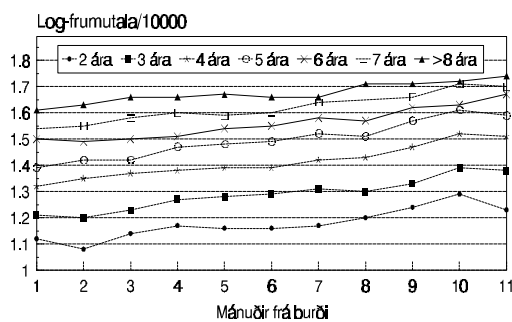
Áhrif tímalengdar frá burði

Þegar bæði var tekið tillit til aldurs og afurða kúna voru áhrif tímalengdar frá burði sáralítill og mjög óregluleg. Við greiningu innan árganga voru áhrifin ekki marktæk nema hjá sumum árgöngum og ætíð lítil. Þegar flokkað var eftir mjólkurskeiðum reyndust þau skýra 0,68–0,97% af breytileika í hreinsuðum gögnum og kom þar fram að frumutala hækkaði á síðari hluta mjólkurskeiðs, þó að eytt væri áhrifum afurða. Hér er sennilega um að ræða áhrif af auknum framleiðslutíma kýrinnar eftir því sem líður á mjólkurskeiðið, en það samband er hins vegar brotið upp þegar flokkað er eftir aldursárum.

Samband tímalengdar frá burði og afurða er vel þekkt. Þegar dagsnyt er felld úr líkani færast áhrif hennar að verulegum hluta yfir á

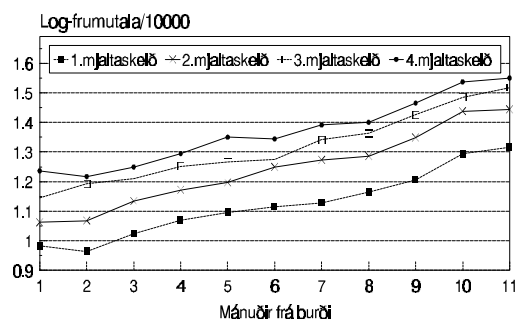
tímalengd frá burði. Innan aldursára skýrði tímalengd frá burði 0,31–2,64% af breytileika í log-frumutölu eftir hreinsun gagna og voru áhrifin skýrust hjá kúm á miðjum aldri (4 og 5 ára). Á 3. mynd eru breytingar sýndar eftir aldursflokkum. Vegna þess hve sýnatökur voru strjálar sást hærri frumutala í upphafi mjólkurskeiðs aðeins hjá fáum aldurshópnum og hvergi greinilega. Ekki er ljós ástæða lækkunar frumutölu í mörgum aldursflokkum þegar lengst er liðið frá burði, en líklegt er að mælingar sé aðeins að finna hjá afurðaháum kúm (öllum mælingum sleppt hjá kúm með lægri dagsnyt í 5 kg).

Áhrifin verða enn skýrari við aldursgreiningu eftir mjólkurskeiðum. Í log-frumutölu eftir hreinsun skýrði tímalengd frá burði 4,8–



3. mynd. Breytingar í logaritma frumutölu eftir tímalengd frá burði hjá mismunandi aldurshópnum. Ekki er tekið tillit til nythæðar í líkani.

Figure 3. The effect of time from calving on log SCC for different age groups. Model not including effect of test-day yield.



4. mynd. Breytingar á logaritma frumutölu eftir tímalengd frá burði fyrir fyrstu fjögur mjólkurskeiðum. Ekki er tekið tillit til nythæðar í líkani.

Figure 4. The effect of time from calving on log SCC for the first four lactations. Model not including effect of test-day yield.

6,1% af breytileika, þegar ekki var tekið tillit til mjólkurmagns (4. mynd).

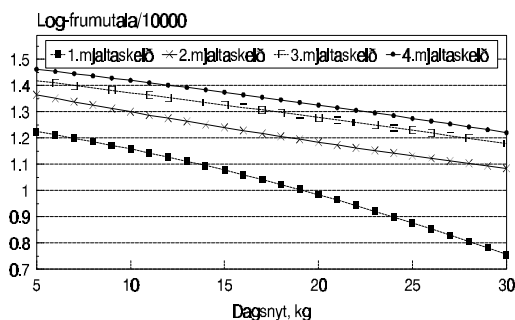
Þessar niðurstöður eru áþekkar þeim sem Emanuelson og Persson (1984) fundu hjá sænsku kúnum, nema hvað hér eru þau öllu minni og há frumutala í byrjun mjólkurskeiðs kemur ekki skýrt fram, en hún er vel þekkt í erlendum rannsóknum (Reneau, 1986; Brolund, 1985; Syrstad og Rön, 1981; Wiggans og Shook, 1987; Kennedy o.fl., 1982b).

