



NMBU Veterinærhøgskolen
Institutt for produksjonsdyrmedisin
Seksjon for ambulatorisk klinikk og besetningsmedisin

Norges miljø- og biovitenskapelige universitet

Fordypningsoppgave 2021,

Sammenheng mellom TINES Dyrevelferdsindikator og melkekvalitet på besetningsnivå i norske melkekubesetninger

Associations Between a Novel Animal Welfare Index
and Milk Quality on Herd Level in Norwegian Dairy
Herds

Forfattere:
Emma Jensen, Johanne Osen og Signe Versto
Kull 2015

Veileder:
Camilla Kielland, Ingrid Hunter Holmøy

Innhold

Sammendrag.....	5
Definisjoner og forkortelser	6
Innledning.....	8
Dyrevelferdsbegrepet	8
Forbrukeroppfatninger om dyrevelferd.....	9
Velferdsprotokoller	10
Fra individnivå til besetningsnivå	11
Nye metoder for vurdering av dyrevelferd.....	12
TINEs Dyrevelferdsindikator	14
Oppbygning av Dyrevelferdsindikatoren	15
Melkekvalitet.....	17
Celletall i melk	17
Bakterier	18
Sporer	19
Frie fettsyrer	20
Frysepunkt.....	21
Fett, protein og laktose	22
Urea	24
Medisinrester.....	25
Assosiasjoner mellom dyrevelferd og melkekvalitet hos kyr	25
Formål	27
Materiale og metoder	27

Studieutvalg.....	27
Utfallsvariabler.....	28
Statistisk metode	29
Resultater.....	30
Seleksjonsprosess for studieutvalget.....	30
Deskriptiv statistikk.....	30
Gruppekarakteristikk.....	32
Statistisk analyse	33
t-test for gjennomsnitt av melkekvalitetsvariabler.....	33
Sammenhengen mellom indikatorbidrag celletall >200 000 og celletall i tankmelk.....	34
Bakterietall og driftsform	34
Diskusjon.....	35
Celletall	35
Bakterietall	37
Fett.....	38
Frysepunkt.....	40
Laktose	40
Frie fettsyrer	41
Urea	41
Protein	42
Teststyrke	42
Begrensninger ved studiet	43
Bias.....	45
Seleksjonsbias	45
Informasjonsbias	46

Konfundering	46
Generaliserbarhet	46
Konklusjon	47
Takk til bidragsyttere.....	48
Summary	48
Referanser.....	49
Vedlegg	60
Vedlegg 1: Oversikt over delindikatorer og indikatorbidrag i Dyrevelferdsindikatoren	60

Sammendrag

Tittel: Sammenheng mellom TINEs Dyrevelferdsindikator og melkekvalitet på besetningsnivå i norske melkekubesetninger.

Forfattere: Emma Jensen, Johanne Osen og Signe Versto.

Veiledere: Camilla Kielland og Ingrid Hunter Holmøy, Institutt for produksjonsdyrmedisin (PRODMED).

Denne oppgaven undersøker innsamlede data om dyrevelferd og melkekvalitet fra norske melkekubesetninger som var medlem i Kukontrollen (et landsdekkende informasjons- og registreringssystem for melkekubønder) i år 2020. Formålet var å undersøke om det er noen kvalitetsforskjell i tankmelk mellom to grupper av besetninger som er rangert med de henholdsvis 10% høyeste og 10% laveste indikatorverdiene i Dyrevelferdsindikatoren (DVI). DVI er utviklet av TINE, og ble tatt i bruk i 2020. Den baserer seg på rutinemessig innsamlede besetningsdata (RHD) som registreres i Kukontrollen. Validiteten av DVI som et mål på dyrevelferd er ikke undersøkt. Det ble funnet små, men signifikante forskjeller for celletall, bakterietall, fett, frysepunkt og laktose. Den største forskjellen var for celletall, men ettersom dette er en variabel som allerede inngår i DVI, så anses dette funnet som mindre betydningsfullt. Det var stor grad av overlapp på verdiene av alle variabler mellom de to gruppene.

Det ble ikke funnet noen signifikante forskjeller for frie fettsyrer, urea og protein.

Studieutvalget var stort (n= 717), og dette medfører at selv små forskjeller kan bli statistisk signifikante. Det er derfor usikkert hvor stor praktisk betydning funnene har.

Det er ikke grunnlag for å konkludere med at det er forskjell i melkekvalitet mellom to grupper som består av besetninger med henholdsvis 10 % høyest og 10 % lavest DVI-score.

Definisjoner og forkortelser

AMS	Automatic milking system, løsdriftssystem med melkerobot
Delindikator	I Dyrevelferdsindikatoren, ulike områder i dyreholdet som får beregnet delsummer som til sammen utgjør indikatorverdien
Dyrebaserte velferdsindikatorer	Standardiserte målinger eller observasjoner av dyr for å vurdere velferden deres
Dyrevelferdsindikatoren (DVI)	Et styringsverktøy for melkekubønder i TINE for å forbedre dyrevelferd i egen besetning. Gir en månedlig oppdatert poengsum basert på rutinemessig innsamlede besetningsdata
EFSA	EU-organ som arbeider bl.a. med dyrevelferd og mattrygghet.
EKM	Energikorrigert melk; melkeytelse korrigert ut ifra tørrstoffinnhold
FFS	Frie fettsyrer, målt i mmol/L. Melkekvalitetsparameter, mål på hvor sterk spaltingen av fettsyrer i melk har vært
Indikatorbidrag	Variablene som inngår i Dyrevelferdsindikatoren er behandlet statistisk slik at det blir beregnet et normalisert standardavvik $[(\text{observert verdi} - \text{landsgjennomsnitt})/\text{STD}]$ vektet på bestemte måter og gir opphav til en sum som kalles indikatorbidrag
Indikatorverdi	Den totale poengsummen i Dyrevelferdsindikatoren
Konvensjonell melking	Tradisjonelle rørmelkesystemer i fjøs der kyrne melkes til faste tidspunkt hver dag, enten på sin faste bås (båsfjøs) eller i en melkestall (løsdrift)

Kukontrollen	Sentralt registrerings- og informasjonssystem for kumelkprodusenter. Registreringene gir grunnlag for ulike styringsverktøy for medlemmene
Ressursbaserte velferdsindikatorer	Standardiserte målinger eller observasjoner av dyrs levemiljø og tilgang til ressurser for å vurdere velferden deres.
RHD	<i>Routine herd data</i> (oversatt rutinemessig innsamlede besetningsdata) er opplysninger relatert til helse, velferd og drift, på individ- eller besetningsnivå i et dyrehold,
SCC	<i>Somatic cell count</i> , melkekvalitetsparameter, målt i antall somatiske celler $\times 10^3$ per mL melk
TBC	<i>Total bacterial count</i> , melkekvalitetsparameter, målt i antall bakterier $\times 10^3$ per mL melk
Velferdsprotokoll	Et bestemt sett av standardiserte observasjons- og målemetoder for å vurdere og dokumentere velferdsnivået hos dyr
Welfare Quality®	EU-/EFSA-prosjekt med formål om å utvikle standardiserte metoder for å vurdere velferden hos matproduserende dyr
Årskyr	Mål på besetningsstørrelse; totalt antall førdager i et helt år, for alle kyr fra første kalving til uttrangering, delt på 365

Innledning

Dyrevelferdsbegrepet

Hva som ligger i begrepet dyrevelferd har vært et større tema for diskusjon siden det ble satt på den politiske og vitenskapelige agendaen med Brambell-rapporten i Storbritannia i 1965. Brambell-rapporten introduserte ‘de fem friheter’ for dyr, som definerer dyrevelferd som at dyr skal ha frihet fra sult, tørste og feilernæring, frihet fra ukomfortable vær- og temperaturforhold, frihet fra smerte, skade og sykdom, frihet fra frykt og stress, og frihet til å utøve naturlig atferd (Verga & Carenzi, 2010). Oppfatningen av hva som er god velferd for matproduserende dyr er i konstant endring, i takt med ny kunnskap om matproduserende dyr og deres behov. Det eksisterer ulike holdninger og oppfatninger rundt hold av dyr til matproduksjon hos befolkningen i Norge og resten av Europa, og det er et varierende kunnskapsnivå omkring dette temaet (Evans & Miele, 2008; Giovanna, 2010; Miele et al., 2011). Begrepet “dyrevelferd” brukes hyppig av matprodusenter, politikere, næringsmiddelsselskaper, og folk generelt, men ikke nødvendigvis med samme forståelse av hva det innebærer (Hewson, 2003; Miele et al., 2011). Det finnes ikke noen enerådende definisjon av begrepet dyrevelferd, verken i litteraturen eller i norsk lovverk (Giovanna, 2010; Stenevik & Mejdell, 2011; Verga & Carenzi, 2010). En definisjon som likevel har fått bred oppslutning i vitenskapelig litteratur kommer fra Donald Broom: “*the welfare of an individual is its state as regards its attempts to cope with its environment*” (EFSA, 2012). Enkelt oversatt handler det om hvordan dyr takler det miljøet de lever i. I vitenskapelig litteratur opereres det gjerne med tre ulike tilnæringsmåter til dyrevelferd (Verga & Carenzi, 2010). Den første er biologisk funksjon, som rommer både fysiske og atferdsmessige forhold hos dyret. Her måles for eksempel produksjonsresultater som melkeytelse hos melkekyr, tilvekst hos slaktedyr, sykdomsforekomst, og tilstedeværelse av stereotyp atferd som halebiting eller fjærplukking.

Den andre tilnærmingen kalles naturlig liv, og baserer seg på i hvor stor grad dyra har mulighet til å leve slik de ville gjort i vill tilstand. Den tredje tilnærmingen kalles subjektive følelser eller emosjoner, og fokuserer på hvordan dyr opplever sin egen situasjon, også hvordan de takler stress på det mentale plan (Verga & Carezzi, 2010). Som Verga og Carezzi (2010) skriver, er dyrs subjektive følelser ikke mulig å måle på en vitenskapelig måte. Disse tre tilnæringsmåtene vektlegger litt ulike forhold, og kompletterer dermed hverandre. Dermed bør alle tre tas i betraktning når man skal vurdere velferdsnivået hos dyr.

Forbrukeropfatninger om dyrevelferd

Undersøkelser fra Norge og andre europeiske land viser at folk er opptatt av velferden hos matproduserende dyr (Blokhuis et al., 2003; Evans & Miele, 2007; Kjærnes et al., 2008; Miele et al., 2010) og at å sikre god dyrevelferd er av betydning for allmennheten (Giovanna, 2010). I en spørreundersøkelse blant norske forbrukere gjennomført i 2015, oppga 83% av de spurte at dyrevelferd var viktig for dem. Likevel var det bare 9% som anså dyrevelferd som det viktigste når de handlet mat. Trygg mat var det viktigste for de fleste av de spurte (Agri Analyse & Agenda, 2016). I undersøkelser blant EU-borgere er god plass, tilgang til utendørs arealer, å ikke være bundet fast, mulighet for å uttrykke naturlig atferd, og å ha sosial kontakt med artsfrender rangert som veldig viktig for dyrevelferd hos matproduserende dyr (Giovanna, 2010). Evans & Miele (2007) avdekket i en større undersøkelse med deltakere fra Norge og andre europeiske land at mange mener dyrevelferden er dårligere i “industrielt” (intensive) husdyrhold enn i mer tradisjonelle (ekstensive) husdyrhold. I samme undersøkelse kom det også fram at noen deltakere mente det var en sterk sammenheng mellom god dyrevelferd og sunne og trygge produkter fra dyr. De mente at medisiner, kjemikalier og bearbeidet fôr er negativt både for dyrene og for menneskene som skal spise produkter fra dyrene (Evans & Miele, 2007). Blokhuis *et al.* (2003) rapporterte at forbrukere mente god dyrevelferd også reflekterte andre egenskaper ved matvaren, som kvalitet og matvaretrygghet.

Denne assosiasjonen hos forbrukere, mellom dyrevelferd og produktkvalitet, brukes aktivt i reklame for kyllingprodukter i Norge i dag (MENY, 2016; Rema 1000, 2016). I Danmark har salget av “gressmelk”, altså melk fra kyr som får gå på beite et minimum antall dager i sesongen, blitt en suksess. Suksessen kan delvis tilskrives narrativet om at disse kyrne lever et mer naturlig liv enn andre kyr som holdes for melkeproduksjon (Heerwagen et al., 2013). I følge More *et al.* (2017) virker det å være en trend i EU-markedet at matvareprodusenter og matvarebransjer lager sine egne merkeordninger for dyrevelferd. Den første matmerkeordningen for dyrevelferd i Norge ble lansert av Dyrevernalliansen i 2018 (Dyrevernalliansen, 2018).

Velferdsprotokoller

En velferdsprotokoll er et hjelpemiddel for å vurdere og dokumentere velferden hos dyr. En slik protokoll består av bestemte observasjoner eller målinger, kalt indikatorer, og beskrivelser av hvordan disse skal utføres. Indikatorene deles ofte inn i dyrebaserte og ressursbaserte, og eventuelt management-baserte indikatorer (Keeling, 2009; Sandgren et al., 2009). Ressursbaserte indikatorer måler dyrets tilgjengelige ressurser og fasiliteter, som fôr, vann og utforming av liggeplass, og dermed om forholdene ligger til rette for et godt liv hos dyra. De sier imidlertid ingenting om hvordan dyrene faktisk har det (EFSA, 2012). De dyrebaserte indikatorene måler forhold direkte ved dyret, for eksempel hold, forekomst av sykdom eller hvor fryktsomme dyra er rundt mennesker. De måler det faktiske utfallet av interaksjon mellom dyr og ressursene eller miljøet, og gir dermed et bedre bilde av hvordan dyrene faktisk har det (EFSA, 2012). Management-baserte indikatorer kan være rutiner rundt håndtering og stell av dyr (Keeling, 2009). Lovverk og anbefalinger som skal bidra til å sikre god dyrevelferd fokuserer i stor grad på ressurser, for eksempel oppstalling, plasskrav, fôr- og vanntilgang, og luftkvalitet (EFSA, 2012; Landbruks- og matdepartementet, 2004; Landbruks- og matdepartementet, 2009). Ressursbaserte indikatorer er ofte enklere å måle

objektivt og mindre tidkrevende å utføre enn dyrebaserte indikatorer. En ulempe er at det må settes ulike grenser for ulike driftsformer, og de er lite tilpasningsvennlig for eventuelle nye driftsformer (Brouwer et al., 2015). Derfor blir dyrebaserte indikatorer fortrinnsvis brukt i de viktigste dyrevelferdsprotokollene, som Welfare Quality®-protokollene, som brukes i EU (Welfare Quality, 2009). Mülleider *et al.* (2007) undersøkte sammenhengen mellom dyrebaserte og ressursbaserte indikatorer, for å se om ressursbaserte kunne erstatte dyrebaserte indikatorer. De konkluderte med at ressursbaserte indikatorer bare kunne forklare rundt 2/3 av variasjonen i dyrevelferd som ble funnet ved bruk av dyrebaserte indikatorer, og at dyrebaserte indikatorer derfor ikke kan utelates fra en velferdsprotokoll. Enkelte ressursbaserte indikatorer har likevel vist seg å være veldig gode til å estimere velferden hos melkekyr. For eksempel viste en studie at antall drikkepunkter for melkekyr kunne predikere resultatet av en velferdsprotokoll i 88% av tilfellene (Heath et al., 2014). Welfare Quality®-prosjektet, som er EU's mangeårige arbeid med hvordan man vurderer og måler velferd hos matproduserende dyr, publiserte i 2012 en vitenskapelig rapport med anbefalinger om først og fremst å bruke dyrebaserte indikatorer når man skal vurdere velferdsnivået hos melkekyr. (EFSA, 2012). Welfare Quality®-prosjektet har laget velferdsprotokoller for ulike matproduserende dyr, blant annet *Welfare Quality® Assessment protocol for cattle* for melkekyr og kjøttfe (Welfare Quality, 2009). I arbeidet med disse velferdsprotokollene valgte forskerne å legge en viss vekt på de forholdene forbrukere mente var viktig for dyrevelferd (Keeling, 2009).

