



Norges miljø- og biovitenskapelige universitet

NMBU Veterinærhøgskolen
Institutt for produksjonsdyrmedisin
Seksjon for besetningstjenester

Fordypningsoppgave 2019

Produksjonsdyrmedisin og mattrygghet

Inseminasjonsintervaller hos norsk kjøttfe

Inter-service intervals in Norwegian Beef Cattle

Mette Mikkelsen og Anne Marte Øverseth
Kull 2014

Veileder Adam Dunstan Martin

Innhold

Sammendrag	3
Definisjoner og forkortelser	4
Innledning.....	5
Formål	19
Materiale og metoder.....	20
Resultater.....	23
Diskusjon.....	29
Konklusjon	39
Takk til bidragsyttere.....	39
Summary	39
Referanser.....	41

Sammendrag

Tittel: Inseminasjonsintervaller hos norsk kjøttfe

Forfattere: Mette Mikkelsen og Anne Marte Øverseth

Veileder: Adam Dunstan Martin, institutt for produksjonsdyrmedisin

En studie publisert i 2015 viste at det gjennomsnittlige inseminasjonsintervallet hos Holstein var 22 dager (1). Denne studiens formål var å undersøke om noe tilsvarende var tilfelle hos kjøttfe. Innenfor kjøttfebransjen er det et ønske om økt bruk av inseminasjon. Sammenlignet med mjølkeku er det gjort lite forskning på reproduksjon hos kjøttfe. I denne studien er det brukt et datasett som inneholder rapporterte inseminasjoner utført på kjøttfe fra 2013 til 2016. Resultatene av denne studien er basert på 2 210 inseminasjonsintervaller, og viste at det gjennomsnittlige inseminasjonsintervallet var 29,7 dager, med en median på 22 dager. Drekthetsprosenten beregnet for kuene med inseminasjonsintervall var i 42,3%, noe som er svært lavt. Det finnes ikke tilstrekkelige bevis til å kunne konkludere med hva som er korrekt brunstlengde hos norsk ammeku fordi kvaliteten på brunstdeteksjonen i denne studien er for dårlig. Denne studien viser at manglende og feilaktig brunstdeteksjon er et stort problem i norsk ammekuproduksjon. For å øke andelen insemineringer hos ammeku trengs det forskning på brunstatferd og brunstdeteksjon hos kjøttfe, og tidspunkt for ovulasjon i forhold til brunststart.

Definisjoner og forkortelser

NRF		Norsk Rødt Fe
GnRF		Gonadotropinfrigjørende hormon
FSH		Follikkelstimulerende hormon
LH		Luteiniserende hormon
CL		Corpus Luteum

Innledning

Historie

Norsk storfeproduksjon har tradisjonelt vært basert på kombinasjonskua, kjent som Norsk Rødt Fe (NRF), som både produserer mjølk og godt slakt. Det stadig økende kravet til effektivitet i landbruket har ved hjelp av avl ført til at mjølkeytelsen til NRF har økt betraktelig. I 1969 var den gjennomsnittlige avdrått per årsku 4 000 liter (2), mens den i 2018 var 7 897 liter (3). Det norske kvotesystemet setter grenser for hvor mye mjølk som kan produseres, og økt mjølkeytelse fører dermed til at det trengs færre mjølkekuer for å fylle mjølkekvota. Fra 1998 til 2018 har antallet mjølkeku i Norge blitt redusert med mer enn 100 000 dyr (4). Det har dermed blitt stadig færre mordyr i norsk mjølkeproduksjon, og dermed mindre ku og kalv som skal dekke etterspørselen i det norske storfekjøttmarkedet. Underdekningen av storfekjøtt var i 2013 ca. 10 000 tonn etter kvoteimport, og mjølkekuene utgjorde ca. 75 % av mordyrene (5). For å øke produksjonen av norsk storfekjøtt ble det blant annet gitt støtte til oppstart av ammekuproduksjon, og tilskuddene til denne typen produksjon ble økt. Dette har medvirket til en kraftig økning av ammeku i Norge. I 2018 var det 92 722 ammekuer i Norge, og fra 2010 til 2018 har antallet økt med 50,7 % (4).

Norsk kjøttfeproduksjon

Produksjon av kjøttfe og ammekubesetninger er en relativ ny type produksjon i Norge, som har hatt en kraftig økning de siste årene (4). Som resten av husdyrproduksjonen blir også besetingsstørrelsen innen denne type produksjon større. I 2018 var den gjennomsnittlige besetningsstørrelsen 23,7 mordyr per besetning (6). Til sammenligning var det samme tallet

10,3 morder per besetning i 2006 (7) Større besetninger og en mer intensiv drift stiller større krav til driftsopplegg, management, driftsbygninger og sjukdomskontroll. Sammenlignet med mjølkekuprodusenter har mange av ammekuprodusentene jobb utenom gårdsdrifta (8).

Det er naturlig å skille mellom ekstensive og kontinentale raser. De ekstensive rasene er tidlig modne, men har lavere slaktevekt enn de kontinentale rasene (9). De kalles også lette kjøttferaser og eksempler er Aberdeen Angus og Hereford (9). De kontinentale rasene er tyngre og har naturlig en seinere modning (9). Kjøttsimmental, Charolais og Limousin er eksempler på de kontinentale rasene (9). I Norge er ca. 30 % av morderne krysninger (6). De fem vanligste rasene er Charolais, Hereford, Limousin, Aberdeen Angus og kjøttsimmental. De utgjør henholdsvis 21 %, 14 %, 13 %, 8 % og 4 % av morderne (6).

God reproduksjon er en nøkkelfaktor for å lykkes som ammekuprodusent. Målet er at kua skal få én kalv per år. Dagens ammekuproduksjon er i stor grad basert på naturlig bedekning med bruk av avlsokse, men det er et ønske fra avlsorganisasjonen om økt bruk av semin (10).

Hovedgrunnen til dette er en raskere avlsframgang, for dermed å kunne hente ut den økonomiske verdien som ligger i denne framgangen raskere (10). Fra januar til september 2019 ble det brukt 26 484 sæddoser til inseminering av kjøttfe (11). Dette tilsvarer en økning på 6 % sammenlignet med i 2018, men samtidig har antallet morder økt (11). Sammenligner man tallene fra 2018 med tallene fra 2016, ser man derimot at prosentdelen med inseminerte kjøttfe er tilnærmet like. I 2018 ble 13,1 % av morderne inseminert og det var i snitt 1,4 insemineringer per dyr (av de inseminerte dyra) (6). Hos NRF utgjør semin ca. 87,6 % av alle bedekninger (12).

Reproduksjonsparametere hos kjøttfe

En vanlig oppfatning er at det er vanskeligere å se brunst hos kjøttfe sammenlignet med mjølkeku, fordi de er roligere og viser mindre brunstatferd (13). Samtidig er dette er felt det er gjort svært lite forskning på (13), og den forskningen som er gjort er utført under forhold som ikke er direkte sammenlignbare med de vi har i Norge (7). Derfor må vi være litt kritiske og varsomme med å ta i bruk kunnskap som er basert på internasjonale studier, spesielt når disse studiene er gjort på andre raser enn de typiske norske rasene (7).

Vanligvis er ammekuer ca. 2 år første gangen de kalver. I 2018 var den gjennomsnittlige alderen ved første kalving 26,3 måneder (6). En del produsenter har en bevisst strategi der de velger å la kvigene være noe eldre når de bedekkes. Dette gjelder særlig for de seint modne rasene, spesielt Limousin der den gjennomsnittlige alderen ved første kalving var 27,7 måneder i 2018 (6).

Det er et mål at hver ammeku produserer en kalv i året, altså et kalvingsintervall på ca. 12 måneder. I 2018 var det gjennomsnittlige kalvingsintervallet 12,7 måneder (6). For å oppnå et kalvingsintervall på ca. 12 måneder, må kua bli drektig innen 85 dager etter kalving. En studie har undersøkt dette hos Hereford, og funnet at det i gjennomsnitt tar 41 dager før kua kommer i brunstsyklus etter kalving (14). Det ble vist at anøstruseroden etter kalving er noe lengre hos primipare kuer, med et gjennomsnitt 47 dager (14). Vanligvis vil kua har en–tre brunster å bli drektig på for å oppnå det ønskede kalvingsintervallet på 12 måneder (15).

Dystoki har også vist seg å ha en negativ effekt på tiden fra kalving til oppstart av brunstsyklus (16). Det er mer kalvingsvansker hos kjøttfe sammenlignet med NRF (3, 6). I

2018 ble det rapportert om noe kalvingsvansker i 4,9 % av kalvingene, og store kalvingsvansker i 2,9 % av kalvingene hos kjøttfe (6). Hos rasene Hereford, Charolais, Limousin og kjøttsimmental ble det rapportert om mer kalvingsvansker enn de andre rasene (6). Hos disse rasene ble det rapportert om noe kalvingsvansker i 5,4–5,9 % av kalvingene, og store kalvingsvansker i 3,0–3,6 % av kalvingene (6). Til sammenligning ble det rapportert om noe kalvingsvansker i 5,6 % av kalvingene, og store kalvingsvansker i 2,3 % av kalvingene hos NRF i 2017 (3). Med utgangspunkt i disse tallene ser det ut som det er mer store kalvingsvansker hos kjøttfe, og da særlig hos de kontinentale rasene. Ved tolkning av disse tallene må man ta forbehold om ulik tolkning av «noe» og «store» kalvingsvansker, samt underrapportering av kalvingsvansker.

Normal reproduksjonsfysiologi

De tidlig modne rasene, som Hereford og Aberdeen Angus blir kjønnsmodne rundt 12–14 måneders alder, mens seint modne raser, som Charolais og Limousin, ikke blir kjønnsmodne før 14–16 måneders alder (7).

