

# Avl av rene (gamle / isolerte) kuraser

Magnús B. Jónsson.

*Bændasamtökum Íslands*

## I. Inledning.

Organisert husdyravl i retning af det som man kjenner i dag, har sin opprinnelse i det 17. århundede, men blev ikke praktisert i de skandinaviske land før i det 19. århundrede. Rundt 1850 begynte en utvikling i retning af avl for rasepregede dyr med bestemte ytre tegn som skulle være uniforme og utgjøre en slags standardtype for rasen. Denne avlsretning er opprinnelsen til mange av de kuraser som siden blev udbredt i det 20. århundrede og blomstret med den såkalte stedengenhetsbevegelse. Denne avlsretning la stor vekt på de såkalte "rene raser" og begrebet landrase blev lansert, som en population dyr som har eksisteret over en lengre periode i et område uten større påvirkning (imigrasjon) fra andre populasjoner. Mange av de såkalte landraser er således typisk små og hardføre dyr, præget af naturligt udvalg for overlevelse under barske vilkår. (Emma Eypórsdóttir, 2000).

Siden i begynnelsen av 60 tallet har utviklingen i husdyravlen i hele den vestlige verden vært revolutionær, hvor de nordiske lande, er ingen unntakelse. Stadig større del av melkeproduksjonen baseres sig på noen få storferaser og utviklingen har medført at storfeavlen i dag bliver konsentrert om stadig færre raser som avles mere eller mindre internasjonalt. De gamle landraser har ikke kunnet konkurrere med de nye rasene som fører til at de forsvinner som produksjonsdyr og holdes i stigende grad som hobby buskap. I nordisk sammenheng er det slik i dag at utenom Island finnes ingen gammel landase som har noen større betydning i vedkommende lands melkeproduksjon. I alle landene finnes dog populasjoner av gamle landraser. En kan stille sig det spørsmål om hvorvidt denne situasjon medfører noen fare for fremtiden og dermed om det er av noen verdi at bibeholde de gamle landraser og søke å bygge op bæredyktige populasjoner og derved ta vare på eventuelle verdier som ellers ville gå tapt.

Utviklingen i den internasjonale husdyravl har ført til en verdensomfattende diskusjon om genetisk diversitet og viktigheten av at opprettholde den genetiske varians. Genetisk diversitet grunner sig i den genetiske variasjon mellom og innen rasene for hver art. Det er anslått at variasjonen mellom raser utgjør halvdelen av den totale genetiske variasjon innen hver husdyrart, mens variasjonen innen rase omfatter den resterende halvpart. Dette betyr at tap af raser medfører tap av genetisk variasjon.

Den nyeste utvikling i husdyravlen med introdusering av genomisk seleksjon og de muligheter for avlsmessig fremgang som den kan medføre, samtidig med at metoden ikke kan benyttes medmindre det finnes omfattende referanse materiell betyr i realiteten at de mindre rasene blir ennå mer underliggende i konkurransen (Jón V. Jónmundsson, 2010). Mange ser denne utvikling som optakt til at verdens kuraser blir kun noen få som avles etter forholdsvis like avlsplaner og dermed påtagelig inskrenkning av den genetiske diversitet som er drivkraften for bæredyktig og langsiktig avlsarbeide.

F.A.O. har fra 1980 sat fokus på genetiske ressurser inden for landbruget i verden og har etablert en global databank (DAD-IS) hvor der registreres grundoplysninger om husdyrracer i alle verdensdeler. Her finnes grunnoplysninger om de alle fleste kuraser i verden og viser at allt for mange raser er situasjonen kristisk med hensyn til deres fremtidige muligheter. Det kan således vere meget kort tid inntil det ikke er muligt at endre kurs og tilbake blir kun noen få internasjonale kuraser. (FAO, 2000).

Diskusjon om fremtidig rolle for de gamle landraser synes derfor høyst aktuell. Det er viktig at rasenes mangsidige værdier blir undersøkt og beskrevet og det finnes stadig bedre metoder for slike undersøkesler.