Áhrif mjólkurmagns

Yfirleitt skýrði aðhvarf að dagsnyt 0,3–1,0% af breytileika í frumutölu. Á 5. mynd er sýnt samband log-frumutölu eftir hreinsun við dagsnyt á einstökum mjólkurskeiðum. Þar sést að aðhvarfsstuðlarnir voru lægri á síðari mjólkurskeiðum. Varast skal að draga af því víðtækar ályktanir vegna þess að bæði meðalnyt og frumutala fer vaxandi með hækkandi aldri kúnna.

Sömu áhrif mjólkurmagns á frumutölu eins og hér er lýst eru vel þekkt úr erlendum rannsóknum en þau eru nokkru minni en fundist hafa í sambærilegum rannsóknum í Svíþjóð (Emanuelson og Persson, 1984) og Noregi (Syrstad o.fl., 1979).

Almennt er talið að þetta séu þynningaráhrif þar sem júgríð skilur út nokkuð ákveðin fjölda fruma daglega en eftir því sem mjólkinn er meiri verða færri frumur í millilítra. Á það er einnig bent að ef frumutala hækkar vegna



5. mynd. Áhrif nythæðar á logaritma frumutölu á fyrstu fjórum mjólkurskeiðum.

Figure 5. The effect of test-day yield on log SCC in 1st–4th lactation.

júgurbólgu smits minnkar nytin sem einnig mundi skapa áðurgreint samband þáttanna. Niðurstöður úr rannsóknum Miller o.fl. (1983) frá Svíþjóð styðja það að þynningaráhrifin séu veruleg.

Ólafur Oddgeirsson (1989) hefur sýnt glögg samband frumutölu í tanksýnum og meðalafurða á þann veg að með hækkandi frumutölu lækkuðu afurðir. Í þeim gögnum var metið línulegt aðhvarf mjólkurskeiðsnytar að meðalfrumutölu hjá kúnni og reyndist það skýra um 1% af breytileika í mjólkurskeiðsafurðum og var hallatalan $-0,2$, þannig að ef frumutala hækkaði um 500 000 lækkuðu afurðir um 100 kg. Samband frumutölu og afurða er mikið rannsakað erlendis og oft virðist skorta á að nægjanlegt tillit sé tekið til þessa samhengis við samanburð á tölum milli landa þar sem munur er á meðalafurðum. Emanuelson og Funke (1991) álykta þannig á grundvelli mjög umfangsmikilla sænskra rannsókna að um helming lækunar á frumutölu þar í landi á síðustu tveim áratugum megi rekja til hækkunar meðalafurða kúnna á sama tíma. Af umfangsmiklum nýlegum rannsóknum, sem sýna skýrt afurðalækkun sem fylgir hækkandi frumutölu, má benda á rannsóknir Sender o.fl. (1992) frá Finnlandi og Bartlett o.fl. (1990) frá Bandaríkjunum.

Arfgengi

Nokkrar helstu niðurstöður arfgengisútreikninga eru sýndar í 7. töflu. Yfirleitt var arfgengi fyrir einstakar mælingar mjög lágt en herra þegar notuð var log-frumutala en óbreytt frumutala. Arfgengi á öðru og þriðja mjólkurskeiði virtist hæst. Fyrir meðaltal mjólkurskeiðs var arfgengi töluvert herra og arfgengi á öðru mjólkurskeiði er orðið það hátt að það gefur gott tilefni til að huga að þeim þætti við val gripa í ræktunarstarfinu.

Í yfirlitsgreinum (Lie o.fl, 1980; Miller, 1984; Shook, 1989) kemur fram mikil breidd í mati á arfgengi fyrir frumutölu erlendis, eða á bilinu 0,03–0,48, en Shook (1989) segir að flestar niðurstöður séu á bilinu 0,08–0,12 og arfgengi frumutölu yfirleitt allnokkru herra

7. tafla. Arfgengi frumutölu metið á mismunandi hátt.

Table 7. Heritability estimates for different measures of somatic cell counts.