Storfe er en art som er kontinuerlig polyøstral, dvs. at de viser brunst ca. hver tredje uke, kun avbrutt av drektighet eller patologiske tilstander (17). Hos NRF varierer brunstlengde fra mellom 18–24 dager hos kuer og fra 14–23 dager hos kviger, men det vanligste er 20–21 dager hos kuer og 19–20 dager hos kviger (13). Hos kjøttfe varierer brunstlengden vanligvis mellom 18–23 dager (18).

Brunstsyklusen reguleres av et komplekst samspill mellom hypotalamus, hypofysen og kjønnsorganene, den såkalte hypotalamus-hypofyse-gonadeaksen. Hypotalamus skiller ut gonadotropinfrigjørende hormon (GnRF), som stimulerer til frigjøringen av

follikkelstimulerende hormon (FSH) og luteiniserende hormon (LH) fra hypofysens forlapp (19) Begge hormonene er gonadotrope. FSH er ansvarlig for follikkelutviklingen, mens LH stimulerer til sekresjon av østradiol og progesteron fra ovariene, og spiller en rolle for ovulasjon (19).

Østradiol produseres av granuloceller under påvirkning av LH og FSH. Det er østradiol som er ansvarlig for endringen i atferd som ses når kuer kommer i brunst (19). I en studie ble det funnet at den gjennomsnittlige brunstlengden var 11,8 timer \pm 4,4 timer, med en variasjon på 3–24 timer (20). I en annen studie fant de at kuene viste brunsttegn i 11–21 timer (21). Det er foreslått at det er flere faktorer som påvirker brunstlengden, som for eksempel årstid, klima og temperatur (22).

Det er stor variasjon i hvor sterk brunstatferden er, og hvilke brunsttegn kua viser (20, 23). I den tidlige fasen er vanlige tegn at kua er mer urolig og rir på andre kuer (24). Det er en gradvis overgang til den såkalte ståbrunsten, der kua står ved oppritt av okse eller annen ku. Andre tegn på at kua er i brunst er hodehviling, redusert nedgivelse av mjølk (mindre aktuelt hos ammeku), flehmen, økt aktivitet/rastløshet, redusert fôropptak, klart slim fra vulva og fuktige og røde kjønnslepper (20, 24)

Etter ovulasjon dannes en midlertidig endokrin kjertel, som kalles corpus luteum (CL). CL produserer progesteron, under stimulering av LH. Progesteronproduksjonen starter rundt dag tre etter ovulasjon og opphører rundt dag 17 etter ovulasjon. Da vil CL undergå luteolyse hvis dyret ikke er drektig. Prostaglandin produsert i uterus er ansvarlig for luteolysen av CL. Ved drektighet vil CL bestå helt fram til kalving (19, 25)

Ovulasjon

Hos storfe skjer ovulasjon etter at brunsten har opphørt, og i tidligere litteratur er det oppgitt av ovulasjon skjer ca. 30 timer etter brunststart (13, 26). En studie utført i en besetning med 40 ammekuer av rasen Hereford viste at tiden fra brunststart til ovulasjon var signifikant kortere i denne besetningen enn i tidligere undersøkte mjølkekubesetninger (27). I denne studien ble brunststart detektert både visuelt og ved hjelp av aktivitetsmåler. Studien viste at brunst ble detektert 23 timer før ovulasjon med aktivitetsmåler, og 21 timer før ovulasjon ved visuell deteksjon (27). Denne studien kan indikere at ovulasjon skjer tidligere etter brunststart hos Hereford (kanskje flere kjøttferaser) og at de muligens bør insemineres tidligere etter brunststart (27). Det burde gjennomføres studier som bekrefter drektighet ved inseminering på ulike tidspunkt i forhold til brunst og ovulasjon. Inntil dette eventuelt foreligger kan det være en god strategi og anbefale noe tidligere inseminering av kjøttfe sammenliknet med mjølkeku, men det trengs mer forskning på feltet før man kan trekke endelige slutninger (27). Geno anbefaler at det insemineres fra 9 til 24 timer etter brunststart for å oppnå best resultat (26).

Progesteronprofiler

Konsentrasjonen av progesteron i serum reflekterer funksjonen av corpus luteum hos kuer i syklus (28). Hos kuer med en normal progesteronprofil vil plasmakonsentrasjonen av progesteron være lav under brunst, mens den vil være betraktelig høyere i midtsyklus (29). Det finnes flere studier som har undersøkt hva som er normale og unormale progesteronprofiler. Det har blitt gjort flere forsøk som har vist økte forekomster av unormale progesteronprofiler (14, 30, 31). En av forklaringene til dette er en høy genetisk seleksjon av dyr med høy mjølkeytelse (30). Unormale progesteronprofiler har vært assosiert med lavere drektighetsprosent, lengre intervall mellom kalving og første inseminering, og lengre

kalvingsintervall (30). Det er gjort lite forskning på progesteronprofiler hos ammeku. En studie som har blitt gjort fant at forekomsten av unormale progesteronprofiler var relativt lav hos ammeku-krysninger, men den viste også at dyrene med unormal progesteronprofil hadde signifikant dårligere reproduksjon, sammenlignet med dyrene med normale progesteronprofiler (32). Fordi ammeku har vært gjenstand for et annet seleksjonspress enn mjølkeku kan undersøkelse av progesteronprofiler gi en dypere forståelse av mekanismene som ligger bak oppstart av syklisk aktivitet i ovariene og ovulasjon (25). Dette er kunnskap som kan være nyttig i arbeidet med å bedre resultatene av inseminasjon hos ammeku.

En studie undersøkte om måling av progesteronkonsentrasjonen i mjølk eller plasma kan brukes til å forutsi tidspunkt for ovulasjon (33). Den konkluderte med at måling av progesteron ikke kan brukes alene til å forutsi tidspunktet for ovulasjon, fordi det er stor variasjon mellom individer i når reduksjonen i progesteron inntreffer sett i forhold til ovulasjon (33). Progesterontester egner seg derfor ikke til å detektere riktig tidspunkt for ovulasjon, men kan brukes for å si om kua er i forbrunst, brunst eller etterbrunst, eller om kua ikke er i brunst (34).

Deteksjon av brunst

Sammenlignet med mjølkeku tar det lengre tid før ammeku kommer i syklus etter kalving, og viser synlige brunsttegn (35). En studie viste at det i gjennomsnitt tok 30 dager fra kalving til første ovulasjon hos ammekuer i normalt hold, mens det hos ammekuer i dårlig hold i gjennomsnitt var 70–100 dager mellom kalving og første ovulasjon (35). Samme studie fant at det i gjennomsnitt tok 15 dager fra kalving til første ovulasjon hos mjølkeku (35). Denne studien fant ut at fôringa i forkant og etterkant av kalving var viktig for tidlig gjenoptakelse av brunstsyklus, og at kuene burde være i optimalt hold ved kalving og ikke tape mer enn 0,5

holdpoeng etter kalving (35). En annen studie, som også er utført på ammeku, viste at det i gjennomsnitt var 40,7 dager \pm 1,1 dag mellom kalving og gjenopptakelse av syklisk aktivitet, med en variasjon på 19–99 dager (32). En tilsvarende undersøkte det samme hos Hereford, og fant et gjennomsnitt på 41 dager fra kalving til gjenopptakelse av syklisk aktivitet. Denne studien fant også at hos 14,4 % av de undersøkte dyrene var gjenopptakelsen av brunstsyklusen forsinket (mer enn 61 dager etter kalving) (14).

En studie publisert i 2005 undersøkte sammenhengen mellom ulike brunsttegn og tidspunkt for ovulasjon hos Holstein for å kunne bestemme hvilke(t) brunsttegn som best anslår tidspunkt for ovulasjon (20). I denne studien ble brunsttegnene hodehviling og «sniffing» observert hos alle kuene, mens ridning ble sett hos 90 % av kuene (20). Ståbrunst ble kun observert hos 58 % av kuene (20). Brunsten var mer intens hos førstelaktasjonskuer (primipare) sammenlignet med multipare kuer (20). Brunsten var også mer intens når flere kuer var i brunst samtidig (20). Ved hjelp av ultralyd ble det vist at ovulasjon skjedde 30 timer \pm 5 timer etter brunststart, og 18,8 timer \pm 4,4 timer etter brunstslutt, men det var store individuelle variasjoner i tidspunkt for ovulasjon (20). Hos de individene som viste ståbrunst var dette et godt hjelpemiddel for å kunne anslå tidspunkt for ovulasjon, men siden en stor andel av dyrene ikke viste ståbrunst ble ikke dette ansett som et godt hjelpemiddel i praksis (20).

Seksuelt aktive grupper

Kuer som går på beite eller i løsdrift danner seksuelt aktive grupper under brunst. Da vil kuer som er i brunst, men også kuer i forbrunst eller utenom brunst oppholde seg i nærheten av hverandre, og vise hyppige brunsttegn, spesielt mer oppritt og ståbrunst (20, 24). Det er vist at styrken på brunsten og brunstlengden øker når flere kuer er i brunst samtidig (20, 36). Det er

vil altså være lettere å detektere brunst når flere kuer er i brunst samtidig. Med tanke på ammekuproduksjon vil det være gunstig med puljedrift, der mange dyr er i brunst i løpet av en kort periode, slik at det blir lettere å detektere brunst.