## **II. Rasers bevaringsverdier.**

Det er almindelig anerkent at det er ikke mulig at bevare alle raser eller populationer som måtte findes i verden. Derfor har en forsøkt at utvikle metoder som kan benyttes for at bedømme bevaringsværdien av vedkommende raser eller population. Bevaringsværdien av en rase kan i grove trek deles op i følgende fire kategorier. a) økonomisk produktionsverdi; b) genetisk verdi i.e. bevarelse av genetisk diversitet for imøtekomme forandret fremtidig situasjon; c) kulturell og historisk verdi som knytter sig til landbruket i det område hvor vedkommende rase er utviklet og d) samfundmessig verdi som knytter sig til landbrukstradisjon og utvikling av spesialprodukter. (Emma Eypórsdóttir, 2007).

Når et gjelder de nevnte kategorier så er de fleste gamle landraser underlegne med hensyn til økonomisk konkuranseevne og av den grunn har mange av dem blitt avlagte og er nu i utryddingsfare. Angående den genetiske verdi så er det mer komplisert oppgave. Det er gjort flere forsøk for å identifisere de forskjellige rasers genetiske verdi men hittil er det ikke funnet utvettidige svar på det spørsmål. Toro *et al.*, (2009) har laget en utførlig oversikt over de forskjellige aspekter av dette emne. I flere forskjellige undersøkesler viser det sig imidlertid at de gamle forholdsvis isolerte raser bidrar størst for opprettelse av den genetiske diversitet (Tapio *et al.*, 2006, Bennewitz *et al.*, 2006). Det skal bemerkes at de metoder som blev brukt er blitt kritisert for å overestimere de små rasers betydning (Negrini *et al.*, 2007 e: Emma Eypórsdóttir, 2007). Den påstand at "tap av en rase betyr tap av genetisk variasjon" bør tas alvorlig og som forplikter til en aktivitet og økt insats for genetisk forskning og bibeholdelse av de raser som er bevaringsdyktige. En oversikt over genetisk verdi av gamle raser blev laget til NÖK møtet i år 2000 (E. Eypórsdóttir, 2000)

Med hensyn til kulturhistoriske verdier samt de verdier som finnes grunnet adaptjon til spesielle produktionsformer er det konstatert stadig større interesse blant konsumenter at det er tilgang til produkter som ikke kan stemples som industrial og masseprodusert. Dette er noe som produsenter og alle som driver med fagarbeide innen matvareproduksjon bør og må ta hensyn til. Matvareproduksjon som har videre tilknytning til samfundsutviklingen en å være kun råvareproduksjon vil i fremtiden bli mer ettertraktet og undersøkesler viser stigende betalingsvillighet blant konsumenter for slike produkter.

Det finnes derfor mange årsaker til å intensivere forskning og fagligt arbeide på dette område. Det gjelder både rent genetiske undersøkelser for å beskrive de eventuelle genetiske verdier som finnes, men også det praktiske forsøksarbeide for å redegjøre for eventuelle spesialverdier som finnes i de forskjellige raser.

## **III. Bevaringsstrategi.**

Det finnes flere mulige metoder for å bevare en truet rase mot utryddelse. I hovedsak diskuteres tre forskjellige alternativ.

### *III. 1. Bevaring samtidig med utnyttelse til produksjon*

Flere forskningresultater har vist at hvis vedkommende populasjon er i den situasjon at denne bevaringsform er aktuell, så er den å foretrekke fremfor andre bevaringsmåter bl.a.fordi den holder vedkommende rase i avlsmessig "aktivitet" og den blir mer attraktiv for den aktive gårdbruker (Villanueva *et.al* 2004, Williams 2004).

### *III. 2. Bevaring uten samtidig utnyttelse til produksjon*

Dette innebærer at vedkommende populasjon bevares kun som en levende "genepool". Avlsarbeide tar først og fremst sikte på vedligehold en genetisk variasjon med

minimal vekt på avlsmessig framgang. F.A.O. har fremsatt minimumskriterier for en slik bevaringsstrategi. I følge de krav skal det minnst være omkring 1000-1200 produktive hunddyr og ca. 20 hanndyr og økning i inavlsgraden  $\Delta F \leq 5\%$  over en periode på 50 år. (Gandini *et. al.* 2005)

### III. 2. Bevaring i form av sæd og/eller embryoer

Denne form for bevaring er en nødløsning i de tilfeller andre bevaringsmåter ikke er mulige. Denne formen gjør det meget vanskelig å rekonstruere populasjon til aktivt bruk.