Fra individnivå til besetningsnivå

Dyrevelferd er et begrep som i utgangspunktet beskriver tilstanden hos et enkeltindivider (Mejdell et al., 2013). Av praktiske grunner, og fordi en besetning av matproduserende dyr ofte ses på som en énhet, er velferdsprotokoller som angår disse som regel utformet for å gi en samlet vurdering av dyrevelferden i en besetning (EFSA, 2012). En av utfordringene med å

måle velferd på besetningsnivå er at sykdom og lidelse ofte er ujevnt fordelt mellom individer. (Houe et al., 2011; Keeling, 2009; Thomsen & Houe, 2018). Velferdsprotokoller må derfor ha en metode for å sammenfatte observasjonene av tilfeldige enkelt dyr slik at de gir et godt bilde på besetningens totale velferdsnivå, samtidig som velferdsprotokollen må unngå at ekstremt dårlig velferd hos enkelte dyr eller i enkelte områder av driften maskeres av et jevnt over høyt velferdsnivå i besetningen (Botreau et al., 2007). Disse forholdene må tas i betraktning når man vurderer hvor gode velferdsprotokoller er til å estimere dyrevelferden hos enkeltindividet (Mejdell et al., 2013).

Nye metoder for vurdering av dyrevelferd

En velkjent metode for å vurdere dyrevelferd i melkekubesetninger er å bruke standardiserte velferdsprotokoller som gjennomgås av sertifiserte observatører ved et revisjonsbesøk. Slike revisjoner er tid- og ressurskrevende arbeid (Heath et al., 2014). For eksempel er det estimert at det tar mer enn fire timer å gjennomføre den fullstendige Welfare Quality®-protokollen (Welfare Quality, 2009) i en melkekubesetning med 25 kyr (de Vries et al., 2014). De siste 10 årene har det blitt publisert flere studier som har undersøkt validiteten av å bruke rutinemessig innsamlede besetningsdata (RHD) for å vurdere dyrevelferd i melkekubesetninger (Brouwer et al., 2015; de Vries et al., 2011; de Vries et al., 2014; Ginestreti et al., 2020; Krug et al., 2015; Nyman et al., 2011; Sandgren et al., 2009; Thomsen & Houe, 2018). RHD er opplysninger på individ- eller besetningsnivå som registreres regelmessig på grunn av lovpålagte krav om sporbarhet i matkjeden eller som elementer i styringsverktøy som hjelper bonden å holde oversikt over gårdsdriften (TINE Rådgivning, 2021). For melkekyr inkluderer RHD ofte variabler innenfor områdene identifisering og merking av dyr, driftsrutiner/management, melkeproduksjon og fruktbarhet (de Vries et al., 2011). Opplysningene registreres manuelt av bonde, veterinær eller andre, eller ved hjelp av automatiske datasystemer (TINE Rådgivning, 2021). Opplysningene lagres i en sentral

database og oppdateres kontinuerlig, og kan dermed fungere som utgangspunkt for rådgivning, oppfølging og eget arbeid på dyrevelferdsområdet (Thomsen & Houe, 2018; TINE Rådgivning, 2021). Teknologisk utvikling fører også til at dyrebaserte indikatorer som før var tidkrevende å undersøke, for eksempel vurdering av hold, nå kan registreres automatisk og monitoreres jevnlig ved hjelp av kamerateknologi (Pezzuolo et al., 2018; Song et al., 2019).

Som Thomsen og Houe (2018) presiserer, er det viktig at en beregningsmodell for dyrevelferdsnivået basert på monitorering av besetningsdata har en veldokumentert sammenheng med dyrevelferden. I en litteraturstudie gjennomgikk de Vries *et al.* (2011) sammenhenger mellom 27 variable fra RHD og 34 velferdsindikatorer fra *Welfare Quality*® *Assessment protocol for cattle*. Gjennomgangen av 146 studier viste at variable relatert til melkekytelse, utrangering og reproduksjon var assosiert med flest velferdsindikatorer. De fant få assosiasjoner til atferdsmessige eller ressursbaserte velferdsindikatorer (de Vries et al., 2011). Styrken på assosiasjoner ble ikke undersøkt i denne studien, men i en oppfølgende studie (de Vries et al., 2014) undersøkte de modeller for å finne fram til besetninger med dårlig dyrevelferd. Modellene hadde RHD som forklaringsvariabler og indikatorer fra velferdsprotokollen som utfallsvariabler. Dødelighet hos kyr i tidlig laktasjon var den forklaringsvariabelen som var med i flest av de endelige modellene. Dette er i samsvar med funn fra svenske studier (Nyman et al., 2011; Sandgren et al., 2009), som fant at besetningsdata på fruktbarhet og dødelighet i ulike aldersgrupper var de variablene som best kunne predikere utfallet av dyrevelferdsmålinger utført ved hjelp av en velferdsprotokoll. de Vries *et al.* (2014) konkluderte med at RHD kan brukes til å identifisere besetninger med dårlig dyrevelferd. Krug et al. (2015) undersøkte også om RHD kan brukes for å finne fram til besetninger med dårlig dyrevelferd. De konkluderte omtrent likt som de Vries *et al.* (2014), selv om bare to variabler (dødelighet og hunn:hann-fødselsratio) var signifikant forskjellig

mellom besetninger med god og dårlig dyrevelferd målt ut fra *Welfare Quality*®-protokollen. Hunn:hann-fødselsratio ble tatt med for å undersøke rapporteringsrutiner hos bøndene, med en hypotese om at rapporteringen av RHD var dårligere hos de med dårlig dyrevelferd. Teorien rundt hunn:hann-fødselsratio var at oksekalver sjeldnere blir rapportert inn hvis de er dødfødte eller kreperer etter fødsel, fordi de i utgangspunktet er overflødige hos en ren melkekuproducent som inseminerer alle kyr. Resultatene viste altså at det ble registrert færre fødte oksekalver i besetningene med dårlig dyrevelferd (Krug et al., 2015).

TINEs Dyrevelferdsindikator

Dyrevelferdsindikatoren (DVI) er et nytt, digitalt styringsverktøy som TINE lanserte for sine melkekubønder i 2020. Den gir alle melkekubesetninger som bruker TINE Kukontrollen en samlet poengsum (indikatorverdi) basert på registreringer hentet fra Kukontrollen. Kukontrollen er et landsdekkende registrerings- og informasjonssystem for norske melkekubønder, og dermed en stor database for rutinemessig innsamlede besetningsdata (RHD). DVI er altså en sammenstilling av ulike variabler av RHD som kan tenkes å indikere dyrevelferden i besetningen. Ifølge TINE er ikke DVI et alternativ til en velferdsprotokoll, men et verktøy for å hjelpe bonden til å arbeide systematisk med forbedring av dyrevelferd i egen besetning (TINE, 2020a). Kukontrollen driftes av TINE, og de fleste medlemmene i Kukontrollen leverer melk til TINE Meierier, mens et fåtall leverer til andre meierier (TINE Rådgivning, 2021). I Kukontrollen registrerer bonden opplysninger om sine dyr på individ- eller besetningsnivå, og opplysninger om andre forhold som fôring og drift. I tillegg kommer registreringer fra veterinær, klauvskjærer, rådgivere, avlsorganisasjoner, slakteri og meieriets laboratorier. Slik får bonden tilgang til blant annet prøvesvar, slakteoppgjør, og avregning på meierileveranser for sin egen besetning, og statistikk for hele landet. Som medlem i Kukontrollen kan man oppfylle den lovpålagte plikten til å registrere enkelte opplysninger om matproduserende dyr, slik som fødsel og død. Andre registreringer avhenger av rutiner,

systemer og interesse hos den enkelte bonde. I dag kan enkelte opplysninger komme fra automatiske systemer, for eksempel en melkerobot, men bonden må likevel aktivt overføre data fra melkeroboten til Kukontrollen. Alt dette fører til at datamengden for ulike besetninger vil variere. For å få beregnet en verdi i Dyrevelferdsindikatoren kreves det altså ingen ekstra registreringer utover det bonden allerede rapporterer inn med formål om å følge regelverket eller holde kontroll på driften. Det kreves likevel en viss mengde registrert data for å ha godt nok grunnlag til å få beregnet en indikatorverdi. Siden Kukontrollen monitorerer besetningsdata kontinuerlig, beregnes ny indikatorverdi én gang i måneden.

Dyrevelferdsindikatoren er et nytt konsept som er under kontinuerlig utvikling og forbedring. (TINE, 2021). Forskningsprosjektet *WelCow* (estimert slutt 2024) har blant annet som mål å undersøke validiteten av Dyrevelferdsindikatoren som en måling av dyrevelferd. Dette vil de gjøre ved å vurdere dyrevelferd i norske melkekubesetninger ved hjelp av en anerkjent dyrevelferdsprotokoll, og sammenligne dette resultat med besetningenes resultat i Dyrevelferdsindikatoren (Kielland, 2020).

Oppbygning av Dyrevelferdsindikatoren

Dyrevelferdsindikatoren gir hver besetning en samlet poengsum, en såkalt *indikatorverdi*. Indikatorverdien er sammensatt av beregninger på besetningsdata fra 10 bestemte områder i dyreholdet. Disse områdene, som kalles *delindikatorer*, er kalv, avhorning, ungdyr, fruktbarhet, avdrått, jurhelse, stoffskifte, klauv, livslengde og døde kyr (*figur 1*).



Figur 1: Oppbygning av Dyrevelferdsindikatoren med delindikatorene

Hver av delindikatorene i DVI består av 2-10 variabler, som kalles *indikatorbidrag*. Alle variablene er slike som klassifiseres som dyrebaserte indikatorer i velferdsprotokoller, med unntak av variabler på klauv og avhorning, som kan kalles management-baserte indikatorer. En fullstendig liste over alle delindikatorer og indikatorbidrag finnes i *vedlegg 1*. Hvert enkelt indikatorbidrag er vektet på en spesiell måte for å forsøke å uttrykke i hvilken retning og hvilken grad det påvirker dyrevelferden. Variabelverdiene for alle besetninger sammenlignes mot landsgjennomsnittet i Kukontrollen for år 2015. DVI er laget slik at «gjennomsnittsbesetningen» i år 2015 får en indikatorverdi på 100, og reelle besetninger får en verdi over eller under 100 avhengig av hvordan de kommer ut på de ulike indikatorbidragene i forhold gjennomsnittet i Kukontrollen i 2015.

Melkekvalitet

Begrepet melkekvalitet viser til melkas sammensetning av næringsstoffer og innhold av uønskede kjemiske stoffer, celler og kontaminanter. Overvåking av melkekvaliteten er viktig for produktkvaliteten, legger grunnlaget for prisavregningen og gir også en tilbakemelding til bonden om melkeproduksjonen fungerer godt. Melk som leveres til meieri i Norge i dag overvåkes regelmessig for flere ulike hygieniske og kvalitetsmessige parametere som kan gi informasjon om ulike aspekter ved produksjonen. Resultatene formidles fortløpende til bonden ved kvittering for hver leveranse og via Kukontrollen. Resultatene fra kvalitetskontrollen utgjør grunnlaget for prisavregningen. Melk blir betalt på bakgrunn av tørrstoffinnhold, med separat avregning for protein og fett. Melk av best kvalitet får benevnelsen Elitemelk hos TINE, og premieres med et pristillegg. Melk som ikke oppfyller kravene til Elitemelk blir klassifisert som 1.-3. klasse, og melk som er dårligere enn dette igjen tas ikke imot. Dessuten tas det ikke imot melk som er unormal (med hensyn til farge, smak eller annet) eller inneholder påviste medisinerester. Avregningsklassifiseringen er basert på celletall, bakterier, aerobe og anaerobe sporer, frie fettsyrer og frysepunkt. Over 96% av levert melk i Norge er Elitemelk i 2020 (TINE Råvare, 2021).

Celletall i melk

Celletall (*Somatic Cell Count*, SCC) i melk angir antall somatiske celler per mL melk. Hos ei frisk ku er cellene en blanding av avstøtte epitelceller og makrofager, mens hos ei ku med jurinfeksjon vil det være en overvekt av nøytrofile granulocytter (betennesceller). SCC er et vanlig brukt mål på jurhelse hos melkekyr, både individuelt og på besetningsnivå (Schukken et al., 2003). TINE oppgir at det normale celletallet hos friske kyr er 10-50 000 celler/mL på individnivå (TINE Medlem, 2020b). Celletall over det normale gjenspeiler antall betennesceller, og dermed betennelse i juret (Schukken et al., 2003). Internasjonalt anses celletall <100 000 celler/mL på individnivå som forenlig med god jurhelse (Sumon et al.,

2020). Ved en infeksjon i juret kan celletallet stige markant, og nå over 1 000 000 celler/mL. Over 90% av disse cellene er nøytrofile granulocytter (Sordillo et al., 1997). Et forhøyet celletall skyldes i de aller fleste tilfeller en bakteriell infeksjon i juret (Djabri et al., 2002). Slike jurbetennelser kan være svært smertefulle, og er et betydelig dyrevelferdsmessig problem i melkeproduksjon (Schukken et al., 2003). Foruten jurbetennelse, er skitne jur (Reneau et al., 2005; Schreiner & Ruegg, 2003), økende paritet og økende antall dager ut i laktasjon (Breen et al., 2009; Sumon et al., 2020), forhøyet celletall i tidligere laktasjoner og høy grad av forhorning på spenetuppen (Breen et al., 2009) kjente risikofaktorer for høyt celletall. På besetningsnivå er det normalt med et noe høyere celletall enn på individnivå, og landsgjennomsnittet var på 121 000 celler/mL i tankmelk i 2020 (TINE Rådgivning, 2021). Grensen for nedklassifisering fra Elitemelk er satt ved 230 000 celler/mL, og grensen for hva som godtas ved levering er 400 000 celler/mL (TINE, 2020b).

Høyt celletall gir nedsatt kvalitet på melk og melkeprodukter. Årsaken til dette er det økte innholdet av nøytrofile granulocytter, som inneholder enzymer som kan spalte melkeproteiner. Enzymene kan fortsatt være aktive etter pasteuriseringen og føre til lukt- og smaksfeil og redusert lagringsevne på drikkemelk, og dårligere proteinkvalitet og redusert osteutbytte (Le Maréchal et al., 2011; TINE Medlem, 2020b). Av hensyn til både dyrevelferd og produktkvalitet er det ønskelig med et lavt celletall både i melk fra enkeltkyr og i tankmelk.

Bakterier

Bakterietallet (*total bacterial count*, TBC) i tankmelk gjenspeiler hygiene og helsetilstand, i besetningen og håndteringen av melk under lagring (de Koning et al., 2016). Nydannet melk i juret er normalt steril og bakteriell kontaminasjon kommer fra tre kilder: jurets indre, utenfra juret (jurets hud og utside eller mijøet forøvrig), og fra anlegg for transport og lagring av melk (Kelly et al., 2009).

Det finnes distinkte populasjoner av bakterier i melk, som kan si noe om bakterienes opprinnelse; psychrotrofe bakterier fra ubehandlet vann, jord eller vegetasjon, bakterier som stammer fra vom og fordøyelseskanalen, samt bakterier fra huden på juret (Porcellato et al., 2021). Bakterier kan skilles ut og kontaminere melka allerede i juret (Karns et al., 2007). Nyere forskning viser også at kyr antakeligvis har en resident populasjon av kommensale mikroorganismer i jur og spener (Derakhshani et al., 2018), men dette er fremdeles omdiskutert (Parente et al., 2020). I litteraturen er det beskrevet at melk fra friske kjertler tappet aseptisk har svært få bakterier (ofte <10 000 cfu/mL), mens det ved jurinfeksjon vil kunne forekomme en større mengde av den aktuelle mastittbakterien (Parente et al., 2020). Gjennomsnittlig bakterietall i analyser hos TINE Råmelkslaboratoriet er 35 000 bakterier/ml, og 95% av analysene ligger under 65 000 bakterier/ml (TINE Medlem, 2020a). Bakterietallet kan i enkelte tilfeller bli svært høyt, siden bakteriene kan formere seg i lagret melk. Et fåtall analyser med svært høye verdier (>10 000 000 bakterier/mL) kan dermed øke gjennomsnittet betraktelig (TINE Medlem, 2020a).

Bakteriene produserer enzymer som spalter melkas bestanddeler og fører til dårlig smak og holdbarhet. Enkelte bakterier tåler høye temperaturer, inkludert pasteuriseringsprosessen (Elmoslemany et al., 2009b), og pasteurisering vil heller ikke kunne fjerne alle bakterier hvis antallet i utgangspunktet er veldig høyt. Tankmelk med over 150 000 bakterier/ml gir økt risiko for kvalitetsproblemer når den kommer på tankbilen (TINE Medlem, 2020a). Høye bakterietall er også et potensielt folkehelseproblem, da flere av bakteriene som kan finnes i melk (blant annet *Staphylococcus aureus*, *E. coli* og *Campylobacter* spp.) kan gi matforgiftning hos de som inntar melken (Jayarao & Henning, 2001; Jørgensen et al., 2005).

Sporer

En spore er en bakterie som har gått inn i et hvilestadium, som respons på lite gunstige miljøforhold. Sporen kan gå tilbake til aktiv bakterieform når miljøforholdene er bedre.