Lengde på brunstsyklus/inseminasjonsintervaller

Det meste av tidligere litteratur viser til at brunstsyklusen hos storfe i gjennomsnitt er 21 dager, med en normal variasjon på 18–24 dager (37). En studie publisert i 2015 viste imidlertid at det gjennomsnittlige inseminasjonsintervallet hos Holstein var 22 dager, med en gjennomsnittlig variasjon på 19–26 dager (1). Denne studien undersøkte lengden på inseminasjonsintervaller hos 159 mjølkekubesetninger i Wales og England, og har blant annet sett på korrelasjoner mellom kufaktorer og lengden på brunstsyklusen (1). Resultatene viste som sagt at det gjennomsnittlige inseminasjonsintervallet var 22 dager, men hos primipare kuer var gjennomsnittet kun 21 dager (1). Den største variasjonen i lengden på brunstsyklusene fant man innenfor den enkelte ku (1).

Fruktbarhet og genetikk

Den økonomiske gevinsten i ammekuproduksjon ligger i å produsere kalver, og fruktbarheten til de potensielle mordyra er derfor viktig. Det vil være en naturlig seleksjon på dyr med god fruktbarhet, siden dyr som ikke blir drektige ikke fører sine gener videre. En studie har sett på sammenhengen mellom reproduksjonslidelser og fertilitet hos mjølkeku, og funnet at slike lidelser betyr mye for det individuelle dyrets fertilitet, men har liten betydning på besetningsnivå (38). Ketose, dystoki, kasting, metritt, eggstokkcyster, anøstrus og tilbakeholdt etterbyrd er reproduksjonslidelser som er assosiert med forlenget intervall mellom kalving og første/siste inseminering, og redusert konsepsjonsrate (39). En annen studie viste at de største

utfordringene når det gjaldt reproduksjon hos storfe var brunstdeteksjon og tidlig embryodød (40).

I framtida vil genetisk indeks få større betydning for kartlegging av egenskaper hos kjøttfe (41). Dette er et arbeid som allerede er godt i gang hos NRF, i regi av Geno (42). Uttak av NRF-seminokser gjøres utelukkende ved hjelp av genetisk seleksjon per dags dato. Mange mjølkecuprodusenter GS-tester også kviger, og får slik en sikrere avlsverdi for disse dyrene (43). Hensikten med GS-testing er å få en sikrere avlsverdi på dyrene, og slik velge ut de beste seminemnene (43).

Inseminering

Kunstig sædooverføring (inseminering) er en teknikk som har vært kjent i flere århundrer, og som har hatt stor betydning for storfepopulasjonen, spesielt med tanke på genetisk framgang (44). I Norge ble inseminering tatt i bruk på storfe i 1942 (45). Til å begynne med var etterspørselen beskjeden, men den tok seg raskt opp, og i 2018 ble ca. 87 % av all NRF i Norge inseminert (12, 45). Prosentandelen kjøttfe som insemineres er langt lavere, og på verdensbasis utgjør dyr etter inseminering mindre enn 5 % av totalfødte (44). En grunn til at det brukes mindre inseminering hos kjøttfe sammenlignet med NRF, er at kjøttfe blir mindre håndtert pga. driftsformen, og ofte har produsentene arbeid utenfor gården. Dette gjør det vanskelig å oppdage brunst og inseminere til rett tid. En undersøkelse utført i Canada viste at kjøttfeprodusenter som ikke brukte inseminering var mer opptatt av økonomi, oftere hadde kryssninger og hadde en høyere inntjening utenfor gården, sammenlignet med de som benyttet seg av inseminering (46). De viktigste egenskapene for både de som brukte og ikke brukte inseminering var rase, lynne, kalvingsproblemer og morsegenskaper, mens kostnader i forbindelse med avlsokse eller inseminering ikke ble ansett som viktig (46). Den viktigste

grunnen for bruk av naturlig bedekning ble oppgitt å være vanskeligheter med brunstdeteksjon og at det oppleves som mer praktisk, og mindre arbeid, med naturlig bedekning (46). Dette antyder at bruk av automatiske brunstdeteksjonssystemer blir viktig i framtida hvis vi ønsker økt bruk av inseminering hos kjøttfe. Det er gjort studier som viser at bruk av automatiske brunstdeteksjonssystemer er svært fordelaktig hos dagens mjølkeku, der trenden er større besetninger (47).

Inseminering er en teknikk som er enkel og billig å bruke i praksis, og som har stor suksessrate, altså høy drektighetsprosent som resultat (44). Sammen med rask genetisk framgang er dette årsaken til at inseminering er den dominerende fertilitetsmetoden hos mjølkekubesetninger verden over (44).

I de senere år har man registret reduserte fruktbarhetsparametere hos mjølkeku, dette gjelder da særlig hos de høyt ytende rasene, som Holstein (23). Dette er en skremmende trend, siden god reproduksjon er en forutsetning for en effektiv og økonomisk produksjon. Om den reduserte fruktbarheten skyldes genetikk, eller er en konsekvens av den typen driftsform som ses hos høyt ytende mjølkeku, eller en kombinasjon av disse, har man ikke et konkluderende svar på. En publikasjon fra 2008 har undersøkt denne problemstillingen hos Holstein og fant at færre dyr viser ståbrunst, og perioden de viser det er kortere enn for 30–50 år siden (23). Samtidig har det vært en reduksjon i andelen drektigheter etter første inseminasjon, fra 70 % til 40 % (23). Det er ikke gjort tilsvarende undersøkelser hos kjøttfe.

Kjøttfebransjen har et ønske om å bruke mer inseminering, da særlig med tanke på en raskere genetisk framgang. Hvis man sammenligner naturlig bedekning med inseminering vil man finne fordeler og ulemper ved begge metoder. Når det gjelder drektighetsprosent vil naturlig

bedekning gi et bedre resultat, med forbehold om at oxen er fertil og i stand til å bedekke, fordi en okse har bedre evner til å detektere brunst (44). Ved naturlig bedekning vil det påløpe kostnader i kjøp og hold av okser, mens det ved inseminering vil være utgifter i forbindelse med kjøp av sæddose og lønn av inseminør (7, 44). En del besetninger som inseminerer har også en okse som bedekker de som ikke har blitt drektige etter inseminering. Dette vil være en ekstra kostnad. Kostnader ved inseminering må settes opp mot den økonomiske gevinsten som økt genetisk framgang i besetningen vil gi. Særlig i renrasa besetninger vil det lønne seg å bruke inseminering for raskere genetisk framgang uten heterosiseffekt (48).

En av de største fordelene ved bruk av avlsokse er at det krever mindre arbeid enn hvis man velger å inseminere. De fleste besetninger har en eller flere avlsokser (7). Disse oksene kan kjøpes gjennom avlsorganisasjonen, men det er ikke uvanlig at produsenter kjøper okser fra andre produsenter eller byttelåner okser (7). De fleste okser bedekker i en besetning i to sesonger før de byttes ut (7). Bruk av avlsokse innebærer også en del risikofaktorer. Oksen må være bedekningsvillig og ha god sædkvalitet (44). Halthet, ryggsmerte, dårlig libido og sykdom som gir feber er alle tilstander som kan gi en lite bedekningsvillig okse (44). Feber gir i tillegg dårlig sædkvalitet i en lengre periode. Det er estimert at ca. 15–40 % av alle okser er subfertile (44, 49). En uoppdaget subfertil eller steril avlsokse kan få store økonomiske konsekvenser. Ved bruk avlsokse tar man en risiko ved at uheldige egenskaper fra oxen kan overføres til avkommene (44). Naturlig bedekning gir økt risiko for overføring av venerale og ikke-venerale sykdommer (44). I Norge har vi generelt en god smittestatus, og sykdommer som for eksempel brucellose og bovint virusdiare-virus er utryddet (50).

Bruk av inseminering gir mulighet for bruk av de beste oksene, og slik kan man få en raskere genetisk framgang (44, 51). Bruk av inseminering kan også gi større genetisk variasjon (51).

Sæd som brukes ved inseminering blir kontrollert slik at sannsynligheten for å overføre genetiske defekter eller sykdommer er lav. Norge har en svært god smittestatus sammenlignet med de fleste andre land i verden (52). For å bevare denne statusen blir det importert svært få livdyr til Norge. Dermed er bruk av sæd og embryoer viktig for den genetiske framgangen og for å få inn nytt genmateriale (unngå innavl). Ulempen med inseminering, når hormonbehandling ikke er brukt, er at brunst må detekteres for å kunne inseminere til rett tidspunkt.

Tidspunkt for inseminering

Riktig tidspunkt for inseminering sett i forhold til brunsten er avgjørende for et godt resultat. En studie fant at det beste tidspunktet for inseminering med tanke på god befruktning og gode embryo, var 12–24 timer før eggøsning, og at inseminering nærmere eggøsning ga dårlige resultater (53). Den samme studien fant at starten på ridning var det beste brunstegnet for å anslå tid til ovulasjon (53). En «regel» som ofte benyttes er at kuer som viser brunst om morgenen insemineres samme dag, mens kuer som viser brunst på ettermiddagen insemineres dagen etter (26, 54). Det er gjort lite studier på optimalt tidspunkt for inseminering hos kjøttfe.

Aktivitetmåler

Aktivitetsmålere har også blitt tatt i bruk som et hjelpemiddel til å detektere brunst hos kjøttfe. Forsøk har vist at kjøttfe er roligere enn mjølkeku, også under brunst (13). Dermed blir utslagene på aktivitetsmålere mindre. En studie utført i besetninger med Hereford, Charolais og krysninger viste at ved bruk av aktivitetmåler ble flere brunster fanget opp, sammenlignet med visuell brunstkontroll (13). Dette viser at bruk av aktivitetmåler er nyttig hos kjøttfe, men noen produsenter har funnet det nødvendig å justere ned terskelverdien for

brunstalarm. Dette kan samtidig føre til at man får flere falsk positive (dyr som ikke er brunstige).

I besetninger der man bruker inseminering er det helt avgjørende for resultatet at brunst detekteres korrekt. Det er gjort flere studier på bruk av hjelpemidler for deteksjon av brunst hos mjølkeku, og også en del hos kjøttfe, men det bør gjøres mer med tanke på å øke suksessraten ved bruk av inseminering.

