



Norges miljø- og biovitenskapelige universitet

Fordypningsoppgave 2024
NMBU veterinærhøgskolen – Differensiering
Produksjonsdyrmedisin og Mattrygghet

Ikke-infeksiøse årsaker til høyt celletall i geitemelk

Non-infectious causes of high somatic cell
count in goat milk

Forfattere:
Solveig Bjørnvold Heggheim og Ingrid Steffensen
Kull 18

Veileder:
Erik Georg Granquist
Institutt for produksjonsdyrmedisin

Innhold

Sammendrag	5
Definisjoner og forkortelser	6
Innledning.....	8
Geitehold i Norge	8
Melke kvalitet.....	9
Historisk utvikling av geiteholdet i Norge	11
Beiting	12
Geitekontrollen og avlsarbeid	12
Småfesoner og sykdomsstatus.....	13
Friskere geiter.....	14
Celletall	16
Jurets anatomi, laktasjonsfysiologi og celletall	16
Generelt om celletall hos geit.....	17
Hva påvirker celletallet?.....	18
Kvalitet og celletall	19
Pristrekk for celletall	21
Hvorfor celletallet er viktig – en oppsummering	21
Formål	22
Materiale og metoder.....	22
Om studien	22
Datainnsamling.....	22

«Milkdata»	23
«Surveydata»	23
«Recordingdata».....	23
Inklusjonskriterier for hvilke besetninger som er tatt med.....	23
Statistiske metoder	24
Resultater.....	25
Generelt	25
Celletall og tiltak	25
Beite	29
Diskusjon.....	35
Styrker og svakheter ved oppgaven.....	35
Teststyrke	35
Tilfeldige og systematiske feil (bias) og intern validitet	35
Generaliserbarhet og ekstern validitet.....	36
Celletall og tiltak	37
Gjennomsnittlig celletall og grupper.....	37
Tiltak før beiteslipp	37
Utskilling av enkelt dyr som ikke går på tanken i beiteperioden	38
Melkeprøver	38
Service melkeanlegg.....	39
Forhold på beitet.....	39
Antall beitedager	39
Type beite og tilleggsfôring	39

Tilgang på inneareal om natta i beiteperioden	40
Tilgang på uteareal i innefôringssesongen	40
Kje med flokken	41
Stress	41
Vandring i beiteperioden	43
Konklusjon	44
Takk til bidragsyttere.....	45
Summary	45
Referanser.....	46

Sammendrag

Tittel: Ikke-infeksiøse årsaker til høyt celletall i geitemelk

Forfattere: Solveig Heggheim og Ingrid Steffensen

Veileder: Erik Georg Granquist, Institutt for produksjonsdyrmedisin

Celletallet stiger hos geiter i beitesesongen i Norge. I denne studien ses det på sammenhenger mellom ikke-infeksiøse årsaker og høye celletall. Grunnlaget til oppgaven er en spørreundersøkelse fra TINE med svar fra 88 geitemelkprodusenter, med opplysninger om celletall gjennom laktasjonen, besetningsstørrelse og lignende hos besetningene.

Det ble ikke funnet signifikant sammenheng mellom noen av de ikke-infeksiøse årsakene og høyt celletall på beitet. Det er en tendens til at de med flere enn 4 melkekontrollprøver i året har et lavere celletall på beitet, men denne tendensen er ikke signifikant ($p=0,054$). Særskilte hendelser på beitet, som jaging og utslipp, tegner til å gi en forbigående celletallsøkning. Det er behov for mer forskning rundt celletallsøkning på beitet, spesielt knyttet til stressende hendelser, og kartlegging av hvordan noen besetninger klarer å holde et lavt celletall også i beiteperioden.

Definisjoner og forkortelser

Ammegeit	–	Geiter som brukes i kjøtt- og eller ullproduksjon. Geitekillingene går sammen med mor frem til slakt.
Apokrin sekresjon	–	Deler av cytoplasma følger med når cellen frigjør innhold (Gesase & Satoh, 2003).
Brunst	–	Tiden hvor geita er mottakelig for paring (Bjørnerås, 2010).
Byllesyke	–	Infeksjon med bakterien <i>Corynebacterium pseudotuberculosis</i> .
CAE	–	Caprin artritt encefalitt. Et lentivirus som kan gi sykdom hos geit.
Celletall	–	Mål for mengden somatiske celler (leukocytter og epitelceller) i melka. Oppgitt som antall celler per milliliter. Kan gi en indikasjon på betennelsesgrad og melke kvalitet (Inglstad, 2021a).
CFU/ml	–	Colony-forming units/ml. Kolonidannende enheter. Brukes som et mål for hvor mange bakterier det er i hver milliliter melk.
Friskere geiter	–	Saneringsprogram hos geit for å redusere forekomsten av tre tapsbringende infeksjonssykdommer i Norge: Byllesjuka, CAE og paratuberkulose (Leine et al., 2005).
Geitekontrollen	–	Husdyrkontrollen for melkegeiter. Registrerer og bearbeider data fra alle dyr i besetningen (TINE, u.å.-c).
Hjemmebeite	–	Beite i nærheten av gården.
Ikke-infeksiøs årsak	–	En årsak hvor det ikke er en infeksjon som ligger til grunn f.eks. celletallsøkning i melka.
Inneføringssesongen	–	Den delen av året som dyrene ikke går på beite. Ca september til mai.
Infeksiøs årsak	–	En årsak som kommer fra en infeksjon forårsaket av virus, bakterier, parasitter eller sopp.
Laktasjon	–	Perioden hvor geita produserer melk.

Laktasjonskurve	–	En kurve som viser melkeytelsen gjennom laktasjonen.
Laktasjonsnummer	–	Hvor mange laktasjoner geita har gjennomgått.
Management	–	Hvordan bonden driver gården sin.
Mastitt	–	Infeksjon og/eller inflammasjon i jurkjertel.
Melkegeit	–	Geiter som brukes i geitemelkproduksjon.
Melkeprøve	–	En kjemisk og/eller bakteriologisk analyse av melk (TINE, u.å.-g). Kan være fra ett eller flere individ, som tankmelk.
Melkeytelse	–	Hvor mye geita melker.
Merokrin sekresjon	–	En form for exocytose, hvor det ikke følger med deler av cellen når den frigjør innhold (Inglingstad, 2021a).
Paratuberkulose	–	Infeksjon med bakterien <i>Mycobacterium avium</i> subsp. <i>paratuberculosis</i> .
Paritet	–	Antall fødsler en geit har gjennomgått
SCC	–	Somatic cell count. Engelsk forkortelse for celletall.
Seter/støl	–	Et beiteområde med bruksbygninger som kun brukes i beiteperioden (Seterkultur, u.å).
Sintidsperiode	–	Perioden mellom to laktasjoner, hvor geita ikke er i laktasjon.
Speneprøve	–	En kjemisk og/eller bakteriologisk analyse av melka fra en spesifikk kjertel.
Stress	–	En tilstand hvor et dyr må gjøre unormale fysiologiske og/eller atferdsmessige endringer for å håndtere en negativ situasjon/tilstand (Friend, 1980)
Utrangering/Utsjalting	–	Fjerne et dyr ut fra besetningen permanent. Som regel gjennom avlivning eller slakt.

Innledning

Geitehold i Norge

Det finnes i dag to typer driftsformer på geit i Norge; melkegeit og ammegeit, hvor sistnevnte er for kjøtt og/eller ullproduksjon. Det brukes ulike raser for de ulike formålene, hvor henholdsvis norsk melkegeit er den dominerende, og boer og kasjmir på ammegeit (Vas & Bøe, 2021). Den norske melkegeita stammer fra den nord-europeiske landrasegeita. Tidligere hadde man lokale raser, som nordlandsgeit og dølageit (NSG, u.å). Fra 60-tallet ble det et felles avlsarbeid i Norge, og i dag anses alle som én og samme rase (NIBIO, u.å). Det har generelt vært lite innblanding av andre raser i nyere tid, med unntak av noe saanengeit og fransk alpin. Det er en stor fenotypisk variasjon i bestanden, både i pelslengde, farger og kollethet (NSG, u.å).

I 2023 var det registrert 71 753 geiter i Norge, hvor 32 559 var melkegeiter (SSB, 2024b). Altså utgjør andelen geiter i melkeproduksjonen litt under halvparten av det totale geiteholdet i Norge. Med 258 besetninger (SSB, 2024c), er snittstørrelsen på en melkegeitbesetning 126,2 geiter (SSB, 2024a). Geitemelkprodusentene driver i konsentrerte områder i landet; de fleste befinner seg på Vestlandet, i Trøndelag og i Troms (SSB, 2024d). Grunnen til at geitepopulasjonen er såpass konsentrert er delvis kulturbindinger, og dels logistikkhensyn knyttet til meierileveranser.

De aller fleste har konsentrert kjeing i januar-mars (Falk et al., 2023). Dette starter laktasjonen, som varer frem til oktober-november. Vinteren er sintidsperioden for geitene. Parring og inseminering forgår på sensommeren. På senhøsten, vinteren og tidlig vår holdes geitene innendørs. Noen bønder tilbyr utearealer i forbindelse med driftsbygningen for dyrene

gjennom hele vinteren dersom det er tilrettelagt og værforholdene er gode. Når og hvor lenge beiteperioden varer avhenger av klimaforhold; geiter i Nord-Norge vil for eksempel ofte slippes senere ut og tas tidligere inn på grunn av hardere klima. Forskrift om velferd hos småfe §24 sier at geiter skal ha minimum 16 uker på beite i året. Unntak vil være klimatiske og dyrevelferdsmessige forhold (LMD, 2005)

Et tema som har vært mye opp til diskusjon de siste årene er hvordan næringa tar seg av kjeene etter fødsel. Det har, og er, en utbredt praksis hvor kje som ikke skal bli nye melkegeiter eller brukes som avlsbukk, avlives rett etter fødsel. Dette er på grunn av at det ikke lønner seg å føre opp kjeene til mat, og nordmenn har ikke lenger tradisjon for å spise geitekjøtt. Dette er sakte, men sikkert i endring, hvor markedet for kjekjøtt er stigende og flere bønder tørr å satse på å føre opp geitekillingene.

En norsk geit produserer i gjennomsnitt ca. 2,4 liter melk daglig (Norsk melkeråvare, u.å.-b), og 680 liter i året (TINE, u.å.-h). I 2023 ble det levert cirka 17,8 millioner liter melk til meieri. I tillegg foredles rundt 1 million liter lokalt (Norsk melkeråvare, u.å.-b). Mesteparten av melken går til å lage brune og hvite oster. God melke kvalitet er særlig viktig i produksjon av hvite oster, da ystingsprosessen er sensitiv for komposisjonen av melka.

Melkekvalitet

Hva som inngår i høy melkekvalitet vil variere utfra hva man ønsker å bruke melka til. Dette innebærer oftest at melka er egnet til konsum, smakelighet, sammensetning av næringsstoffer og har egenskaper som er nødvendig for videre foredling. Norske forbrukere er også i stor grad i dag opptatt av velferden hos dyrene som produserer melka, og at slike aspekter også kan være med på å avgjøre om melkekvaliteten er god eller ikke. Norsk geitemelk anses som

å ha svært god kvalitet i dag. TINEs parametere for melkekvalitet er celletall, bakterier og sporer, frie fettsyrer, fett og protein, urea og medisinerester (TINE, u.å.-e).

Celletallet i melka består hovedsakelig av epitelceller og leukocytter. Det er flere årsaker til høyt celletall, og avhengig av årsaken kan det være uheldig for kvaliteten da melkesammensetningen kan endres (les nærmere i underkapittel Kvalitet og celletall). For eksempel vil det ved en infeksjon mobiliseres leukocytter, og dermed øke celletallet. Leukocyttene vil skille ut enzymer for å bekjempe bakteriene, men disse vil også påvirke melkekomponentene. Blant annet vil plasmin bryte ned kaseiner, som er viktig for ystingsprosessen (Inglingstad, 2021a).