Sporer kan komme inn i melkekjeden på gården, og ødelegge både drikkemelk og produkter lagd av melk, deriblant ost. Sporene kan overleve konserveringsprosesser som pasteurisering. Antall sporer i melk som forlater juret er null, og tilstedeværelse av sporer i tankmelk er et resultat av kontaminasjon etter at melka har forlatt juret (TINE Medlem, 2020f). Det finnes flere typer sporedannende bakterier, deriblant *Bacillus*-arter og anarobe smørsyrebakterier, som fører til produktfeil på henholdsvis drikkemelk og lagrede oster (Martin et al., 2019). Reservoar for sporedannende bakterier er jord. *Bacillus cereus*-sporer kalles også sommersporer, og er mest problematisk når dyra går på beite. Slaghuis *et al.* (1997) fant at kyr som gikk på beite om sommeren hadde større sannsynlighet for å få melken kontaminert med *Bacillus cereus*-sporer enn kyr som sto inne. Innendørs er kilden til sporer mindre åpenbar, men det er funnet sammenheng mellom innhold av sporer i fôr og avføring, og i melk. Martin *et al.* (2019) fant størst forekomst av sporer i brukt strø, og økt sannsynlighet for uønsket sporeinnhold i melk når kyrne lå på brukt strø og det ikke ble gjort tiltak for å fjerne strø og skitt fra spenene før melking.

Frie fettsyrer

Frie fettsyrer (FFS) er et mål på hvor sterk lipolysen (fettspaltingen) i melka har vært. Lipolyse skjer spontant eller gjennom aktiviteten til enzymet lipoprotein lipase når fettsyrene eksponeres ved at fettkulene i melken taper sin integritet (Thomson et al., 2005). Høyt innhold av FFS reduserer de tekniske egenskapene ved melken, men fører først og fremst til dårlig smak og lukt (Hanus et al., 2008). TINE mener at nivåer over 0,9 mmol/L tilsvarer begynnende besk smak, og > 1,1 mmol/L tydelig besk smak (TINE medlem, 2020d) Melk med FFS > 1,1 mmol/L blir ikke tatt imot ved levering (TINE, 2020b). Fettkulene i melkefettet kan ødelegges ved hard mekanisk behandling, ufullstendig fettsyntese i juret eller økt innhold av enzymer, som ved bakteriell kontaminasjon eller høyt celletall (Hanus et al., 2008). Ufullstendig fettsyntese i juret kan skyldes metabolske sykdommer eller negativ

energibalanse (Hanuš et al., 2008). Underfôring og negativ energibalanse fører til en økning av FFS i melk på grunn av økt aktivitet av lipoprotein lipase (Thomson et al., 2005). Type fett i fôret og tilgang til vitamin E kan også påvirke FFS-nivået (TINE medlem, 2020d). Økt innhold av mettet fett i fôret til melkekyr gav større og mer ustabile fettpartikler i melken i et eksperiment (Wiking et al., 2003). En undersøkelse fra Danmark (Wiking et al., 2019) fant at melkekyr som gikk på beite fikk i seg mer umettet fett og hadde lavere innhold av FFS i melken enn dyr som ikke beitet.

Økt nivå av FFS i tankmelka kan skyldes høy forekomst av produksjonsrelaterte sykdommer, som mastitt (Le Maréchal et al., 2011), eller metabolske sykdommer som ketose og fettlever (Hanuš et al., 2008). Innholdet av FFS påvirkes også av laktasjonsstadium (Ahrné & Björck, 1985), blant annet fordi fettkulene er mer stabile tidlig i laktasjonen (TINE medlem, 2020d). Kort tid mellom melking, noe som særlig vil være aktuelt besetninger med melkerobot (AMS), kan føre til høyere innhold av FFS i melken (Wiking et al., 2019). Melkingsintervallet har særlig mye å si for FFS-nivået i melken hos kyr som er i slutten av laktasjonen og på vei ned i ytelse (TINE medlem, 2020d).

Høyt nivå av FFS i tankmelk kan også skyldes den mekaniske behandlingen av melka. Innsug av luft under utmelking, transport til gårdstanken i rør i takhøyde og hard omrøring i gårdstanken kan øke FFS-nivå i tankmelken (Escobar & Bradley, 1990; Wiking et al., 2019).

Frysepunkt

Frysepunktet i melk er bestemt av konsentrasjonen av oppløste stoffer i melken, som igjen er bestemt av det osmotiske trykket i blod (Shipe, 1959). Frysepunktet i melk regnes som den mest stabile melkekvalitetsparameteren, og svært lite variabelt under naturlige forhold både på individ- og tankmelknivå (Hanuš et al., 2011). Frysepunktet brukes derfor for å avgjøre om vann er tilsatt melken (Slaghuis, 2001), uforvarende eller med hensikt. Utvanning av melk med hensikt, for å øke volumet, er et eksempel på matsvindel, og må ikke forekomme.

Tankmelk kan også uforvarende inneholde vann som er blitt liggende igjen etter vasking av melkeanlegget og gårdstanken, eller ved tekniske feil med anlegget.

Vanninnholdet i melk i det den kommer ut av juret er bestemt av vanninnholdet i blodet til kua. Dermed kan frysepunkt i teorien variere med hydreringsgraden hos dyrene. Dette vil imidlertid være av betydning kun i relativt ekstreme situasjoner, som når kyr er uten tilgang til drikkevann over lengre tid. Et eksperiment som undersøkte effekten av restriksjon av kuas vanninntak viste dette (Bjerg et al., 2005). Andre faktorer som kan påvirke frysepunktet er rase, laktasjonsstadiet, årstid, fôring, klima og mastitt (Slaghuis, 2001)

Fett, protein og laktose

Fett, protein og laktose er hovednæringsstoffene i melk, og kalles også tørrstoff. Bonden har et økonomisk insentiv til å øke tørrstoffandelen, siden prisavregningen skjer på bakgrunn av innholdet av fett og protein. Siden 2018 har TINE signalisert at de vil ha større andel fett i melken på grunn av forskyvninger i markedet som gjør at det er mindre overskuddsfett tilgjengelig, og har derfor økt betalingen for fett i melken (TINE Medlem, 2020c). De primære veiene til økt tørrstoffandel er genetisk forbedring og fôring (Sutton, 1989). Trenden for fettprosent i Kukontrollprøver (analyser av melk fra enkeltkyr) er økende; fra 4,05 % i 1998 til 4,29 % i 2020. Fettprosenten i tankmelk (4,40 % i 2020) har de siste årene vært noe høyere enn gjennomsnittet for enkeltkupertene (TINE Rådgivning, 2021). Proteinprosenten har også gjennomgått en markant økning siden 1998, mens økningen i laktose er mer moderat.

Laktose

Laktose dannes i juret, hovedsakelig med glukose fra blod som substrat (Linn, 1988). Graden av laktosesyntesen er bestemmende for ytelsen, og derfor er laktose den av hovednæringsstoffene i melk som har minst variabilitet (Linn, 1988). Laktose i melk har tradisjonelt blitt antatt å ha tilnærmet konstant konsentrasjon, men i nyere tid har det blitt

utført studier som viser at laktoseprosenten faller med økende antall laktasjoner, og med økende celletall (Costa et al., 2019).

Fett

Fettet i melken har sitt opphav delvis fra nydannelse av fettsyrer i juret og delvis fra fullstendige fettsyrer i fôret (Poulsen et al., 2012). Fettprosenten i melken hos individuelle kyr er variabel, og vil typisk ligge et sted i intervallet 2-6 % (Banks et al., 1983). Fettprosenten er avhengig av blant annet rase, alder, laktasjonsstadium, ernæring og helse (Banks et al., 1983). Effekten av rase kan være markant, for eksempel er landsgjennomsnittet for enkeltkyr av Jersey-rasen 5,94 % i 2020, mens tilsvarende tall for NRF- og Holsteinkyr var henholdsvis 4,3 % og 4,24 % (TINE Rådgivning, 2021). Fettprosent er en egenskap med høy arvbarhet (Linn, 1988). Fettprosenten kan dermed påvirkes gjennom avl, men egenskapene høy ytelse og høy fettprosent er negativt korrelert (Linn, 1988). Den gjennomsnittlige fettprosenten i kumelk utviser også betydelig årstidsvariasjon med lavest andel i sommermånedene og høyest andel på høsten (TINE Råvare, 2021).

Protein

Proteinene som produseres i jurvet og skilles ut i melka er hovedsakelig kaseiner og myseproteiner. I tillegg overføres noe albumin og immunglobuliner fra blod til melk. Mengde og sammensetning av protein er genetisk styrt (Linn, 1988), og vanskelig å påvirke gjennom fôring (Bionaz et al., 2012). Økt proteinandel er svært ønskelig, og arbeid pågår for å finne ut hvordan proteininnholdet i melk kan økes. Det har blitt foreslått at det er ulike aminosyrer som er begrensende faktorer i melkeproteinsyntesen, men det er ikke funnet at enkelte aminosyrer kan tilføres for å øke proteinandelen (Bequette et al., 1998). Det er vist at dyr i dårligere hold gir melk med lavere proteinprosent (de Vries et al., 2011). Antall laktasjoner, laktasjonsstadium og rase gir opphav til variasjon i proteinprosent på individnivå (Linn, 1988). I

en studie vises det til at yngre dyr generelt produserer melk med mer protein enn eldre, med unntak av førstelaktasjonskyr (McDermott et al., 2017). McDermott *et al.* (2017) fant en tendens til lite protein i melka hos dyr i negativ energibalanse og dyr i tidlig laktasjon, før andelen øker igjen utover i laktasjonen. Mastitt vil ha liten effekt på den totale proteinprosenten, men øker andelen serumproteiner i melk på bekostning av kaseiner og myseproteiner (Linn, 1988).

Urea

Urea i melk brukes som en indikator på en vellykket fôringsstrategi, mer spesifikt effektiviteten i utnyttelsen av nitrogen (Aguilar et al., 2012). Kua tar opp nitrogen fra protein i fôret, enten via vommikrober (proteinbalanse i vom, PBV) eller direkte fra aminosyrer absorbert i tarm (AAT). PBV står for 75% av variasjonen i urea, AAT og underfôring for det resterende (Volden, 2012). Mikrobene som bryter ned protein i vomma, genererer ammoniakk av det nitrogenet de ikke får brukt. Ammoniakk absorberes over vomveggen og omdannes til urea i lever. Urea sirkulerer i blod, og fordi det er vannløselig, vil det instille seg en likevekt mellom urea i blod og andre kroppsvæsker, inkludert melk.

Aguilar *et al.* (2012) fant i sitt materiale at nivået av urea i tankmelk varierte fra 4,86 til 6,18 mmol/L. TINE bruker 3-6 mmol/L som en rettesnor for hvor urea-nivået i melk hos enkeltkyr bør ligge, da både urea < 3 mmol/L og > 6 mmol/L kan ha uheldige effekter på blant annet fôropptak og fruktbarhet, og dermed produksjon og lønnsomhet (TINE Medlem, 2020g). Gjennomsnittlig ureaverdi i tankmelk varierer fra år til år, noe som skyldes forskjeller i proteininnholdet i grovfôret og sammensetningen av grovfôr og kraftfôr i fôrplanen til melkekyrne (TINE Medlem, 2020g). Urea varierer også med tid på året, og er noe høyere på vinteren under innefôring (ca. 5 mmol/L) enn om sommeren (4,3-4,7 mmol/L) (TINE Medlem, 2020g). Sandgren *et al.* (2009) fant at besetninger med kyr i dårlig hold hadde høyere ureanivå i melken, mens Aguilar et al. (2012) ikke fant noen effekt av kroppsvekt på

ureanivå. Aguilar *et al.* (2012) så en sterk korrelasjon mellom urea i melk og henholdsvis råproteininnhold i fôret, ikke-fordøyelige fiber (NDF) i fôret, og ytelse.

Individuell variasjon som ikke kan tilskrives fôr- og produksjonsfaktorer kan forklares av ulik ekspresjon av gener for urea-transportere (Aguilar *et al.*, 2012). Dette kan gi effekt på besetningsnivå hvis det er slektskap mellom individene. Arvbarhet for urea i melk ble anslått til 0,22 i Mitchell *et al.* (2005), som også fant en effekt av urea i melk på fruktbarhet (antall tomdager). Steiger Burgos *et al.* (2001) fant at mer urea skiltes ut i melk hos en gruppe dyr som hadde begrenset tilgang på drikkevann.

Medisinrester

Medisiner brukt til behandling av husdyr eller metabolitter av disse kan skilles ut i melk og fortsatt være biologisk aktive. Medisinrester i melk er sterkt uønsket, både av hensyn til melkas produksjonsegenskaper og folkehelse (Sachi *et al.*, 2019). Det er et særlig fokus på antibiotikarester i melk. Strenge kontrollrutiner og kassering av all melk med medisinrester, samt sterke økonomiske insentiver til å unngå å levere melk som kan ha medisinrester, bidrar til å unngå dette problemet. Hovedårsakene til antibiotikarester i melk er sintidsterapi og behandling av mastitt (Sachi *et al.*, 2019). I tilfeller der antibiotika brukes for sine vekstfremmende egenskaper er problemet med uønskede medisinrester enda større (Sachi *et al.*, 2019).

Assosiasjoner mellom dyrevelferd og melkekvalitet hos kyr

Som nevnt tidligere, har flere studier undersøkt gyldigheten av å bruke rutinemessig innsamlede besetningsdata som alternativ til tradisjonelle revisjonsbesøk for å vurdere velferdsnivået i melkekubesetninger. Slike besetningsdata inkluderer ofte ulike kvalitetsparametere i melk, for eksempel celletall (Reneau *et al.*, 2005; Schreiner & Ruegg, 2003), fett- og proteininnhold (Berry *et al.*, 2007; Roche *et al.*, 2007) Et par studier har

fokusert spesifikt på hvordan dyrevelferdsnivået sammenfaller med melkekvalitet i samme besetning (Ginestreti et al., 2020; Velthuis & van Asseldonk, 2011). I disse studiene ble dyrevelferden målt ved hjelp av standardiserte velferdsprotokoller, og melkekvaliteten ved hjelp av rutinemessige analyser av tankmelk. En stor nederlandsk studie, med data fra 27 000 gårder, fant at mellom 4 og 13% av variasjonen i melkekvalitet kunne forklares av velferdsresultatene (Velthuis & van Asseldonk, 2011). Studien konkluderte med at dyrevelferd og melkekvalitet var assosiert til en viss grad. Ginestreti *et al.* (2020), som gjorde en liknende studie, konkluderte med at dyrevelferd og melkekvalitet ikke var assosiert. De poengterte at informasjon om dyrevelferd hos enkeltindivider kan gå tapt når man undersøker data på besetningsnivå, fordi sammenhenger på individnivå kan bli visket ut av gjennomsnittet i besetningen. Velferdsprotokoller inkluderer også ofte dyr som ikke er i laktasjon (kalver, sinkyr), og dette kan bidra til å svekke assosiasjoner på individnivå (Ginestreti et al., 2020).

På individnivå er det rapportert en rekke sammenhenger mellom melkekvalitet og dyrebaserte velferdsindikatorer. Lav fett/protein-ratio var assosiert med dyr i dårlig hold, og ga økt risiko for en rekke sykdommer etter kalving (Heuer et al., 1999). Dyr i dårlig hold var også assosiert med høye celletall på individnivå (Berry et al., 2007; Breen et al., 2009; Ruegg & Milton, 1995). På besetningsnivå har dyr i dårlig hold blitt assosiert med høye ureanivåer i tankmelk (Sandgren et al., 2009). Halthet var assosiert med lavt eller høyt proteininnhold (< 3,2 eller > 3,8 %) i melk hos enkeltkyr (Dippel et al., 2009). Det er også sett at laktoseandelen i melk synker ved ketose og mastitt (også subklinisk mastitt) (Costa et al., 2019).

Sammenhengen mellom skitne dyr og høyere SCC er godt dokumentert på enkeltkyr (Breen et al., 2009; Schreiner & Ruegg, 2003), men ikke så godt dokumentert i på besetningsnivå (Ellis et al., 2007; Reneau et al., 2005).

Oppsummert kan det sies at dyrevelferden hos matproduserende dyr er viktig både for landbruksnæringa og forbrukere. Det forskes stadig på nye og effektive metoder for å vurdere og overvåke velferdsnivået hos matproduserende dyr, deriblant bruken av rutinemessig innsamlede besetningsdata.