Formål

I denne studien vil vi se på variasjonen i inseminasjonsintervaller hos norsk kjøttfe, og om det er forskjeller i drektighetsprosent avhengig av lengden på inseminasjonsintervallet. Vi vil også se på om det er forskjeller mellom ulike kjøttferaser.

Materiale og metoder

Dette er en deskriptiv studie, der data er hentet fra en database i storfekjøttkontrollen. Denne inneholder registrerte inseminasjoner som er rapportert gjennom Genos rapporteringsdatabase. Inseminasjoner utført av veterinær, inseminør eller eierinseminør skal registreres i denne databasen. Det som registreres er nummeret på kua som ble inseminert, dato for inseminasjon, nummer på oksen som ble brukt og frysenummeret/batchnummeret på sædstrået. I tillegg finnes det informasjon om kuas rase, fødselsdato og kalvingsdato. Inseminasjonene som er brukt i denne studien ble utført fra 2013 til 2016 på kuer som kalvet i samme tidsperiode.

Datasettet ble brukt til å beregne lengde på inseminasjonsintervaller og drektighetsprosent. Forskjeller mellom de ulike rasene, og hos ulike aldersgrupper ble også inkludert.

Inseminasjonsintervall er antall dager fra en inseminasjon til neste, og det beregnes ved å finne differansen i antall dager mellom de to inseminasjonsdatoene. For å kunne beregne et inseminasjonsintervall må kuene ha blitt inseminert mer enn en gang. Derfor er kuer som ble inseminert kun én gang ekskludert fra analysen.

De 10 % lengste observerte inseminasjonsintervallene ble ekskludert fra analysen. Dette ble gjort for å utelukke åpenbare feilkilder, som for eksempel manglende eller feilaktig registrering av inseminasjon, og ulike grunner til at kua ikke har blitt inseminert på nytt innen rimelig tid. Inseminasjoner mellom null og tre dager etter første inseminasjon, såkalte dobbelinseminasjoner, ble ekskludert fra datasettet, og datoen for den første inseminasjonen ble brukt ved beregning av inseminasjonsintervallene.

For å kunne hente ut mer informasjon basert på de beregna inseminasjonsintervallene, ble de gruppert i seks ulike grupper. Hver gruppe bestod av et gitt inseminasjonsintervall i antall dager. Gruppe 1 bestod av inseminasjonsintervallene mellom 4–17 dager, gruppe 2 mellom 18–24 dager, gruppe 3 mellom 25–35 dager, gruppe 4 mellom 36–48 dager, gruppe 5 mellom 49–77 dager og gruppe 6 bestod av intervallene som var lengre enn 78 dager. Seinere i analysen ble gruppene 2 og 4, og gruppene 1, 3, 5, og 6 slått sammen til to samlegrupper, der gruppene 2 og 4 representerer de «ideelle» inseminasjonsintervallene.

Ved beregning av drektighetsprosent har man sett på tiden fra registrert kalving og tilbake til siste inseminasjon. For at drektigheten skal ha blitt registeret som en følge av inseminasjon må det har vært fra 270 til 290 dager fra siste inseminasjon til kalving.

I datasettet er det ikke registrert paritet for de inseminerte kuene. Derfor er alderen på kuene ved kalving beregnet ved å finne differansen mellom fødselsår og kalvingsår. Med utgangspunkt i alderen på kuene ved kalving er det antatt hvor mange kalver kua har fått. Det er tatt utgangspunkt i at kuene er 2 år ved første kalving, og et kalvingsintervall på 12 måneder. Det vil si at ei ku på 2 år har hatt en kalv, ei ku på 3 år har hatt to kalver, osv. Videre i analysen ble alder ved kalving delt inn i 5 grupper: 2 år, 3 år, 4 år, 5 år og mer enn 5 år. Det ble estimert at disse gruppene hadde fått henholdsvis 1 kalv, 2 kalver, 3 kalver, 4 kalver og mer enn 4 kalver. Uteliggerne er ikke fjernet i datasettet.

Datasettet inneholdt opprinnelig 11 862 inseminasjoner, og totalantallet kuer som var inseminert var 9408. Av disse var 1 921 inseminert mer enn én gang. Dette utgjorde 2 454 inseminasjoner. Etter at de 10 % lengste inseminasjonsintervallene (244 observasjoner) ble

fjernet fra datasettet bestod det av 2 210 inseminasjonsintervaller fra 1 737 kuer. Det er disse inseminasjonsintervallene som er brukt i analysene i resultatdelen.

Den statistiske analysen ble utført i programmet STATA 15 (StataCorp, Station Road, Texas). Statistisk signifikante resultater ble definert ved p-verdi mindre 0,05. Kjiadrattest ble brukt for å differensiere mellom grupper. Regionale forskjeller ble ikke tatt i betraktning i den statistiske analysen. Det er ikke korrigert for laktasjon og gård/besetning.

Resultater

Datasettet som ble brukt i analysene bestod av 2 210 inseminasjonsintervaller fra 1 737 kuer.

Det maksimale antallet inseminasjoner per ku var sju.

Tabell 1 viser kuer med inseminasjonsintervall, altså kuer med minst to inseminasjoner, og hvordan de fordeler seg ut ifra antall inseminasjoner og den prosentvise fordelingen.

Beregninger viste at variasjonen i lengden på inseminasjonsintervallet var fra 4–522 dager før de 10 % lengste av inseminasjonsintervallene ble fjernet. Når disse var fjernet ble variasjonen i lengden på inseminasjonsintervallene fra 4–97 dager. Den gjennomsnittlige lengden på inseminasjonsintervallet var 29,7 dager, medianen var 22 dager og det gjennomsnittlige standardavviket 18,6 dager (tabell 2).

Tabell 1: Antallet kuer som har mottatt fra 2–7 inseminasjoner. 1737 er totalantallet kuer med inseminasjonsintervall.

Antall inseminasjoner:	Antall kuer:	Prosentandel av totalen:
2	1 737	100,0
3	366	21,1
4	80	4,6
5	21	1,2
6	5	0,3
7	1	0,06

Tabell 2: Gjennomsnittlig inseminasjonsintervall, median og SEM for de forskjellige rasene.

Rase:	Gjennomsnittlig inseminasjonsintervall:	Median av inseminasjonsintervall:	Standardfeil (gjennomsnitt)/SEM:
NRF	36,43	25	1,76
Hereford	27,67	21	1,19
Charolais	26,11	21	0,75
Aberdeen Angus	24,91	21,5	1,08
Limousin	34,46	23,5	1,30
Simmental	29,58	21	1,70
Krysning	29,43	22	0,69
Alle andre	34,54	24,5	2,40
Gjennomsnitt	29,7	22	1,40

Tabell 3 viser hvor mange kuer av de ulike rasene som mottok 2–7 inseminasjoner og hvor mange prosent dette utgjorde av totalantallet inseminasjoner. Antallet inseminasjoner tilsvarer antallet inseminasjonsintervaller.

Tabell 3: Rasevis fordeling av antall kuer som mottok 2–7 inseminasjoner og den prosentvise fordelingen av utførte inseminasjoner hos de ulike rasene. Antallet inseminasjoner tilsvarer antallet inseminasjonsintervaller.

Rase og antall kuer:	Antall inseminasjoner:						Prosent av totalt antall inseminasjoner (antall):
	2	3	4	5	6	7	
NRF	105	28	6	3	0	0	6,4 (142)
Hereford	166	42	7	1	0	0	9,8 (216)
Charolais	352	70	13	2	1	0	19,8 (438)
Aberdeen Angus	121	20	8	3	0	0	6,9 (152)
Limousin	267	63	15	3	1	1	15,8 (350)
Simmental	100	27	5	3	1	0	6,1 (136)
Krysning	566	103	23	6	2	0	31,7 (700)
Totalt (antall)	1 737	366	80	21	5	1	100 (2 210)

Tabellen 4 viser hvor mange av inseminasjonsintervallene som var innenfor de seks beskrevne gruppene og den prosentvise fordelingen. Tabell 4 viser også antall drektige og drektighetsprosenten i de ulike gruppene av inseminasjonsintervaller. P-verdien for utregningen av drektighetsprosenten er 0,025, og resultatet er statistisk signifikant. Slår man sammen gruppe 2 og 4, som er de «ideelle» gruppene med tanke på lengden på inseminasjonsintervallet, er drektighetsprosenten tilnærmet 45 %. Den samlede drektighetsprosenten for gruppe 1, 3, 4, 5 og 6 er til sammenligning tilnærmet 40 %. Dette er vist i tabell 5. P-verdien for utregningen vist i tabell 5 er 0,016, og resultat er statistisk signifikant.

Tabell 4: Gruppene 1–6 representerer ulike lengder på inseminasjonsintervallet. Den midterste kolonnen viser hvor mange inseminasjonsintervaller som faller innenfor de ulike gruppene, og hvor stor prosentandel av inseminasjonsintervallene som ligger innenfor den gitte gruppen av totalantallet. Antall drektige i de ulike gruppene og prosentandelen drektige er vist i kolonnen til høyre.

Gruppe:	Prosentandel innenfor de ulike gruppene (antall inseminasjonsintervaller):	Prosentandel drektige (antall drektige):
1: 4–17 dager	14,43 (319)	38,9 (124)
2: 18–24 dager	46,74 (1033)	44,7 (462)
3: 25–35 dager	10,41 (230)	45,2 (104)
4: 36–48 dager	14,12 (312)	45,8 (143)
5: 49–77 dager	11,00 (243)	34,2 (83)
6: >78 dager	3,30 (73)	45,2 (33)
Totalt:	100,00 (2210)	42,3 (949)

Tabell 5: Antall drektige og prosentandel drektige for de to samlegruppene.