Det er ikke tvil at den først nevnte formen for bevaring av genetiske resurser er den som bør etterstrebtes. Det er derimot ofte vanskelig på grunn av populasjonsstørrelse å drive effektivt avlsarbeide og opnå tilstrekkelig genetisk framgang uten at det påvirker inavlsøkningen for meget. Den avlsmessige framgang kan uttrykkes som kovariansen av indevidernes langtids kontribusjon ( $r_i$ ) og det såkalte Mendelian samplingsterm ( $a_i$ );  $E(\Delta_G) = \Sigma r_i a_i$  og økningen i inavlsgraden som funksjon av anernes langtids kontribusjon til den nuverende „genepool“,  $E(\Delta_F) = 0.25 \Sigma r_i$  (Woolliams og Thompson, 1994). Dette forholdet viser klart at i et tradisjonelt avlsprogram hvor seleksjonen er ”trunket” og alle kandidater som passerer de opsatte BLUP-grenseverdier blir brukt som avlsdyr vil det, uundgåelig føre til stigning i populasjonens inavlsgrad.

Ved planlegging av avlsarbeide i små populasjoner må en derfor ta i bruk avlsmetoder som samtidig muliggjør avlsmessig framgang og minimaliserer inavlsstigningen. Dette kan gjøres ved at istedet for at bruken av avlsdyrene er bestemt på forhånd og i grunn statistisk, optimeres bruken av avlsdyrene i henhold til avlsverdien (EBV) og deres allerede representasjon i populasjonen ( $r_i$ ), d.v.s. slektskapen til populasjonen (Avendaño *et al.* 2004, Woolliams *et al.* 2005). Denne metode har vist sig å vere den ”trunkete” metode overlegen og fører til tilsvarende avlsmessig framgang ved med mindre stigning i inavlsgraden. Sidste år er det utviklet statistiske metoder for å realisere den optimale avlsstruktur (Sonesson, 2002). Likeledes er det utviklet program pakker som hjelpemidler for å konstruering av avlsprogrammet og bruk av de aktuelle avlsdyr. Blant slike program pakker er EVA som er utviklet av danske forskere (Berg *et. al.*, 2006).

I tillegg til bruk av slik ”optimal” avlsplanlegging vil det i stigende grad i fremtiden bli mulig å utnytte forskjellig molikyler informasjon i avlsarbeidet til de mindre raser og selv om ”genomisk seleksjon” hittil synes først og fremst tjenlig for de raser som har stort nok referansegrunnlag er det ingen grunn til å afskrive muligheten for at fremtidens utvikling på området vil bli til gagn for de tallmessig mindre raser.

## IV. Den islanske kurase - Landrase i en særstilling.

Blant de gamle husdyrraser finnes den islanske kurase som har en spesiell stilling i diskusjonen om de gamle rasers fremtidige muligheter. Den islanske kurase er oprindelig i landet og kom med landnåmsfolket i 8. og 9. århundrede fra deres trakter for det meste fra vest Norge. Selv om de enkelte landnåmsmenn bragte forholdsvis få dyr med sig var det sansynligvis en kontinuerlig inføring av „nye“ gener gjennom landnåmsperioden samtidig med at storfepopulasjonen i landet økte ganske raskt. I gjennom middelalderne var det store svinginer i populasjonstørrelsen og etter vulkanutbruddet i 1784 var det kun omkring 10.000 storfe i landet og økningen hele det 18 århundrede var liten. Rasen har vert isolert i landet og import av dyr av andre raser meget sporadisk og ingen ting som tyder på at den har hatt noe betydning. Senere års ungersøkelser har stadfestet slektskap mellom den islanske rase og storferaser i Nord Norge og Nord Sverige og likeledes at rasene har vert adskilt i minst tusend år (Kantanen *et. al.*, 2000).