Mælikvarði <i>Trait</i>	Arfgengi <i>Heritability</i>
Frumutala— <i>SCC</i>	
1. mjólkurskeið— <i>Lactation 1</i>	0,00
2. mjólkurskeið— <i>Lactation 2</i>	0,004±0,001
3. mjólkurskeið— <i>Lactation 3</i>	0,08±0,02
4. mjólkurskeið— <i>Lactation 4</i>	0,00
1.–4. mjólkursk.— <i>Lact. 1–4</i>	0,04±0,01
Log-frumutala— <i>Log SCC</i>	
1. mjólkurskeið— <i>Lactation 1</i>	0,02±0,01
2. mjólkurskeið— <i>Lactation 2</i>	0,08±0,02
3. mjólkurskeið— <i>Lactation 3</i>	0,03±0,02
4. mjólkurskeið— <i>Lactation 4</i>	0,04±0,02
1.–4. mjólkursk.— <i>Lact. 1–4</i>	0,05±0,01
Meðalfrumutala— <i>Mean SCC</i>	
1. mjólkurskeið— <i>Lactation 1</i>	0,12±0,04
2. mjólkurskeið— <i>Lactation 2</i>	0,15±0,06
3. mjólkurskeið— <i>Lactation 3</i>	0,20±0,08
4. mjólkurskeið— <i>Lactation 4</i>	0,05±0,08
1.–4. mjólkursk.— <i>Lact. 1–4</i>	0,16±0,04
Meðaltal log-frumutala— <i>Mean log SCC</i>	
1. mjólkurskeið— <i>Lactation 1</i>	0,12±0,05
2. mjólkurskeið— <i>Lactation 2</i>	0,19±0,07
3. mjólkurskeið— <i>Lactation 3</i>	0,08±0,07
4. mjólkurskeið— <i>Lactation 4</i>	0,09±0,09
1.–4. mjólkursk.— <i>Lact. 1–4</i>	0,13±0,03

en fyrir skráða júgurbólgu. Niðurstöður rannsóknna, sem birst hafa á síðustu árum, eru í samræmi við þetta; Doubravsky og Trappmann (1992b) fengu arfgengi á bilinu 0,05–0,08 fyrir log-frumutölu í þýskri rannsókn, 0,16–0,18 fyrir meðaltal mjólkurskeiðs og herra á öðru en fyrsta mjólkurskeiði. Emanuelson o.fl. (1988) í Svíþjóð fengu arfgengi 0,08 fyrir meðaltal mjólkurskeiðs en Weller o.fl. (1992) fengu fyrir sömu stærð tölur á bilinu 0,13–0,27 í gögnum frá Ísrael. Í banda-rískri rannsókn, sem tók til margra ríkja, fengu Boettcher o.fl. (1992) 0,08–0,16 arfgengi á þessum þætti, eða 0,10 að meðaltali. Da o.fl. (1992), sem unnu með gögn um svartskjöld-

óttar kýr í Bandaríkjunum, fengu arfgengi á bilinu 0,05–0,11 og sem fór hækkandi með aldri, en þeir unnu með þrjú fyrstu mjólkurskeið kúnna. Monrades o.fl. (1983) unnu með gögn frá Kanada þar sem könnuð voru áhrif af breytilegum aðferðum við að reikna meðaltal frumutölu, en fengu litla svörun. Arfgengi log-mælinganna reyndist 0,12 en aðeins 0,05 þegar unnið var með óbreytta frumutölu. Kennedy o.fl. (1982a), sem einnig unnu með kanadísk gögn, fengu arfgengi á bilinu 0,05–0,10 og jókst það með aldri kúnna. Heuven o.fl. (1988), sem unnu með hollensk gögn, fengu verulega herra arfgengi fyrir meðaltal mjólkurskeiðsins en einstakar mælingar og í þeirri rannsókn var arfgengi á öðru mjólkurskeiði áberandi hæst. Banos og Shook (1990) gerðu mikla rannsókn á bandarískum gögnum og fengu arfgengi 0,12 en í rannsókninni flokkuðu þeir gögn eftir meðaltali frumutölu á búinu og fengu bendingar um lægra arfgengi á búum þar sem frumutala var há.