Samlegrupper av inseminasjons-intervaller:	Antall drektige:	Prosentandel drektige (%):
Gruppe 2 og 4	605	44,3
Gruppe 1, 3, 5, 6	344	39,7
Totalt:	949	-

I tabell 6 er også gruppe 2 og 4 slått sammen, og det samme er gruppe 1, 3, 4, 5 og 6. Denne tabellen viser fordelingen av de ulike gruppene av inseminasjonsintervaller innenfor de ulike rasene. P-verdien for denne utregningen er 0,077, og resultatet er ikke statistisk signifikant.

I samme tabellen er prosentandelen av inseminasjonsintervallene som faller innenfor gruppe 2 og 4 hos de ulike rasene vist. I tabell 6 vises også den beregna drektighetsprosenten hos de ulike rasene. P-verdien for utregninga av drektighetsprosenten er 0,001, og resultatet er statistisk signifikant.

Tabell 6: Antall observasjoner innenfor de to samlegruppene framstilt rasevis. Prosentandelen av inseminasjonsintervallene som var innenfor gruppe 2 og 4 hos de ulike rasene og drektighetsprosenten er også framstilt.

Samle-gruppe:	Raser:								Totalt (antall):
	NRF	Hereford	Charolais	Aberdeen Angus	Limousin	Simmental	Krysning	Alle andre raser	
2 og 4	56	99	157	49	148	46	277	33	865
1, 3, 5 og 6	86	117	281	103	202	90	423	43	1 345
Prosentandel gruppe 2 og 4 (antall):	60,6 (142)	54,2 (216)	64,2 (438)	67,8 (152)	57,7 (350)	66,2 (136)	60,4 (700)	56,6 (76)	2 210
Drektighetsprosent (%):	33,8	37,0	48,6	42,8	36,9	39,7	46,1	48,7	-

Siden dataene ikke inneholdt paritet ble kuas alder regnet ut, og antall kalver ble estimert ut ifra forutsetningene om 12 måneders kalvingsintervall og første kalving ved 2 års alder.

I tabell 7 er alder ved kalving delt inn i 5 grupper: 2 år, 3 år, 4 år, 5 år og mer enn 5 år.

Tabellen viser også drektighetsprosenten i de ulike gruppene. P-verdien for utregninga for denne utregninga er 0,485, og resultatet er ikke statistisk signifikant.

Tabell 7: Antall drektige i de ulike aldersgruppene. Kolonnen til høyre viser drektighetsprosenten hos de ulike gruppene.

Alder (år):	Drektig:	Totalt:	Prosentandel i gruppe 2+4:	Drektighets-prosent:
2	265	619	63,0	42,8
3	196	468	55,1	41,9
4	149	352	64,2	42,3
5	114	235	64,3	48,5
>5	225	536	59,7	42,0
Totalt	949	2 210	-	-

Tabell 8 viser fordelingen av inseminasjonsintervallene innenfor gruppe 2 og 4, og gruppe 1, 3, 5, og 6 ut ifra alder ved kalving. P-verdien for utregninga vist i denne tabellen er 0,030, og resultatet er statistisk signifikant. Tabellen viser også prosentandelen av inseminasjonsintervallene som er innenfor gruppe 2 og 4 hos de ulike aldersgruppene.

Tabell 8: Fordelingen innenfor de to samlegruppene av inseminasjonsintervaller ut ifra alder ved kalving. Prosentandelen innenfor gruppe 2 og 4 er vist i kolonnene til høyre.

Alder:	Inseminasjonsintervall- gruppe 1, 3, 5+6:	Inseminasjonsintervall- gruppe 2+4:	Totalt:	Prosentandel i gruppe 2+4:
2	229	390	619	63,0
3	210	258	468	55,1
4	126	226	352	64,2
5	84	151	235	64,3
>5	216	320	536	59,7
Totalt	865	1 345	2 210	-

Tabell 9 viser gjennomsnittsalder og median for alder, ved kalving etter inseminasjon hos de ulike rasene. P-verdien for utregninga vist i denne tabellen er 0,000 og resultatet er ikke statistisk signifikant.

Tabell 9: Viser gjennomsnittsalder og median ved kalving etter inseminasjon hos de ulike rasene.

Raser:	Antall inseminasjons- intervaller:	Gjennomsnittsalder (år) ved kalving etter inseminasjon:	Median (år) for alder ved kalving etter inseminasjon:
NRF	142	3,64	3
Hereford	216	4,0	4
Charolais	438	3,9	4
Aberdeen Angus	152	4,1	4
Limousin	350	3,7	3
Simmental	136	3,7	4
Krysning	700	3,8	3
Alle andre	76	3,6	3
Totalt	2 210	3,8	4

Diskusjon

I denne studien har det ikke blitt korrigert for gjentakende observasjoner av inseminasjonsintervaller hos samme ku mellom ulike laktasjoner. Det ble valgt å gjøre det slik fordi dette gjaldt relativt få dyr, og siden resultatene indikerte en så dårlig brunstdeteksjon at det ikke var noen grunn til å lage multivariable modeller, som korrigerte laktasjon, region og gård/besetning. En studie har sett på variasjonen i reproduksjonsevne hos mjølkeku ved å bruke multimodale modeller, og funnet at de største variasjonene finnes hos den individuelle kua og mellom den individuelle kuas laktasjoner (55). I samme studie ble det funnet at faktorer på besetningsnivå hadde en viktig betydning for intervallet fra kalving til første bedekning. Her var faktorer som fôring, oppstallingsforhold og management, spesielt med tanke på brunstdeteksjon viktige (55). I denne studien er det i hovedsak faktorer på besetningsnivå (brunstdeteksjon) som har vært av stor betydning.

Studien fant at lengden på de observerte inseminasjonsintervallene varierte fra 4–97 dager, med et gjennomsnitt på 29,7 dager og en median på 22 dager. Til sammenligning fant en studie gjort på mjølkeku av rasen Holstein at lengden på inseminasjonsintervallet varierte fra 15–30 dager, med et gjennomsnitt på 22 dager (1). Normalt vil man forvente et gjennomsnittlig inseminasjonsintervall rundt 21 dager (13), men variasjonen fra korteste til lengste observerte intervall vil vanligvis være en god del større. Dette kan skyldes uregelmessig omløp, stille brunst, feil/manglende brunstdeteksjon, eggstokkcyster og embryodød tidlig i drektigheten. Ved høyere forekomst av reproduksjonslidelser vil man kunne forvente at den gjennomsnittlige lengden på inseminasjonsintervallet øker noe. Den store variasjonsbredden på lengden av de observerte inseminasjonsintervallene i denne studien, selv når de 10 % lengste er ekskludert, gir en kraftig pekepinn på at manglende og feilaktig brunstdeteksjon er en stor del av problemet. Fordi dataene inneholder mange

usannsynlige lange inseminasjonsintervaller vil gjennomsnittslengden av inseminasjonsintervallet være mye høyere enn den reelle lengden. Derfor gir medianen av lengden på inseminasjonsintervallene et riktigere mål på gjennomsnittslengden av inseminasjonsintervallet i denne studien. Da finner vi at lengden på inseminasjonsintervallet er det samme som i den nevnte studien (1).

Ved nøyaktig og korrekt brunstdeteksjon kan man bruke inseminasjonsintervall som et indirekte mål på lengden på brunstsyklusen. Dette er ikke tilfelle når det gjelder datasettet denne studien er basert på, fordi det stor sannsynlighet for at manglende og feilaktig brunstdeteksjon er en årsaksfaktor. Det er dermed ikke mulig å si om det er noe avvik fra den forventede brunstlengden på 21 dager hos norsk ammeku med utgangspunkt i dette datasettet, slik det er sett hos Holstein (1). For å kartlegge dette trengs studier der man kartlegger brunstlengden ved hjelp av nøyaktig brunstdeteksjon, som for eksempel ved hjelp av aktivitetmåler og måling av progesteron i serum eller mjølk.

Brunstdeteksjon er som sagt helt avgjørende for å oppnå et godt resultat ved bruk av inseminering. Altså vil sensitiviteten og spesifisiteten for brunstdeteksjon være av stor betydning for drektighetsprosenten (56). Det er vist at sensitiviteten er lav når visuell observasjon av ståbrunst brukes som kriterium for brunstdeteksjon (20). Dette har sammenheng med at kuene ikke nødvendigvis viser brunsttegn på det tidspunktet røkteren er i fjøset (57). Studier har også vist at en stor andel av kuene ikke viser ståbrunst (20). Det finnes få studier som omhandler bruk av hjelpemidler til brunstdeteksjon hos ammeku, men en studie fant at visuell deteksjon av brunst hadde en lavere sensitivitet, men lik spesifisitet sammenlignet med automatiske systemer for brunstdeteksjon (7, 58). Med dette bakteppet bør

man vurdere mer bruk av aktivitetsmålere i ammekubesetninger som velger å bruke inseminering.

Tabell 4 viser inseminasjonsintervallene plassert i seks grupper, ut ifra lengden på intervallet. Med utgangspunkt i at normal brunstsyklus er ca. 21 dager ønsker man at de fleste observasjonene skal ligge i gruppe 2, og eventuelt i gruppe 4, som er den gruppen omløpene etter andre inseminasjon vil falle inn i, med utgangspunkt i en brunstlengde på 21 dager.