Bakterier og sporer er ubikvitære. Det vil altså alltid være noen bakterier og sporer tilstede i melka, slik at det viktigste vil være å holde nivået så lavt som mulig. De fleste bakterier vil dø av pasteurisering, men dersom det er høye nivåer risikerer man at ikke alle blir tatt. Bakterier kan forringe kvaliteten ved at de produserer enzymer som spalter melkesukker, fett og proteiner. Dette kan gi både dårlig smak og holdbarhet (TINE, u.å.-a). I motsetning til vanlige bakterier, vil de sporedannende bakteriene overleve pasteurisering. Klostridier produserer gass, og oster med rikelig med klostridier vil da kunne sprekke, og vil i tillegg få en vond smak og lukt. Enzymer fra *Bacillus cereus* har egenskapen til å koagulere melk. Bakterien bryter også ned fett og proteiner i melka, som gjør produktet bittert og besk. Den kan også produsere toksiner, som kan gi en matforgiftning med oppkast og diaré (TINE, u.å.-i).

Melkefettet frigjøres i melka som små kuler med fett. Frie fettsyrer kommer fra at melkefettet spaltes av lipaser. Dette er enzymer som forekommer naturlig i melka, men de kan også komme fra somatiske celler og bakterier. Mekanisk behandling av melka kan også føre til frie

fettsyrer (Inglingstad, 2021b). For mye frie fettsyrer er negativt da de påvirker smaken på melka, som da smaker harsk og besk, og får dårligere koagulasjonsegenskaper. Dette var tidligere et stort problem i norsk geitemelk. Det ble sett en genetisk sammenheng mellom mangel på produksjon av α 1-kasein og høye nivåer av frie fettsyrer. Det er i dag klart å avle ut de fleste av geitene som mangler genene for α 1-kasein (Ådnøy, 2014)

Urea i melk brukes som et mål for proteinutnyttelsen til dyret (TINE, u.å.-j), og har ellers liten betydning for melkas egenskaper. Det er nulltoleranse for medisinrester i melka av hensyn til mattrygghet. Medisiner kan havne i melka dersom man melker dyr som er under eller har gjennomgått behandling, og man er innenfor tilbakeholdelsestiden. Det er derfor viktig med gode rutiner for merking av dyr under behandling, egen oppstalling til disse og vask av utstyr som er brukt på disse dyrene (TINE, u.å.-d).

Historisk utvikling av geiteholdet i Norge

Geita anses som et av Norges eldste husdyr, med røtter tilbake til bronsealderen (NIBIO, u.å.). Geita er godt tilpasset norsk natur, da de kommer seg opp bratte fjellsider og trenger ikke store, frodige sletter for å klare seg. Dette er grunnen for at geita før var svært vanlig på steder med vanskelig terreng og minimalt med åpent landskap. Det gjenspeiles også i dag, hvor det er flest geiter der landskapet gjør det vanskelig å drive med andre produksjonsdyr.

Antall geiter har gått drastisk ned de siste 200 årene; fra 350 000, til cirka 70 000 i dag (TINE, u.å.-h). Produksjonen har også endret seg, da flere går over til kjøttproduksjon. Det er, som nevnt ovenfor, i dag bikket under halvparten av geitene i Norge som faktisk er melkegeiter. Selv om antall geiter går ned øker buskapsstørrelsene og de melker i snitt mer enn tidligere (TINE, 2024).

1983 ble det innført kvotesystem for melk i Norge. Kvoteene bestemmer hvor mye en landbrukseiendom kan produsere i løpet av et kvoteår. Formålet er å hindre overproduksjon av melk, slik at det er best mulig tilpasset markedet. For 2024 disponerer geitemelkprodusenter 87 000 liter melk i snitt (Norsk melkeråvare, u.å.-a)

Beiting

I sommerhalvåret skal geitene ut på beite (LMD, 2005). Beite kan enten være inn- eller utmark. I Norge har det vært vanlig å slippe geitene på utmarksbeite på fjellet om sommeren, noe som har ført til utfordringer knyttet til melke kvaliteten. I en norsk studie om hvordan melkekvaliteten endrer seg gjennom laktasjonen fra 2004 ser de at beiting påvirker kvaliteten på melka. Det ble tatt blod- og melkeprøver gjennom hele laktasjonen til 12 norske melkegeiter. I en periode ble beitet så dårlig at energitilførselen var utilstrekkelig, dette førte til at geitene begynte å produsere melk med et høyere innhold av frie fettsyrer. Når geitene ble flyttet til annet beite, og videre til innefôring økte geitenes mengde kroppsfett, og dette gjorde at de igjen begynte å produsere melk av bedre kvalitet (Eknæs et al., 2006).

At celletallet endres på beite, er et kjent problem. Spesialrådgiver om Geit i TINE, Helga Kvamsås, skrev i 2018 en artikkel i Norsk Sau og Geit om melkekvalitet i beiteperioden. Her tar hun opp at geita får en stressreaksjon ved beiteslipp som påvirker celletallet. Det nevnes også at brunstperioden, terreng, værforhold, temperatur og beitemønster er faktorer som har innvirkning på celletallet i beiteperioden (Kvamsås, 2018).

Geitekontrollen og avlsarbeid

Geitekontrollen er Husdyrkontrollen for melkegeiter i Norge. Den forvaltes av TINE, og per april 2024 er 92% av geitemelkprodusentene medlem av Geitekontrollen. I praksis er dette et

registreringsprogram hvor det samles inn data om dyrene i besetningen, og bonden kan ta ut ønskede rapporter om f.eks. helse og melke kvalitet (TINE, u.å.-c).

Som de andre Husdyrkontrollene, er Geitekontrollen viktig for utvikling i næringen. Da de fleste som nevnt er medlem vil man ha en god oversikt over blant annet helsebildet, melkekvalitet og dyrevelferden i norsk geitemelkproduksjon. Dataene brukes også mye til forskning. Likevel er det mangelfulle helse- og behandlingsregistreringer i geitekontrollen.

Avlsarbeidet på geit baserer seg på data fra Geitekontrollen. Det er Norsk Sau og Geit som har ansvaret for å styre arbeidet. Cirka 50 besetninger er aktivt med i avlsarbeidet, som hovedsakelig består av avkomsgransking av bukkene i disse besetningene. Bukkene som man ønsker å bruke til avl selges enten som livdyr til andre bruksbesetninger, eller havner på NSGs seminastasjon, hvor de tapper og selger sæd (NSG, u.å.).

Et vellykket eksempel på det norske avlsarbeidet er melkekvaliteten. I en artikkel fra 2014 (Skeie, 2014) er det beskrevet at geitemelka tidligere var av ujevn i kvalitet og hadde en «geitete» smak. Kvaliteten var så dårlig at det var vanskelig å lage myk hvitost av den. Det viste seg at det blant annet var en mutasjon som påvirket andelen frie fettsyrer, som igjen påvirker smak og ysteegenskapene negativt. Genet hadde spredt seg i den norske populasjonen, med en frekvens på over 70%. Ved å teste bukkekje man ønsket å bruke i avl, har man i dag en svært liten andel av genet i den norske populasjonen og resultatet er geitemelk av svært god kvalitet (Skeie, 2014).

Småfesoner og sykdomsstatus

Norge har strenge regler for flyttingen av livdyr av småfe innad i Norge. Dette er for å hindre smittespredning. Landet har blitt delt inn i 4 soner, hvor det ikke er lov å krysse småfe over

grensene uten tillatelse fra Mattilsynet. Reglene er enda strengere for hunddyr, hvor det ikke er lov å flytte dem mellom besetninger (LMD, 2022).

Den norske helsetilstanden til geitene anses som god. Dette er et resultat av mange års arbeid for å sanere historisk viktige sykdommer (les underkapittel Friskere geiter) og de strenge flyttereglene vi har i Norge for småfe. De største helseproblemene på geit er i dag knyttet til mastitt, metritt, parasitter og luftveisinfeksjon (Falk et al., 2024). Ikke-infeksiøse årsaker til høye celletall er ikke nødvendigvis et helseproblem hos geita som et individ, men kan påvirke melke kvaliteten, som videre beskrevet i underkapittel Kvalitet og celletall.

Friskere geiter

Artikkelen «Friskere geiter – målsetting og resultat» beskriver «Friskere geiter» som et nasjonalt prosjekt, eid av helsetjenesten for geit. Det ble finansiert av staten og TINE. Prosjektet var rettet mot geitebønder, med en frivillig deltakelse. Målet var å redusere forekomsten av tre kroniske infeksjonssykdommer fra den norske geitenæringen; caprin artitt encephalitt, byllesyke og paratuberkulose (Leine et al., 2005). Disse sykdommene har vært svært tapsbringende, da de er negative for dyrehelsen, dyrevelferden og produksjonen i besetningene.

Prosjektet startet i 2001 og ble avsluttet i 2014 (Falk et al., 2023). Samtidig ble vaksinerings mot paratuberkulose utfaset (Falk et al., 2022). Sykdomssaneringen ble gjennomført med reetablering av flokker i smittefrie lokaler. Snapping av kje ble utført ved at kje ble fratatt morderet ved fødsel og satt inn i et eget fjøs. Her fikk de råmelk fra ku, og hadde ikke noe kontakt med resten av besetningen. På høsten, da laktasjonen var over for morderene, ble disse slaktet og lokalene rengjort. De friske kjeene kunne dermed flytte inn i helt smittefrie lokaler og dannet grunnlaget for en smittefri besetning som kunne produsere melk allerede

neste sesong. Eventuelt kunne en bonde slakte ut hele besetningen og kjøpe inn friske livdyr fra en allerede sanert besetning (Dyreprat, 2023).

I 2012 innførte TINE pristrekk for melk fra usanerte besetninger. Fra 1. januar 2015 har TINE hatt mottaksnekt av melk fra usanerte besetninger (Sørli, 2014). I løpet av perioden 2001 til 2014 ble over 600 besetninger sanert. De fleste norske geitebesetninger er i dag sanert fri for CAE, byllesyke og paratuberkulose, og prosjektet anses derfor vellykket. I 2019 var alle norske melkegeitbesetninger og flere ammegeitbesetninger sanert for de tre sykdommene (Falk & Hofshagen, 2020).

For de tre sykdommene inkludert i «Friskere geiter», er det i dag kun CAE som aktivt overvåkes. Oppdagelse av de andre sykdommene belager seg derfor hovedsakelig på passiv overvåkning, hvor det meldes inn mistanke om meldepliktig sykdom til Mattilsynet fra produsenter, veterinærer og andre (Falk et al., 2024). Forekomsten av CAE, byllesyke og paratuberkulose har blitt kraftig redusert grunnet «Friskere geiter» prosjektet. Selv om saneringen anses som en suksess, forekommer sykdommene sporadisk i Norge. Ifølge dyrehelserapporten fra 2023 ble det påvist ett tilfelle av CAE (Falk et al., 2024). I 2019 ble det påvist 5 tilfeller av antistoff mot lentivirus (CAE), ett av tilfellene ble fanget opp av overvåkningsprogrammet (Falk & Hofshagen, 2020). I 2020 var det to besetninger som var positive for CAE (Falk et al., 2021). I 2021 var det 8 besetninger som var positive for CAE.

I 2014 ble det gjort en økonomisk kost-nytteanalyse av «Friskere geiter-prosjektet». Studien viste at det var gjennomsnittlig økonomisk lønnsomt for bøndene å delta i prosjektet etter 10 år, for kvotenivåer på 50 000 og 70 000 liter. Dersom bøndene selv skulle stått for alle utgifter knyttet til prosjektet, ville det ikke blitt lønnsomt før etter 20 år (Nagel-Alne, G. Elise et al.,

2014). I 2014 ble det også gjort en vurdering av «Friskere geiter-prosjektet» i forhold til laktasjonskurver. Studien konkluderte med at melkeytelsen i besetningene som deltok i «Friskere geiter-prosjektet» ble betydelig forbedret (Nagel-Alne, G. E. et al., 2014).