Formål

Formålet med denne oppgaven var å undersøke om det var noen forskjell i melkekvalitet i tankmelk mellom besetninger rangert med henholdsvis de 10% høyeste og 10% laveste indikatorverdiene i TINEs Dyrevelferdsindikator.

Materiale og metoder

Studieutvalg

Denne oppgaven undersøkte melkekubesetninger som var medlemmer i Kukontrollen i år 2020. Disse besetningene utgjorde mer enn 97 % av Norges kumelkeprodusenter dette året (TINE Rådgivning, 2021). Studieenheten er én melkekubesetning. For å komme fram til studieutvalget, ble medlemsbesetningene rangert etter gjennomsnittlig indikatorverdi i Dyrevelferdsindikatoren i 2020. Noen få besetninger som manglet indikatorverdi i DVI ble ekskludert. Deretter ble besetninger med < 20 årskyr ekskludert, for å redusere støy fra tilfeldige enkelthendelser i små besetninger. I små besetninger vil enkeltstående hendelser ha relativt større innvirkning på indikatorverdien enn i store besetninger, spesielt for variabler der hendelser har lav forekomst, slik som død og avlivning. De 10% høyest rangerte og 10% lavest rangerte besetningene etter indikatorverdi ble plukket ut til å inngå i studieutvalget som to adskilte grupper i henhold til formålet med oppgaven. DVI fungerer dermed som forklaringsvariabel i oppgaven.

Utfallsvariabler

Data på melke kvalitet ble innhentet fra TINE Råmelkslaboratoriet. For hver enkelt melke kvalitetsvariabel ble gjennomsnittet i hver enkelt besetning for hele året 2020 benyttet. TINE registrerer data fra rutinemessig kvalitetskontroll av tankmelk. Dette er en stikkprøvebasert kontroll som omfatter analyser for celletall, bakterier, aerobe og anaerobe sporer, frie fettsyrer, frysepunkt, fettandel, proteinandel, laktoseandel, urea og antibiotika. Analysefrekvens er økt i 2020, og er nå på litt over 1 per uke per besetning. Vi har plukket ut syv variabler vi har undersøkt i henhold til formålet. Disse variablene er:

- Celler
- Bakterier
- Frie fettsyrer
- Frysepunkt
- Fett
- Protein
- Laktose
- Urea

Sporer i melk og medisinrester er to parametere som inngår i TINEs melke kvalitetsbegrep, men som er utelatt i denne oppgaven. Sporer er utelatt fordi det er et teknisk/hygienisk problem som vi vurderer å ha mindre sammenheng med dyrevelferd. Medisinrester er utelatt fordi det ikke registreres på samme måte som de øvrige parameterne, og dermed ikke kan brukes i den statistiske metoden, selv om mer utstrakt bruk av legemidler kan tenkes å ha en sammenheng med dyrevelferd. Funn av medisinrester fører umiddelbart til kassasjon av melka.

Histogrammer viste at alle variablene i datasettet var normalfordelt med unntak av celletall og bakterietall. Ved å bruke den naturlige logaritmen av verdiene på celletall og bakterietall viste også disse variablene normalfordeling. Derfor ble den naturlige logaritmen av celletall og bakterietall brukt i den statistiske analysen.

I tillegg til melkekvalitet ble gruppe A og gruppe B sammenlignet med hensyn til besetningsstørrelse, driftsform og ytelse.

Statistisk metode

All databehandling og analyser ble gjennomført ved hjelp av Microsoft Excel. For å undersøke om det var en statistisk signifikant forskjell i melkekvalitet i tankmelk mellom de to gruppene ble det utført t-test for uavhengige utvalg ved hjelp av Excel, Data Analysis Tools: “t-Test: two samples assuming equal variances”. Nullhypotesen var at gjennomsnittet er likt i de to gruppene, og alternativ hypotese var at gjennomsnittet av melkekvalitetsvariablene er forskjellig i de to gruppene, med signifikansnivå 0,05.

Siden celletallsmålinger inngår både i DVI og som utfallsvariabel, ble sammenhengen mellom indikatorbidraget celletall $> 200\ 000/\text{mL}$ og logaritmen av celletall i tankmelk undersøkt.

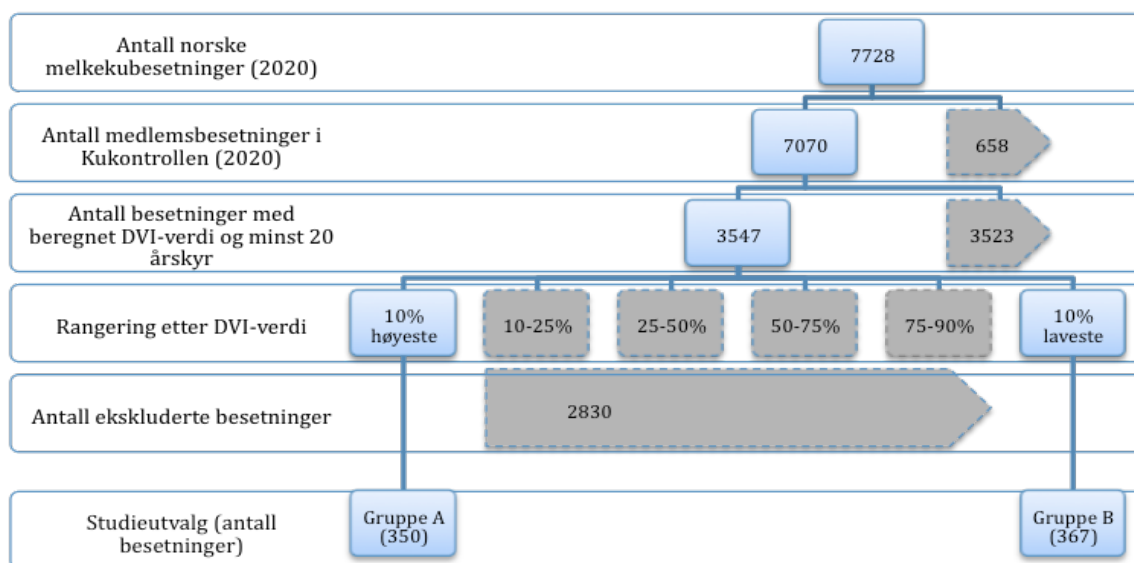
Dette ble gjort ved hjelp av enkel, lineær regresjon i Excel Data Analysis Tools og visuell vurdering av regresjonslinja.

For å undersøke effekt av driftsform på to av variablene (celletall og bakterietall) ble gruppe A og gruppe B inndelt undergrupper definert av driftsform (henholdsvis AMS og konvensjonell melking), og p-verdi for forskjellen i gjennomsnittet beregnet med Excel Data Analysis Tools.

Resultater

Seleksjonsprosess for studieutvalget

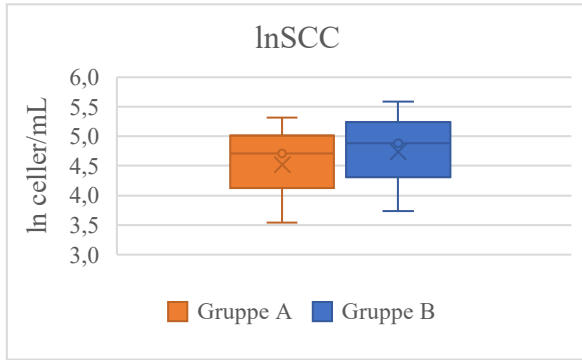
Seleksjonsprosessen for besetninger til studieutvalget er vist skjematisk i figur 2. Gruppen med de 10% høyeste indikatorverdiene ble kalt gruppe A, og gruppen med de 10% laveste indikatorverdiene ble kalt gruppe B.



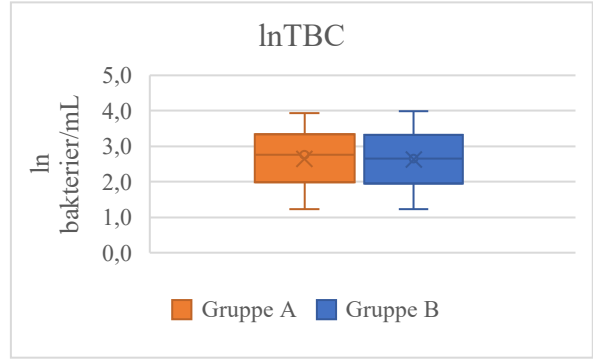
Figur 1: Flyttdiagram over utvalgsprosess til studieutvalget. Antall besetninger inkludert og ekskludert i hvert trinn er angitt med tall eller prosentandel. Ekskluderte besetninger er angitt i mørkegrå bokser.

Deskriptiv statistikk

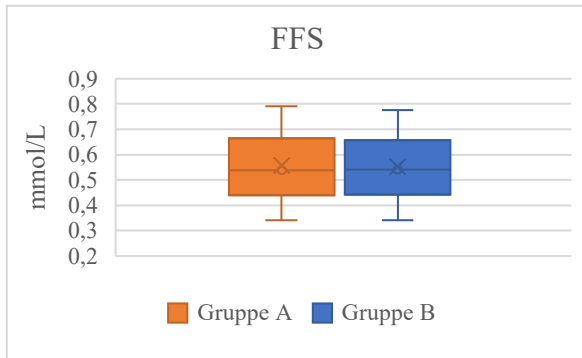
Variasjonsbredde, interkvartilbredde, gjennomsnitt og median for alle melkekvalitetsvariable i gruppene A og B er grafisk fremstilt i box-plot (figur 3-10). I boxplotene er interkvartilbredden vist som en farget boks med en horisontal linje som viser median og et kryss som viser gjennomsnitt, mens variasjonsbredden er indikert av loddrette linjer. Verdiene er i stor grad overlappende for alle variablene. Det er noe større spredning i verdiene for frysepunkt (figur 6), laktose (figur 7) og protein (figur 10) i gruppe B enn i gruppe A.



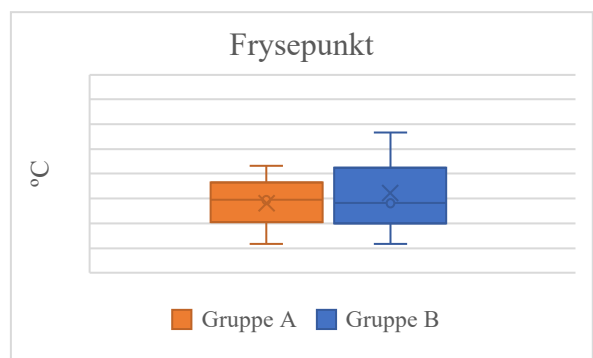
Figur 3: Variasjonsbredde, interkvartilbredde, gjennomsnitt og median for celletall



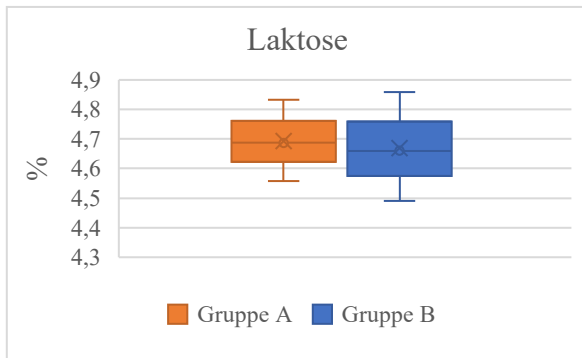
Figur 4: Variasjonsbredde, interkvartilbredde, gjennomsnitt og median for bakterietall



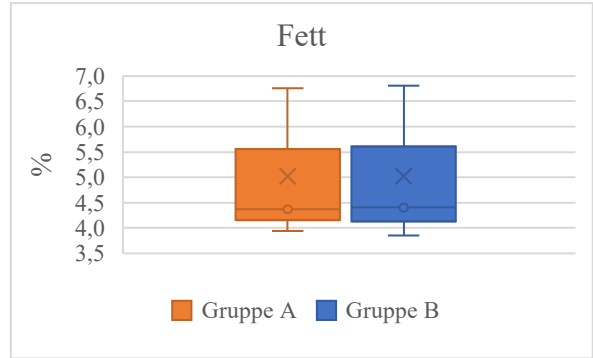
Figur 5: Variasjonsbredde, interkvartilbredde, gjennomsnitt og median for frie fettsyrer



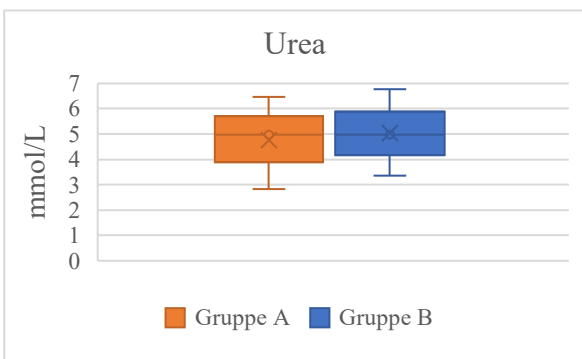
Figur 6: Variasjonsbredde, interkvartilbredde, gjennomsnitt og median for frysepunkt



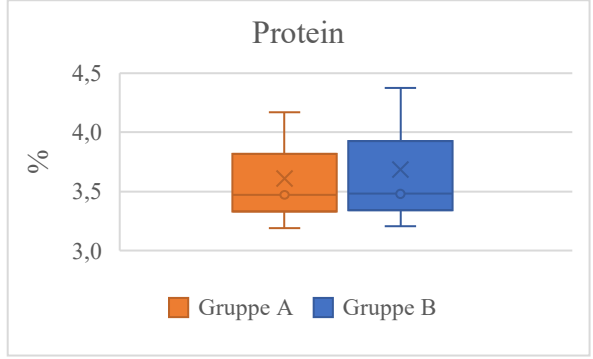
Figur 7: Variasjonsbredde, interkvartilbredde, gjennomsnitt og median for laktoseprosent



Figur 8: Variasjonsbredde, interkvartilbredde, gjennomsnitt og median for fettprosent



Figur 9: Variasjonsbredde, interkvartilbredde, gjennomsnitt og median for urea



Figur 10: Variasjonsbredde, interkvartilbredde, gjennomsnitt og median for protein

Gruppekarakteristikk

Gjennomsnitt for besetningsstørrelse (antall årskyr) og ytelse (kg EKM (energikorrigeret melk) for 305-dagers laktasjon) for gruppe A og gruppe B er vist i tabell 1. Gruppe A hadde i gjennomsnitt større besetninger enn gruppe B. Besetningene i gruppe A hadde også høyere ytelse enn gruppe B i alle laktasjonsgrupper.

	Gruppe A	Gruppe B
Indikatorverdi DVI	124,9	90,5
Årskyr [variasjonsbredde]	48,4 [20,3, 127,3]	33,7 [20,0, 141,3]
Ytelse (kg EKM)		
<i>1. laktasjon</i>	7347,5 kg	6981,0 kg
<i>2. laktasjon</i>	8717,4 kg	7891,8 kg
<i>>2. laktasjon</i>	9316,0 kg	8337,4 kg

Tabell 1: Gjennomsnittlig indikatorverdi, besetningsstørrelse (årskyr) og ytelse (kg EKM justert for 305-dagers laktasjon) i gruppe A og gruppe B (*DVI = Dyrevelferdsindikatoren, EKM = energi-korrigeret melk*)

Fordeling av ulike driftsformer (melkerobot (AMS), løsdrift uten melkerobot, og båsfjøs med rørmelkingssystem) er vist i tabell 2 sammen med fordelingen mellom disse blant samtlige av besetningene i Kukontrollen. Den vanligste driftsformen i Gruppe A var løsdrift med melkerobot (AMS), og denne driftsformen var betydelig overrepresentert i forhold til andel i hele Kukontrollen. I Gruppe B var over halvparten av besetningene båsfjøs. Fordelingen av besetninger på ulike driftsformer i gruppe B gjenspeiler fordelingen i Kukontrollen ganske godt.