Naturlig seleksjon var den eneste form for seleksjon som sansynligvis har skiftevis skapt svingninger i heterozygoti/ homosygoti i rasen. Ved slike omstendigheter kunne en vente en ophoping av skadelige ressesive alleler som ville vise sig når en startet planmessig avlsarbeide. Det har imidlertid vist sig at når en dyregruppe har gått i gjennom store svingninger i populasjonsstørrelse s.k. „flaskehalse“, har den naturlige seleksjon gjennom tidene rensed (purged) populasjonen for slike ressesive alleler. Hvorvidt dette er tilfelle for vår rase kan ikke sies med sikkerhet, men negativ effekt av innavl synes mindre enn i sammeligbare undersøkelser med andre raser (Ágúst Sigurðsson og Jón Viðar Jónmundsson, 1995).

Planmessig avlsarbeide startet like etter 1900 og var preget av datidens teorier samtidig med stor vekt på renavl innen bestemte områder og i ganske stor grad slektskapsavl slik at enkelte individer fikk stor inflytelse og økning i innavlsgraden var betydelig (Jón Viðar Jónmundsson *et. al.*, 2006).

Populasjonsstørrelsen er på omkring 30 tusen melkekyr og omtrent allent kvigekalver blir påsatt slik at rekruteringen i besetningene er ganske stor. Omkring 95 % av alle kyr er i kukontrollen og omkring 80 % av kyrne er ineminert. Bruk av gårdsokser til første gangs kalvere er i noen deler av landet ganske utbredd og skaper avlsmessig problemer. Selv om forsøk med avkomsgranskinger startet allerede før 1940 og blev siden optatt etter dansk mønster i 60 tallet var det første felles avlsplan ikke laget før i 70 tallet (Magnús B. Jónsson og Jón Viðar Jónmundsson, 1974) hvor avkomsgranskningene blev basert på kukontroll opplysninger. Avlsplanen som brukes i dag er i mange henseender basert på den oprindelige men er blevet forbedret og nye metoder tatt i bruk, nye egenskaper inkludert i avlsplanen og revurdering av de oprinnelige. Avlsverdiene er basert på BLUP „animal model“ (Jón V. Jónmundsson, 1992; Ágúst Sigurðsson, 1993; Jón V. Jónmundsson og Snorri Sigurðsson, 1996; Baldur H. Benjamínsson, 2003).

Der er naturlig at rasens fremtidige situasjon diskuteres og om det er forsvarlig å basere fremtidens melkeproduksjon utelukkende på den islanske kurase eller at den skulle byttes ut for mer konkurransedyktige raser. Det er blitt laget en utredning hvor den islanske rase blev sammenlignet med både røde skandinaviske raser og Holstein. Resultatet viste at det var økonomist fordelagtig at bytte til mer høgt ytende rase og forskjellen var betydelig. (Daði M. Kristófersson *et. al.* 2007). Det er også laget en utredning for prove å beskrive konsumenternes holdning til islansk melkeproduksjon og opprettholdelse av den islanske kurase på trods av at de ville bety noe høyere produksjonspris. Resultatene viste en meget positiv holdning til islansk melkeproduksjon og en utvettidig betalingsvillighet for islanske melkeprodukter. (Daði M. Kristófersson *et. al.* 2010).

I det oprindelige avlsplan var det størst vekt på avdråttegenskaperne men senere har en fulgt den s.k. nordiske linje med økende vekt på de funksjonelle egenskaper. I dagens avlsplan er 44 % vekt på avdråttegenskaper og 56 % vekt på andre egenskaper. Selv om avlsplanen baseres på det som kan kalles „trunket seleksjon“ har en i lengere tid vært meget optatt av utviklingen i inavlsgraden i populasjonen. Dette blir gjennomført slik at bruken av oksene har alltid vært begrenset ved at det insamles kun 6000 doser etter hver okse og en har som regel brukt flere okesfedre enn det som maximerer den avlsmessige fremgang. Dette har medført at trods en liten populasjon er det hittil lyktes i at holde inavlsgraden pr. generasjon under 0,5 % og den effektive populasjons størrelse rundt 100 individer.(Þorvaldur Kristjánsson *et.al.* 2006).

Den avlsmessige framgang er noe mindre enn det som refereres for de skandinaviske raser og for noen egenskaper liten. I en forholdsvis ny undersøkelse er det fundet avlsmessig

fremgang for alle de egenskaper som er inkludert i avlsmålet. (Magnús B. Jónsson og Ágúst Sigurðsson, 2009).