En analyse av Olav Østerås fra 2020 viste at prosjektet har også bidratt til at celletallet hos norske geiter har blitt betydelig redusert (Inglingstad, 2021a).

Celletall

Jurets anatomi, laktasjonsfysiologi og celletall

Melka produseres i juret. Juret hos en geit består av to jurkjertler med hver sin spene og er plassert mellom bakbeina. Kjertlene er to separate enheter, slik at forholdene og kvaliteten på melka ikke nødvendigvis er den samme på begge sidene. Innsiden av kjertelen består av epitelceller som er organisert i små runde alveoler. Ved å samle opp næringsstoffer og vann fra blodet, produserer og skiller disse epitelcellene ut melk til lumen av alveolene. Fra alveolene samles melken i større melkeganger, og havner til slutt i jurcisternen hvor den lagres frem til melking. Jurcisternen har begrenset kapasitet, slik at mesteparten av melka lagres i melkegangene og alveolene. Ved stimulering av spenen, gis melka ned i spenecisternen og spenekanalen åpnes og slipper ut melka (Sjaastad et al., 2016).

Geit har en apokrin sekresjon av melka (Castro et al., 2023). Ved slik sekresjon vil epitelcellen frigjøre en del av cellemembranen og cytoplasma sammen med melka (Gesase & Satoh, 2003). Dermed vil geitemelka ikke bare inneholde «oppbrukte» epitelceller, men også deler fra de friske, aktive epitelcellene.

Celletall er et mål på leukocytter og epitelceller i melka (Sjaastad et al., 2016). Disse cellene vil alltid være tilstede og er ikke farlige i seg selv, men et høyt celletall kan indikere at kvaliteten på melka er dårlig, jamfør underkapittel Kvalitet og celletall.

Det er stor forskjell mellom celletall hos geit og ku. En ku ligger normalt mellom 10 000/ml og 50 000/ml (TINE, u.å.-b), mens geita ligger mellom 40 000/ml og 1 000 000/ml (Inglingstad, 2021a). Dette skyldes hovedsakelig måten de skiller ut melka på. Som nevnt ovenfor skiller geita ut melk med apokrin sekresjon. Kua skiller derimot ut merokrint (Inglingstad, 2021a), hvor det ikke vil være deler av epitelcellen som følger med.

Generelt om celletall hos geit

I den norske studien «Distribution of somatic cell count and udder pathogens in Norwegian dairy goats» fra 2021 blir det sett på sammenhengen mellom celletall og infeksjoner, samt ikke-infeksiøse årsaker. Prøvene som ble undersøkt i studien var hentet fra en periode på 10 år (2010-2020). Populasjonen som ble brukt i studien var alle norske geiter som var medlem i Geitekontrollen i den aktuelle testperioden. Til sammen ble det sett på 1 000 802 melkeregistreringer. Gjennomsnittlig celletall for alle registreringene var på 988 000 celler/ml. Når det er enkeltdyr med veldig høye verdier, blir gjennomsnittlig celletall på besetningsnivå høyere. I studien ble det også beregnet median og geometrisk gjennomsnitt. Disse var begge på ca. 440 000 celler per/ml, og det er derfor sannsynlig å anta at dette er et mer representativt tall for celletallet hos geit, enn det aritmetiske gjennomsnittet (Smistad et al., 2021).

I samme studie (Smistad et al., 2021) så man også på sammenhengen mellom laktasjonsnummer, hvor i laktasjonen geita er og celletall. Studien fant at dess flere laktasjoner ei geit har hatt, desto høyere blir celletallet. Samtidig så man at celletallet steg

utover i laktasjonen. Denne stigningen gjaldt for alle laktasjonsnumrene, men varierte noe mellom de ulike laktasjonsnumrene. For de som har hatt mere enn én laktasjon, vil celletallet droppe litt i slutten av laktasjonen. De fant også at det er en stigning i celletallet i sommermånedene, spesielt i juli og august. Resultatene i studien viser altså at beitesesongen har en effekt på celletallet, men det er usikkert hva årsaken(e) er. Man så også en økning i celletallet rundt brunst (Smistad et al., 2021).

Hva påvirker celletallet?

I en studie gjort i USA i 2007 (Paape et al., 2007) ble det sett på faktorer som påvirker celletallet i melka hos sauer, kyr og geiter. Der ble det konkludert med at infeksjoner i juret er hovedårsaken til økt celletall, men for geiter er andre ikke-infeksiøse årsaker også viktig. Slike årsaker som kan ha innvirkning på celletallet hos geit er; brunst, melkemengde og årstid. I tillegg til infeksjoner har paritet/laktasjonsnummer, og hvor i laktasjonen prøven er tatt, stor betydning for celletallet hos geiter. Mens for sau og kyr har disse faktorene lite å si for celletallet (Paape et al., 2007).

I Haenliens artikkel fra 2002 blir det sett på sammenhengen mellom celletall i geitemelk og mastitt og produktivitet. Studien har spesielt sett på ikke-patologisk påvirkning av somatisk celletall, og bakteriedyrking fra geitemelkprøver indikerer at variasjonen i celletall på grunn av ikke-infeksiøse årsaker kan være så mye som 90 %. Og ved hjelp av histopatologiske snitt ble det funnet at selv med høyt celletall kan geitejuret være uten mastittforandringer, og det er normalt at friske geitejur kan ha høye celletallsnivåer (Haenlein, 2002). Videre påpekes det noen ikke-infeksiøse årsaker til høyt celletall hos geit; hvor geita er i laktasjonen har innvirkning; under brunst kan melka få et høyere celletallsinnhold; celletallet man finner i en melkeprøve blir påvirket av når melkeprøven er tatt, eks før, under eller etter melking (Haenlein, 2002).

En studie fra 1983 (Dulin et al., 1983) viser at det er en sammenheng mellom økende celletall ved økende laktasjonsnummer hos geiter som ikke hadde en infeksjon i juret. Sent i laktasjonen kunne man også se økt celletall og økt innhold av cytoplasmatiske celler. Det ble diskutert om dette kan skyldes en konsentrasjonseffekt, altså at melkemengden går ned mot slutten av laktasjonen, noe som vil gi en høyere konsentrasjon av somatiske celler og cytoplasmatiske partikler (Dulin et al., 1983).

I juli 2023 ble det publisert en kvantitativ gjennomgang (Nudda et al., 2023) der hensikten var å bruke tilsetninger i fôret for å redusere celletallet i melka til sauer og geiter. Det ble konkludert med at i noen tilfeller var kostholdsfaktorene effektive, men totalt sett var de ikke det. Det er viktig at bonden har kunnskap om sammensetningen av mikronæringsstoffer i fôret for å kunne gi en korrekt dose tilskudd. Dyr som går på beite er spesielt utfordrende, gresset de spiser kan variere veldig i sammensetning. De konkluderer med at det finnes for lite forskning til å sikkert si noe om hvordan beiting påvirker celletallet (Nudda et al., 2023).

I en studie fra 2001 (Casamassima et al., 2001) ble det sett på hvordan oppstallingssystemet påvirket adferd, fysiologi og melkeutbytte hos to grupper søyer. Den ene gruppen søyer ble holdt ute på dagtid og inne på natten, mens den andre gruppen var inne hele døgnet. Det ble funnet ut at søyer som hadde tilgang på uteareal hadde et noe lavere innhold av celler i melka. Celletallet var mer stabilt lavt hos de søyene som gikk ute, mens innendørssøyene hadde en stigning i celletallet i andre halvdel av forsøket (Casamassima et al., 2001)

Kvalitet og celletall

Celletall er et viktig mål for å kunne vurdere kvaliteten på melka. I en studie fra 2015 ble det sett på hvordan subklinisk jurinfeksjon påvirker ystekvaliteten på melka fra sauer. Det ble

produsert fersk, myk ost fra infisert melk, uinfisert melk, og fra blandinger. Det ble funnet at det er signifikant høyere celletall i melk fra kjertler som er infiserte, hos noen melkesaueraser. Videre fant de at ostekvaliteten påvirkes av forhøyet celletall. Løpekoaguleringsstiden forlenges og ostemassetettheten reduseres i melk fra infiserte kjertler (Maristela et al., 2015). Derfor er det viktig å måle celletall, og ha et system som sørger for at bøndene leverer melk med lave nok celletallverdier, slik at melka er egnet til ysting av ost. Likevel er det usikkert hvor stor betydningen av celletall har for ystekvaliteten hos geit, til sammenligning med saue- og kumelk.

I studien «Somatic Cell Count in Goat Milk: An Indirect Quality Indicator», ble det bla. sett på hvordan celletall påvirker meierikvaliteten til melka. Besetningen i studien ble sjekket for mastittfremkallende bakterier, og kun prøver fra dyr med stafylokokk-tall lavere enn 100 CFU/ml ble inkludert. Derfor antar de at prøvene kommer fra friske jur. Det ble funnet at celletallet påvirker melkemengden, melkesammensetning og melkas kjemiske sammensetning. Forskjellene var størst ved de høyeste celletallene, men også ved lavere celletallsøkning var det forskjeller. Et viktig funn var kloridinnholdet. Alle delgruppene som hadde høye celletall, hadde også høyere kloridinnhold (Podhorecká et al., 2021).

Kloridinnholdet påvirker blant annet melkas evne til koagulering og ostemassefastheten. I en studie fra 2019 (Stocco et al., 2019) ble det bla. konkludert med at høye verdier av klorid i melka er negativt både for melkekvalitet og teknologiske egenskaper, samt at det ga forsinket koagulasjon og påvirket ostemassetettheten negativt.

En studie fra 2016 (Leitner et al., 2016) så blant annet på behovet for å ha grenseverdier som indikerer en reduksjon i melkekvalitet. I studien ble det funnet at koagulasjonsegenskapene i

geitemelk med celletall over 6452×10^3 celler/ml ga en signifikant reduksjon i ostemassefastheten.

Pristrekk for celletall

Hvilken pris bonden får for geitemelka, avhenger av flere faktorer. Først gis det en basispris, og deretter er det flere ulike tillegg og trekk som kan gis. Dette tar for seg innholdet av bakterier, somatiske celler, frie fettsyrer, tørrstoff og frysepunkt. Dersom en verdi er under eller over den gitte grenseverdien for en faktor, får bonden et tillegg eller trekk. Dette er for å at det skal lønne seg å produsere melk av god kvalitet. TINE har egne avregningskurver for hvor mye som skal gis i tillegg/trekk i melkeprisen. F.eks. får bonden et pristrekk dersom bakterieinnholdet i melka er høyere enn 100 000 per ml, og et pristillegg dersom bakterietallet er lavere enn 100 000 per ml. Tilsvarende for innholdet av celler i melka; dersom celletallet er over 1 200 000 celler per ml får bonden et pristrekk, og ved celletall under 1 200 000 celler per ml får bonden et lite pristillegg.

Det er også en sesongdifferensiering som kan gi både tillegg og trekk (TINE, u.å.-f). Denne sesongdifferensieringen skyldes at geitemelkproduksjonen i Norge hovedsakelig følger geitas normale laktasjonskurve, slik at det produseres mest melk på våren, og minimalt i november og desember (Norsk melkeråvare, u.å.-b). I 2022 var melkeprisen for geitemelk til bonden kr 6.41 per liter (Norsk melkeråvare, u.å.-c).

Hvorfor celletallet er viktig – en oppsummering

Celletallet er en utfordring for mange geitemelkprodusenter i perioder av året. Spesielt på sommeren kan celletallet bli veldig høyt. Beiting er viktig for kulturlandskapet og det biologiske mangfoldet i Norge, det er derfor viktig å opprettholde tradisjonen med beitende geiter. Generelt er geiter i Norge en ganske frisk populasjon, mye takket være «Friskere

geiter» - prosjektet. I tillegg til infeksjoner, er det også ikke-infeksiøse årsaker til høyt celletall hos norske melkegeiter. Det er viktig med fokus på celletall for å opprettholde en tilstrekkelig god kvalitet på melka, slik at den egner seg til ysting. Uten et godt og smakfullt produkt vil det ikke være et marked for geitemelk. For høyt celletall har betydning for bonden, siden det kan gi han tap i inntekt.