	Gruppe A	Gruppe B	Kukontrollen
Driftsform			
<i>AMS</i>	77,1%	31,6%	30,5%
<i>Løsdrift</i>	10,6%	14,7%	11,2%
<i>Båsfjøs</i>	12,3%	53,6%	58,3%

Tabell 2: Andel besetninger med ulik driftsform i Gruppe A og Gruppe B, og hele Kukontrollen (2020) (*AMS = automatic milking system, Løsdrift = løsdriftssystemer uten AMS*)

Statistisk analyse

t-test for gjennomsnitt av melkekvalitetsvariabler

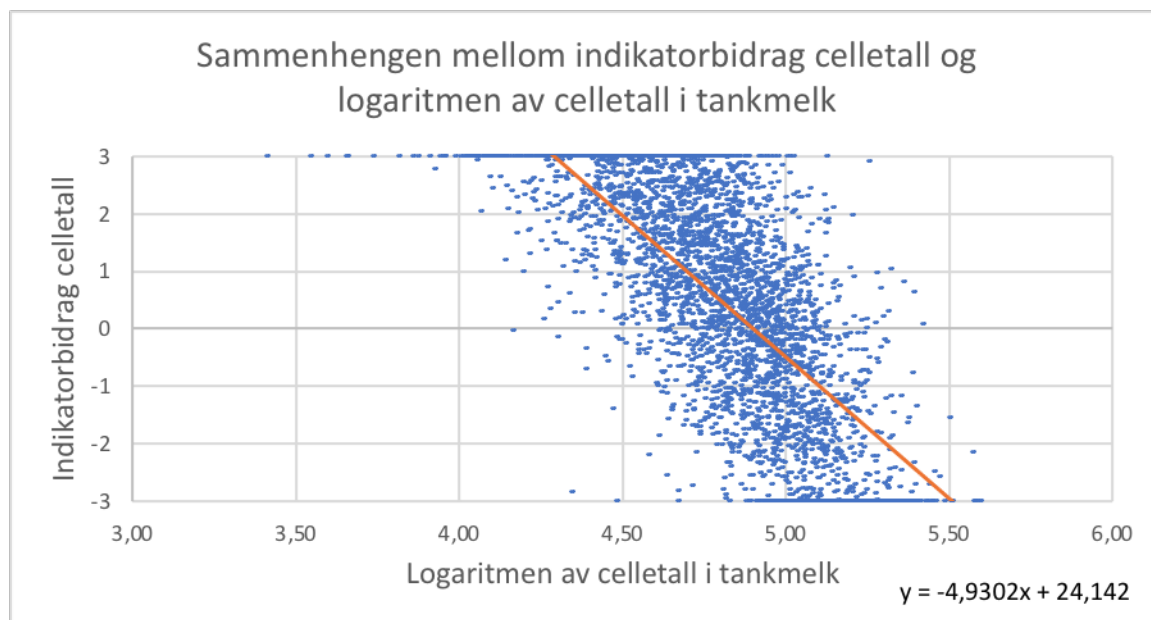
Gjennomsnitt, 95 % konfidensintervall og minimum- og maksimumverdier (variasjonsbredde) for alle utfallsvariablene, samt p-verdi er vist i tabell 3. Det var signifikant forskjell for lnSCC, lnTBC, fett, frysepunkt og laktose. lnSCC og laktoseprosent var gjennomsnittlig lavere i gruppe A enn i gruppe B. Bakterietall og frysepunkt var gjennomsnittlig lavere i Gruppe B. Frie fettsyrer, protein- og urea-nivåer var ikke signifikant forskjellig mellom gruppene.

	Gruppe A			Gruppe B			p-verdi
	Gjennomsnitt	95% KI	Variasjonsbredde	Gjennomsnitt	95% KI	Variasjonsbredde	
lnSCC	4,710	[4,683, 4,738]	[3,539, 5,315]	4,885	[4,855, 4,915]	[3,732, 5,591]	4,33E ⁻¹⁶
lnTBC	2,759	[2,697, 2,821]	[1,221, 3,929]	2,653	[2,588, 2,718]	[1,228, 3,981]	0,02
FFS (mmol/L)	0,538	[0,531, 0,545]	[0,342, 0,792]	0,541	[0,534, 0,549]	[0,342, 0,775]	0,51
FP (°C)	-0,5303	[-0,5305, -0,5301]	[-0,5392, -0,5233]	-0,5309	[-0,5312, -0,5307]	[-0,5392, -0,5167]	2,56E ⁻⁰⁴
Fett (%)	4,371	[4,351, 4,391]	[3,942, 6,758]	4,405	[4,379, 4,430]	[3,858, 6,808]	0,04
Laktose (%)	4,687	[4,683, 4,691]	[4,558, 4,833]	4,660	[4,655, 4,666]	[4,492, 4,858]	8,54E ⁻¹⁴
Protein (%)	3,470	[3,460, 3,480]	[3,192, 4,167]	3,479	[3,467, 3,491]	[3,208, 4,375]	0,24
Urea (mmol/L)	4,977	[4,921, 5,034]	[2,827, 6,465]	4,982	[4,918, 5,046]	[3,370, 6,775]	0,90

Tabell 3: Gjennomsnitt, 95 % konfidensintervall, minimum- og maksimumsverdier og p-verdier for de ulike melkevariablene (SCC = somatic cell count, TBC = total bacteria count, FFS = frie fettsyrer, FP = frysepunkt)

Sammenhengen mellom indikatorbidrag celletall >200 000 og celletall i tankmelk

Lineær regresjon av sammenhengen mellom IB celletall >200.000 og utfallsvariabelen celletall (lnSCC) fra hele datasettet (N=3547) viser visuelt at det er en sammenheng mellom disse variablene. IB celletall har en numerisk verdi mellom -3 og +3.



Figur 11: Sammenhengen mellom indikatorbidrag celletall og logaritmen av celletall i tankmelk er illustrert av den oransje regresjonslinja. Blå punkter representerer data fra besetninger i hele datasettet (N=3547).

Bakterietall og driftsform

Det er en statistisk signifikant forskjell på bakterietall og celletall mellom gruppe A og gruppe B (tabell 3). Det gjennomsnittlige celletallet og bakterietallet er høyere i gruppe A enn gruppe B. Gjennomsnitt av celletall og bakterietall når gruppene deles inn i undergrupper med AMS og konvensjonell melking er vist i tabell 3. Celle- og bakterietallet var høyere i besetninger med AMS enn konvensjonell melking.

	<i>AMS</i>	<i>Konvensjonell melking</i>	<i>p-verdi</i>
Gruppe A			
lnTBC	2,952	2,111	7,94E-36
lnSCC	4,745	4,593	4,84E-06
Gruppe B			
lnTBC	3,109	2,417	5,60E-11
lnSCC	4,951	4,855	3,51E-03

Tabell 4: Gjennomsnitt for lnTBC og lnSCC, og p-verdi for gruppe A og gruppe B differensiert etter type driftsform; AMS og konvensjonell melking (*AMS = automatic milking system, konvensjonell melking = løsdrift uten AMS og bås fjøs*)

Diskusjon

Celletal

Resultatene i denne oppgaven viste at logaritmen av celletallet (heretter kalt celletallet/lnSCC) i tankmelk gjennomsnittlig var lavere hos besetningene i gruppe A enn hos besetningene i gruppe B. Forskjellen var statistisk signifikant (p-verdi $2,77e^{-16}$), men liten, og funnet kan være tilfeldig. Forskjellen kan også skyldes en høyere andel besetninger med AMS, og større besetninger i gruppe A enn gruppe B. En annen forklaring kan være forskjeller i management på jurhelse mellom de to gruppene.

En del av forklaringen på at celletallet var lavere i gruppe A enn B kan være at celletallsmålinger er en del av DVI. Celletal er ett av tre indikatorbidrag (IB) under delindikatoren jurhelse i DVI. De to andre IB er antall mastitt-tilfeller og antall kyr utrangert som følge av dårlig jurhelse (vedlegg 1). Det er imidlertid viktig å merke seg at IB celletal beregner celletal på individnivå, mens utfallsvariabelen celletal er lnSCC i tankmelk fra besetningen. IB celletal baseres på melkeprøver fra hver enkelt ku i besetningen, og andelen av disse prøvene med celletal $> 200\ 000$ celler/mL bestemmer tallverdien av IB celletal.

Lineær regresjon av IB celletall og utfallsvariabelen lnSCC fra alle besetninger i datasettet (N=3547) viste at IB celletall er negativt korrelert med utfallsvariabel lnSCC (figur 11). Det betyr at det er en sammenheng mellom høyt celletall på individnivå og høyt celletall i tankmelk hos besetningene i dette studiet. Hvor stor del av variasjonen i indikatorverdi som kan forklares av IB celletall er ikke tallfestet, men det kan slås fast at bedre IB celletall (altså lavere celletall hos enkeltkyr) gir høyere verdi på delindikator jurhelse, og dermed bidrar til en høyere indikatorverdi. Slik kan celletall på individnivå til en viss grad påvirke om besetningene havnet i gruppe A, gruppe B, eller ble ekskludert i studieutvalget.

Celletall i tankmelk reflekterer i varierende grad den sanne tilstanden hva gjelder celletall hos enkeltkyr i besetningen, fordi ikke all melken som produseres av kyrne kommer på tanken. Melk fra kyr som behandles for mastitt skal skilles fra tankmelk, både pga. høyt celletall og fordi medisinbruk gjør melka uegnet til konsum. Melk fra andre kyr med kjent forhøyet celletall kan også skilles ut for å unngå forhøyet celletall i tankmelka. Hvor mye melk som skilles ut, er en avveining bonden må gjøre ut fra hvor god kvotefylling han har opp mot risikoen for å komme over grensen for nedklassifisering på melk som leveres til meieri (230 000 celler/mL i tankmelk).

En melkerobot gir større mulighet for å overvåke jurhelsen i besetningen sammenlignet med konvensjonell melking, blant annet ved hjelp av sanntids-celletallsmålinger (Dalen et al., 2019). Dette kan bidra til at subkliniske mastitter fanges opp, og øker muligheten for å oppdage og skille ut melk fra enkeltkyr med høyt celletall. I Norge i dag har en stor andel av melkekubesetningene løsdrift med AMS, der kyrne melkes i en melkerobot (TINE Rådgivning, 2021). I denne studien var det en større andel besetninger med melkerobot i gruppe A enn gruppe B. Det kan dermed tenkes at besetninger i gruppe A skiller ut mer melk med høyt celletall, og at dette bidrar til å redusere celletall i tankmelk. Besetningene i gruppe A er også gjennomsnittlig større enn gruppe B (tabell 1). Større besetninger produserer mer

melk, og har som regel større fleksibilitet til å skille ut melk og fortsatt oppnå god kvotefylling.

Ved overgang fra konvensjonell melking til AMS kan celletallet i tankmelk øke en viss periode (Castro et al., 2018). Castro *et al.* (2018) viste at det første året etter overgang fra konvensjonell melking til AMS var celletallet høyere enn året før overgangen. Deretter sank celletallet gradvis, og tredje året etter innføring av AMS var celletallet lavere enn før overgang til AMS. Frössling *et al.* (2017) fant at ved overgang fra konvensjonell melking til AMS økte insidens av høyt celletall ($> 200\ 000$ celler/mL), men prevalensen av høyt celletall var uforandret. Castro *et al.* (2018) har en hypotese om at økningen i celletall kan skyldes både økte stressnivåer hos dyra og at røkteren har lite erfaring med det nye systemet. De tenker at tilpasningsevnen hos både dyr og produsent er viktig for å få redusert celletallet til nivået det var på før innføring av AMS. Det samme studiet viser også til andre studier som undersøkte melkingsfrekvens og dets påvirkning på celletall. Da ses det en sammenheng mellom økt melkingsfrekvens og redusert celletall. Dette er veldig aktuelt i AMS der dyra som regel melkes oftere enn ved konvensjonell melking (Castro et al., 2018). Resultatene i denne oppgaven viste at gjennomsnitt av lnSCC er ganske likt mellom besetninger med AMS og besetninger med konvensjonell melking (tabell 4), men altså høyere i gruppe B enn gruppe A. Hvor mange av besetningene med AMS som nylig har gått over fra konvensjonell melking er ikke undersøkt.

Bakterietall

Logaritmen av bakterietallet (lnTBC) i tankmelk var høyere i gruppe A enn i gruppe B (hhv. 2,76 og 2,65), og forskjellen var statistisk signifikant (p-verdi 0,02). Denne forskjellen kan skyldes at det var ulik fordeling på ulike driftsformer i gruppe A og B (tabell 2).

Løsdriftssystem med AMS var sterk overrepresentert i gruppe A i forhold til landsgjennomsnittet. Med besetningene i gruppe A og B gruppert etter driftsform, var lnTBC

i gjennomsnitt høyere for besetninger med AMS enn besetninger uten AMS (tabell 4).

Besetninger som går over fra konvensjonell melking til AMS kan få høyere TBC i den første fasen etter omlegging, men dette gjelder ikke alle besetninger (de Koning et al., 2016). Vi vet at besetninger med AMS i gjennomsnitt scorer bedre på DVI enn både besetninger i løsdriftssystemer uten AMS og besetninger i båsfjøs (TINE Rådgivning, 2021). Siden driftsform påvirker både DVI og bakterietallet er driftsform en konfunder i denne sammenhengen.

Bakterietallet er påvirket av den generelle hygien, både på dyr, i miljø og i melkesystemene (de Koning et al., 2016). Blir ikke melkeanlegget brukt, rengjort og vedlikeholdt riktig kan det oppformere seg bakterier i systemet, og dette kan ha mye å si for bakterietallet i melka. Både AMS og konvensjonelle melkesystemer krever teknisk innsikt og vedlikehold, men en melkerobot er et mer komplisert system å rengjøre og vedlikeholde (de Koning et al., 2016; Wiking & Nielsen, 2007). Andre risikofaktorer for høyt bakterietall er renhet på kyr, vaskerutiner før melking, temperatur på vaskevann og vannets hygieniske kvalitet (Elmoslemany et al., 2009a; Velthuis & van Asseldonk, 2011). Renhet på kyr er en velferdsindikator som er med i andre, anerkjente dyrevelferdsprotokoller (Welfare Quality, 2009), men ikke i DVI. Det er altså ikke kjent om det er forskjell i renhet på kyr mellom de to gruppene.

Forskjellen i bakterietall mellom gruppe A og gruppe B kan trolig tilskrives at en større andel av besetningene i gruppe A har AMS.

Fett

Fettprosenten var noe høyere i gruppe B enn i gruppe A (hhv. 4,40 % og 4,37 % fett). Selv om forskjellen i fettprosent er signifikant (p-verdi 0,04), er den relativt liten, og har trolig liten praktisk betydning. Gjennomsnitt, median og spredning er tilnærmet identisk når data er

grafisk fremstilt (figur 8). Tidligere studier (Ginestreti et al., 2020) fant ingen assosiasjon mellom fettprosent i tankmelk og dyrevelferd målt ut fra en velferdsprotokoll.

Det er generelt høyere ytelse i gruppe A (tabell 1), og dette kan være en forklaring på et lavere fettinnhold i melka i denne gruppa. I litteraturen er det beskrevet at egenskapene fettprosent og høy melkeytelse er negativt korrelert, og at seleksjon for høyere ytelse kan redusere fettprosenten (Linn, 1988).

Høyt fettinnhold i melka (over 4 %) gir et pristillegg ved levering til meieri, og det lønner seg derfor å ha fettrik melk. Den lille forskjellen i fett hos de to gruppene påvirker ikke den totale inntekten til bøndene i større grad (TINE Medlem, 2020e). Ytelsen hos gruppe A er i gjennomsnitt såpass mye høyere at fett-tillegget som disse får totalt sett vil være større enn det gruppe B får. Det lønner seg derfor mer med høy ytelse enn med høy fettprosent.

Noen mener at høy ytelse hos melkekyr ikke er assosiert med god dyrevelferd (Coignard et al., 2014). Det er funnet at høy ytelse er assosiert med en høyere prevalens av lidelser som påvirker dyrevelferden negativt, for eksempel melkefeber, metritt, ketose og løpedisløkasjon (Coignard et al., 2014; Fourichon et al., 1999). Men det er også funnet at dårlig dyrevelferd er assosiert med redusert ytelse (Coignard et al., 2014). Her konkluderes det til slutt med at ytelse ikke kan brukes som mål på dyrevelferd.

I TINES DVI er ikke total ytelse med som et indikatorbidrag, nettopp fordi spørsmålet om hvorvidt høy ytelse er assosiert med god dyrevelferd er omdiskutert. Derfor vil ikke den totale ytelsen påvirke hvordan besetningene scorer på DVI. De ytelses-relaterte indikatorbidragene som er med i DVI er differansen i ytelse mellom påfølgende laktasjoner. En høyere eller lavere differanse mellom laktasjonene enn forventet kan bety at denne eller tidligere laktasjonen/-er er suboptimal.

Den observerte høyere fettprosenten i gruppe B enn gruppe A kan altså tenkes å skyldes noe lavere ytelse hos gruppe B.