Kalvedødelighet har vært et alvorlig problem i senere år. I en ganske omfattende undersøkelse om orsaker til dødfødte kalve hos første kalvs kvier fantes ikke konkrete årsaksforhold men det de fleste dødfødte kalve var meget store og kalvinsforløbet langvarig og problemfylt. (Magnus B. Jónsson *et.al.* 2008). Det er også funnet genetiske orsaker til kalvedødeligheten. (Jón V. Jónmundsson, 2006)

I de siste år er det gjort noen undersøkelser for å beskrive den genetiske status i populasjonen. De viser at den genetiske diversitet er omtrent lik med som finnes i andre nordeuropiske raser og det finnes genetiske seregenheter i rasen (Margrét G. Ásbjarnardóttir, 2008). Det viser seg også at den rangeres forholdsvis høgt når det gjelder kontribusjon til genetisk diversitet blant europeiske kuraser (Tapio *et al.*, 2006; Bennewitz *et al.*, 2006). Undersøkelser av melkeproteiner viser at de de gamle raser, den islanske inkludert har generelt høyere frekvens av kappa-kasein B i forhold til de moderne avlspopulationer noe som er fordelagtig for proteinmengde i mælk og har også positive effekt på mælkens utnyttelse til osteproduksjon (Bragi L. Ólafsson *et. al.* 2003).

Det er nødvendig for å lage en fremtidig bærekraftig avlsplan for islanske kurasen at forandre avlspolitikk slik at det legges større vekt på å kontrollere inavlsgraden en det har vært gjort. Det blir best gjort med at den optimale avlsstrategi tas i bruk. Det har vært laget pilotstudier for å undersøke effekten av en slik prosedure. Det ble brukt aktuelle data fra kukontollen og avlscyrene valgt ut etter deres BLUP avlsverdier. Det ble laget to datasett med forskjellige kombinasjoner av eliteokser og oksmødre over to kalenderår 2005-2006. EVA-programmet ble brukt for beregningene. Innavlsrestriksjonen var fra 0-1, d.v.s. fra ingen restriksjon til at minimalisering av innavl bestemte parringene. Totalt ble det laget 200 parringer og maksimalt 50 etter hver okse. Resultatene viste som ventet at i alle tilfelle at nedgang i inavlsgraden var større en tapet av avlsmessig framgang. Det kom også tidelig frem at selv ved ganske sterk restriksjon i inavlsgraden (750/1) var tap i genetisk framgang ubetidelig mens økningen i inavlsgraden ble senket betydelig. (Magnus B. Jónsson, *et.al.* 2007).

## **V. Konklusjon.**

Genetisk diversitet er drivkraften i et bæredyktig forvaltning av de genetiske ressurser. Det er stadig økende bekymring for at globalisering og industriell matvareproduksjon vil føre til kommersialisering av genetiske ressurser som kunne, om ikke det tas aksjon, resultere i ubøtelige skader for den genetiske diversitet.

Den påstand at "tap av en rase betyr tap av genetisk variasjon" bør tas alvorlig og som forplikter til en aktivitet og økt insats for genetisk forskning og bibeholdelse av de raser som er bevaringsdyktige. Det skulle derfor være en plikt for alle som driver husdyravl, at i hvert tilfelle ,hvor det diskuteres at avskrive en rase eller bytte ut for en ny, foretas en grundig undersøkelse av rasens bevaringsverdier i vid forstand. Når en ser tilbake så ville det sikkert ha vært fornuftig å se nærmere på de enkelte nordiske raser før de ble fusjonert i sin tid. Den gang var ikke de metoder tilgjengelige som vi har i dag for undersøkelser av de forskjellige rasers verdier. I dag er slikt ikke en unnskyldning.

Når det gjelder den islanske kurase så representerer den som andre gamle kuraser en bevaringsverdier som bør ta hensyn til. Den er fortsatt i genetisk akseptabel situasjon med både effektiv populasjonsstørrelse og innavlsøkning innen anerkjente grenser. Der er mulig å utvikle en avlsstrategi hvor det både opnås avlsmessig framgang og aksepabel stigning i innavlsgraden. Det synes ikke fare for en genetisk erosjon i en forutsigelig fremtid. Det

foreligger at markedet vil beholde islansk kurase og er villige til å betale højere pris for produkterne. Det derfor ikke genetiske årsaker som gjør det uunngåelig å bytte rase, men selvfølgelig kan den økonomiske og samfundsmessing situasjon forandre slik at det likevel tvinges frem.