Tabell 10 er hentet fra Professor Hilary Dobson (University of Liverpool), og viser hvor stor prosentandel av observasjonene som bør ligge innenfor de ulike gruppene av inseminasjonsintervaller, og om manglende brunstdeteksjon eller feilaktig brunstdeteksjon kan være årsak ved verdier utenfor normalen. Ved sammenligning av denne tabellen og tabell 4 får man et inntrykk av at brunstdeteksjon er et stort problem i norsk ammekuproduksjon. Kun 46,7 % av inseminasjonsintervallene ligger innenfor gruppe 2. Det er et mål at 70 % av inseminasjonsintervallene skal ligge innenfor denne gruppa, og minimum 50 % av intervallene. Sett ut ifra tabellen til Hilary Dobson kan man tolke det dit hen at når det gjelder gruppe 2 så tyder det på at brunstdeteksjonen er feil, altså at brunst er detektert, men at dette er ikke reel brunst. Man må også ha i tanken at inseminasjonsintervaller på 0-3 dager er fjernet fra dette datasettet, og at den reelle prosentandelen for gruppe 2 sannsynligvis er lavere enn resultatene viser.

Tabell 10: Tabell laget av professor Hilary Dobson ved University of Liverpool. Tabellen viser vanlig spredning av inseminasjonsintervaller og mål for hvor stor andel av inseminasjonsintervallene som bør ligge innenfor de ulike intervallene. Det er også vist ved hvilke prosentandeler man kan mistenke dårlig eller feilaktig brunstdeteksjon som årsak. Kolonnen helt til høyre viser resultatene som ble funnet i denne studien.

Brunstintervall/ Inseminasjonsintervall:	Vanlig spredning:	Mål:	Dårlig brunstdeteksjon:	Feilaktig brunstdeteksjon:	Resultater fra denne studien:
1-17 dager	5 %		5 %	>15 %	14,4 %
18-24 dager (normal)	>50 %	70 %	<45 %	40-50 %	46,7 %
25-35 dager	5-10 %		5-10 %	>15 %	10,4 %
36-48 dager (omløp)	15 %	10 %	15-30 %	10 %	14,1 %
>48 dager	20 %	1-2 %	15 %	15 %	11,0 %
>78 dager		1-2 %	20 %	20 %	3,3 %

Gruppe 1 består av de inseminasjonsintervallene som har en lengde på 4–17 dager. I denne studien lå 14,4 % av inseminasjonsintervallene innenfor denne gruppen. Dette er noe høyt, særlig med tanke på at dobbeltinsemineringer er fjernet i datasettet i denne studien. Dette kan tyde på feilaktig brunstdeteksjon, men vi kan ikke utelukke at brunstsyklusen hos kjøttfe avviker fra 21 dager, selv om denne studien antyder at den ikke gjør det.

Gruppe 3 består av de intervallene som har en lengde mellom 25–35 dager. Det er sjeldent med så lange brunstsykluser, men ved uregelmessig omløp kan det være en mulighet med reel brunst i denne gruppa. I denne studien lå 10,4 % av observasjonen i dette intervallet.

Sammenlignet med tabellen laget av Hilary Dobson er dette som forventet. Gruppe 5 består av de observasjonen som hadde et intervall på mer enn 48 dager. I vårt datasett lå 11 % av observasjonene innenfor denne gruppa. Dette er en stor andel, som tyder på dårlig og ukorrekt brunstdeteksjon. Gruppe 6 består av de observasjonen som hadde et intervall på mer enn 78 dager. Dette skyldes mest sannsynlig at mange av brunstene har blitt oversett, eller tidlig fosterdød. I vårt datasett lå 3,3 % av observasjonen i denne gruppa, som er noe høyt.

Fellesnevneren for tolkningen av dataene i tabell 3 er at det er dårlig og feilaktig brunstdeteksjon. Det finnes mange mulige forklaringer på dette, men det vil være naturlig å tro at driftsform og management har en betydning. Norsk ammekuproduksjon har som de fleste andre husdyrnæringer blitt større på besetningsnivå, men fortsatt har mange av disse bøndene jobb utenfor gården (8, 59). Det vil naturlig nok si at de bruker mindre tid i fjøset enn for eksempel en mjølkekubonde, noe som drifta også muligens bærer preg av. Samtidig er det naturlig å tro at de produsentene som velger å inseminere er de som i utgangspunktet er mest dedikerte. Større besetninger burde gjøre brunstdeteksjon lettere ved at flere kuer er i brunst samtidig, og at det dannes flere seksuelt aktive grupper som betyr at hver ku viser flere brunsttegn enn de ville gjort om kun ei ku var i brunst (20, 36). Dette er dog ikke en variabel som er undersøkt i denne studien.

En av de viktigste faktorene for å lykkes med inseminering er brunstdeteksjon, noe som igjen krever en dedikert bonde som bruker mye tid i fjøset og vet hva han skal se etter (60).

Aktivitetsmålere er et hjelpemiddel som brukes for å detektere brunst, og som har blitt tatt i bruk i stor grad i robotbesetninger, og mange andre storfebesetninger. Dette er også et hjelpemiddel som har vist seg å være nyttig hos ammeku (7). Det trengs riktignok mer forskning på dette området. Både når det gjelder terskelnivå hos ammeku sammenlignet med hos mjølkeku, og når det gjelder inseminasjonstidspunkt i forhold til når aktivitetsmåleren slår ut. En studie utført i en besetning med Hereford viste at brunst i gjennomsnitt ble oppdaget 23 timer før ovulasjon ved hjelp av aktivitetsmåler, og at det muligens kan være positivt for drektighetsprosenten å inseminere Hereford tidligere enn det som er anbefalt for NRF(27).

Denne studien viste at drektighetsprosenten var høyest for gruppe 2 og 4 (samlegruppe), med en drektighetsprosent på tilnærmet 45 % (tabell 5). For gruppe 1, 3, 5 og 6 (samlegruppe) var

drektighetsprosenten tilnærmet 40 % (tabell 5). Ut ifra kjent kunnskap om drektighetslengde vil man forvente en høyere drektighetsprosenten for gruppe 2 og 4 sammenlignet med de resterende gruppene. Selv om studien viste at drektighetsprosenten var høyest for de «ideelle» gruppene, er drektighetsprosenten lav. Til sammenligning er ikke-omløpsprosenten ved 60 dager hos NRF ca. 73 % (12). Denne vil være høyere enn drektighetsprosenten. Ikke-omløpsprosenten i denne studien vil være en god del høyere enn drektighetsprosenten fordi gruppe 6 og deler av gruppe 5 ikke vil være med i denne statistikken.

Mulige forklaringer på lav drektighetsprosent er dårlig brunstdeteksjon og inseminering på feil tidspunkt i brunstsyklus. Det kan også skyldes at lengden på brunstsyklusen avviker fra 21 dager, som følge av reproduksjonslidelser eller annen patologi. Dette er vist å påvirke brunstlengden i flere studier (30, 32). Flere studier fra mjølkeku viser at den gjennomsnittlige brunstlengden er 21–22 dager (1, 61), og det er naturlig å tro at man vil finne det samme hos kjøttfe. Det vil imidlertid kreve flere studier for å kunne si noe om brunstlengden hos de ulike kjøttferasene, og om den avviker fra det normale.

Måling av progesteron i mjølk eller serum kan være et nyttig verktøy for brunstdeteksjon. Under og i nærheten av brunst vil plasmakonsentrasjonen av progesteron være under 1,0ng/ml, mens den mellom to brunster vil være over 1,0ng/ml (29). Måling av progesteron i mjølk er en enkel test, som bonden selv kan ta, mens måling av progesteron i serum krever at det tas ut en blodprøve. Sistnevnte vil altså kreve en veterinær. Når det gjelder ammeku må man også tenke mer på egen sikkerhet ved prøveuttak, siden dette som regel er mindre håndterte dyr sammenlignet med mjølkeku. Uttak av mjølk til progesterontest kan derfor være krevende. En ulempe med disse testene er at de ikke kan si noe om rett tidspunkt for inseminasjon (33, 34). Progesteronkonsentrasjonen i plasma eller mjølk vil være lav i flere

dager før og etter brunst. Disse testene kan dermed bare si om kua er i nærheten av brunst. Kuer som ikke er i syklus vil også ha lav konsentrasjon av progesteron i plasma eller mjølk (34). Testene kan likevel brukes for å utelukke brunst (høy progesteronkonsentrasjon) (34). Slik sett kan dette være et nyttig verktøy i ammekuproduksjonen ved at man kan luke ut de kuene som ikke er i brunst. Derimot er de lite hjelpsomme for å finne riktig tidspunkt for inseminasjon.

Fra tabell 6 ser man at Charolais, Aberdeen Angus og Simmental er de rasene der de fleste av observasjonene er i gruppe 2 og 4, henholdsvis 64 %, 68 % og 66 %. Aberdeen Angus er en ekstensiv rase, mens Charolais og Simmental er kontinentale raser. Det altså ikke mulig å si at det er en forskjell i lengden på inseminasjonsintervallene mellom ekstensive og kontinentale raser. Når vi samtidig ser på drektighetsprosent er det Charolais, krysninger og kategorien alle andre raser som kommer best ut, med en drektighetsprosent på henholdsvis 48,6 %, 46,1 % og 48,7 %. Generelt er drektighetsprosenten lav hos alle rasene. NRF hadde lavest drektighetsprosent med 37,0 %. Generelt er NRF en fruktbar storferase, og i mjølkekubesetninger med NRF er drektighetsprosenten langt høyere. Dette styrker teorien om at det er dårlig brunstdeteksjon blant ammekubønder og at det blir inseminert på feil tidspunkt. Det kan også tyde på at NRF er en rase som egner seg dårlig for denne driftsformen og type oppstalling.

Det var ingen forskjell mellom drektighetsprosenten etter insemineringa mellom kviger og kuer. Naturlig ville man ventet å finne en høyere drektighetsprosent hos kviger i denne studien. Resultatene viser derimot at dette ikke er tilfelle. Det kan være mange ulike årsaker til dette, blant annet at det kan være mer utfordrende å detektere brunst hos kviger (7). Ofte kan oppstalling av kviger være dårlig utformet, noe som kan begrense brunstatferden.