Frysepunkt

Frysepunktet i melk er en relativt stabil variabel (Hanuš et al., 2011). Resultatet i denne oppgaven viste en liten, men signifikant forskjell i frysepunkt mellom gruppe A og B (p-verdi $2,56 \cdot 10^{-4}$). Frysepunktet i gruppe A var i gjennomsnitt $0,0007^{\circ}\text{C}$ høyere enn gruppe B. Denne forskjellen har lite praktisk betydning. Forskjellen kan kanskje tilskrives andelen AMS-besetninger i gruppe A, fordi AMS kan medføre risiko for noe mer vanninnblanding under vasking. Vasking foregår noe annerledes og hyppigere i AMS-besetninger enn i båsfjøs. Frysepunktet påvirkes også av andre faktorer, som rase, laktasjonsstadium, årstid, føring, klima, mastitt (Slaghuis, 2001) og vanninntak/vannrestriksjon (Bjerg et al., 2005). I denne sammenheng er mastitt mest aktuelt å vurdere, siden de andre faktorene ikke påvirker DVI og gruppetilhørighet (gruppe A eller B). Siden frysepunktet påvirkes av mange ulike faktorer som ikke er gjort rede for i denne oppgaven, er det vanskelig å trekke noen konklusjoner ut fra dette resultatet, men forskjeller i driftsform er en mulig forklaring.

Laktose

Gruppe A hadde i gjennomsnitt høyere laktoseprosent i tankmelk enn gruppe B (hhv. 4,69 % og 4,66 %), og forskjellen er statistisk signifikant (p-verdi $8,54 \cdot 10^{-14}$). Variabelen utviste liten spredning (figur 7), med noe større spredning av verdier i gruppe B enn i gruppe A.

Laktoseprosenten varierer med antall laktasjoner, rase og hold (Costa et al., 2019; de Vries et al., 2011). Jurhelseproblemer vil virke inn på delindikator jurhelse, og dermed indikatorverdien. Det er også vist at jurhelseproblemer kan føre til lavere laktoseprosent (Costa et al., 2019). Jurhelseproblemer kan være en medvirkende årsak til at besetninger med lav indikatorverdi har lavere laktoseprosent enn besetninger med høy indikatorverdi. Det er kjent at besetninger med AMS, som er overrepresentert i gruppe A, i gjennomsnitt scorer bedre på delindikator jurhelse (TINE Rådgivning, 2021).

Laktoseandelen i melk varierer generelt lite på individnivå (Linn, 1988), og det var forventet lite variasjon i laktoseprosent i tankmelk. Den lille forskjellen som framkommer i resultatene kan kanskje tilskrives forskjeller i jurhelse mellom gruppe A og gruppe B.

Frie fettsyrer

Det var ingen statistisk signifikant forskjell i frie fettsyrer (FFS) mellom gruppe A og B (p-verdi 0,51). FFS er hovedsakelig påvirket av mekaniske faktorer og ikke av faktorer som inngår i DVI (Velthuis & van Asseldonk, 2011). Det er vist at høye nivåer av FFS i tankmelk er særlig knyttet til dårlig bruk, rengjøring, vedlikehold og utforming av melkesystemene, heller enn til dyra selv (Velthuis & van Asseldonk, 2011).

Et annet studie fant at AMS er viktig faktor når det kommer til økte nivåer av FFS i tankmelk (Wiking et al., 2019). Resultatene i denne oppgaven viste ikke noen forskjell i FFS mellom gruppene, selv om andelen AMS er større i gruppe A enn i gruppe B. FFS er omfattet av kvalitetsregelverket til TINE, så det er sterke insentiver for å holde nivået under grenseverdien. Sykdom hos enkeltdyr kan gi økt FFS, men det er lite sannsynlig at nivået i tankmelk blir påvirket av dette.

Urea

Forskjellen i ureanivået i tankmelk mellom gruppe A og B var ikke statistisk signifikant (p-verdi 0,90). Ginestreti *et al.* (2020) fant en svak, men signifikant sammenheng mellom urea i melk og dyrevelferdsmålinger. Et annet studie fant sammenheng mellom urea i tankmelk og hold på dyra i besetningen, hvor dårlig hold var assosiert med høyere urea-konsentrasjon i melka (Sandgren et al., 2009). Som nevnt i innledningen, er det også sett at dehydrering kan føre til økte nivåer av urea i melk (Steiger Burgos et al., 2001). Vanntilgang er en mye brukt velferdsindikator, men er ikke med DVI, slik at det er ukjent om gruppene skiller seg betydelig fra hverandre med hensyn til dette.

Fôring brukes aktivt for å styre urea-nivået i melk (Aguilar et al., 2012). Ettersom gruppe A har større besetninger i gjennomsnitt, kunne man tenke seg at de hadde større spillerom med tanke på kontroll av fôring, og dermed mindre spredning i ureaverdier. Resultatet viser imidlertid at spredningen i ureaverdier i tankmelk ikke er større i gruppe B enn i gruppe A (figur 9).

Protein

Proteinprosenten var høyere hos gruppe B enn hos gruppe A (hhv. 3,48 % og 3,47 %) men forskjellen var ikke statistisk signifikant (p-verdi 0,24). Det var størst spredning i proteinprosent i gruppe B (figur 10). Proteinprosent i melk er i hovedsak bestemt av dyras genetik (Linn, 1988), men dette bør ikke utgjøre en forskjell mellom gruppe A og B, fordi studieutvalget i all hovedsak består av NRF-kyr som stort sett deltar i det samme avlsprogrammet. Dette betyr at kyrne i besetningene i studieutvalget sannsynligvis har lignende genetiske forutsetninger for proteinprosent i melken.

Teststyrke

Styrken på en test innebærer hvor stor sannsynlighet det er for at nullhypotesen (H_0) rettmessig forkastes. Dette er bare aktuelt når den alternative hypotesen faktisk er sann. Type I-feil er å feilaktig avvise H_0 . I denne oppgaven innebærer dette at det konkluderes med at det er en forskjell i melkekvalitetsvariabler mellom gruppe A og B når p-verdien er under 0,05, hvis det i realiteten *ikke* er noen forskjell i gjennomsnittet mellom de to gruppene. Type II-feil er å feilaktig beholde H_0 . I denne oppgaven innebærer det å få en p-verdi som er over 0,05, slik at nullhypotesen beholdes, når det i realiteten er en forskjell i gjennomsnitt mellom de to gruppene.

For å øke teststyrken finnes ulike virkemidler. Det som er mest aktuelt i denne oppgaven er å øke antall besetninger (n). Da er det større sjanse for å korrekt identifisere at det ikke er en

forskjell mellom to gjennomsnitt. Dette medfører derimot problematikk rundt troverdigheten til p-verdien. Det kan da oppstå falske positive (type I feil) der p-verdien er mindre enn 0,05, men H_0 er sann. Dette er noe en alltid må være oppmerksom på ved bruk av p-verdi på store studieutvalg. P-verdien vil naturlig reduseres jo større studieutvalg en har. En må da vurdere praktisk signifikans over statistisk signifikans (Lin et al., 2013).

Begrensninger ved studiet

I denne oppgaven er TINEs DVI benyttet som et mål på estimert dyrevelferd i melkekubesetninger. Det finnes mange ulike måter å definere dyrevelferd på, og mange måter å forsøke å måle den på. Ulike metoder vil vektlegge ulike aspekter ved “det gode liv” for dyra i større eller mindre grad. DVI baserer seg for det meste på produksjonsresultater og helseregistreringer, og dekker dermed kun enkelte aspekter (biologisk funksjon) ved det som forstås med begrepet dyrevelferd. Mange målinger som tradisjonelt er med i en dyrevelferdsprotokoll, men som ville krevd fysisk tilstedeværelse eller mer avanserte målemetoder, er dermed ikke med i DVI. Eksempel på dette er dyretetthet, antall dyr som ligger/står (resting comfort), antall dyr med sår/hudforandringer, renhet på dyrene, atferdsregistreringer, og halthet (TINE, 2020a).

Å beregne dyrevelferd ved hjelp av DVI er trolig ikke like nøyaktig som å måle dyrevelferden ved hjelp av validerte dyrevelferdsprotokoller. En måte å undersøke og forbedre nøyaktigheten til DVI som et mål på dyrevelferd, vil være å gjennomføre en validering av DVI mot en etablert dyrevelferdsprotokoll. DVI har imidlertid den fordelen at tilstanden i besetningen kan overvåkes kontinuerlig, noe bruk av en dyrevelferdsprotokoll ikke er egnet til på grunn av tidsbruk, behovet for tilgjengelige observatører og kostnader. Det er nettopp på grunn av at DVI er benyttet som mål på dyrevelferd at gjennomsnittlig dyrevelferd gjennom et helt år kunne sammenlignes med melke kvalitet i samme periode.

Å måle den generelle dyrevelferden hos en hel besetning medfører noen utfordringer. I en besetning kan de enkelte dyrene ha ulikt velferdsnivå. Man vil ideelt sett ha et samlet bilde av dyrevelferden i besetningen samtidig som det skal framkomme om enkeltindivider har det svært dårlig (Botreau et al., 2007; Thomsen & Houe, 2018), ettersom de fleste vil anse store lidelser hos enkeltindivid som uakseptabelt. I denne oppgaven undersøkes både melkekvalitet og dyrevelferd på besetningsnivå, og dermed kan eventuelle variasjoner på individnivå bli kamouflert av at det er gjennomsnittstall fra besetningene som benyttes.

Når DVI regnes sammen til en totalverdi, basert på de ti delindikatorerne, er det også en risiko for at delindikatorer med høy verdi kompenserer for delindikator med lav verdi, slik at den totale indikatorverdien jevnes ut og totalt blir “middels”. Dette er trolig et mindre problem når studieutvalget består av besetningene som ligger lengst over (gruppe A) og lengst under (gruppe B) gjennomsnittlig indikatorverdi. Ved å ekskludere de besetningene som ligger nærmest gjennomsnittet er det mindre sannsynlig at besetninger med mye kompensasjon i scoren blir med i studieutvalget. Det er imidlertid ikke mulig å si noe om graden av kompensasjon i indikatorverdiene i utvalget uten å undersøke delindikatorerne.

En vesentlig begrensning ved å bruke DVI i kontekst av denne studien er at andel kukontrollprøver med celletall $> 200\,000$ er et indikatorbidrag, så det at DVI brukes som forklaringsvariabel ved undersøkelse av celletall som utfallsvariabel er en form for sirkulær argumentasjon.

Melkekvalitetsdataene og DVI er gjennomsnitt for hele 2020. Dette gjør at variasjon i dyrevelferd og melkekvalitet gjennom året kan bli utvisket.

Bias

Seleksjonsbias

Inklusjonskriterier i denne studien var melkekubesetning med minst 20 årskyr, medlem i Kukontrollen, og at besetningen hadde fått verdi på DVI. Ulike driftsformer er med, og AMS er klart overrepresentert i gruppe A.

Dersom det skulle vært slik at DVI utilsiktet favoriserer besetninger med en bestemt driftsform, så vil dette påvirke hvem som havner nederst og øverst på DVI-rangeringen. Dette ville ført til seleksjon av grupper som består av en større andel av en spesiell driftsform.

Driftsform er noe som kan korrigeres for i de statistiske analysene, men det krever mer avanserte analyser enn det som er gjort i denne oppgaven. Dette må eventuelt ses på i senere studier.

Det kan være systematiske forskjeller mellom besetninger som er med og de som ikke er med i Kukontrollen. Besetninger som ikke er med i Kukontrollen antas å være mindre besetninger, som gjerne driver mer konvensjonell eller alternativ drift i eldre båsfjøs. Dette trenger ikke å bety at disse har dårlig dyrevelferd, men at driftsforhold like gjerne kunne slått negativt som positivt ut. Det samme gjelder de besetningene som består av mindre enn 20 årskyr — disse små besetningenes indikatorverdi blir mer påvirket av enkelthendelser enn det større besetninger blir. Det ville vært vanskeligere å vurdere slike tilfeller, derfor ble disse ekskludert i studiet.

Informasjonsbias

Alle analysene av melke kvalitet er gjort på samme laboratorium i Norge (TINE Råmelkslaboratoriet). Enkelte feilmålinger vil ikke påvirke årsgjennomsnittet i særlig stor grad. Alle DVI-verdier er beregnet av TINE sentralt, basert på samme modell.

For å få en mest mulig presis verdi av DVI må data i Kukontrollen legges inn korrekt og oppdateres jevnlig. AMS-besetninger kan ha automatisk overføring av data fra melkerobot til styringsverktøy, noe som kan redusere feilrapportering i den delen av utvalget.

Konfundering

Fordeling av driftsformer i gruppe A og gruppe B er svært skjev (tabell 2). AMS er overrepresentert i gruppe A (70 % i gruppen mot 30 % på landsbasis). Om dette skyldes en reell forskjell i dyrevelferd i ulike driftsformer, eller er en svakhet ved beregning av DVI slik at en utilsiktet favoriserer en spesiell driftsform, er ikke kjent. Driftsform fungerer som en konfunder i denne studien, da det er en faktor som påvirker både melke kvalitet (undersøkt for gjennom melke kvalitetsvariablene lnSCC og lnTBC i denne studien) og DVI. Flere studier har undersøkt effekten av driftsform på melke kvaliteten, og funnet at celletall og bakterietall i tankmelk øker i forbindelse med overgang til AMS (Castro et al., 2018; de Koning et al., 2016; Wiking & Nielsen, 2007).

Bonden/røkterfaktoren er også noe som kan påvirke både DVI og melke kvaliteten i stor grad. Dette er en utfordring å måle, og er ikke undersøkt i vår studie.

Generaliserbarhet

Besetningene i studieutvalget er plukket fra populasjonen av alle besetninger som er med i Kukontrollen, men små besetninger er ekskludert. Det antas at resultatet vil være gyldig for

alle melkekubesetninger i Norge. Resultatet vil trolig gjelde for de mindre besetningene også, fordi disse trolig ikke skiller seg fra besetningene i studieutvalget når det kommer til forhold direkte ved dyrene.

Resultatene er trolig mindre overførbare til melkekubesetninger i andre land. Annet klima, andre storferaser, organisering av melkenæringen og ofte betydelig større besetninger utgjør vesentlige forskjeller mellom Norge og forhold i andre nasjoner med stor kumelkproduksjon. Det er trolig en annen fordeling av driftssystemer. Norge har for eksempel en relativt stor andel AMS-besetninger. I land med mildere klima kan det også være driftsformer med mer utegang og mer utstrakt beitebruk enn i Norge, noe som kan påvirke dyrenes velferd både positivt og negativt.

Konklusjon

Det ble funnet små, men signifikante forskjeller i noen melkekvalitetsvariabler (celletall, bakterietall, fett, frysepunkt og laktose) mellom to grupper rangert med de henholdsvis 10% høyeste og 10% laveste resultatene i TINEs Dyrevelferdsindikator. Den største forskjellen var på variabelen celletall, men også her var forskjellen liten, og verdiene overlappende mellom de to gruppene. Beregninger av celletall inngår også i forklaringsvariabelen DVI, og det gjør dette funnet mindre betydningsfullt. Med tanke på det store studieutvalget, som gjør at forholdsvis små forskjeller kan bli statistisk signifikante, er det usikkert hvor stor praktisk betydning disse funnene har.

Det er ikke grunnlag for å konkludere med at det er forskjell i melkekvalitet mellom de to gruppene som består av besetninger med henholdsvis 10 % høyest og 10 % lavest DVI-verdi. Siden det er forskjell i driftsform mellom gruppe A og B bør dette korrigeres for i senere studier.

Takk til bidragsytere

Vi vil gjerne rette en stor takk til veiledere Camilla Kielland og Ingrid Hunter Holmøy for gode innspill, hjelp og bistand underveis i arbeidet med oppgaven. En spesiell takk går til Olav Østerås i TINE, for å ha gitt oss tilgang til det vi trengte av data fra Kukontrollen og DVI, og for gode råd.

Summary

This study looks at existing data on animal welfare and milk quality from Norwegian dairy herds from the Norwegian Dairy Herd Recording System (NDHRS) in year 2020. The purpose of this study was to examine a possible difference in quality of bulk tank milk in two groups consisting of the 10 % highest and the 10% lowest scoring herds on animal welfare, as measured by a novel animal welfare index (Dyrevelferdsindikatoren, DVI). DVI was introduced in year 2020 by TINE SA, Norway's largest dairy organization. It calculates animal welfare from routine herd data (RHD) registered in the NDHRS. The validity of DVI as a measure of animal welfare is not addressed in this study. Statistically significant, but very small differences were found for variables somatic cell count (SCC), total bacterial count (TBC), fat percentage, freezing point and lactose percentage. Sample size was large (n= 717) so that even minimal differences can have statistical significance. The practical implications of these differences are uncertain. The biggest difference was in SCC, but as SCC is a factor in the calculation of DVI score already, this finding is of limited importance.

For all milk quality variables values overlapped substantially in the two groups. No statistically significant difference in urea, protein percentage or free fatty acids was found.