Formål

Oppgavens overordnede formål er å undersøke mulige ikke-infeksiøse årsaker til høyt celletall i geitemelk. Mer spesifikt er målet å se om det er tydelige forskjeller i beitebruk og management hos produsenter med jevnt over veldig høye celletall og de som klarer å holde celletallet jevnt over lavt.

Materiale og metoder

Om studien

Denne studien baserer seg på innhentet data fra flere norske geitebesetninger fra TINE, og er derfor en retrospektiv observasjonsstudie.

Datainnsamling

Data brukt i studien er utlevert og anonymisert av TINE. Datasettet ble gitt ut i Microsoft Excel, oppdelt i tre ark (se de neste undertitlene for nærmere beskrivelse). I alle arkene er de samme 88 produsentene representert, og dette tilsvarer altså cirka 1/3 av besetningene i Norge. TINE lagde en frivillig spørreundersøkelse som ble sendt på e-post til geitemelkprodusentene som leverer geitemelk til TINE, som hadde en registrert e-post adresse.

«Milkdata»

Excel-arket viser data over alle tankmelkprøver hos 88 norske geitemelkprodusenter for året 2021. Det viser tidspunkt for henting og tall over kvalitetsparametere, som celletall, bakterietall, fett og protein. Tallene er innhentet fra tankmelkprøver som ble tatt hver gang melk ble levert, altså hver 3. dag gjennom hele laktasjonsperioden.

«Surveydata»

Viser svar fra spørreundersøkelse utsendt av TINE i 2021. Det var i underkant av 50 spørsmål knyttet til beiting, melking, parring, kjeing og management. Nærmere bestemt spørsmål om hva slags type beite geitene går på i beitesesongen, hvor langt de går, og om de har tilgang på inneareal om natta i beitesesongen, samt lengden på beiteperioden. Videre om tilleggsfôring i beitesesongen, om kjeene går med geitene på beite, og om bøndene ser mer stress i beitesesongen, samt stressende enkelthendelser. Det var også spørsmål om uteareal og lufting av geitene på vinteren. Det var spørsmål knyttet til celletall; hva bonden gjør av tiltak for å holde celletallet nede, hvor ofte det tas melkeprøver og hvor ofte melkesystemet får service.

«Recordingdata»

Viser tall over gjennomsnittlig celletall gjennom året (vår, hele året og beite), antall beitedager, gjennomsnittlig melkemengde hos yngre og eldre geiter, utetilgang om vinter, antall førstegangskjeere og utskiftningsprosent i besetningen.

Inklusjonskriterier for hvilke besetninger som er tatt med

I 2021 var det 271 bruk med melkegeit i Norge (SSB, 2024c). TINE sendte ut en spørreundersøkelse i desember 2021 til alle geitemelkprodusenter med registrert e-postadresse i Geitekontrollen, til sammen 252 stykker. Etter tre uker ble det sendt ut en påminnelse om å delta i undersøkelsen. Deltakelsen var frivillig, og av de 252 som hadde fått tilsendt

undersøkelsen var det 103 stykker som svarte. 8 av disse ble ekskludert på grunn av feil i flokk-ID, slik at man ikke kunne koble sammen tankmelkprøvene og flokkdata. 5 besetninger hadde <10 melkeleveranser i beitesesongen og ble ekskludert da de ble sett på som ikke-representative. 2 stykker hadde ikke oppgitt dato for beiteslipp og ble derfor ekskludert. Til sammen ble 15 av 103 produsenter ekskludert, og man satt igjen med et studieutvalg på 88 besetninger.

Statistiske metoder

Data til oppgaven ble utlevert som tre ark i Microsoft Excel. Figurer ble laget i Microsoft Excel på grunnlag av disse dataene, hvor det ble sett etter sammenhenger mellom celletall og bøndenes svar i spørreundersøkelsen. Bøndene ble inndelt i gruppe 1 og 2 etter gjennomsnittlig celletall på beite, hvor gruppe 1 hadde >1 million i gjennomsnitt mens gruppe 2 lå <1 million celler per ml.

I et av spørsmålene oppga bonden dato på enkelthendelser som ga en plutselig stigning i tankcelletallet. Her ble det plukket ut de besetningene som hadde en spesifikk dato, mens de som kun hadde oppgitt et ca. tidspunkt (eks. «slutten av juni») ble ekskludert. Det ble gjort en kvalitativ analyse av svarene på spørsmålet knyttet opp mot celletallet rundt den aktuelle datoen.

I tillegg er de fleste data kjørt gjennom Stata for å kunne gjøre mer avanserte analyser, som å sjekke statistisk signifikans. Det ble brukt en univariabel regresjonsanalyse, også kalt en enkel regresjonsanalyse, for å se etter sammenhenger mellom variabler. Univariabel betyr at det ble brukt én forklaringsvariabel og én responsvariabel. De ulike forklaringsvariablene ble testet opp mot celletall (utfallsvariabel). Dette gir en ujustert P-verdi.

Resultater

Generelt

For den kvalitative analysen ble det valgt å dele bøndene i to hovedgrupper basert på gjennomsnittlig celletall på beite. Gruppe 1 har i snitt >1 000 000 celler per ml, og gruppe 2 har i snitt < 1 000 000 celler per ml. For regresjonsanalysene ble det gjennomsnittlige celletallet i beitesesongen benyttet, da dette er en kontinuerlig variabel.

Celletall og tiltak

Hver av de 88 besetningene har en gjennomsnittsverdi for celletallet årlig, samt for våren og på beitet. Gjennomsnittlig celletall årlig for de 88 besetningene er 778 000 celler/ml. Median er 750 000 celler/ml. Gjennomsnittlig celletall på våren for de 88 besetningene er 493 000 celler/ml. Medianen er 472 000 celler/ml. Ingen av besetningene har et gjennomsnittlig celletall over 1 000 000 på våren. Gjennomsnittlig celletall på beitet for de 88 besetningene er 1 192 000 celler/ml. Median er 1 203 000 celler/ml. Celletallsnivåene for de ulike periodene kan ses i tabell 1. Altså er celletallet mye høyere når geitene går på beite enn det er resten av året. Den laveste gjennomsnittlige celletallsverdien er 191 000 celler/ml på våren. Den høyeste gjennomsnittlige celletallsverdien er 2 086 000 celler/ml på beitet.

Tabell 1: Celletall for de 88 besetningene i de forskjellige periodene.

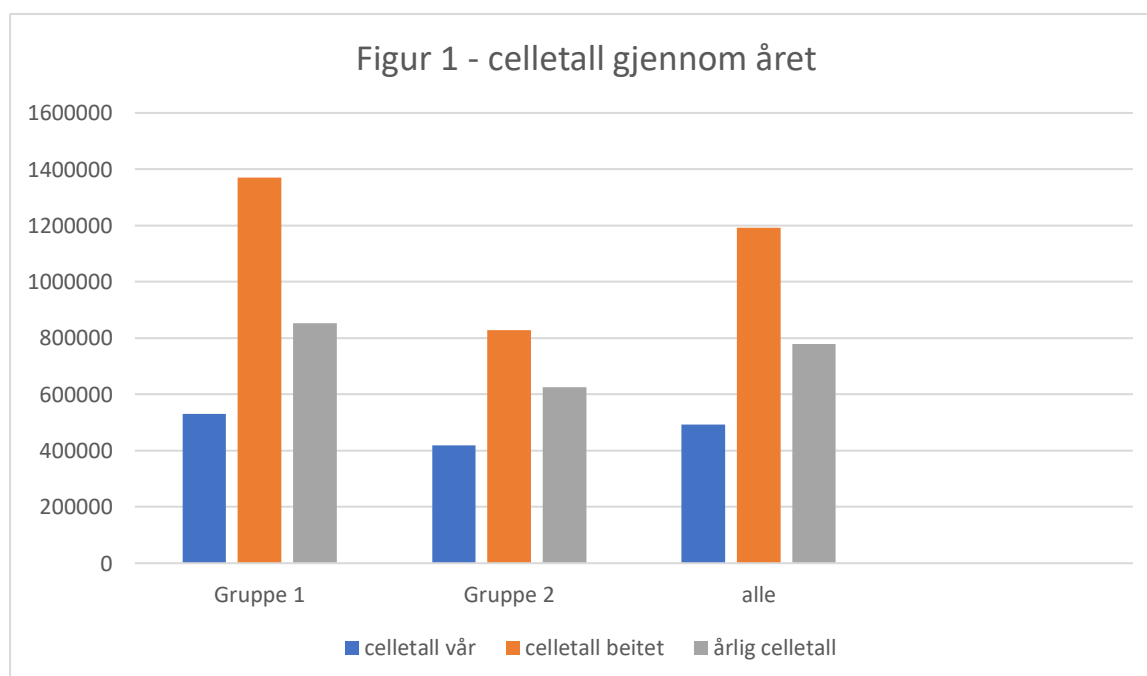
	Celletall/ml		
	Vår	Beite	Årlig
Gjennomsnitt	493 000	1 192 000	778 000
Median	472 000	1 203 000	750 000

Av de 88 besetningene, var det 29 besetninger som hadde et gjennomsnittlig celletall på beitet som lå under en million celler per ml. De resterende 59 besetningene hadde et gjennomsnittlig celletall på beitet som lå over en million celler per ml. Prosentfordelingen ble da henholdsvis 33 % og 67 %, dette kan leses av i tabell 2. Videre blir det fokusert på celletallet på beitet, hvor gruppen med gjennomsnittlig beitecelletall på over en million utgjør gruppe 1 og de med gjennomsnittlig beitecelletall under en million er gruppe 2. Jamfør figur 1 ser man en større stigning i celletall fra vår til beite i gruppe 1 enn i gruppe 2.

Tabell 2: Fordelingen av de 88 besetningene i gruppe 1 og gruppe 2.

	Gruppe 1 >1 000 000 celler/ml	Gruppe 2 <1 000 000 celler/ml
Antall besetninger	59	29
Prosent	67 %	33 %

Figur 1: viser gjennomsnittlig celletall på vår, beitet og hele året. Det er en større økning i celletall for gruppe 1 enn det er for gruppe 2, fra vår til beite.



Det varierer litt hva bøndene gjør før beiteslipp for å holde celletallet nede. I tabell 3 ser man de fire valgalternativene, og hvor mange av besetningene som gjør de ulike tiltakene.

Bøndene kunne velge flere tiltak, samt skrive utfyllende under «andre tiltak». Det var absolutt flest som bruker geitekontrollprøver som grunnlag for utrangering, totalt 63 av besetningene.

Å benytte geitekontrollen til utsjalling av dyr før beiteslipp har en signifikant negativ betydning for celletallet sammenlignet med å ikke gjøre noe ($p < 0,01$). Tilsvarende har det å ta speneprøver før beiteslipp en signifikant negativ betydning for celletallet sammenlignet med å ikke gjøre noe.

Tabell 3: Tabellen viser antallet besetninger som utfører de ulike tiltakene i gruppe 1 og 2.

	Gruppe 1		Gruppe 2	
	Antall besetninger	% av gruppe	Antall besetninger	% av gruppe
Ingen tiltak	10	16,9%	10	34,5%
Tar speneprøver av geiter med høyt celletall, og bruker dette som grunnlag for utrangering eller behandling	21	35,6%	7	24,1%
Brukar geitekontrollprøver som grunnlag for utrangering	43	72,9%	20	69%
Andre tiltak	8	13,6%	6	20,7%

Det er 16 besetninger fra gruppe 2 som skiller ut enkeltindivid som ikke går på tanken i beitesesongen, mens det er 13 besetninger som ikke gjør det. Det er 38 besetninger i gruppe 1 som skiller ut enkeltindivid som ikke går på tanken i beitesesongen, mens 21 besetninger gjør det ikke. I tabell 4 ser man hvor mange besetninger som skiller ut enkeltdyr.

Tabell 4: Fordelingen av besetninger som skiller ut dyr som ikke skal melkes på tanken, og de som ikke gjør det.