## VI. Litteratur

- Avendaño, S., J. A. Woolliams, and B. Villanueva, (2004). Mendelian sampling terms as a selective advantage in optimum breeding schemes with restrictions on the rate of inbreeding. *Genet. Res. (Camb.)* **83**, 55–64.
- Ágúst Sigurðsson, (1993). Estimation of genetic and phenotypic parameters for production traits of the Icelandic Cattle. *Acta Agric. Scand., Sect. A., Anim. Sci.* **43**, 81-86
- Ágúst Sigurðsson, Jón V. Jónmundsson, (1995). Inbreeding and its impact in the closed population of Icelandic Dairy Cattle. *Acta Agric. Scand., Sect. A., Anim. Sci.* **45**, 11-16
- Baldur Helgi Benjamínsson, (2003). Kynbótamat fyrir endingu mjólkurkúa. *Ráðunautafundur 2003*, 118-129
- Bennewitz J., Kantanan J., Tapio I., Li M.H., Kalm E., Vilkki J., Ammosov I., Ivanova Z., Kiselyova T., Popov R., Meuwissen T.H.E., (2006). Estimation of breed contributions to present and future genetic diversity of 44 North Eurasian cattle breeds using core set diversity measures. *Genetics, Selection, Evolution* **38**, 201–20.
- Berg P., J. Nielsen, M.K. Sørensen, (2006). EVA: Realized and predicted optimal genetic contributions. *Proc. 8th World Congr. Genet. Appl. Livest. Prod.* Belo Horizonte, Brasiliu.
- Bragi Líndal Ólafsson, Emma Eyþórsdóttir og Helga Björg Hafberg, (2003). Erfðabreytileiki mjólkurpróteina í íslenskum kúm. *Ráðunautafundur 2003*, 111-117.
- Daði Már Kristófersson, Emma Eyþórsdóttir, Grétar Hrafn Harðarson og Magnús B. Jónsson (2007). Samanburður á rekstrarhagkvæmni mjólkurframleiðslu með íslenskum kúm og fjórum erlendum kúakynjum– niðurstöður starfshóps. *Rit LbhÍ nr 15: 58 bls*
- Daði Már Kristófersson, Magnús B. Jónsson, Emma Eyþórsdóttir, Elín Grethardsdóttir og Grétar Hrafn Harðarson, (2010). Íslenska kúakynið-viðhorf neytenda og varðveislukostnaður. *Fræðaging landbúnaðarins 2010*, 109-118.
- Emma Eyþórsdóttir, 2000. Genetisk værdi av gamle husdyrracer med speciel referanse til den Islanske kvæg. *NØK-seminar Akureyri (24.-26. juli)*
- Emma Eyþórsdóttir (2007). Rannsóknir á erfðafjölbreytileika og verndunargildi sauðfjár- og nautgripakynja í Norður Evrópu. *Fræðaging landbúnaðarins 2007* 112-120.
- FAO (2000). *World Watch List for Domestic Animal Diversity*, 3rd ed. FAO, .
- Gandini, G.C, L. Ollivier, B. Danell, O. Distl, A. Georgoudis, E. Groeneveld, E. Martyniuk, J.A.M. van Arendonk, & J.A. Woolliams (2005). Criteria to assess the degree of endangerment of livestock breeds in Europe. *Livestock Production Science* **91**: 173-182
- Jón V. Jónmundsson, (1992). Breytingar á skýrsluhaldi í nautgriparékt. *Ráðunautafundur 1992*, 81-83.
- Jón Viðar Jónmundsson (2006). Kálfadauðinn,möguleg erfðaáhrif *Freyr* **102(8)**, 26-28
- Jón V. Jónmundsson, (2010). Úrval út frá erfðamengi (genomic selection) í nautgriparékt. *Fræðaging landbúnaðarins 2010*, 103-108