There is no evidence to conclude that there is a difference in milk quality between two groups consisting of herds with the 10 % highest and 10 % lowest scores in DVI respectively.

Referanser

- Agri Analyse & Agenda. (2016). *Verdien av norsk mat*.
- Aguilar, M., Hanigan, M. D., Tucker, H. A., Jones, B. L., Garbade, S. K., McGilliard, M. L., Stallings, C. C., Knowlton, K. F. & James, R. E. (2012). Cow and herd variation in milk urea nitrogen concentrations in lactating dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 95 (12): 7261-7268. doi: 10.3168/jds.2012-5582.
- Ahrné, L. & Björck, L. (1985). Lipolysis and the distribution of lipase activity in bovine milk in relation to stage of lactation and time of milking. *J Dairy Res*, 52 (1): 55-64. doi: 10.1017/s002202990002389x.
- Banks, W., Clapperton, J. L. & Steele, W. (1983). Dietary manipulation of the content and fatty acid composition of milk fat. *Proceedings of the Nutrition Society*, 42 (3): 399-406. doi: 10.1079/PNS19830047.
- Bequette, B. J., Backwell, F. R. C. & Crompton, L. A. (1998). Current Concepts of Amino Acid and Protein Metabolism in the Mammary Gland of the Lactating Ruminant. *Journal of Dairy Science*, 81 (9): 2540-2559. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(98)70147-X.
- Berry, D. P., Buckley, F. & Dillon, P. (2007). Body condition score and live-weight effects on milk production in Irish Holstein-Friesian dairy cows. *Animal*, 1 (9): 1351-1359. doi: 10.1017/S1751731107000419.
- Bionaz, M., Hurley, W. & Loo, J. (2012). Milk Protein Synthesis in the Lactating Mammary Gland: Insights from Transcriptomics Analyses. I: *Milk Protein*. IntechOpen.
- Bjerg, M., Rasmussen, M. D. & Nielsen, M. O. (2005). Changes in Freezing Point of Blood and Milk During Dehydration and Rehydration in Lactating Cows. *Journal of Dairy Science*, 88 (9): 3174-3185. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(05)73001-0.
- Blokhuis, H. J., Jones, R. B., Geers, R., Miele, M. & Veissier, I. (2003). Measuring and monitoring animal welfare: transparency in the food product quality chain. *Animal welfare*, 12 (4): 445-455.

- Botreau, R., Bonde, M., Butterworth, A., Perny, P., Bracke, M. B. M., Capdeville, J. & Veissier, I. (2007). Aggregation of measures to produce an overall assessment of animal welfare. Part 1: a review of existing methods. *Animal*, 1 (8): 1179-1187. doi: 10.1017/S1751731107000535.
- Breen, J. E., Green, M. J. & Bradley, A. J. (2009). Quarter and cow risk factors associated with the occurrence of clinical mastitis in dairy cows in the United Kingdom. *Journal of Dairy Science*, 92 (6): 2551-2561. doi: 10.3168/jds.2008-1369.
- Brouwer, H., Stegeman, J. A., Straatsma, J. W., Hooijer, G. A. & Schaik, G. (2015). The validity of a monitoring system based on routinely collected dairy cattle health data relative to a standardized herd check. *Prev Vet Med*, 122 (1-2): 76-82. doi: 10.1016/j.prevetmed.2015.09.009.
- Castro, A., Pereira, J. M., Amiama, C. & Barrasa, M. (2018). Long-term variability of bulk milk somatic cell and bacterial counts associated with dairy farms moving from conventional to automatic milking systems. *Italian Journal of Animal Science*, 17 (1): 218-225. doi: 10.1080/1828051X.2017.1332498.
- Coignard, M., Guatteo, R., Veissier, I., Lehébel, A., Hoogveld, C., Mounier, L. & Bareille, N. (2014). Does milk yield reflect the level of welfare in dairy herds? *Vet J*, 199 (1): 184-187. doi: 10.1016/j.tvjl.2013.10.011.
- Costa, A., Lopez-Villalobos, N., Sneddon, N. W., Shalloo, L., Franzoi, M., De Marchi, M. & Penasa, M. (2019). Invited review: Milk lactose-Current status and future challenges in dairy cattle. *J Dairy Sci*, 102 (7): 5883-5898. doi: 10.3168/jds.2018-15955.
- Dalen, G., Rachah, A., Nørstebø, H., Schukken, Y. H. & Reksen, O. (2019). The detection of intramammary infections using online somatic cell counts. *J Dairy Sci*, 102 (6): 5419-5429. doi: 10.3168/jds.2018-15295.
- de Koning, K., Slaghuis, B. A. & van der Vorst, Y. (2016). Robotic milking and milk quality: effects on bacterial counts, somatic cell counts, freezing point and free fatty acids. *Italian journal of animal science*, 2 (4). doi: 10.4081/ijas.2003.291.
- de Vries, M., Bokkers, E. A., Dijkstra, T., van Schaik, G. & de Boer, I. J. (2011). Invited review: associations between variables of routine herd data and dairy cattle welfare indicators. *J Dairy Sci*, 94 (7): 3213-28. doi: 10.3168/jds.2011-4169.

- de Vries, M., Bokkers, E. A., van Schaik, G., Engel, B., Dijkstra, T. & de Boer, I. J. (2014). Exploring the value of routinely collected herd data for estimating dairy cattle welfare. *J Dairy Sci*, 97 (2): 715-30. doi: 10.3168/jds.2013-6585.
- Derakhshani, H., Fehr, K. B., Sepehri, S., Francoz, D., De Buck, J., Barkema, H. W., Plaizier, J. C. & Khafipour, E. (2018). Invited review: Microbiota of the bovine udder: Contributing factors and potential implications for udder health and mastitis susceptibility. *J Dairy Sci*, 101 (12): 10605-10625. doi: 10.3168/jds.2018-14860.
- Dippel, S., Dolezal, M., Brenninkmeyer, C., Brinkmann, J., March, S., Knierim, U. & Winckler, C. (2009). Risk factors for lameness in freestall-housed dairy cows across two breeds, farming systems, and countries. *Journal of Dairy Science*, 92 (11): 5476-5486. doi: 10.3168/jds.2009-2288.
- Djabri, B., Bareille, N., Beaudeau, F. & Seegers, H. (2002). Quarter milk somatic cell count in infected dairy cows: a meta-analysis. *Vet Res*, 33 (4): 335-57. doi: 10.1051/vetres:2002021.
- Dyrevernalliansen. (2018). *Hvorfor Dyrevernmerket*. Tilgjengelig fra: <https://dyrevernmerket.no/forbruker/hvorfor-dyrevernmerket/> (lest 04.04).
- EFSA. (2012). Scientific Opinion on the use of animal-based measures to assess welfare of dairy cows. *EFSA journal*, 10 (1): 2554. doi: 10.2903/j.efsa.2012.2554.
- Ellis, K. A., Innocent, G. T., Mihm, M., Cripps, P., McLean, W. G., Howard, C. V. & Grove-White, D. (2007). Dairy cow cleanliness and milk quality on organic and conventional farms in the UK. *J Dairy Res*, 74 (3): 302-10. doi: 10.1017/s002202990700249x.
- Elmoslemany, A. M., Keefe, G. P., Dohoo, I. R. & Jayarao, B. M. (2009a). Risk factors for bacteriological quality of bulk tank milk in Prince Edward Island dairy herds. Part 1: overall risk factors. *J Dairy Sci*, 92 (6): 2634-43. doi: 10.3168/jds.2008-1812.
- Elmoslemany, A. M., Keefe, G. P., Dohoo, I. R. & Jayarao, B. M. (2009b). Risk factors for bacteriological quality of bulk tank milk in Prince Edward Island dairy herds. Part 2: bacteria count-specific risk factors. *J Dairy Sci*, 92 (6): 2644-52. doi: 10.3168/jds.2008-1813.

- Escobar, G. J. & Bradley, R. L. (1990). Effect of Mechanical Treatment on the Free Fatty Acid Content of Raw Milk. *Journal of Dairy Science*, 73 (8): 2054-2060. doi: jds.S0022-0302(90)78884-4.
- Evans, A. & Miele, M. (2007). *Consumers' Views about Farm Animal Welfare Part I: National Reports based on Focus Group Research*. Welfare Quality Reports No. 4: Welfare Quality: Science and society improving animal welfare. Tilgjengelig fra: <http://www.welfarequality.net/media/1115/wqr4.pdf>.
- Evans, A. & Miele, M. (2008). *Consumers' Views about Farm Animal Welfare Part II: European Comparative Report Based on Focus Group Research*. Welfare Quality Reports No. 5: Welfare Quality: Science and society improving animal welfare. Tilgjengelig fra: <http://www.welfarequality.net/media/1116/wqr5.pdf>.
- Fourichon, C., Seegers, H., Bareille, N. & Beaudeau, F. (1999). Effects of disease on milk production in the dairy cow: a review. *Prev Vet Med*, 41 (1): 1-35. doi: 10.1016/s0167-5877(99)00035-5.
- Frössling, J., Ohlson, A. & Hallén-Sandgren, C. (2017). Incidence and duration of increased somatic cell count in Swedish dairy cows and associations with milking system type. *J Dairy Sci*, 100 (9): 7368-7378. doi: 10.3168/jds.2016-12333.
- Ginestreti, J., Strano, R. M., Lorenzi, V., Fusi, F., Angelucci, A., Ferrara, G., Galletti, G., Bergagna, S., Bolzoni, G., Zanardi, G., et al. (2020). Bulk tank milk quality data is unlikely to give useful information about dairy cow welfare at herd level. *J Dairy Res*, 87 (2): 208-211. doi: 10.1017/s0022029920000187.
- Giovanna, M. (2010). Consumers' perception of farm animal welfare: an Italian and European perspective. *Italian journal of animal science*, 8 (1s): 31-41. doi: 10.4081/ijas.2009.s1.31.
- Hanuš, O., Vegricht, J., Frelich, J., Macek, A., Bjelka, M., Louda, F. & Janu, L. (2008). Analysis of raw cow milk quality according to free fatty acid contents in the Czech Republic. *Czech Journal of Animal Science*, 53 (1): 17-30. doi: 10.17221/2717-CJAS.
- Hanuš, O., Zhang, Y., Bjelka, M., Kučera, J., Roubal, P. & Jedelská, R. (2011). Chosen biotic factors influencing raw cow milk freezing point. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 59 (5): 65-82. doi: 10.11118/actaun201159050065.

- Heath, C. A. E., Browne, W. J., Mullan, S. & Main, D. C. J. (2014). Navigating the iceberg: reducing the number of parameters within the Welfare Quality® assessment protocol for dairy cows. *Animal*, 8 (12): 1978-1986. doi: S1751731114002018.
- Heerwagen, L. R., Christensen, T. & Sandøe, P. (2013). The Prospect of Market-Driven Improvements in Animal Welfare: Lessons from the Case of Grass Milk in Denmark. *Animals (Basel)*, 3 (2): 499-512. doi: 10.3390/ani3020499.
- Heuer, C., Schukken, Y. H. & Dobbelaar, P. (1999). Postpartum Body Condition Score and Results from the First Test Day Milk as Predictors of Disease, Fertility, Yield, and Culling in Commercial Dairy Herds. *J Dairy Sci*, 82 (2): 295-304. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(99)75236-7.
- Hewson, C. J. (2003). What is animal welfare? Common definitions and their practical consequences. *Can Vet J*, 44 (6): 496-9.
- Houe, H., Sandøe, P. & Thomsen, P. T. (2011). Welfare Assessments Based on Lifetime Health and Production Data in Danish Dairy Cows. *J Appl Anim Welf Sci*, 14 (3): 255-264. doi: 10.1080/10888705.2011.576984.
- Jayarao, B. M. & Henning, D. R. (2001). Prevalence of foodborne pathogens in bulk tank milk. *J Dairy Sci*, 84 (10): 2157-62. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(01)74661-9.
- Jørgensen, H. J., Mørk, T., Høgåsen, H. R. & Rørvik, L. M. (2005). Enterotoxigenic *Staphylococcus aureus* in bulk milk in Norway. *J Appl Microbiol*, 99 (1): 158-66. doi: 10.1111/j.1365-2672.2005.02569.x.
- Karns, J. S., Van Kessel, J. S., McClusky, B. J. & Perdue, M. L. (2007). Incidence of *Escherichia coli* O157:H7 and *E. coli* virulence factors in US bulk tank milk as determined by polymerase chain reaction. *J Dairy Sci*, 90 (7): 3212-9. doi: 10.3168/jds.2006-009.
- Keeling, L. J. (2009). *An Overview of the Development of the Welfare Quality Project Assessment Systems*. Welfare Quality Reports No. 12: Welfare Quality: Science and society improving animal welfare. Tilgjengelig fra: <http://www.welfarequality.net/media/1120/wqr12.pdf>.
- Kelly, P. T., O'Sullivan, K., Berry, D. P., More, S. J., Meaney, W. J., O'Callaghan, E. J. & O'Brien, B. (2009). Farm management factors associated with bulk tank

- total bacterial count in Irish dairy herds during 2006/07. *Irish Veterinary Journal*, 62 (1): 36. doi: 10.1186/2046-0481-62-1-36.
- Kielland, C. (2020). *WelCow: Bedre dyrevelferden i storfebesetninger*. nmbu.no. Tilgjengelig fra: <https://www.nmbu.no/prosjekter/node/39460> (lest 02.05).
- Kjærnes, U., Bock, B. B., Roe, E. & Roex, J. (2008). *Consumption, Distribution and Production of Farm Animal Welfare: Opinions and Practices within the Supply Chain*. Welfare Quality Reports No. 7: Welfare Quality: Science and society improving animal welfare. Tilgjengelig fra: <http://www.welfarequality.net/media/1118/wqr7.pdf>.
- Krug, C., Haskell, M. J., Nunes, T. & Stilwell, G. (2015). Creating a model to detect dairy cattle farms with poor welfare using a national database. *Preventive Veterinary Medicine*, 122 (3): 280-286. doi: 10.1016/j.prevetmed.2015.10.014.
- Landbruks- og matdepartementet. (2004). *Forskrift om hold av storfe*. lovdata.no.
- Landbruks- og matdepartementet. (2009). *Lov om dyrevelferd*. lovdata.no.
- Le Maréchal, C., Thiéry, R., Vautor, E. & Le Loir, Y. (2011). Mastitis impact on technological properties of milk and quality of milk products—a review. *Dairy science & technology*, 91 (3): 247-282. doi: 10.1007/s13594-011-0009-6.
- Lin, M., Lucas, H. & Shmueli, G. (2013). Too Big to Fail: Large Samples and the p-Value Problem. *Information Systems Research*, 24: 906-917. doi: 10.1287/isre.2013.0480.
- Linn, J. G. (1988). Factors Affecting the Composition of Milk from Dairy Cows. I: *Designing Foods: Animal Product Options in the Marketplace*, s. 224-241. Washington, D.C: Washington, D.C: National Academies Press.
- Martin, N. H., Kent, D. J., Evanowski, R. L., Zuber Hrobuchak, T. J. & Wiedmann, M. (2019). Bacterial spore levels in bulk tank raw milk are influenced by environmental and cow hygiene factors. *Journal of Dairy Science*, 102 (11): 9689-9701. doi: 10.3168/jds.2019-16304.
- McDermott, A., De Marchi, M., Berry, D. P., Visentin, G., Fenelon, M. A., Lopez-Villalobos, N. & McParland, S. (2017). Cow and environmental factors associated with protein fractions and free amino acids predicted using mid-infrared spectroscopy in bovine milk. *J Dairy Sci*, 100 (8): 6272-6284. doi: 10.3168/jds.2016-12410.