	Gruppe 1		Gruppe 2	
	Antall besetninger	% av gruppe	Antall besetninger	% av gruppe
Skiller ut enkeltdyr	38	64,4%	16	55,2%
Skiller ikke ut enkeltdyr	21	35,6%	13	44,8%

Besetningene tar ulikt antall melkekontrollprøve per år. Totalt er det 26 besetninger som tar 0-3 melkekontrollprøve. 16 besetninger tar fire melkekontrollprøve per år, mens 46 av de 88 besetningene tar mer enn fire melkekontrollprøve per år, dette tilsvarer 53,3% av besetningene. I tabell 5 kan man lese hvordan fordelingen av antall melkekontrollprøve per år er, for de to gruppene. Det er en tendens til at de som har flere enn 4 melkekontrollprøve per år har et lavere celletall på beitet, men dette er ikke signifikant ($p=0,054$)

Tabell 5: Fordelingen av hvor mange melkekontrollprøve som blir tatt i de to gruppene.

	Gruppe 1		Gruppe 2	
	Antall besetninger	% av gruppe	Antall besetninger	% av gruppe
0-3 melkeprøver	18	30,5%	8	27,6%
4 melkeprøver	13	22%	3	10,3%
>4 melkeprøver	28	47,5%	18	62,1%
Totalt antall besetninger	59	100%	29	100%

Det er en litt større prosentandel av besetningene i gruppe 2 som har årlig service på melkeanlegget, enn det er i gruppe 1. Likevel er det flest i begge grupper som har årlig service på melkeanlegget. I tabell 6 ser man hvordan antall servicer på melkeanlegget fordeler seg i de to gruppene.

Tabell 6: Viser hvor ofte besetningene har service på melkeanlegget.

	Gruppe 1		Gruppe 2	
	Antall besetninger	% av gruppe	Antall besetninger	% av gruppe
Sjelden eller aldri	0	0	2	6,9%
Årlig	40	67,8%	22	75,9%
Hvert 2. år	19	32,2%	5	17,2%

Beite

Gjennomsnittlig antall beitedager er omtrent det samme for begge gruppene. For gruppe 1 er gjennomsnittlig antall beitedager 139 dager og for gruppe 2 er det 137 dager. Se tabell 7.

Tabell 7: Viser gjennomsnittlig antall beitedager for gruppe 1 og 2.

	Gruppe 1	Gruppe 2
Gj.snitt. antall beitedager	138,92	137,31

51 av besetningene har dyrene kun på hjemmebeite, det tilsvarer 58% av de 88 besetningene.

Det er færrest besetninger som har dyrene kun på støl, med 9 besetninger totalt. De resterende 28 besetningene har dyrene på både hjemmebeite og støl. Fordelingen av de ulike beitetypene innad i gruppene er forholdsvis likt, se tabell 8.

Tabell 8: Viser hvor mange besetninger som bruker de ulike beitetypene.

	Gruppe 1		Gruppe 2	
	Antall besetninger	% av gruppe	Antall besetninger	% av gruppe
Hjemmebeite	31	52,5%	20	69%
Støl	6	10,2%	3	10,3%
Både støl og hjemmebeite	22	37,3%	6	20,7%

Det er en stor overvekt av antall besetninger som har tilgang til å gå inn om natta også i beiteperioden. I gruppe 1 er det 25 av besetningene som har tilgang til inneareal på stølen om natta, mens 3 besetninger har ikke det. Av de som går på hjemmebeite har 48 besetninger tilgang til inneareal, og 9 besetninger har ikke det. I gruppe 2 er det 7 av besetningene som har tilgang til inneareale på stølen om natta, mens to besetninger har ikke det. Av de som går på hjemmebeite har 24 besetninger tilgang til inneareale, og 4 besetninger har ikke det. I tabell 9 ser man fordelingen av hvor mange besetninger som har tilgang på inneareale om natta i beiteperioden for de to gruppene. Dersom dyra ikke har tilgang på inneareale om natta beiter de fleste flokkene fritt også om natta, mens noen få besetninger sperrer av et mindre område i nærheten av fjøset.

Tabell 9: Tabellen viser antall besetninger som har løsninger der geitene har mulighet til å være inne på natta i beiteperioden på de ulike beitetypene.

	Gruppe 1	Gruppe 2
Støl ja	25	7
Støl nei	3	2
Hjemmebeite ja	48	24
Hjemmebeite nei	9	4
Totalt antall besetninger i gruppa som har tilgang på å gå inn om natta i beiteperioden	73	31
Totalt antall besetninger i gruppa som ikke har tilgang på å gå inn om natta i beiteperioden	12	6

Av besetningene i gruppe 1 hadde 15 besetninger tilgang på uteareal om vinteren, mens 44 av besetningene hadde ikke tilgang på uteareal. For gruppe 2 hadde 10 besetninger tilgang på uteareal om vinteren, mens 19 besetninger hadde ikke tilgang på uteareal.

Tabell 10: Viser fordelingen i de to gruppene ang. tilgang på uteareal eller ikke vinterstid.

	Gruppe 1		Gruppe 2	
	Antall besetninger	% av gruppe	Antall besetninger	% av gruppe
Uteareal	15	25,4%	10	34,5%
Ikke-uteareal	44	74,6%	19	65,5%

Det er 12 besetninger fra gruppe 2 som tilleggsfører med grovfôr i beitesesongen, 17 av besetningene gjør det ikke. 25 av besetningene fra gruppe 1 tilleggsfører med grovfôr i beiteperioden, mens 34 av besetningene gjør det ikke. 5 av de 37 besetningene som tilleggsfører, gjør det også når dyra er på stølen, resten gjør det når dyra er på hjemmebeite. I tabell 11 ser man fordelingen av besetningene som tilleggsfører eller ikke.

Tabell 11: Viser hvor mange besetninger som tilleggsfører dyra med grovfôr i beiteperioden.

	Gruppe 1		Gruppe 2	
	Antall besetninger	% av gruppe	Antall besetninger	% av gruppe
Får tilleggsføring	25	42,4%	12	41,4%
Får ikke tilleggsføring	34	57,6%	17	58,6%

Totalt er det 51 besetninger som ikke lar kjeene gå med resten av flokken i beiteperioden, mens det er 36 besetninger som lar kjeene gå med resten av flokken (en av de 88 besetningene har ikke svart). Fordelingen av kje med flokken vs. ikke med flokken, kan ses i tabell 12. Det er 26 besetninger fra gruppe 1 som har kjeene med flokken, mens 32 har ikke kjeene med flokken. 10 av besetningene fra gruppe 2 har kje med flokken, mens 19 besetninger har ikke kjeene med flokken.

Tabell 12: Viser hvor mange besetninger som har kjeene med flokken i beiteperioden i de to gruppene.

	Gruppe 1		Gruppe 2	
	Antall besetninger	% av gruppe	Antall besetninger	% av gruppe
Har kjeene med flokken	26	44,2%	10	34,5%
Har ikke kjeene med flokken	32	54,2%	19	65,5%

Bonden fikk spørsmål om hen ser flere tegn til stress i beiteperioden enn det hen gjør ellers. I tabell 13 kan man se hva besetningene svarte. Det er ikke signifikant ($p=0,633$) høyere celletall hos de som ser økt stress sammenlignet med de som ikke observerer stress eller de som ikke legger merke til noe.

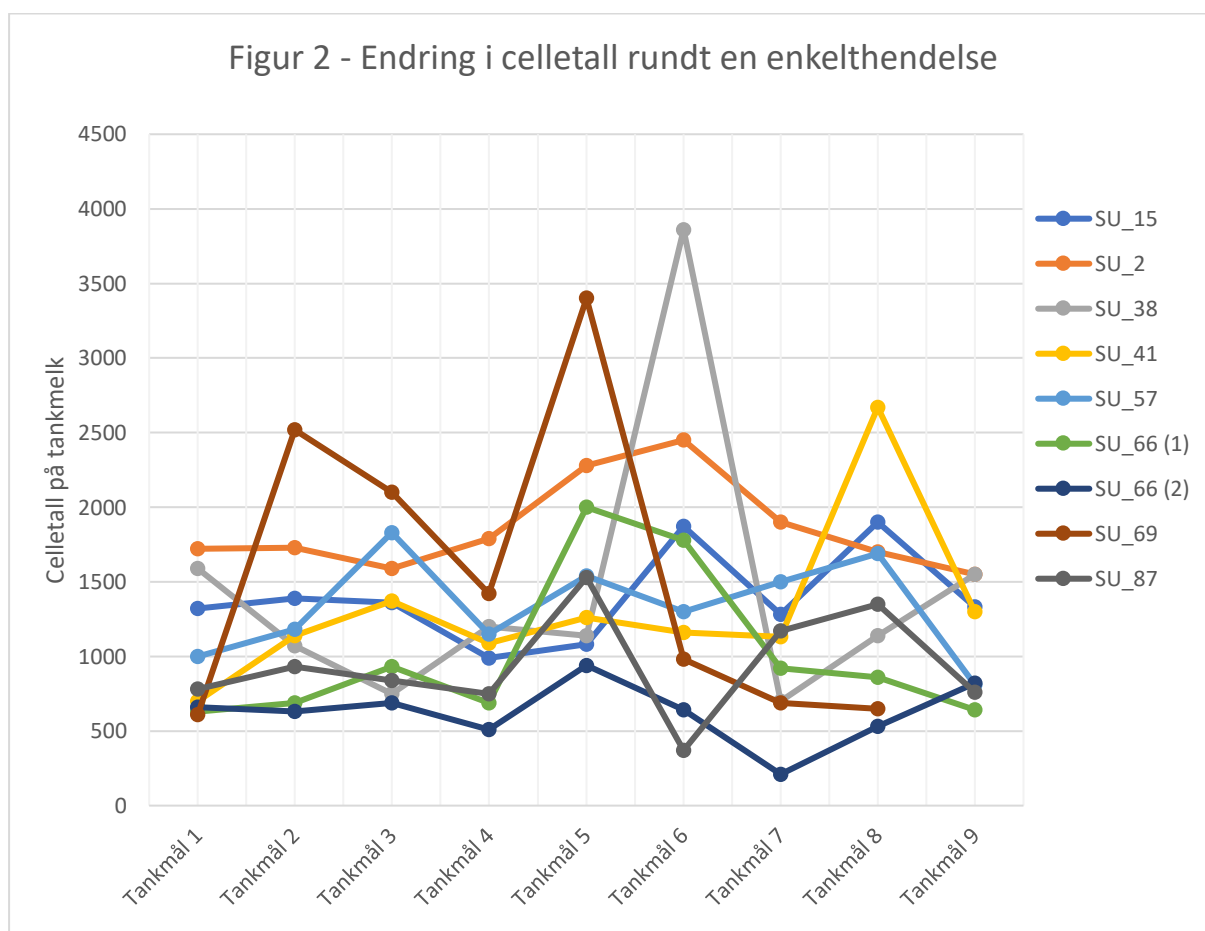
Tabell 13: Viser hvor mange av bøndene som observerer mer stress i beiteperioden

	Gruppe 1		Gruppe 2	
	Antall besetninger	% av gruppe	Antall besetninger	% av gruppe
Ja	5	8,5%	0	0%
Nei, ingen endring i beiteperioden	33	55,9%	15	51,7%
Ser færre tegn til stress i beiteperioden	17	28,8%	13	44,8%
Vet ikke	4	6,8%	1	3,4%

Videre ble det spurt om det var særskilte hendelser på beite dette året (2021) som kunne forklare en celletallsstigning. 22 bønder kunne oppgi at de opplevde dette, hvor unormalt vær, trafikk, turister, hunder/rovdyr og ekstra lange turer på beitet gikk igjen hos flere. 8 bønder

har svart i spørreskjema med nøyaktige datoer for når hendelsen tok sted. 1 bonde har angitt 2 atskilte enkelthendelser. Med utgangspunkt i dette kan man se på målingene av tankmelka før og etter hendelsen. Denne celletallsendringen knyttet til datoene kan ses i figur 2. I tabell 14 er de ulike enkelthendelsene listet opp.

