

## Starfsemi eggjastokka mjólkurkúa eftir burð

JÓN ELDON

*Tilraunastöð Háskóla Íslands í meinafræði, Keldum, 128 Reykjavík*

### YFIRLIT

Starfsemi eggjastokka var könnuð í mjólkurkúm á 11 bæjum. Stuðst var við mælingar á prógesteróni í mjólk til að meta fjölda daga frá burði að fyrsta egglosi; lengd gangferils ásamt lengd gulbús- og eggbússkeiðs, auk breytinga á þéttni prógesteróns á gangferli. Þrír bæir skáru sig úr með stystan tíma frá burði að fyrsta egglosi (19, 23 og 29 dagar) ásamt hæsta fanghlutfalli við fyrstu sæðingu (70, 72 og 83%). Fyrsti gangferill eftir burð (16,5 dagar) var marktækt styttri en annar og þriðji gangferill (20,1 og 20,9 dagar). Þéttni prógesteróns var marktækt lægri á gulbússkeiði fyrsta gangferils (8,0 nmól/l) eftir burð samanborið við gulbússkeið annars og þriðja gangferils (11,0 nmól/l). Stuttur gangferill samfara lágri prógesterónþéttni á gulbússkeiði á fyrsta gangferli fannst í 40–52% kúnna. Út frá niðurstöðunum má draga þær ályktanir að með réttari fóðrun ásamt góðri hýsingu og annarri umhirðu eru íslenskar kýr sambærilegar að frjósemi við helstu kúakyn nágrannaþjóða okkar.

### SUMMARY

#### *The ovarian activity of dairy cows postpartum*

This paper reviews studies of the ovarian activity of lactating dairy cows on 11 farms in two areas in Iceland 1983–1986 and 1988–1989. The cows on 10 farms were housed in tie-stalls and on one farm in a free stall. On four of the farms the cows were milked in a separate milking parlour. Accordingly they were released from their stalls twice daily. Conception was confirmed by rectal palpation on farms 1–9, but by non-return on farms 10 and 11. Progesterone (P4) measurements were used to estimate the time from calving to the onset of first postpartum luteal function; length of ovarian cycles, the length of luteal and follicular phases and changes in progesterone concentrations during the various phases of the ovarian cycle. Progesterone was assayed in fat free milk sampled daily, every 3rd day or every 5th day from calving to conception. Progesterone was assayed in the fat-free part of the milk with a RIA-technique using sheep anti-P4 antibody, tritiated progesterone as tracer and a dextran-coated charcoal to separate free P4 from antibody bound. On three farms (6, 10 and 11) the time from calving to the onset of first postpartum luteal function was significantly shorter (19, 23 and 29 days) than on the other 8 farms (36–49 days;  $P < 0.001$ ). The rate of conception to first service was significantly higher or 66–83% ( $P < 0.01$ ) on farms with a separate milking parlour and/or loose-housing as compared to 48–58% on the farms where cows were housed in tie-stalls and milked on the stalls.

The first postpartum ovarian cycle (16.5 days) was significantly shorter than the second and third ovarian cycles (20.1 and 20.9 days;  $P < 0.001$ ). Also the progesterone concentrations assayed during the luteal phase of the first postpartum ovarian cycle were significantly lower (8.0 nmol/l) than those assayed during the second and third cycles (11.0 nmol/l;  $P < 0.001$ ). A short first postpartum ovarian cycle was found in 40–52% of the cows. A short cycle is caused by an immature corpus luteum (CL) or by a premature luteolysis. Artificial insemination (AI) administered during first postpartum oestrus preceding the first luteal phase has a lower conception rate than AI's administered during later oestrus periods, possibly due to short luteal phases following the AI.

The results indicate that the Icelandic dairy cow has a reproductive potential that is comparable to the main dairy cow breeds in northern Europe and the U.S.A.

Key words: interluteal phase, luteal phase, ovarian cycle, progesterone.

## INNGANGUR

Eftir burð rýrna eggjastokkar mjólkurkúa og starfsemi þeirra leggst tímabundið í dvala. Þetta hvíldarskeið varir mislengi, allt frá nokkrum dögum upp í tvo mánuði (Jón Eldon og Thorsteinn Ólafsson, 1988). Lengri dvali orsakast yfirleitt af sjúkdómum (Chauhan o.fl., 1984; Jón Eldon og Thorsteinn Ólafsson, 1988). Lengd hvíldarskeiðsins ákvarðast af líkamlegu ástandi kýrinnar (Coleman o.fl., 1985). Rétt fóðrun og hýsing í björtu, loftgóðu og hlýju fjósi eykur vellíðan kúnna, örvar starfsemi eggjastokkanna og flýtir fyrir þroskun lífvænlegs eggs, egglosi og myndun gulbús (King o.fl., 1976; Cavestany o.fl., 1985). Árangur sæðinga er m.a. háður því magni prógesteróns sem gulbúið hefur framleitt í gangferlum fyrir sæðingu (Folman o.fl., 1973).