ÁLYKTANIR

Þær rannsóknir sem hér eru kynntar er fyrsta ítarlega tölfræðilega greiningin á frumutölu-mælingum í mjólk úr íslenskum kúm. Þessar niðurstöður sýna að sömu þættir og þekktir eru í erlendum rannsóknum (Emanuelson og Persson, 1984; Reneau, 1986; Ólafur Jónsson, 1990) hafa mikil áhrif á frumutölu-mælingar hérlendis. Þekking á þessum þáttum á að geta aukið notagildi mælinganna þar sem hægt er að leiðrétta mælingar með tilliti til þessara breytiþátta. Á hvern hátt leiðréttingum er beitt hverju sinni fer hins vegar eftir því hvaða not á að hafa af mælingunum. Niðurstöðurnar benda til að við samanburð á gripum á sama búi séu það fyrst og fremst aldur kúnna og nythæð þeirra, þegar sýni er tekið, sem þarf að taka tillit til. Á Norðurlöndum, þar sem mest hefð er fyrir notkun á slíkum mælingum, eru slíkar leiðréttingar gerðar.

Framangreindar rannsóknir sýna ekki viðmiðunarmörk til að leita dulinnar júgurbólgu. Brynt er að setja íslenska staðla um þau og koma á skipulegri sýnatöku til sýklagreiningar

á grundvelli frumutölumælinganna, líkt og lýst er t.d. hjá Rön og Syrstad (1980), Funke (1989) og Reneau (1986). Til þess er nauðsynlegt að hafa gögn þar sem hægt er að tengja saman frumutölumælingar og sýklarannsóknir vegna jógurbólgu (Brolund, 1985).

Niðurstöðurnar gefa tilefni til að huga nánar að möguleikum þess að nota frumutölumælingarnar á skipulegan hátt í ræktunarstarfinu til að byggja upp jógurhreysti kúnna. Í erlendum rannsóknum er lögð áhersla á að frumutölumælingar og skráning á jógurbólgu séu tengd saman (Madsen o.fl., 1987; Sender o.fl., 1992; Strandberg og Shook, 1989), þar sem frumutölumælingin er aðeins óbein mæling á jógurhreysti. Erlendar niðurstöður á erfðasambandi greindrar jógurbólgu og frumutölu benda til að þar megi ekki reikna með hærri fylgni en 0,6 (Emanuelson o.fl., 1988; Weller o.fl., 1992; Shook, 1989; Coffey o.fl., 1986). Einnig þarf að kanna nánar tengsl milli frumutölumælinga á mismunandi mjólkurskeiðum þar sem rannsóknir benda eindregið til að frumutala á mismunandi mjólkurskeiðum sé ólíkur eiginleiki að hluta (Emanuelson o.fl., 1988; Da o.fl., 1992; Banos og Shook, 1990). Rétt er að nefna tilgátu Miller (1984) um að á fyrsta mjólkurskeiði sé um að ræða grunnbreytileika í frumutölu, sem hann telur lítið arfgengan, en á síðari mjólkurskeiðum fari frumutalan frekar að mæla svörun við jógurbólguþætti. Þetta leiðir einnig til þess að með aldri breytast þeir flokkar af frumum sem mælast í sýnum. Til að ná árangri við slíkar aðstæður má ætla að kynbótamat eftir einstaklingslíkani, eins og nú hefur verið tekið upp til að meta afkastagetu kúnna í nautgriparæktarfélagunum, geti komið að miklum notum (Ágúst Sigurðsson, 1993).

Erfðasamband milli afkastagetu og jógurhreysti, sem rannsóknir síðustu ára hafa staðfest, veldur því að jógurhreysti kúnna er þáttur sem verður að sinna í ræktunarstarfinu, jafnhliða vali fyrir auknum afurðum (Emanuelson o.fl., 1988; Miller, 1984; Lindström og Syväjärvi, 1978; Boettcher o.fl., 1992; Banos og Shook, 1990).

ÞAKKARORÐ

Próunarsjóður nautgriparæktar á vegum Framleiðnisjóðs landbúnaðarins veitti styrk til vinnslu þessa verkefnis og er hann þakkaður. Emmu Eyþórsdóttur er þakkaður gagnrýninn yfirllestur handritsins sem færði ákaflega margt í framsetningu efnis til betri vegar.