Figur 2: Viser hvordan celletallet endrer seg i tankmelken rundt en enkelthendelse. Det er 9 målinger rundt hver hendelse, hvor «Tankmål 5» er første mål etter hendelsen. Siden tankmelken hentes cirka hver 3. dag, kan det være alt fra 0-3 dager fra hendelsen tok sted til melka ble hentet og målt.



Tabell 14: Tabellen lister opp enkelthendelsene som er brukt i Figur 2.

ID	Særskilt hendelse
SU_15	Lyn og torden
SU_2	Jaget av bil på veien
SU_38	Gikk seg bort i ukjent område, kom ikke hjem til melking
SU_41	Mye turister i fjellet
SU_57	Gikk fra stølen fordi de slo følge med en annen flokk
SU_66 (1)	Utslipp etter å ha stått inne en uke
SU_66 (2)	Ekstra rask springmarsj hjem fra kveldsbeite
SU_69	Utslipp etter å ha stått inne på grunn av dårlig vær
SU_87	Utslipp etter å ha stått inne på grunn av dårlig vær

Et av spørsmålene i spørreundersøkelsen var hvor langt geiteflokkene vandrer i beiteperioden. Her oppga bøndene ca. radius på beiteområdet til geiteflokkene. Fra gruppe 1 er det 24 flokker som vandrer under tre km, og 35 flokker som vandrer mellom tre og ti km. Fra gruppe 2 er det 15 flokker som vandrer under tre km, mens 14 flokker vandrer mellom tre og ti km. Som man ser i tabell 15 er fordelingen ganske lik i de to gruppene.

Tabell 15: Viser hvor langt geitene vandrer i beiteperioden i de to gruppene.

	Gruppe 1		Gruppe 2	
	Antall besetninger	% av gruppe	Antall besetninger	% av gruppe
Under 3 km (antall besetninger)	24	40,7%	15	51,7%
Mellom 3 og 10 km (antall besetninger)	35	59,3%	14	48,3%

Diskusjon

Styrker og svakheter ved oppgaven

Teststyrke

Det ble funnet en signifikant sammenheng; antall melkeprøver og celletall på vårbeite. Man kan noen steder se tendenser til sammenheng mellom celletall og variabel, men disse kan ikke påvises signifikant. Det er dermed vanskelig å forkaste H_0 ; at det er ingen sammenheng mellom celletall og forklaringsvariabel. For denne oppgaven kan man øke teststyrken ved å øke antall besetninger som er med. I spørreundersøkelsen er det mange åpne spørsmål og mange ulike svar, så et forbedringspunkt kan være å ha mer spesifikke spørsmål, slik at det blir lettere å sammenligne de forskjellige besetningene. Styrken kan økes ved at svaralternativene blir færre slik at variasjonen går ned.

Tilfeldige og systematiske feil (bias) og intern validitet

Datasettet som er utlevert har en stor variasjon, som gir stor sannsynlighet for tilfeldige feil. For å unngå dette behøver man da ha et stort utvalg, noe som er begrenset i denne oppgaven. Det er utført signifikanstesting som gir et konfidensintervall, noe som hjelper til med å luke ut tilfeldige feil.

Studiepopulasjonen bestod av nesten alle geitemelkeprodusenter i Norge i 2021.

Studieutvalget er de som har svart på spørreundersøkelsen. Det kan være en grad av seleksjonsbias for hvem som har svart på oppgaven, f.eks. en overvekt av de som er mest opptatt av å holde celletallet i sjakk og derfor har stor interesse til å være med. Dette kan altså være med å gi et ikke-representativt bilde av den norske geitepopulasjonen. For å motivere flest mulig til å svare ble det sendt ut én påminnelse og delt ut nettbrett til én tilfeldig

deltaker, og man kan anta at man fikk fanget opp noen flere på grunn av dette. Denne seleksjonsbiasen vil trekke litt ned på den interne validiteten.

For å kunne trekke sammenhenger mellom celletall og svar fra undersøkelsen, må målinger og svar være reelle. Det er nok en grad av informasjonsbias i spørreundersøkelsen, da flere av spørsmålene er subjektive, som f.eks. «Ser du flere tegn til stress hos geitene i beiteperioden enn ellers?». Både avsender og produsent kan tolke både spørsmål og svar ulikt. For celletallsmålingene kan det være feil dersom det mangler målinger, eller det har vært tekniske feil. Det er ikke opplyst om noen særskilte feil rundt celletallsmålingene i denne perioden.

Som beskrevet innledningsvis er det veldig mange faktorer som kan påvirke celletallet. Det er ikke utenkelig at det vil være konfundere som påvirker resultatene i datasettet. Et eksempel kan være at det ble funnet en tendens til at de som har >4 melkekontrollprøver i året har lavere celletall. Det kan da tolkes som at målingene i seg selv påvirker celletallet, noe de ikke gjør. Dette skyldes heller trolig motivasjonen til bonden; at de som tar mange melkekontrollprøver også er opptatt av management og tiltak for å holde celletallet nede, samt at mange melkekontrollprøver gjør det lettere for bonden å identifisere og sette i gang tiltak på geitene med høye celletall.

Generaliserbarhet og ekstern validitet

Hvor godt datasettet representerer den norske geitepopulasjonen avhenger av at studiepopulasjonen og -utvalget gjenspeiler den gjengse norske geitemelkprodusent. Studiepopulasjonen var nesten alle norske geitemelkprodusenter i 2021, og representerer derfor godt hele populasjonen. Som nevnt over kan deltakelsen på spørreundersøkelsen være preget av seleksjonsbias, da det er sannsynlig at de som velger å delta er mer motiverte og

opptatt av problematikk rundt celletall, noe som fører til en dårligere representasjon av geitebesetningene

Celletall og tiltak

Gjennomsnittlig celletall og grupper

Gjennomsnittlig celletall for de 88 besetningene er mye lavere på våren enn det er på beitet. Noe av denne stigningen fra vår til beite kan forklares med hvor i laktasjonen geitene befinner seg. Ettersom de fleste geiter kjeer i januar-mars, vil de fleste geitene ha kommet lengre i laktasjonen når de går på beitet, enn de har på våren. Slik det innledningsvis ble nevnt ble det funnet i den norske studien fra 2021 (Smistad et al., 2021) at celletallet stiger utover sommeren, etter hvert som dyrene kommer lenger ut i laktasjonen.

Økningen i celletall fra vår til beite er forskjellig mellom gruppe 1 og gruppe 2. Det er en større økning for gruppe 1, enn det det er for gruppe 2. Som man kan lese av resultatene i figur 1, er det relativt likt gjennomsnittlig celletall for de to gruppene på våren, mens forskjellen på beitet er mye større.

Tiltak før beiteslipp

Det har en signifikant negativ sammenheng mellom celletallet og å benytte geitekontrollen til utsjalling av dyr og ta speneprøver før beiteslipp, sammenlignet med å ikke gjøre noe ($p < 0,01$). Dette kan tolkes til at det ikke har noen betydning på om celletallet går opp på beite, dersom man gjør tiltak før beiteslipp. Videre kan man tolke det slik at celletallsproblematikken som ses i beiteperioden har en annen forklaring enn celletall før beiteslipp.

Bøndene svarer også at de har diverse andre tiltak de praktiserer. Det har ikke blitt undersøkt hvordan hvert enkelt av disse tiltakene påvirker celletallet i denne oppgaven. Flere av disse tiltakene er knyttet opp mot det å redusere stress hos geitene, f.eks. gradvise overganger til å være ute i beitesesongen og å ta dyra inn igjen tidligere ved dårlig vær. Dersom stress kan gi en forbigående celletallsøkning (se diskusjonsdelen angående stress), er det mulig at noen av disse tiltakene kan ha effekt på celletallet.

Utskilling av enkeltdyr som ikke går på tanken i beiteperioden

Det er en litt større prosentandel i gruppe 1 som skiller ut melk fra dyr som ikke skal melkes på tanken, men forskjellen er ikke statistisk signifikant ($p=0,222$). Det er ikke oppgitt noe om hvor høyt celletall geitene har når bonden velger å ikke ha de på tanken lenger. Her vil det kunne variere om bonden tar geita av tanken tidlig, slik at det blir et forebyggende tiltak før tankcelletallet blir for høyt, eller om bonden venter til han har et problem med for høyt celletall på tanken, før han tar bort dyrene med høyest celletall. Dette kan være en årsak til hvorfor det ses en liten forskjell på de to gruppene. Dette kunne det vært et mer spesifikt spørsmål i spørreundersøkelsen, om hvor høyt celletall den individuelle geita har når den tas av tanken, samt tankcelletallet i den aktuelle perioden.

Melkeprøver

Det er en tendens til at de som har flere enn 4 melkekontrollprøver per år har et lavere celletall på beitet, men dette er ikke signifikant ($p=0,054$). Det å ta mange melkekontrollprøver gjør det lettere for bonden å plukke ut de geitene som har høye celletall. En forklaring kan være at bønder som tar mange prøver er mer opptatt av å ha et lavt celletall, og derfor også gjør en større innsats knyttet til celletallet. Tendensen kan derfor være forårsaket av bias, og derfor ikke nødvendigvis være reell. Videre kunne det vært nyttig å undersøke andre fellestrekk hos produsentene, spesielt rutiner og håndtering av dyrene.

Dersom flere besetninger hadde svart på spørreundersøkelsen kunne kanskje resultatet vært litt annerledes.

Det ble også funnet at de som tar flere enn fire melkekontrollprøver per år har signifikant ($p < 0,05$) lavere celletall på våren, enn de som har 0-3 melkeprøver. Dette er da knyttet opp mot celletallet på våren, og ikke celletallet på beitet. Det å ta flere enn 4 melkekontrollprøver kan være med å bidra til et lavere utgangspunkt på våren, men sier ikke noe om hvorfor det skjer et hopp i celletall når dyrene slippes på beite.

Service melkeanlegg

Det ble ikke funnet noen sammenheng mellom hvor ofte det utføres service på melkeanlegget og celletall. Fordelingen var omtrent lik i begge gruppene.

Forhold på beitet

Antall beitedager

Det ble ikke funnet noen sammenheng mellom antall beitedager og celletall. Gjennomsnittlig antall beitedager var så og si likt i begge grupper.

Type beite og tilleggsfôring

Det er en forholdsvis lik fordeling av type beiter i de to gruppene. Gruppe 2 har en noe større andel besetninger som har dyrene kun på hjemmebeite i forhold til gruppe 1. Gruppe 1 har en større andel besetninger som har dyrene både på støl og hjemmebeite sammenlignet med gruppe 2. Det kunne vært nyttig å se nærmere på besetningene som bruker både støl og hjemmebeite, og om det finnes årsaker her som kan være med å påvirke celletallet.

På stølen er forholdene ofte enkle og det meste er mer tungvint enn det er hjemme på gården, og det kan tenkes at det kreves mer for å kunne gjennomføre tiltak for å holde celletallet nede. Det kunne vært interessant å sett mer på hvor mye dyrene påvirkes av å bli fraktet til sommerbeite, og om det da er forskjeller mellom støl og hjemmebeite. Enkelte støler har også samdrift, noe som gjør at det er usikkert om tankmelken representerer én eller flere besetninger i beiteperioden.

Det er omtrent likt i begge grupper om det tilleggsføres eller ikke. Kun 5 av de 37 som tilleggsfører, tilleggsfører også på stølen. Det trengs mer forskning på hvordan selve fôringen påvirker celletallet. Har det noe å si hva geitene spiser, eller er det andre forhold ved beitet som fører til den kraftige økningen i celletallet på beitet, er spørsmål som hadde vært interessante å undersøke nærmere.

Tilgang på inneareal om natta i beiteperioden

Det er et stort flertall av besetningene som har løsninger der geitene har tilgang på inneareal også om natten i beiteperioden. Dette er forholdsvis likt fordelt innad i gruppe 1 og gruppe 2. For å kunne se om dette har en direkte sammenheng med celletallet, kreves det mer forskning der forholdene ellers er like. For eksempel kan det være mulig at oppstallingen kan føre til mer eller mindre stress hos geitene, noe som igjen kan påvirke celletallet.