- Mejdell, C. M., Stubsjøen, S. M., Ellingsen, K., Grøndahl, A. M. & Moe, R. O. (2013). *Dyrevelferdsprotokoller - å måle dyrevelferd*. Husdyrforsøksmøtet 2013; 28.-29. januar 2013, Thon Hotel Arena, s. 441-444: Universitetet for miljø- og biovitenskap, Institutt for husdyr- og akvakulturvitenskap.
- MENY. (2016). *Stort løft for smakskvalitet og dyrevelferd*. meny.no: MENY. Tilgjengelig fra: <https://meny.no/Om-MENY/pressemeldinger/stort-loft-for-smakskvalitet-og-dyrevelferd/> (lest 19.04).
- Miele, M., Evans, A. & Higgin, M. (2010). *Dialogue between Citizens and Experts Regarding Farm Animal Welfare: Citizen Juries in the UK, Norway and Italy*. Welfare Quality Reports No. 16: Welfare Quality: Science and society improving animal welfare. Tilgjengelig fra: <http://www.welfarequality.net/media/1124/wqr16.pdf>.
- Miele, M., Veissier, I., Evans, A. & Botreau, R. (2011). Animal welfare: establishing a dialogue between science and society. *Animal welfare*, 20: 103-117.
- Mitchell, R. G., Rogers, G. W., Dechow, C. D., Vallimont, J. E., Cooper, J. B., Sander-Nielsen, U. & Clay, J. S. (2005). Milk Urea Nitrogen Concentration: Heritability and Genetic Correlations with Reproductive Performance and Disease. *Journal of Dairy Science*, 88 (12): 4434-4440. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(05)73130-1.
- More, S. J., Hanlon, A., Marchewka, J. & Boyle, L. (2017). Private animal health and welfare standards in quality assurance programmes: a review and proposed framework for critical evaluation. *Vet Rec*, 180 (25): 612. doi: 10.1136/vr.104107.
- Mülleder, C., Troxler, J., Laaha, G. & Waiblinger, S. (2007). Can environmental variables replace some animal-based parameters in welfare assessment of dairy cows? *Animal Welfare*, 16: 153-156.
- Nyman, A.-K., Lindberg, A. & Sandgren, C. H. (2011). Can pre-collected register data be used to identify dairy herds with good cattle welfare? *Acta Vet Scand*, 53 (S1): S8-S8. doi: 10.1186/1751-0147-53-s1-s8.
- Parente, E., Ricciardi, A. & Zotta, T. (2020). The microbiota of dairy milk: A review. *International Dairy Journal*, 107: 104714. doi: 10.1016/j.idairyj.2020.104714.
- Pezzuolo, A., Guarino, M., Sartori, L. & Marinello, F. (2018). A Feasibility Study on the Use of a Structured Light Depth-Camera for Three-Dimensional Body

- Measurements of Dairy Cows in Free-Stall Barns. *Sensors (Basel)*, 18 (2): 673. doi: 10.3390/s18020673.
- Porcellato, D., Smistad, M., Bombelli, A., Abdelghani, A., Jørgensen, H. J. & Skeie, S. B. (2021). Longitudinal Study of the Bulk Tank Milk Microbiota Reveals Major Temporal Shifts in Composition. *Frontiers in Microbiology*, 12 (348). doi: 10.3389/fmicb.2021.616429.
- Poulsen, N. A., Gustavsson, F., Glantz, M., Paulsson, M., Larsen, L. B. & Larsen, M. K. (2012). The influence of feed and herd on fatty acid composition in 3 dairy breeds (Danish Holstein, Danish Jersey, and Swedish Red). *J Dairy Sci*, 95 (11): 6362-71. doi: 10.3168/jds.2012-5820.
- Rema 1000. (2016). *Dyrevelferd*. rema.no: REMA 1000. Tilgjengelig fra: <https://www.rema.no/ansvar/dyrevelferd/> (lest 19.04).
- Reneau, J. K., Seykora, A. J., Heins, B. J., Endres, M. I., Farnsworth, R. J. & Bey, R. F. (2005). Association between hygiene scores and somatic cell scores in dairy cattle. *J Am Vet Med Assoc*, 227 (8): 1297-301. doi: 10.2460/javma.2005.227.1297.
- Roche, J. R., Lee, J. M., Macdonald, K. A. & Berry, D. P. (2007). Relationships Among Body Condition Score, Body Weight, and Milk Production Variables in Pasture-Based Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, 90 (8): 3802-3815. doi: 10.3168/jds.2006-740.
- Ruegg, P. L. & Milton, R. L. (1995). Body Condition Scores of Holstein Cows on Prince Edward Island, Canada: Relationships with Yield, Reproductive Performance, and Disease¹. *Journal of Dairy Science*, 78 (3): 552-564. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(95)76666-8.
- Sachi, S., Ferdous, J., Sikder, M. H. & Azizul Karim Hussani, S. M. (2019). Antibiotic residues in milk: Past, present, and future. *J Adv Vet Anim Res*, 6 (3): 315-332. doi: 10.5455/javar.2019.f350.
- Sandgren, C. H., Lindberg, A. & Keeling, L. J. (2009). Using a national dairy database to identify herds with poor welfare. *Animal Welfare*, 18 (4): 523-532.
- Schreiner, D. A. & Ruegg, P. L. (2003). Relationship Between Udder and Leg Hygiene Scores and Subclinical Mastitis. *J Dairy Sci*, 86 (11): 3460-3465. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(03)73950-2.

- Schukken, Y. H., Wilson, D. J., Welcome, F., Garrison-Tikofsky, L. & Gonzalez, R. (2003). Monitoring udder health and milk quality using somatic cell counts. *Vet Res*, 34 (5): 579-596. doi: 10.1051/vetres:2003028.
- Shipe, W. F. (1959). The Freezing Point of Milk. A Review. *Journal of Dairy Science*, 42 (11): 1745-1762. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(59)90805-7.
- Slaghuis, B. A., Te Giffel, M. C., Beumer, R. R. & André, G. (1997). Effect of pasturing on the incidence of *Bacillus cereus* spores in raw milk. *International Dairy Journal*, 7 (4): 201-205. doi: 10.1016/S0958-6946(97)00012-5.
- Slaghuis, B. A. (2001). The freezing point of authentic and original farm bulk tank milk in The Netherlands. *International Dairy Journal*, 11 (3): 121-126. doi: 10.1016/S0958-6946(01)00043-7.
- Song, X., Bokkers, E. A. M., van Mourik, S., Groot Koerkamp, P. W. G. & van der Tol, P. P. J. (2019). Automated body condition scoring of dairy cows using 3-dimensional feature extraction from multiple body regions. *J Dairy Sci*, 102 (5): 4294-4308. doi: 10.3168/jds.2018-15238.
- Sordillo, L. M., Shafer-Weaver, K. & DeRosa, D. (1997). Immunobiology of the Mammary Gland. *J Dairy Sci*, 80 (8): 1851-1865. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(97)76121-6.
- Steiger Burgos, M., Senn, M., Sutter, F., Kreuzer, M. & Langhans, W. (2001). Effect of water restriction on feeding and metabolism in dairy cows. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*, 280 (2): R418-27. doi: 10.1152/ajpregu.2001.280.2.R418.
- Stenevik, I. h. & Mejdell, C. M. (2011). *Dyrevelferdsloven - kommentarutgave*. 1 utg.: Universitetsforlaget.
- Sumon, S., Parvin, M., Ehsan, M. & Islam, M. (2020). Dynamics of somatic cell count and intramammary infection in lactating dairy cows. *Journal of advanced veterinary and animal research*, 7 (2): 314-319. doi: 10.5455/javar.2020.g423.
- Sutton, J. D. (1989). Altering Milk Composition by Feeding. *Journal of Dairy Science*, 72 (10): 2801-2814. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(89)79426-1.
- Thomsen, P. T. & Houe, H. (2018). Cow mortality as an indicator of animal welfare in dairy herds. *Res Vet Sci*, 119: 239-243. doi: 10.1016/j.rvsc.2018.06.021.

- Thomson, N. A., van der Poel, W. C., Woolford, M. W. & Auldist, M. J. (2005). Effect of cow diet on free fatty acid concentrations in milk. *New Zealand journal of agricultural research*, 48 (3): 301-310. doi: 10.1080/00288233.2005.9513660.
- TINE. (2020a). *Dyrevelferdsindikatoren - en oversikt*. TINE. Tilgjengelig fra: <https://medlem.tine.no/dyr-og-helse/dyrevelferdsindikatoren/dyrevelferdsindikatoren-kort-oppsummering> (lest 28.02).
- TINE. (2020b). *TINEs regelverk om bedømmelse og betaling av melk etter kvalitet ved levering til TINE Råvare*.
- TINE. (2021). *Dyrevelferdsindikatoren 2.0 med flere endringer*. Fag og forskning. medlem.tine.no: TINE. Tilgjengelig fra: <https://medlem.tine.no/fag-og-forskning/dyrevelferdsindikatoren-2.0-med-flere-endringer> (lest 15.04).
- TINE Medlem. (2020a). *Bakterier*. Melkekvalitet. medlem.tine.no: TINE. Tilgjengelig fra: https://medlem.tine.no/melk/bakterier?fbclid=IwAR1WV8UQkp4QfTuWdSF0_z6WkCsq-Uhglib32i43tZL2Ptgy4cUOhIC1tsQ (lest 01.05).
- TINE Medlem. (2020b). *Celler*. Melkekvalitet. medlem.tine.no: TINE. Tilgjengelig fra: <https://medlem.tine.no/melk/celler?fbclid=IwAR0vPB4JEhCaVnNQbYErKdjGFE0cw0pptq0ZyU5AVqJ85nGpg19KmlSDkUE> (lest 02.05).
- TINE Medlem. (2020c). *Fortsatt behov for mer fett i kumelka*. medlem.tine.no: TINE. Tilgjengelig fra: <https://medlem.tine.no/aktuelt-fra-tine/fortsatt-behov-for-mer-fett-i-kumelka> (lest 02.05).
- TINE medlem. (2020d). *Frie fettsyrer i kumelk*. Melkekvalitet. medlem.tine.no: TINE. Tilgjengelig fra: <https://medlem.tine.no/melk/frie-fettsyrer> (lest 01.05).
- TINE Medlem. (2020e). *Melkepris for Ku*. Melkepris og satser. medlem.tine.no: TINE. Tilgjengelig fra: <https://medlem.tine.no/melk/regelverk-og-melkepris/melkepris-og-satser/melkepris-for-ku> (lest 05.05).
- TINE Medlem. (2020f). *Sporer*. Melkekvalitet. medlem.tine.no: TINE. Tilgjengelig fra: https://medlem.tine.no/melk/sporer?fbclid=IwAR0gTXKa6ArVld7FmbTdYzAVQ5tP6cZS5LUy_XgxQ4BLXssvS3-TXv47j1w (lest 01.05).
- TINE Medlem. (2020g). *Urea i melk*. Melkekvalitet. medlem.tine.no: TINE. Tilgjengelig fra: <https://medlem.tine.no/melk/urea-i->

[mel?fbclid=IwAR2g21JPf3ABXEsTgP-yqKigHisgMbTZQzJi8kNOaYgaR2RCEBIUx4zLTaU](#) (lest 01.05).

- TINE Rådgivning. (2021). *Statistikksamling fra Ku- og Geitekontrollen 2020 Årsrapport fra Helsekortordningen 2020*. Tilgjengelig fra: https://medlem.tine.no/fag-og-forskning/statistikk-2020-for-kukontrollen-og-geitekontrollen/_attachment/inline/59a4610f-2d7e-4b6f-a37a-7f43c9977306:53e8e6153c6fa6348276b5cc0bc8e9b3a58d6079/Statistikksamling%20husdyrkontrollen%202020.pdf (lest 25.04).
- TINE Råvare. (2021). *TINE Råvare årsrapport 2020*. TINE SA.
- Velthuis, A. G. J. & van Asseldonk, M. A. P. M. (2011). Process audits versus product quality monitoring of bulk milk. *J Dairy Sci*, 94 (1): 235-249. doi: 10.3168/jds.2010-3528.
- Verga, M. & Carezzi, C. (2010). Animal welfare: review of the scientific concept and definition. *Italian journal of animal science*, 8 (1s): 21-30. doi: 10.4081/ijas.2009.s1.21.
- Volden, H. (2012). For høyt ureainnhold i mjølka. *Buskap*, 63 (1-2012): 18-21.
- Welfare Quality. (2009). *Welfare Quality: Assessment protocol for cattle*. Lelystad, Netherlands: Welfare Quality: Science and society improving animal welfare. Tilgjengelig fra: http://www.welfarequality.net/media/1088/cattle_protocol_without_veal_calves.pdf (lest 01.05).
- Wiking, L., Björck, L. & Nielsen, J. H. (2003). Influence of feed composition on stability of fat globules during pumping of raw milk. *International Dairy Journal*, 13 (10): 797-803. doi: 10.1016/S0958-6946(03)00110-9.
- Wiking, L. & Nielsen, J. H. (2007). Effect of automatic milking systems on milk quality. *Journal of Animal and Feed sciences*, 16 (1). doi: 10.22358/jafs/74162/2007.
- Wiking, L., Bjerring, M., Løkke, M. M., Løvendahl, P. & Kristensen, T. (2019). Herd factors influencing free fatty acid concentrations in bulk tank milk. *J Dairy Res*, 86 (2): 226-232. doi: 10.1017/s0022029919000190.

Vedlegg

Vedlegg 1: Oversikt over delindikatorer og indikatorbidrag i

Dyrevelferdsindikatoren

1. Kalv

1.1. **Behandlinger** (unntatt rutinebehandlinger)

1.2. **Selvdøde** (dødfødte og døde <180 dager)

1.3. **Avlivet**

2. Avhorning

2.1. **Andel avhornet etter 42 dager***

2.2. **Andel avhornet etter 70 dager**

*Ifølge *Forskrift om hold av storfe* skal kalver avhornes før 42 dagers alder. Etter dette må man søke Mattilsynet om dispensasjon for avhorning. Avhorning etter 70 dager er vektet dobbelt så mye som avhorning etter 42 dager.

3. Ungdyr

3.1. **Tilvekst kvige**

3.2. **Tilvekst ungekse**

3.3. **Slaktevekt kvige**

3.4. **Slaktevekt ungekse**

3.5. **Selvdød**

3.6. **Avlivet**

3.7. **Nødslaktet** (avlivet og nødslaktet teller halvparten av selvdøde, fordi prevalensen er lav, og dermed vil enkelthendelser potensielt kunne gi store utslag.)

3.8. **Behandling av enkeltdyr** (flokkbehandlinger teller ikke med)

3.9. **Innkalvingsalder**

4. Fruktbarhet

4.1. **KSI-KFI** (beregner hvor lang tid det tar å få kua drektig ved inseminering)

4.2. **Kalvingsintervall** (antall dager mellom kalvinger hos samme individ)

4.3. **Utrangering pga. dårlig fruktbarhet** (kategorisert som “tar ikke kalv”, “viser ikke brunst”, eller “løper om mange ganger”)

5. Avdrått

Avdrått (melkeytelse) er ikke tatt med som en isolert faktor, fordi det er kontroversielt om høyere ytelse er assosiert med god dyrevelferd. Delindikatoren beregnes derfor ut fra differansen mellom avdrått i ulike laktasjoner.

5.1. **Differanse mellom 2. laktasjon og 1. laktasjon**

5.2. **Differanse mellom >2. laktasjon og 2. laktasjon**

5.3.Differanse mellom > 2. laktasjon og 1. laktasjon

6. Jurhelse

For å ta høyde for manglende rapportering eller manglende behandling av mastitt, regnes antall behandlinger i forhold til celletallet. Høyt celletall og ingen behandlinger gir negativt utslag.

6.1.Celletall på individnivå (andelen melkeprøver >200.000 celler/mL)

6.2.Antall mastittfeller (rapporterte veterinærbehandlinger for klinisk mastitt)

6.3.Antall utrangerte kyr på grunn av dårlig jurhelse

7. Stoffskifte

7.1. Melkefeber (antall behandlinger delt på antall kalvinger etter 1. laktasjon)

7.2. Ketose (antall behandlinger delt på antall årskyr)

7.3. Tynne kyr (holdpoeng <2,75)

7.4. Feite kyr (holdpoeng >3,75)

7.5. Variasjon i hold (stor variasjon gir negativt utslag)

7.6. Slaktevekt* ** ku

7.7. Slaktevekt* ung ku

7.8. Slakteklasse* ku

7.9. Slakteklasse* ung ku

7.10. Fettgruppe * ku

7.11. Fettgruppe* ung ku

*Må ha minst 3 dyr for å få beregnet indikatorbidrag. ** Slaktevekt er foreløpig kun tilpasset NRF.

8. Klauv

8.1. Antall rapporterte klauvskjæringer delt på antall årskyr

8.2. Andel beskjært av sertifisert klauvskjærer

8.3. Andel beskjært av ikke-sertifisert klauvskjærer

8.4. Andel beskjært av eier

8.5. Antall smertefulle klauvlidelser registrert ved klauvskjæring (Digital dermatitt, såleknusning, sprekk/infeksjon i hvite linje)

9. Livslengde

9.1. Antall kyr utrangert <15 dager etter fødsel

9.2. Antall bekrefte drektige kyr utrangert

9.3. Antall utrangerte kyr som er inseminert, men ikke drektighetsundersøkt (84-290 dager etter siste inseminering/paring)

9.4. Rekrutteringsprosent (andel førstegangskalvere)

9.5. Levetid etter 2. kalving

10. Døde kyr

10.1. Selvdøde

10.2. Avliva

10.3. Nødslakta



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

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