

# Effekt av innavl på produksjon, fruktbarhet og celletall i Norsk Rødt Fe (NRF)

KRISTINE HOV MARTINSEN<sup>1,2</sup>, ERLING SEHESTED<sup>3</sup> OG BJØRG HERINGSTAD<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Institutt for husdyr og akvakulturvitenskap, UMB, <sup>2</sup>Norsvin, <sup>3</sup>Geno SA

## Innledning

Det er kjent at innavl vil oppstå i populasjoner utsatt for seleksjon, slik som i et moderne avlsarbeid. Kunstig sædovertføring har bidratt til enklere spredning av genetisk materiale og mulighet for stor seleksjonsintensitet. Dette har ført til svært effektivt avlsarbeid med sterk avlsfremgang, men også en fare for innavlsøkning i populasjonen. Flere studier har vist at utstrakt bruk av enkeltokser er en av årsakene til innavlsøkning i flere storfepopulasjoner (Young og Seykora 1996; Kearney et al. 2004). Innavl oppstår når beslektede individer pares og får avkom, og måles med innavlskoeffisient som er definert som sannsynligheten for at to alleler er identiske i opphav (Falconer og Mackay 1996). Avkom av en søskenbarnparing har en innavlskoeffisient lik 6,25, en halv søskenparing gir innavlskoeffisient 12,5, og helsøskenparing 25. I følge Falconer og Mackay (1996) kan innavl ha en negativ effekt på «fitnessrelaterte» egenskaper, slik som helse og fruktbarhet. Denne effekten kalles innavlsdepresjon, og er det praktiske utfallet av innavl. Effekter av innavl har vært studert på flere storferaser i verden, men aldri på NRF. Formålet med dette studiet var derfor å undersøke effekten av innavl på produksjonsegenskaper, fruktbarhetsegenskaper og celletall i NRF-populasjonen. Det var også et mål å undersøke hvorvidt inkludering av effekt av innavl i avlsverdiregningene endret avlsverdiene eller rangeringen av potensielle seleksjonskandidater.

## Materiale og metoder

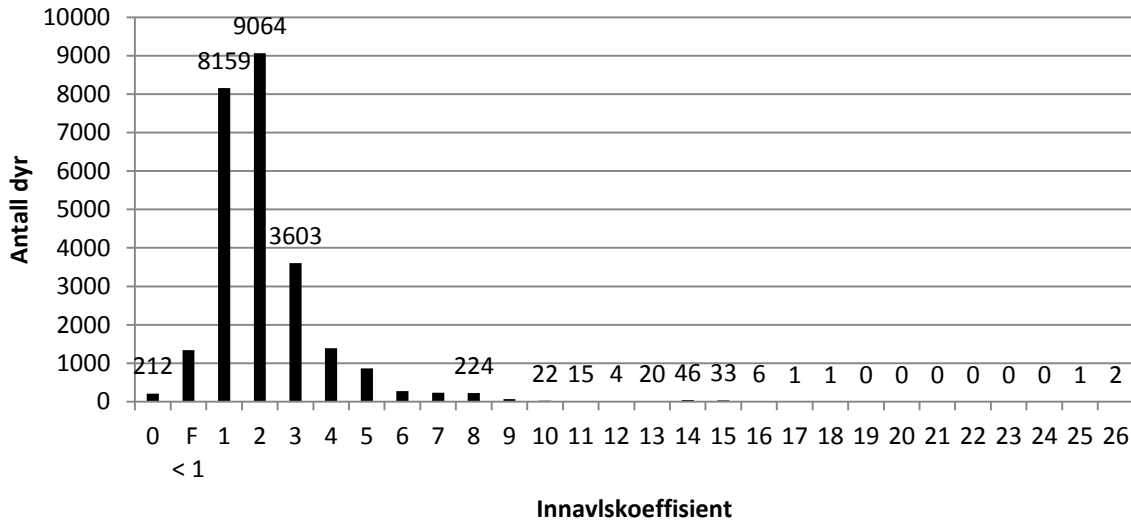
### Data

Informasjon om produksjon og fruktbarhet samt celletallsdata ble hentet fra Kukontrollen. Data ble plukket fra besetninger som oppfylte følgende kriterier;

- Kyr med informasjon om produksjon og celletall måtte ha hatt minst en kalving mellom 2004 og 2011.
- Besetningen hadde en seminandel på minst 95 %.
- Besetningen bestod av minst 95 % NRF-kyr.
- Hver besetning måtte ha minst 350 dyr med informasjon om egenskapene totalt.