HEIMILDASKRÁ

- Ágúst **Sigurðsson**, 1993. Nýja kynbótamatskerfið. Í: *Nautgriparæktin X*. Búnaðarfélag Íslands: 63–77.
- Álfhildur **Ólafsdóttir**, 1981. *Endingartími og förgunarástæður íslenskra mjólkurkúa*. B.Sc.-ritgerð, Búvísindadeild Bændaskólans á Hvanneyri: 52 s.
- Banos, G. & G.E. Shook**, 1990. Genotype by environment interaction and genetic correlations among parities for somatic cell count and milk yield. *Journal of Dairy Science* **73**: 2563–2573.
- Bartlett, P.C., G.Y. Miller, C.R. Anderson & J.H. Kirk**, 1990. Milk production and somatic cell count in Michigan dairy herds. *Journal of Dairy Science* **73**: 2794–2800.
- Blackburn, P.S.**, 1966. The variation in the cell count of cow's milk throughout lactation and from one lactation to the next. *Journal of Dairy Research* **33**: 193–198.
- Boettcher, P.J., L.B. Hansen, P.M. van Raden & C.A. Ernst**, 1992. Genetic evaluation of Holstein bulls for somatic cells in milk of daughters. *Journal of Dairy Science* **75**: 1127–1137.
- Brolund, L.**, 1985. Cell counts in bovine milk. Causes of variation and applicability for diagnosis of subclinical mastitis. *Acta Veterinaria Scandinavica Supplementum* **80**: 1–123.
- Coffey, E.M., W.E. Vinson & R.E. Pearson**, 1986. Potential of somatic cell concentration in milk as a sire selection criterion to reduce mastitis in dairy cattle. *Journal of Dairy Science* **69**: 2163–2172.
- Da, Y., M. Grossman, I. Misztal & G.R. Wiggans**, 1992. Estimation of genetic parameters for somatic cell score in Holsteins. *Journal of Dairy Science* **75**: 2265–2271.
- Dobravsky, P. & W. Trappmann**, 1992a. Nutzung des somatischen Zellgehaltes der Milch zur züchterischen Verbesserung der Eutergesundheit. 1. Mitteilung: Datenmaterial, Methoden und Umwelteinflüsse. *Züchtungskunde* **64**: 323–333.

- Doubravsky, P. & W. Trappmann**, 1992b. Nutzung des somatischen Zellgehaltes der Milch zur züchterischen Verbesserung der Eutergesundheit. 2. Mitteilung: Populationsparameters der Zellzahl und Ergebnisse der Zuchtwertschätzung. *Züchtungskunde* **64**: 324–335.
- Duda, J.**, 1992. Zellzahl züchterisch verbessern. *Der Tierzüchter* (**10**): 40–43.
- Emanuelson, U.**, 1987. *Genetic Studies on the Epidemiology of Mastitis in Dairy Cattle*. Department of Animal Breeding and Genetics, Report 73: 19 s.
- Emanuelson, U., B. Danell & J. Philipsson**, 1988. Genetic parameters for clinical mastitis, somatic cell counts and milk production estimated by multiple-trait restricted maximum likelihood. *Journal of Dairy Science* **71**: 467–476.
- Emanuelson, U. & H. Funke**, 1991. Effect of milk yield on relationship between bulk milk somatic cell count and prevalence of mastitis. *Journal of Dairy Science* **74**: 2479–2483.
- Emanuelson, U., T. Olsson, O. Holmberg, M. Hageltorn, T. Mattila, L. Nelson & G. Åström**, 1987. Comparison of some screening tests for detecting mastitis. *Journal of Dairy Science* **70**: 880–887.
- Emanuelson, U. & E. Persson**, 1984. Studies on somatic cell counts in milk from Swedish dairy cows. I. Non-genetic causes of variation in monthly test-day-results. *Acta Agriculturae Scandinavica* **34**: 33–44.
- Funke, H.**, 1989. Juverinflammationer – Cellhalt. *SHS meddelande nr.* **156**: 37 s.
- Gunnar Ríkharðsson**, 1993. Júgurbólguverkefnið á Stóra-Ármóti 1989–1992. Í: *Ráðunautafundur 1993*. Búnaðarfélag Íslands og Rannsóknastofnun landbúnaðarins: 153–166.
- Harvey, W.R.**, 1987. *User's Guide for LSMLMW*. PC-1 version: 59 s.
- Heuven, H.C.M., H. Bovenhuis & R.D. Politiek**, 1988. Inheritance of somatic cell count and its genetic relationship with milk yield in different parities. *Livestock Production Science* **18**: 115–127.
- Kennedy, B.W., M.S. Sethar, J.E. Moxley & B.R. Downey**, 1982a. Heritability of somatic cell count and its relationship with milk yield and composition in Holsteins. *Journal of Dairy Science* **65**: 843–847.
- Kennedy, B.W., M.S. Sethar, A.K.W. Tong, J.E. Moxley & B.R. Downey**, 1982b. Environmental factors influencing test-day somatic cell counts in Holsteins. *Journal of Dairy Science* **65**: 275–280.
- Lie, Ö., P. Madsen & E. Persson**, 1980. *Mastitt hos storfe. Resistensmekanismer, spesielt fra et avlsmessig synspunkt*. NKJ-rapport, Nordiskt Kontaktorgan för Jordbruksforskning: 42 s.
- Lindström, U.B. & J. Syväjärvi**, 1978. Use of field records in breeding for mastitis resistance in dairy cattle. *Livestock Production Science* **5**: 29–44.
- Madsen, P., S.M. Nielsen, O. Klastrup, N.E. Jensen, P. Thode Jensen, P. Schmidt Madsen, B. Larsen & J. Hyldgaard-Jensen**, 1987. Undersøgelser over genetisk betinget resistens mod mastitis. *Beretning fra Statens Husdyrbruksforsøg* **621**: 227 s.
- Miller, R.H.**, 1984. Traits for sire selection related to udder health and management. *Journal of Dairy Science* **67**: 459–471.
- Miller, R.H., U. Emanuelson, E. Persson, L. Brolund, J. Philipsson & H. Funke**, 1983. Relationships of milk somatic cell counts to daily milk yield composition. *Acta Agriculturae Scandinavica* **33**: 209–223.
- Monardes, H.G., B.W. Kennedy & J.E. Moxley**, 1983. Heritabilities of measures of somatic cell count per lactation. *Journal of Dairy Science* **66**: 1707–1713.
- Ólafur Jónsson**, 1990. *Júgurbólguverkefnið í Eyjafirði*. Rannsóknarstofa mjólkuriðnaðarins: 86 s.
- Ólafur Jónsson**, 1993. Júgurbólga – frumutala í mjólk. Í: *Ráðunautafundur 1993*. Búnaðarfélag Íslands og Rannsóknastofnun landbúnaðarins: 138–145.
- Ólafur Oddgeirsson**, 1984. Frumutala í mjólk og hugleiðingar um júgurbólgu. *Mjólkurmál* **8(2)**: 17–19.
- Ólafur Oddgeirsson**, 1989. Afurðatjón af völdum júgurbólgu. *Freyr* **85**: 563–566.
- Reneau, J.K.**, 1986. Effective use of dairy herd improvement somatic cell counts in mastitis control. *Journal of Dairy Science* **69**: 1708–1720.
- Rön, I. & O. Syrstad**, 1980. Celletall i mjólkeprøver som grunnlag for laboratoriemessig mastittundersøkelse. *Norsk veterinærtidsskrift* **92**: 11–19.
- Sender, G., J. Juga, T. Hellman & H. Saloniemi**, 1992. Selection against mastitis and cell count in dairy cattle breeding programs. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A, Animal Science* **42**: 205–210.