Normalt forventer man en reduksjon i drektighetsprosenten hos førstelaktasjonskuer, dvs. kuene som var 3 år i denne studien, fordi disse kuene fortsatt ikke har nådd full størrelse, samtidig som de skal produsere mjølk til en kalv. Dette kan gi en lengre periode med negativ energibalanse, som igjen kan gi utslag i reproduksjonssjukdommer og nedsatt fruktbarhet, og økt risiko for andre sykdommer, som også kan påvirke fruktbarheten negativt. Denne reduksjonen er kun minimal og ikke av betydning i denne studien. Dette kan skyldes at mange kjøttfe er eldre enn 2 år ved første kalving, og kan derfor falle innunder gruppen med dyr på 3 år. Andelen førstegangskalvere som faller innunder gruppen kan være betydelig fordi de kontinentale rasene utgjør en stor del av ammekupopulasjonen i Norge, og disse har generelt en høyere alder ved første kalving (6).

Hereford og Aberdeen Angus er de rasene som er eldst ved kalving etter inseminasjon, mens NRF og kategorien alle andre raser er yngst. Årsaker til dette kan være at mange besetninger har avlsokser av kontinentale raser, og at de derfor velger å bruke semin på yngre dyr og mindre raser. Det er også slik at lettere raser er tidligere kjønnsmodne enn tyngre raser (62).

Datasettet som er brukt i denne studien regnes som pålitelig fordi veterinærer og inseminører må rapportere utførte inseminasjoner i denne databasen for å få betalt for arbeidet. Det er også slik at eierinseminører skal rapportere inseminasjoner i denne databasen. De har ikke den samme drivkraften med tanke på lønn, men gjennom en egen forskrift (forskrift om kunstig sædovertføring for husdyr utført av andre enn veterinær) reguleres det hvem som kan bli eierinseminører (63). Det er Mattilsynet som utsteder godkjennelse til eierinseminører etter godkjent inseminasjonskurs, og det er krav om at det i besetningen gjennomføres minst 50 førstegangsinseminasjoner årlig (64). Det vil altså ikke være aktuelt for de fleste ammekuprodusenter å bli eierinseminører pga. for liten besetningsstørrelse.

Fordi denne studien har sett på lengden av inseminasjonsintervall, så er det kun kuer med inseminasjonsintervall som er med i studien. Det betyr at drektighetsprosentene i denne studien representerer kuer som er inseminert minst to ganger. For å få et riktig bilde av drektighetsprosenten etter inseminasjon burde også de som ble drektige etter første inseminasjon ha vært med. Ved å kun ha med de kuene som er blitt inseminert minst to ganger er det en viss seleksjon på kuer med dårlig fruktbarhet. For å kunne være rimelig sikker på at drektigheten var et resultat av inseminering ble det satt et eksklusjonskriterium i antall dager fra inseminering til kalving. Dette ble gjort fordi det er vanlig at mange bønder slipper okse med kuene etter at de er ferdig med insemineringa.

Denne studien viser hovedtrekk i norsk ammekuproduksjon og bruk av inseminering. Altså at drektighetsprosenten er lav ved bruk av inseminering, og at manglende og feilaktig brunstdeteksjon er en viktig årsaksfaktor. Flere studier har vist en økt forekomst av unormale endokrine parametere for fruktbarhet (23, 30), som for eksempel økt forekomst av unormale progesteronprofiler. Normal reproduksjonsfysiologi er avhengig av et komplekst og fungerende samspill av flere hormoner, og forskning på dette feltet vil være aktuelt.

Generelt er reproduksjon hos kjøttfe et område det bør forskes mer på, men opplæring av ammekubønder som velger å bruke inseminering er også viktig for å nå målet om bruk av mer inseminering hos kjøttfe. Opplæring av hvordan man detekterer brunst, hva man skal se etter og når man skal inseminere vil være nøkkelpunkter i denne opplæringa, men like viktig er påpeking av hvor mye tid som må brukes for å sikre god brunstdeteksjon. Det vil være viktig å lage gode rutiner og systemer for brunstdeteksjon. Dette kan innebære bruk av ulike typer

brunstkalendarer, faste runder i fjøset for å se etter brunst og eventuelt bruk av hjelpemidler, som aktivitetsmåler, for brunstdeteksjon.

Konklusjon

Vi kan har ikke tilstrekkelig bevis til å kunne konkludere med hva som er korrekt brunstlengde hos norsk ammeku, fordi kvaliteten på brunstdeteksjonen som dataene er basert på er for dårlig. For å kunne si noen om brunstlengden hos norsk ammeku bør man utføre en studie der man bruker progesteronnivået i mjølk eller serum til å bestemme tidspunktet for brunst. For å lykkes med målet om mer bruk av inseminering hos norsk ammeku bør man utføre en studie der man ser på tidspunkt for ovulasjon sett i forhold til brunststart for å kunne inseminere på optimalt tidspunkt. Denne studien bør omfatte de vanligste kjøttferasene i Norge.

Takk til bidragsytere

Vi ønsker å rette en stor takk til Adam Dunstan Martin for kyndig veiledning og støtte, og skolens statistikk guru, Ingrid Holmøy, for hjelp med bearbeiding av data. Vi ønsker også å gi en stor takk til Mari Øverseth som sa seg villig til å korrekturlese.

Summary

Title: Inter-service intervals in Norwegian Beef Cattle

Authors: Mette Mikkelsen and Anne Marte Øverseth

Supervisor: Adam Dunstan Martin, Department of Production Animal Clinical Sciences

A study published in 2015 showed that the average insemination interval in Holstein cows was 22 days (1). The purpose of this study was to investigate if something similar might be the case in norwegian beef cattle. The beef cattle industry has requested a increased use of artificial insemination. There is still done little research regarding the reproduction of beef cattle compared to the research done in the milk industry. We have based our study on a data set containing reported inseminations in beef cattle in a time period from 2013 to 2016. The results of this study is based on a total of 2 210 inseminations intervals, which showed that the average interval was 29.7 days with a median of 22 days. The pregnancy percent for the same cows was 42.3 %, which is a very poor outcome. There is not sufficient evidence to conclude on an absolute estrus interval duration in Norwegian beef cattle because the quality of the estrus detection is inadequate. This study reveals that insufficient and falsely estrus detection is a huge problem in the beef cattle industry. To increase the number of artificial inseminations in beef cattle we need more research on estrus behavior, detection and the time of ovulation in relation to the onset of estrus.

Referanser

1. Remnant J, Green MJ, Huxley J, Hudson C. Variation in the interservice intervals of dairy cows in the United Kingdom. *Journal of dairy science*. 2015;98(2):889-97.
2. Hjukse O. Resultatkontroll for gjennomføringen av landbrukspolitikken. 2013.
3. Rådgivning T. Statistikkksamling for ku- og geitekontrollen 2018: TINE; 2019 [cited 01.10.2019]. Available from: <https://medlem.tine.no/aktuelt/nyheter/hk-statistikker/attachment/476965?ts=169bdf74e93>.
4. sentralbyrå S. Husdyrhald per 1. mars: Statistisk sentralbyrå; 2019 [cited 14.09.2019]. Available from: <https://www.ssb.no/jord-skog-jakt-og-fiskeri/statistikker/jordhus>.
5. Ekspertgruppe. Økt storfekjøttproduksjon i Norge, rapport fra ekspertgruppen 2013 [cited 23.09.2019]. Available from: https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/lmd/vedlegg/brosjyrer_veiledere_rapporter/kjoettgruppens_rapport_feb_2013.pdf.
6. Storfekjøttkontrollen. Årsmelding 2018: Animalia; 2018 [cited 14.09.2019]. Available from: <https://www.animalia.no/globalassets/storfekjoettkontrollen-dokumenter/arsmelding-storfe-2018.pdf>.
7. Nelson ST. Factors affecting calf production in Norwegian suckler herds. 2016.
8. Løwe T. Hvem er gårdbrukere, og hvorfor er de det? : Statistisk sentralbyrå; 2004 [cited 10.11.2019]. Available from: <https://www.ssb.no/jord-skog-jakt-og-fiskeri/artikler-og-publikasjoner/hvem-er-gaardbrukere-og-hvorfor-er-de-det>.
9. Nortura. En sikker vei til oppstart ammeku: Nortura; 2016 [cited 01.11.2019]. Available from: <https://www.geno.no/contentassets/ac20e33860be4e77ace6d9c9a4ceb640/temahefte-en-sikker-vei-til-oppstart-ammeku.pdf>.
10. TYR. Hvorfor inseminere? : TYR; [cited 13.09.2019]. Available from: <https://www.tyr.no/hvorfor-inseminere/>.
11. TYR. Status seminstatistikk for september 2019: TYR; 2019 [cited 11.11.2019]. Available from: <https://www.tyr.no/seminstatistikk/>.
12. Kvale V. Geno-dag for prod.mat studenter. Besetningsmedisin storfe; 14.02.2019; Store Ree. Canvas: Geno; 2019.
13. Refsdal AO, Gillund P, Karlberg K. Fruktbarhet i fjøset. 1 ed: Fagbokforlaget; 2014.
14. Martin AD, Lystad ML, Reksen O, Ropstad E, Waldmann A, Nafstad O, et al. Assessment of progesterone profiles and postpartum onset of luteal activity in spring calving Hereford beef suckler cattle. *Acta Veterinaria Scandinavica*. 2010;52(1):42.