Effekten av innavl ble estimert for produksjonsegenskapene; 305 dagers laktasjonsavdrått (305-d) for melk (tonn), fett (kg) og protein (kg), fett- og proteinprosent og gjennomsnittlig log laktasjonscelletall (LSCS), og for fruktbarhetsegenskapene; ikke-omløpsprosent innen 56 dager fra første inseminering (IO56) for kviger, første- og andre/tredjelaktasjonskyr og antall dager fra kalving til første inseminering (KFI) for første- og andre/tredjegangskalvere. Totalt ble over 20 000 dyr fra 62 besetninger benyttet for å få informasjon om de elleve egenskapene. Detaljert beskrivelse av datamaterialet er gitt i Martinsen (2012).

Slektskapsfilen inneholdt totalt 78 446 dyr, og hadde informasjon om slektskap så langt tilbake det var mulig å spore. Innavlskoeffisientene ble estimert ved hjelp DMU (Madsen og Jensen 2007), og det var totalt 25585 dyr med kjent innavlskoeffisient. Gjennomsnittlig innavlsgrad i NRF er lav, og det er svært få dyr med høy innavlskoeffisient. I overkant av 90 % av dyrene hadde en innavlskoeffisient under 5 i datasettet (Figur 1).



Figur 1. Fordelingen av innavlskoeffisienter i slektskapsfilen.

### Modeller

For å beregne effekten av innavl på egenskapene, ble det predikert avlsverdier med en dyremodell. Dyrets innavlskoeffisient ble inkludert i modellen som en lineær regresjon av egenskapens fenotypiske uttrykk. For å undersøke effekten av innavl på avlsverdiene ble det også beregnet avlsverdier uten å inkludere effekten av innavl i modellen. Modellen var ellers lik den som blir benyttet i Geno sine avlsverdiregninger. Det samme var arvegrader og varianskomponenter som ble benyttet i beregningene.

Produksjonsegenskapene og celletall ble analysert univariat (hver for seg), hvor første-, andre- og tredje laktasjon var definert som gjentak av egenskapene. Effektene inkludert i modellen var kalvingsår, kalvingsmåned, antall tomdager, besetning og år, permanent miljøeffekt for dyret, dyrets avlsverdi og dyrets innavlsgrad.

Fruktbarhetsegenskapene IO56 for kviger, første- og andre/tredjelaktasjonskyr ble kjørt sammen (trivariat analyse). IO56 for andre- og tredjelaktasjonskyr var definert som gjentak av egenskapen. Effektene inkludert i modellen var insemineringsår/måned/dobbelinseminering, alder ved første inseminering, sædtype, besetning og år, permanent miljøeffekt for dyret, dyrets avlsverdi og dyrets innavlsgrad. Fruktbarhetsegenskapene KFI for første- og andre/tredjegangskalvere ble analysert sammen (bivariat analyse). KFI for andre- og tredjegangskalvere var definert som gjentak av egenskapen. Effektene inkludert i modellen var kalvingsår og måned, alder ved kalving, besetning og år, permanent miljøfaktor for dyret, dyrets avlsverdi og dyrets innavlsgrad.

## Resultater og diskusjon

Det ble ikke funnet signifikant effekt av innavl på noen av fruktbarhetsegenskapene eller for fett- og proteinprosent. På produksjonsegenskapene hadde innavl signifikant ugunstig effekt på 305-d laktasjonsavdrått for melk, fett og protein, og signifikant gunstig effekt på celletall.