- Shook, G.E.**, 1989. Selection for disease resistance. *Journal of Dairy Science* **72**: 1349–1362.
- Strandberg, E. & G.E. Shook**, 1989. Genetic and economic responses to breeding programs that consider mastitis. *Journal of Dairy Science* **72**: 2136–2142.
- Syrstad, O. & I. Rön**, 1979. Variation in somatic cell counts of milk samples from individual cows. *Acta Veterinaria Scandinavica* **20**: 555–561.
- Syrstad, O. & I. Rön**, 1981. Endringer i celletallet i mjölka i løpet av laktasjonsperioden. *Norsk veterinærtidsskrift* **93**: 179–182.
- Syrstad, O. & I. Rön & J. Wiggen**, 1979. Forhold som virker inn på celletallet i mjølk fra enkeltkyr. *Nordisk veterinærmedicin* **31**: 114–121.
- Sævar **Magnússon**, 1993. Mæling frumutölu í mjólk. Í: *Ráðunautafundur 1993*. Búnaðarfélag Íslands og Rannsóknastofnun landbúnaðarins: 131–137.
- Torfi **Jóhannesson**, 1993. *Aðbúnaður mjólkurkúa og frumutala*. B.Sc.-ritgerð, Búvísindadeild Bændaskólans á Hvanneyri: 26 s.
- Weller, J.I., A. Saran & Y. Zeliger**, 1992. Genetic and environmental relationships among somatic cell count, bacterial infection, and clinical mastitis. *Journal of Dairy Science* **75**: 2532–2540.
- Wiggans, G.R. & G.E. Shook**, 1987. A lactation measure of somatic cell count. *Journal of Dairy Science* **70**: 2666–2672.
- Handrit mótekið 18. nóvember, 1993, samþykkt 2. desember, 1994.