15. Caldwell G, Lowman B, Riddell I. Veterinary intervention in the reproductive management of beef cow herds. In Practice. 2005;27(8):406-11.
16. Short R, Bellows R, Staigmiller R, Berardinelli J, Custer E. Physiological mechanisms controlling anestrus and infertility in postpartum beef cattle. Journal of Animal Science. 1990;68(3):799-816.
17. Peter A, Levine H, Drost M, Bergfelt D. Compilation of classical and contemporary terminology used to describe morphological aspects of ovarian dynamics in cattle. Theriogenology. 2009;71(9):1343-57.
18. Jaiswal R, Singh J, Marshall L, Adams G. Repeatability of 2-wave and 3-wave patterns of ovarian follicular development during the bovine estrous cycle. Theriogenology. 2009;72(1):81-90.
19. Sjaastad Ø, Hove K, Sand O. Physiology of domestic animals. 3rd ed. Oslo: Scandinavian Veterinary Press; 2016.
20. Roelofs J, Van Eerdenburg F, Soede N, Kemp B. Various behavioral signs of estrous and their relationship with time of ovulation in dairy cattle. Theriogenology. 2005;63(5):1366-77.
21. Floyd L, Lents C, White F, Wettemann R. Effect of number of cows in estrus and confinement area on estrous behavior of beef cows. Journal of animal science. 2009;87(6):1998-2004.
22. Orihuela An. Some factors affecting the behavioural manifestation of oestrus in cattle: a review. Applied Animal Behaviour Science. 2000;70(1):1-16.
23. Dobson H, Walker S, Morris M, Routly J, Smith R. Why is it getting more difficult to successfully artificially inseminate dairy cows? Animal. 2008;2(8):1104-11.
24. Geno. Brunsttegn: Geno; 2014 [01.11.2019]. Available from: <https://www.geno.no/Start/Brunst/Brunst-og-brunstkontroll/Brunsttegn/>.
25. Martin A. Surveillance of reproductive performance in Norwegian cattle farming. Philosophiae doctor thesis. Ås: Norwegian University of Life Sciences; 2015.
26. Geno. Brunst og brunstkontroll: Geno; 2017 [cited 12.09.2019]. Available from: https://www.geno.no/globalassets/geno-sa/02_dokumenter/06_om-genos/brosjyrer/brunst-og-brunstkontroll-2017-no.pdf.
27. Nelson S, Haadem C, Nødtvedt A, Hessle A, Martin A. Automated activity monitoring and visual observation of estrus in a herd of loose housed Hereford cattle: Diagnostic accuracy and time to ovulation. Theriogenology. 2017;87:205-11.
28. Peters A. Reproductive activity of the cow in the post-partum period. I. Factors affecting the length of the post-partum acyclic period. British veterinary journal. 1984;140(1):76-84.

29. Corah L, Quealy AP, Dunn T, Kaltenbach C. Prepartum and postpartum levels of progesterone and estradiol in beef heifers fed two levels of energy. *Journal of animal science*. 1974;39(2):380-5.
30. Royal M, Darwash A, Flint A, Webb R, Woolliams J, Lamming G. Declining fertility in dairy cattle: changes in traditional and endocrine parameters of fertility. *Animal science*. 2000;70(3):487-501.
31. Petersson K-J, Gustafsson H, Strandberg E, Berglund B. Atypical progesterone profiles and fertility in Swedish dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2006;89(7):2529-38.
32. Mann G, Keatinge R, Hunter M, Hedley B, Lamming G. The use of milk progesterone to monitor reproductive function in beef suckler cows. *Animal reproduction science*. 2005;88(3-4):169-77.
33. Roelofs J, Van Eerdenburg F, Hazeleger W, Soede N, Kemp B. Relationship between progesterone concentrations in milk and blood and time of ovulation in dairy cattle. *Animal reproduction science*. 2006;91(3-4):337-43.
34. Bendiktsen BH, Holstad A, Tellefsen LM. Bruk av progesterontest i reproduksjonsarbeidet: Buskap; 2016 [cited 10.11.2019]. Available from: https://www.buskap.no/issue/2016/4/m-1287/Bruk_av_progesterontest_i_reproduksjonsarbeidet.
35. Crowe M. Resumption of ovarian cyclicity in post-partum beef and dairy cows. *Reproduction in domestic animals*. 2008;43:20-8.
36. Van Vliet J, Van Eerdenburg F. Sexual activities and oestrus detection in lactating Holstein cows. *Applied Animal Behaviour Science*. 1996;50(1):57-69.
37. Remnant J, Green M, Huxley J, Hudson C. Associations between dairy cow inter-service interval and probability of conception. *Theriogenology*. 2018;114:324-9.
38. Ouweltjes W, Smolders E, Elving L, Van Eldik P, Schukken Y. Fertility disorders and subsequent fertility in dairy cattle. *Livestock Production Science*. 1996;46(3):213-20.
39. Fourichon C, Seegers H, Malher X. Effect of disease on reproduction in the dairy cow: a meta-analysis. *Theriogenology*. 2000;53(9):1729-59.
40. Peters A. Herd management for reproductive efficiency. *Animal Reproduction Science*. 1996;42(1-4):455-64.
41. Cromie A. The importance of cow typw in increasing the viability of the Suckler herd- A Southern Ireland perspective. Cow type; 19.07.2011: Irish Farmers Journal; 2011.
42. Buskap. 10 på topp i GS: Buskap; 2019 [cited 10.11.2019]. Available from: https://www.buskap.no/issue/2019/5/m-242/10_på_topp_i_GS.
43. Geno. Genotyping av NRF-hunddyr 2019 [cited 09.11.2019]. Available from: <https://www.geno.no/Start/Brunst/Produkter/genotyping-av-NRF-hunddyr/>.

44. Vishwanath R. Artificial insemination: the state of the art. *Theriogenology*. 2003;59(2):571-84.
45. Geno. Historie 2018 [cited 14.09.19]. Available from: <https://www.geno.no/Start/Geno-Avler-for-bedre-liv/om-nrf-ku/Historie/>.
46. Howard WH, Cranfield J. Ontario beef producers' attitudes about artificial insemination. *Canadian Journal of Agricultural Economics/Revue canadienne d'agroeconomie*. 1995;43(2):305-14.
47. Kamphuis C, DelaRue B, Burke C, Jago J. Field evaluation of 2 collar-mounted activity meters for detecting cows in estrus on a large pasture-grazed dairy farm. *Journal of Dairy Science*. 2012;95(6):3045-56.
48. Bertram J, Carrick M, Holroyd D, Lake M, Lehman W, Taylor K, et al. *Breeding for Profit*. 1 ed: Department of Primary Industries Queensland; 1993 07.02.2019. 40 p.
49. Carson RL, Wenzel JG. Observations using the new bull-breeding soundness evaluation forms in adult and young bulls. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*. 1997;13(2):305-11.
50. Eaglesome M, Garcia M. Disease risks to animal health from artificial insemination with bovine semen. *Revue scientifique et technique-Office international des épizooties*. 1997;16:215-25.
51. Nicholas F. Genetic improvement through reproductive technology. *Animal Reproduction Science*. 1996;42(1-4):205-14.
52. Veterinærinstituttet. Årsrapport 2018. Veterinærinstituttet; 2019.
53. Roelofs J, Soede N, Kemp B. Insemination strategy based on ovulation prediction in dairy cattle. *Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift*. 2006;75(2):70-8.
54. Dorsey B, Kasimanickam R, Whittier W, Nebel R, Wahlberg M, Hall J. Effect of time from estrus to AI on pregnancy rates in estrous synchronized beef heifers. *Animal reproduction science*. 2011;127(1-2):1-6.
55. Dohoo IR, Tillard E, Stryhn H, Faye B. The use of multilevel models to evaluate sources of variation in reproductive performance in dairy cattle in Reunion Island. *Preventive Veterinary Medicine*. 2001;50(1-2):127-44.
56. Rorie R, Bilby T, Lester T. Application of electronic estrus detection technologies to reproductive management of cattle. *Theriogenology*. 2002;57(1):137-48.
57. Roelofs J, López-Gatius F, Hunter R, Van Eerdenburg F, Hanzen C. When is a cow in estrus? Clinical and practical aspects. *Theriogenology*. 2010;74(3):327-44.
58. Landaeta-Hernández AJ, Yelich JV, Lemaster JW, Fields MJ, Tran T, Chase Jr CC, et al. Environmental, genetic and social factors affecting the expression of estrus in beef cows. *Theriogenology*. 2002;57(4):1357-70.

59. Revfem J. Bønder tjener over 100 000 kroner mer enn gjennomsnittet: Nettavisen Økonomi; 2019 [cited 11.11.2019]. Available from: <https://www.nettavisen.no/na24/bonder-tjener-over-100-000-kroner-mer-enn-gjennomsnittet/3423600696.html>.
60. Geno. Brunstkontroll: Geno; 2015 [cited 20.11.2019]. Available from: <https://www.geno.no/Start/Brunst/Brunst-og-brunstkontroll/Brunstkontroll/>.
61. Greenham T, Oikonomou G, Grove-White D. A description of interestrus and interservice intervals and associated fertility in 16 United Kingdom dairy herds. Journal of dairy science. 2019;102(1):824-32.
62. Diskin M, Kenny D. Optimising reproductive performance of beef cows and replacement heifers. Animal. 2014;8(s1):27-39.
63. Stortinget. Forskrift om kunstig sædooverføring hos husdyr utført av andre enn veterinær 1995 [cited 10.11.2019]. Available from: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/1995-03-06-239?q=forskrift%20om%20kunstig%20sædooverføring%20for>.
64. Geno. Mattilsynets krav for å få tillatelse til å inseminere i egen besetning: Geno; 2016 [cited 10.11.2019]. Available from: <https://www.geno.no/Start/Aktiviteter/Kurs/insemineringskurs/eierinseminering--bonder/Mattilsynets-krav/>.



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

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