Regresjonskoeffisientene viste en reduksjon på -34,2 kg melk, -1,2 kg fett og -1,15 kg protein i en 305 dagers laktasjonsavdrått per 1 % økning i innavl. LSCS ble redusert med -0,0083 enheter (tilsvarer ca 1000 celler) per 1 % økning i innavl. Resultatene indikerer at et avkom av en halvsøskenparing ( $F=12,5$ ) vil produsere 427,5 kg mindre melk, 16 kg mindre fett og 14,5 kg mindre protein og ha et noe lavere celletall (12 500 celler) i en 305 dagers laktasjonsavdrått enn et ikke-innavlet avkom ( $F=0$ ), under ellers like forhold (Tabell 1).

Tabell 1. Innavlsdepresjon ved ulik innavlsgrad (F) for egenskapene 305 dagers laktasjonsavdrått (305-d) melk (kg), fett (kg) og protein (kg) og gjennomsnittlig log laktasjonscelletall (LSCS).

Innavlsgrad (F)	Avkom etter	305-d melk (kg)	305-d fett (kg)	305-d protein (kg)	LSCS
6,25	Søskenbarnparing	-214	-8	-7	-0,052
12,5	Halvsøskenparing	-428	-16	-14,5	-0,105
25	Helsøskenparing	-855	-32	-29	-0,208

Det ble beregnet korrelasjoner mellom avlsverdiene og mellom rangeringen av dyrene ved bruk av modeller med og uten effekt av innavl. Korrelasjonene var høye, og tydet på at effekten av innavl inkludert i avlsverdieregningene hadde liten effekt på avlsverdiene og rangeringen av dyr. Dette kan også skyldes at innavlen i NRF generelt er lav. Resultatene viste imidlertid at enkelte importokser kunne bli overvurdert og at det genetiske nivå på NRF-okser ble undervurdert hvis innavl ikke ble tatt hensyn til i avlsverdieregningene.

I følge teorien oppstår negative effekter av innavl, såkalt innavlsdepresjon, først og fremst for helse- og fruktbarhetsegenskaper. For NRF ble det ikke funnet noen effekt på fruktbarhet, men derimot en klar negativ effekt av innavl på mjølkeavdrått. Tiltak for å begrense innavløkning i populasjonen, slik som bruk av slektskapsindeks ved utvalg av eliteokser for å begrense bruk av enkeltokser, høy bruk av ungekser i populasjonen og god avlsplanlegging i besetningene slik at en unngår paring av nære slektninger, er derfor viktig.

## Konklusjon

Effekten av innavl kunne beskrives med en lineær regresjonsmodell. Innavl hadde negativ effekt på produksjonsegenskapene 305 dagers laktasjonsavdrått for melk, fett og protein og gjennomsnittlig log laktasjonscelletall. Det ble ikke funnet effekt av innavl på fett- og proteinprosent, eller noen av fruktbarhetsegenskapene. Å inkludere innavl i avlsverdieregningene hadde liten effekt på avlsverdiene og rangeringen av okser og kyr med data.

Dyras innavlskoeffisient er per i dag ikke inkludert i de rutinemessige avlsverdieregningene for NRF. Inkludering av effekten av innavl som en lineær kovariat avlsverdieregninger kan være gunstig for evalueringen av potensielle eliteokser.

## Referanser

*Falconer, D. S. og Mackay, T. F. C., 1996. Introduction to Quantitative Genetics. 4. utg. Edinburgh: Pearson Education Limited. 464 s.*

*Kearney, J. F., Wall, E., Villanueva, B. og Coffey, M. P., 2004. Inbreeding Trends and Application of Optimized Selection in the UK Holstein Population. Journal of Dairy Science, 97 (10): 3503-3509.*

*Madsen, P. og Jensen, J., 2007. An User's Guide to DMU. 6. Utg. Aarhus: Faculty Agricultural Science, University of Aarhus.*

*Martinsen, K. H., 2012. Effekt av innavl på produksjon, fruktbarhet og celledall i Norsk Rødt Fe (NRF). Masteroppgave, Institutt for husdyr- og akvakulturvitenskap, Universitetet for miljø- og biovitenskap.*

*Young, C. W. og Seykora, A. J., 1996. Estimates of Inbreeding and Relationship Among Registered Holstein Females in the United States. Journal of Dairy Science, 79 (3): 502-505.*