Tilgang på uteareal i innefôrings sesongen

En større prosentandel av besetningene i gruppe 2 har tilgang på uteareal enn det er i gruppe 1. – men sammenhengen mellom tilgang på uteareal og celletall er ikke signifikant ($p=0,149$). Det er naturlig å tro at det er mindre stressende for geitene å bli sluppet på beite dersom de er vant til å være ute også om vinteren. Om dyrene er vant til å bli flyttet ut og inn fra før, oppleves kanskje overgangen til beitet mindre stressende. Overgangen til beitet kan også være

forbundet med mindre fysisk påkjenning og mindre mekanisk stress på selve jurkjertlene, dersom geitene er mer aktive i inneførringsperioden.

Kje med flokken

Litt over halvparten av besetningene i både gruppe 1 og gruppe 2 har ikke kjeene gående med flokken. Fordelingen var forholdsvis lik for de to gruppene; 65,5% av gruppe 2 og 54,2% av gruppe 1 hadde ikke kjeene med flokken. I en studie fra 2019 (Fernández et al., 2019) ble det sett på hvilken effekt to ulike oppdrettssystemer har for produksjonen fra geiter. Geitene i studien ble delt i to grupper; i den ene gruppen ble kjeene tatt fra mor umiddelbart og flasket opp, mens i den andre gruppa gikk ett kje med fri tilgang på melk hos mor fram til 6 ukers alder. I studien ble det funnet at melkesammensetningen og innholdet av celler i melka ikke ble påvirket av om geita ble fratatt kjeet eller gikk med 1 kje (Fernández et al., 2019). Dette stemmer med funnene i denne oppgaven, og det antas at kjeene som går med flokken har liten eller ingen innvirkning på tankcelletallet i beiteperioden.

Stress

I en studie fra 2019 (Mehdid et al., 2019) ble det sett på hvilken effekt akutt stress kan ha på celletallet, melkemengde og sammensetningen av melka. Stresspåvirkningen var i form av en bjeffende hund, og påvirkningen varte i 20 minutter. I studien ble det funnet at stress kan gi en betydelig økning i celletallet til geiter i tredje, eller høyere, laktasjon. Stresset i den overnevnte studien påvirket derimot ikke yngre geiter (Mehdid et al., 2019). Dette stemmer også overens med en studie (Romero et al., 2015) fra 2015 der det blant annet ble målt celletall i melka gjennom døgnet hos to grupper med geiter. Den ene gruppen ble utsatt for stress (bjeffende hund), mens den andre var kontrollgruppe. Det ble ikke funnet signifikant høyere celletall hos geitene som ble utsatt for stressoren. I overnevnte studie ble det kun brukt

geiter som var i første laktasjon. Dette kan tyde på at celletallsøkninger knyttet til stress er forskjellige for ulike aldersgrupper.

I den overnevnte studien fra 2019 (Mehdid et al., 2019) ble det også funnet at både infiserte og ikke-infiserte kjertler ble påvirket av stress, og at økningen var forbigående, da celletallet gikk ned igjen i løpet av noen dager.

En annen studie fra 2023 (Vasconcelos et al., 2023) så på hvordan akutt og kumulativt stress påvirker genuttrykket i kjertelvevet, og interaksjoner med fysiologiske responser og melkeproduksjon. Studien ble utført på to grupper Saanen-geiter. Det var en kontrollgruppe, og en gruppe geiter som ble utsatt for ulike typer miljøstress. I studien ble geitene utsatt for bla. varmestress, klauvklipping og eksponering for regn. Resultatene i denne studien viste at det var en signifikant økning i kortisol under stresspåvirkningen, sammenlignet med kontrollgruppen. Videre viste studien at det var en signifikant effekt av stressfaktorene på det somatiske celletallet, og gjennomsnittlig celletall var høyere for geiter utsatt for stress, enn det var for kontrollgruppen (Vasconcelos et al., 2023).

Noen av bøndene som har svart på spørreundersøkelsen erfarer at stressende hendelser gir en forbigående økning i celletallet, som vist i figur 2. Dette stemmer godt med hva annen forskning har vist (Mehdid et al., 2019). Selv om det ikke ble funnet signifikant sammenheng ($p=0,633$) mellom det å observere høyere stress på beite og celletall i vår oppgave, er det naturlig å tro at stress også kan ha hatt en større betydning. Det er usikkerhet knyttet til hva en bonde tolker som stress for sine geiter, da dette er subjektivt. Bøndene vil trolig ha ulike oppfatning på hva som er stress, og det vil også variere hvor mye bonden observerer. Dyrene vil trolig kunne bli stresset av noe, uten at bonden legger merke til dette. Hva dyrene er vant

til kan også være med på å påvirke hvordan de håndterer en stressende situasjon, og derfor også hvor stresset de blir. Det er også naturlig å tro at det oppstår flere stressede situasjoner på beitet, enn det gjør i inneførringsperioden. Aktuelle stressende faktorer i beitesesongen kan være at dyrene jages eller skremmes av bla. andre beitedyr, løse hunder, turister eller rovdyr. Trafikk, flytting og dårlig vær kan også oppleves stressende for geitene. Det kan også diskuteres om det er det fysiologiske stresset som fører til høye celletall, eller om at slike hendelser gir mer uro og bevegelse som gir et mekanisk stress på juret.

Den bonden i datasettet som har det laveste celletallet på beitet, har et gjennomsnittlig celletall på ca 340 000 celler/ml. Dette er under det som kan regnes som et representativt gjennomsnittlig celletall (Smistad et al., 2021), og viser at det er mulig å holde et lavt celletall også i beiteperioden. Det burde forskes mer på hvordan noen besetninger klarer å holde et lavere celletall. Da kan det være aktuelt å se nærmere på hva som finnes av stressende elementer i deres beitemiljø, og knytte hendelser opp mot celletallet. Samtidig kan man se på besetninger som sliter med høye celletall på beitet, og knytte stressende hendelser opp mot celletallet. Dersom man klarer å finne årsaker til hva som gir celletallsøkninger, kan dette hjelpe bonden å forebygge, og kanskje redusere mengden stress på beitet.

Vandring i beiteperioden

Det ikke er noen signifikant forskjell ($p=0,208$) i celletallet på beitet for de flokkene som vandrer under 3 km og de som vandrer over 3 km. Dette kan tolkes til at det ikke er det fysiske stresset ved å vandre langt, som gir en økning i celletall på beitet.

Konklusjon

Celletallet stiger mye i beitesesongen hos mange besetninger. Det var lite forskjeller i beitebruk og management hos produsenter med jevnt over veldig høye celletall og de som klarer å holde celletallet lavt gjennomsnittlig. Mange faktorer kan være med på å påvirke celletallet. Det ble ikke funnet noen ikke-infeksiøse årsaker med statistisk signifikant sammenheng med celletallet i beiteperioden. Det kan ses en tendens til at antall melkeprøver har en sammenheng med lavere celletall ($p=0,054$). Dette skyldes andre forhold ved drifta enn selve melkeprøvene, da prøvetaking i seg selv ikke har en direkte påvirkning på celletallet. For eksempel er det enklere for bønder som tar prøver ofte, å sjalte ut enkeltindivider med høyt celletall, noe som igjen vil påvirke datamaterialet. Det var ingen statistisk signifikant sammenheng mellom stress og celletall, men mye tyder likevel på at det er en sammenheng. Spesielle enkelthendelser kan ha ført til stigning i celletallet, og det bør forskes mer på ikke-infeksiøse årsaker som kan påvirke celletallet i beiteperioden, og stressende situasjoner er spesielt aktuelt. Det bør tas enkeltspenep prøver fra geiter med høyt celletall, slik at man får kartlagt smittepresset i besetningen.

Takk til bidragsytere

Vi ønsker gjerne å gi en stor takk til veileder Erik Georg Granquist for god veiledning og støtte gjennom hele perioden. Takk til Marit Smistad og Ragnhild Aabø Inglingstad for tilgang til data fra TINE. Vi ønsker også å takke Kristin Bjørnvold Heggheim for korrekturlesning.

Summary

Title: Non-infectious causes of high somatic cell count in goatmilk

Authors: Solveig Heggheim and Ingrid Steffensen

Supervisor: Erik Georg Granquist, Institute for Production Animal Medicine

Somatic cell count (SCC) in goats increases in the pasture season in Norway. This study looks at connections between non-infectious causes and high somatic cell count. The foundation of the study is a questionnaire survey from TINE which includes answers from 88 goat milk farmers, included information about somatic cell count through the lactation, herdsize etcetera for the farmers.

It was not found any statistical significance between any of the non-infectious causes and high SCC while on pasture. There is a tendency that those who have more than 4 milk control samples per year have a lower SCC on pasture, but this tendency is not significant ($p=0,054$). Particularly events on pasture, like chasing and being let out, tends to show a passing increase in the SCC. It is a need for more research around the rises of SCC on pasture, especially around stressful events, and charting of how some farms manage to keep a low SCC even on pasture.

Referanser

- Bjørnerås, T. (2010). Tilslaget avhengig av mange faktorer. *Sau og Geit*, 3/2010.
- Casamassima, D., Sevi, A., Palazzo, M., Ramacciato, R., Colella, G. E. & Bellitti, A. (2001). Effects of two different housing systems on behavior, physiology and milk yield of Comisana ewes. *Small Ruminant Research*, 41 (2): 151-161. doi: [https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(01\)00201-2](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(01)00201-2).
- Castro, N., Suarez-Trujillo, A., Gonzalez-Cabrera, M., Hernandez-Castellano, L. E. & Argüello, A. (2023). Goat lactation research as a gateway for the development of the dairy goat industry. *Animal Frontiers*, 13 (3): 108-111. doi: 10.1093/af/vfad005.
- Dulin, A. M., Paape, M. J., Schultze, W. D. & Weinland, B. T. (1983). Effect of Parity, Stage of Lactation, and Intramammary Infection on Concentration of Somatic Cells and Cytoplasmic Particles in Goat Milk. *Journal of Dairy Science*, 66 (11): 2426-2433. doi: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(83\)82101-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(83)82101-8).
- Dyreprat. (2023). *Friskere geiter*. Tilgjengelig fra: <https://www.dyreprat.no/smafe/friskere-geiter> (lest 19.04.2024).
- Eknæs, M., Kolstad, K., Volden, H. & Hove, K. (2006). Changes in body reserves and milk quality throughout lactation in dairy goats. *Small Ruminant Research*, 63 (1): 1-11. doi: <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2004.11.016>.
- Falk, M. & Hofshagen, M. (red). (2020). *Dyrehelserapporten 2019*. Tilgjengelig fra: <https://www.vetinst.no/rapporter-og-publikasjoner/rapporter/2020/dyrehelserapporten-2019> (lest 20.04.2024).
- Falk, M., Reiersen, A., Wolff, C., Sviland, S., Jonsson, M., Press, M. M., Heier, B. T., Lundberg, H. & Hofshagen, M. (red). (2021). *Dyrehelserapporten 2020*. Tilgjengelig fra: <https://www.vetinst.no/rapporter-og-publikasjoner/rapporter/2021/dyrehelserapporten-2020> (lest 20.04.2024).
- Falk, M., Reiersen, A., Wolff, C., Klem, T. B., Jonsson, M., Heier, B. T., Press, M. M. & Hofshagen, M. (red). (2022). *Dyrehelserapporten 2021*. Tilgjengelig fra: <https://www.vetinst.no/rapporter-og-publikasjoner/rapporter/2022/dyrehelserapporten-2021> (lest 18.04.2024).
- Falk, M., Reiersen, A., Wolff, C., Heier, B. T., Paulson, B. & Hofshagen, M. (red). (2023). *Dyrehelserapporten 2022*. Tilgjengelig fra: <https://www.vetinst.no/rapporter-og-publikasjoner/rapporter/2023/dyrehelserapporten-2022> (lest 23.04.2024).
- Falk, M., Reiersen, A., Wolff, C., Heier, B. T., Paulson, B. & Hofshagen, M. (red). (2024). *Dyrehelserapporten 2023*. Tilgjengelig fra: <https://www.vetinst.no/rapporter-og-publikasjoner/rapporter/2024/dyrehelserapporten-2023> (lest 25.04.2024).
- Fernández, N., Palomares, J. L., Pérez-Baena, I., Rodríguez, M. & Peris, C. (2019). Effect of the rearing system on financial returns from Murciano-Granadina breed goats. *Animal*, 13 (8): 1730-1735. doi: 10.1017/s1751731118003336.
- Friend, T. H. (1980). Stress: What is it and how can it be quantified? *International Journal for the Study of Animal Problems*, 1 (6): 366-374.
- Gesase, A. P. & Satoh, Y. (2003). Apocrine secretory mechanism: recent findings and unresolved problems. *Histol Histopathol*, 18 (2): 597-608. doi: 10.14670/hh-18.597.