- Jón V. Jónmundsson, Snorri Sigurðsson, (1996). Breytt dómkerfi við útlitsmat á kúm. *Ráðunautafundur 1996*, 250-263.
- Jón Viðar Jónmundsson, Þorvaldur Kristjánsson, Baldur H. Benjamínsson, (2007). Erfðaframlag þekkttra kynbótagripa í íslenska kúastofninum á síðari hluta 20. aldar. *Rit LBHÍ nr. 14*.
- Kantanen J, I. Olsaker, L.E. Holm, S. Lien, J. Vilkki, K. Brusgaard, E. Eythorsdottir, B. Danell, S. Adalsteinsson, (2000). Genetic diversity and population structure of 20 North European cattle breeds. *J. Hered.*; **91**(6),446- 57.
- Magnús B. Jónsson, Jón V. Jónmundsson (1974). Kynbótaskipulag fyrir íslenska kúastofninn. *Íslenskar landbúnaðarrannsóknir* **6**, 49-63.
- Magnús B. Jónsson, Jón Viðar Jónmundsson og Þorvaldur Kristjánsson (2007). Ræktunarstarf í litlum erfðahópum. Íslensk búfjárrækt *Rit LbhÍ nr. 14*: 32-46.
- Magnús B. Jónsson, Sigurður Sigurðarson og Hjalti Viðarsson, (2008). Orsakir kálfadauða hjá fyrsta kálfs kvígum. *Rit LbhÍ*, 19: 19-33.
- Magnús B. Jónsson og Ágúst Sigurðsson (2009). Kynbótastarfið skilar árangri til allra framleiðenda. *Nautaskrá B.Í* sumarið 2009: bls. 7-8.
- Margrét Guðrún Ásbjarnardóttir (2008). Genetic variation within the Icelandic cattle breed. Assessment using microsatellites and analysis of single nucleotide polymorphisms in the Leptin and DGAT1 genes. *MS-ritgerð við Landbúnaðarháskóla Íslands*, 43 bls
- Negrini R., I. J. Nijman, E. Milanesi, K. Moazami-Goudarzi, J. L. Williams, G. Erhardt, S. Dunner, C. Rodellar, A. Valentini, D. G. Bradley, I. Olsaker, J. Kantanen, P. Ajmone-Marsan, J. A. Lenstra, the European Cattle Genetic Diversity Consortium (2007). Differentiation of European cattle by AFLP fingerprinting. *Animal Genetics* **38**, 60–66.
- Sonesson, A., (2002). Managing Inbreeding in Selection and Genetic Conservation Schemes of Livestock, Wageningen University: Division of Animal Science. 175p, PhD Thesis.
- Tapio I., Värvi S., Bennewitz J., Malewiciute E., Fimland E., Grislis Z., Meuwissen T., Miceikiene I., Olsaker I., Viinalass H., Vilkki J., & Kantanen J. (2006). Prioritization for conservation of northern European cattle breeds based on analysis of microsatellite data. *Conservation Biology* **20**, 1768-1779.
- Toro, M.A., J. Fernández & A. Caraballero (2009). Molecular characterization of breeds and its use in conservation. *Livestock Science* **120**:174-195.
- Villanueva, B., Pong-Wong, R., Woolliams, J.A., & S. Avendaño (2004). Managing genetic resources in selected and conserved populations. Í: *Simm, G., B. Villanueva, K.D. Sinclair & S. Townsend (ritstj.), Farm Animal Genetic Resources..* Nottingham University Press (bls. 113-132).
- Williams, J. (2004). The value of genome mapping for the genetic conservation of cattle.. Í: *Simm, G., B. Villanueva, K.D. Sinclair & S. Townsend (ritstj.), Farm Animal Genetic Resources..* Nottingham University Press (bls. 133-149).
- Woolliams, J.A, P. Berg, A. Mäki-Tanila, T. Meuwissen, & E. Fimland (2005). *Bærekraftig forvaltning av husdyrgenetiske ressurser*. Nordisk Genbank Husdyr, Ås 2005.
- Woolliams, J. A. and R. Thompson, (1994). A theory of genetic contributions. *Proc. 5th World Congr. Genet. Appl. Livest. Prod.* **19**,127-134.

Þorvaldur Kristjánsson, Jón Viðar Jónmundsson, Baldur Helgi Benjamínsson, (2006). Þróun skyldleikaræktar í íslenska kúastofninum. *Fræðafing landbúnaðarins 2006*, 133-139.