- Haenlein, G. F. W. (2002). Relationship of somatic cell counts in goat milk to mastitis and productivity. *Small Ruminant Research*, 45 (2): 163-178. doi: [https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(02\)00097-4](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(02)00097-4).
- Inglingstad, R. A. (2021a). *Celletall i geitemelk*. Tilgjengelig fra: <https://medlem.tine.no/fag-og-forskning/celletall-i-geitemelk> (lest 06.05.2024).
- Inglingstad, R. A. (2021b). *Frie fettsyrer i melk*. Tilgjengelig fra: <https://medlem.tine.no/fag-og-forskning/frie-fettsyrer-i-melk> (lest 06.05.2024).
- Kvamsås, H. (2018). Mjølke kvalitet i beiteperioden. *Sau og Geit*, 3/2018.
- Leine, N., Sølverød, L., Kulberg, S. & Djonne, B. (2005). Friskere geiter - målsetting og resultat.
- Leitner, G., Lavon, Y., Matzrafi, Z., Benun, O., Bezman, D. & Merin, U. (2016). Somatic cell counts, chemical composition and coagulation properties of goat and sheep bulk tank milk. *International Dairy Journal*, 58: 9-13. doi: <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2015.11.004>.
- Landbruks- og matdepartementet (LMD) (2005). *Forskrift om velferd for småfe av 18. februar 2005 nr.160*. Tilgjengelig fra: https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2005-02-18-160/KAPITTEL_5#%C2%A724 (lest 29.04.2024).
- Lanbruks- og matdepartementet (LMD) (2022). *Forskrift som utfyller dyrehelseforskriften med bestemmelser om forflytning av landdyr, rugeegg og animalske produkter fra landdyr i EØS-området (Landdyrforflytningsforskriften) av 7. april 2022 nr. 636*. Tilgjengelig fra: https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2022-04-07-636/** (lest 25.04.2024).
- Maristela, R., Natalia, R., Gerardo, C., Jordi, S. & Gabriel, L. (2015). Effect of subclinical intramammary infection on milk quality in dairy sheep: I. Fresh-soft cheese produced from milk of uninfected and infected glands and from their blends. *Small Ruminant Research*, 125: 127-136. doi: <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2015.02.019>.
- Mehdid, A., Martí-De Olives, A., Fernández, N., Rodríguez, M. & Peris, C. (2019). Effect of stress on somatic cell count and milk yield and composition in goats. *Research in Veterinary Science*, 125: 61-70. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2019.05.015>.
- Nagel-Alne, G. E., Asheim, L. J., Hardaker, J. B., Sølverød, L., Lindheim, D. & Valle, P. S. (2014). The Norwegian Healthier Goats programme – A financial cost-benefit analysis. *Preventive Veterinary Medicine*, 114 (2): 96-105. doi: <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2014.02.002>.
- Nagel-Alne, G. E., Krontveit, R., Bohlin, J., Valle, P. S., Skjerve, E. & Sølverød, L. S. (2014). The Norwegian Healthier Goats program—Modeling lactation curves using a multilevel cubic spline regression model. *Journal of Dairy Science*, 97 (7): 4166-4173. doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7228>.
- NIBIO. (u.å). *Geit*. Tilgjengelig fra: <https://www.nibio.no/tema/mat/husdyr/genetiske-ressurser/bevaringsverdige-husdyrraser/geit> (lest 26.04.2024).
- Norsk melkeråvare. (u.å.-a). *Melkekvoter*. Tilgjengelig fra: <https://www.xn--norskmelkervare-rlb.no/melkekvoter> (lest 03.05.2024).
- Norsk melkeråvare. (u.å.-b). *Melkeleveranser*. Tilgjengelig fra: <https://www.xn--norskmelkervare-rlb.no/melkeleveranser> (lest 02.05.2024).
- Norsk melkeråvare. (u.å.-c). *Priser*. Tilgjengelig fra: <https://www.xn--norskmelkervare-rlb.no/priser> (lest 28.04.2024).

- Norsk Sau og Geit (NSG) (u.å). *Geiterasene i Norge*. Tilgjengelig fra: <https://www.nsg.no/geit/geiteraser/geiteraser-i-norge/> (lest 26.04.2024).
- Norsk Sau og Geit (NSG) (u.å.). *Organisering av geiteavl*. Tilgjengelig fra: <https://www.nsg.no/geit/geiteavl/> (lest 21.04.2024).
- Nudda, A., Carta, S., Battacone, G. & Pulina, G. (2023). Feeding and Nutritional Factors That Affect Somatic Cell Counts in Milk of Sheep and Goats. *Vet Sci*, 10 (7). doi: 10.3390/vetsci10070454.
- Podhorecká, K., Borková, M., Šulc, M., Seydlová, R., Dragounová, H., Švejcarová, M., Peroutková, J. & Elich, O. (2021). Somatic Cell Count in Goat Milk: An Indirect Quality Indicator. *Foods*, 10 (5). doi: 10.3390/foods10051046.
- Paape, M. J., Wiggans, G. R., Bannerman, D. D., Thomas, D. L., Sanders, A. H., Contreras, A., Moroni, P. & Miller, R. H. (2007). Monitoring goat and sheep milk somatic cell counts. *Small Ruminant Research*, 68 (1): 114-125. doi: <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2006.09.014>.
- Romero, G., Restrepo, I., Muelas, R., Bueso-Ródenas, J., Roca, A. & Díaz, J. R. (2015). Within-day variation and effect of acute stress on plasma and milk cortisol in lactating goats. *J Dairy Sci*, 98 (2): 832-9. doi: 10.3168/jds.2014-8052.
- Seterkultur. (u.å). *Hva er ei seter?* Tilgjengelig fra: <https://www.seterkultur.no/seterkultur/hva-er-ei-seter/#prosjekt-kap-1> (lest 02.05.2024).
- Sjaastad, Ø. V., Sand, O. & Hove, K. (2016). *Physiology of Domestic Animals*. 3. utg. Oslo: Scandinavian Veterinary Press.
- Skeie, S. B. (2014). Quality aspects of goat milk for cheese production in Norway: A review. *Small Ruminant Research*, 122 (1): 10-17. doi: <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2014.07.012>.
- Smistad, M., Sølverød, L., Inglingstad, R. A. & Østerås, O. (2021). Distribution of somatic cell count and udder pathogens in Norwegian dairy goats. *J Dairy Sci*, 104 (11): 11878-11888. doi: 10.3168/jds.2021-20549.
- Statistisk Sentralbyrå (SSB) (2024a). *Gardsbruk, jordbruksareal og husdyr. Tabell 1: Dyretal per jordbruksbedrift med vedkomande husdyr, etter fylke og bruksstorleik*. Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/jord-skog-jakt-og-fiskeri/jordbruk/statistikk/gardsbruk-jordbruksareal-og-husdyr> (lest 26.04.2024).
- Statistisk Sentralbyrå (SSB) (2024b). *Gardsbruk, jordbruksareal og husdyr. Tabell 2: Husdyr*. Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/jord-skog-jakt-og-fiskeri/jordbruk/statistikk/gardsbruk-jordbruksareal-og-husdyr> (lest 26.04.2024).
- Statistisk Sentralbyrå (SSB) (2024c). *Tabell 05907: Jordbruksbedrifter med ymse husdyrslag, etter jordbruksareal i drift 2000-2023*. Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/statbank/table/05979/> (lest 26.04.2024).
- Statistisk Sentralbyrå (SSB) (2024d). *Tabell 11507: Husdyr, etter husdyrslag (F) 1969-2023*. Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/statbank/table/11507/> (lest 26.04.2024).
- Stocco, G., Pazzola, M., Dettori, M. L., Cipolat-Gotet, C., Summer, A. & Vacca, G. M. (2019). Variation in caprine milk composition and coagulation as affected by udder health indicators. *International Dairy Journal*, 98: 9-16. doi: <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2019.06.005>.

- Sørli, T. S. (2014, 9. april). "Friskere geiter" mot mål. *Bondebladet*. Tilgjengelig fra: <https://www.bondebladet.no/friskere-geiter-mot-mal/s/23-150-92266> (lest 19.04.2024).
- TINE. (2024). *Statistikksamling for ku- og geitekontrollen 2023*. Tilgjengelig fra: <https://medlem.tine.no/aktuelt-fra-tine/statistikksamling-for-ku-og-geitekontrollen-2023> (lest 27.04.2024).
- TINE. (u.å.-a). *Bakterier*. Tilgjengelig fra: <https://medlem.tine.no/melk/bakterier> (lest 06.05.2024).
- TINE. (u.å.-b). *Celler*. Tilgjengelig fra: <https://medlem.tine.no/melk/celler> (lest 24.04.2024).
- TINE. (u.å.-c). *Husdyrkontrollen*. Tilgjengelig fra: <https://medlem.tine.no/gard-og-drift/husdyrkontrollen> (lest 22.04.2024).
- TINE. (u.å.-d). *Medisinrester*. Tilgjengelig fra: <https://medlem.tine.no/melk/medisinrester> (lest 06.05.2024).
- TINE. (u.å.-e). *Melke kvalitet*. Tilgjengelig fra: <https://medlem.tine.no/melk>.
- TINE. (u.å.-f). *Melkepris og satser*. Tilgjengelig fra: <https://medlem.tine.no/melk/regelverk-og-melkepris/melkepris-og-satser> (lest 30.04.2024).
- TINE. (u.å.-g). *Slik analyserer vi melka*. Tilgjengelig fra: <https://medlem.tine.no/melk/slik-analyserer-vi-melka> (lest 06.05.2024).
- TINE. (u.å.-h). *Slik har geita det i Norge*. Tilgjengelig fra: <https://www.tine.no/dyrevelferd/geita-et-spennende-dyr> (lest 02.05.2024).
- TINE. (u.å.-i). *Sporer*. Tilgjengelig fra: <https://medlem.tine.no/melk/sporer> (lest 06.05.2024).
- TINE. (u.å.-j). *Urea i melk* (lest 06.05.2024).
- Vas, J. & Bøe, K. E. (2021). *Mangfolk i norsk geitehold og behov for faglig informasjon*. Tilgjengelig fra: <https://medlem.tine.no/fag-og-forskning/mangfold-i-norsk-geitehold-og-behov-for-faglig-informasjon> (lest 26.04.2024).
- Vasconcelos, M. L., Silva, P. D. S., Hooper, H. B., Merighe, G. K. F., Oliveira, S. A. & Negrão, J. A. (2023). Effect of Acute and Cumulative Stress on Gene Expression in Mammary Tissue and Their Interactions with Physiological Responses and Milk Yield in Saanen Goats. *Animals (Basel)*, 13 (23). doi: 10.3390/ani13233740.
- Ådnøy, T. (2014). The dairy goat industry in Norway: Challenges in a historical perspective. *Small Ruminant Research*, 122 (1): 4-9. doi: <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2014.07.011>.



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Postboks 5003
NO-1432 Ås
67 23 00 00
www.nmbu.no