Hér verða raktar helstu niðurstöður rannsóknna á starfsemi eggjastokka mjólkurkúa sem unnar hafa verið við Tilraunastöð Háskóla Íslands í meinafræði að Keldum.

## EFNIVÍÐUR OG AÐFERDIR

Rannsaðar voru prógesterónmyndir eftir 803 burði úr 452 kúm. Kýrnar voru á fjórum bæjum í Eyjafirði (bærir 1–4; 225 kýr) og fimm bæjum á Skeiðum (bærir 5–9; 187 kýr) á árunum 1983–1986; einum bæ í Hraungerðishreppi (bær 10; 20 kýr) og á einum bæ í Gnúpverjahreppi (bær 11; 21 kýr) 1988–1989. Kýrnar voru hýstar í básafjósum nema kýrnar á bæ 11, en þar er lausagöngufjós. Á bæjum 1, 6, 10 og 11 voru mjaltabásar og kýrnar leystar tvisvar á dag um mjaltir. Fang var staðfest með fangskoðun á bæjunum í Eyjafirði og á Skeiðum. Á bæ 10 var stuðst við sæðingaskýrslur og á bæ 11 við sæðingaskýrslur auk upplýsinga um burð.

Mjólkursýni voru tekin á fimm daga fresti úr kúnum í Eyjafirði og á Skeiðum, þrisvar í viku úr kúnum á bæ 11 og daglega úr kúnum á bæ 10. Sýnin voru tekin frá burðardegi og oftast fram yfir fang. Sýnin voru geymd í frosti ( $-20^{\circ}\text{C}$ ) þar til þau voru mæld.

Fitan var skilin frá og prógesterón mælt í undanrenninni með „radioimmunoassay“ (RIA) aðferð sem byggist á notkun mótefnis úr kind gegn prógesteróni þynntu 1:20 000; tritium-merktu (1,2,6,7,21- $^3\text{H(N)}$ ) prógesteróni (7 TBq/mmól) og dextran-þöktu kóli í fosfatbuffer (PBS; pH 7,5) til að skilja að óbundið prógesterón frá því er bast mótefninu (Jón Eldon og Thorsteinn Ólafsson, 1986). Magn prógesteróns í sýnunum var ákvarðað í Packard Tri-Carb Liquid Scintillation Spectrometer Model 3330 og Packard 1600 CA Tri-Carb Liquid Scintillation Analyzer. Niðurstöður mælinga voru metnar með hjálp fervikagreininga, t-prófunar og marktæktar á fylgnistuðli (Sokal og Rohlf, 1981).

## LENGD DVALASKEIÐS EGGJASTOKKA

Tímabilið frá burði að fyrsta egglosi og myndun gulbús á bæjunum ellefu var frá  $19\pm 10$  til  $49\pm 31$  dagar (meðaltal  $\pm 1$  staðalfrávik). Þrír bær skáru sig úr, bær 10 ( $19\pm 10$  dagar), bær 11 ( $23\pm 12$  dagar) og bær 6 á Skeiðum ( $29\pm 18$  dagar). Heildarmeðaltal fyrir þessa þrjá bæi var  $25\pm 16$  dagar samanborið við  $43\pm 26$  daga fyrir hina átta bæina. Munurinn milli þessara tveggja meðaltala er marktækur ( $P<0,001$ ; Jón Eldon og Thorsteinn Ólafsson, 1988; Jón Eldon, 1991a). Lengd dvalaskeiðsins sem fannst á bæjunum átta var talsvert lengra en birt hefur verið fyrir kúakyn í nágrannalöndum okkar. Hins vegar svipar lengd dvalaskeiðs eggjastokka í kúnum á bæ 6, 10 og 11 til þess sem þekktist í erlendum kúakynjum (Bulman og Lamming, 1978; Mather o.fl., 1978; Larsson o.fl., 1984). Hugsanlegar ástæður fyrir þessum mun milli bæja eru m.a. fóðrun, hýsing, umhirða og hreyfing (kýrnar leystar af básum um mjaltir).

Kýrnar á bæ 10 voru m.a. fóðraðar með íslensku byggi ásamt öðru kjarnfóðri (hráprótein 2200–2900 g/dag). Fjósið hefur mjaltabás, er bjart, rúmgott, hlýtt og með góða loftræstingu. Aðeins liðu  $19\pm 10$  dagar frá burði þar til eggjastokkar kúnna höfðu myndað nýtt gulbú. Það jafnast á við besta

árangur sem næst í erlendum kúakynjum eins og Holstein-Friesian, Jersey, Brown Swiss og Swedish-Friesian (King o.fl., 1976; Bulman og Lamming, 1978; Larsson o.fl., 1984).

Hreyfing stuðlar að eðlilegri starfsemi eggjastokka. Kýr mjólkaðar á mjaltabási, og því leystar af básunum um mjaltir, og kýr hýstar í lausagöngufjósi fá hreyfingu og komast í snertingu hverjar við aðra. Þá geta kýrnar sýnt eðlilegt atferli sem örvar æxlunarferli og hormónastarfsemi (King o.fl., 1976; Claus o.fl., 1983).

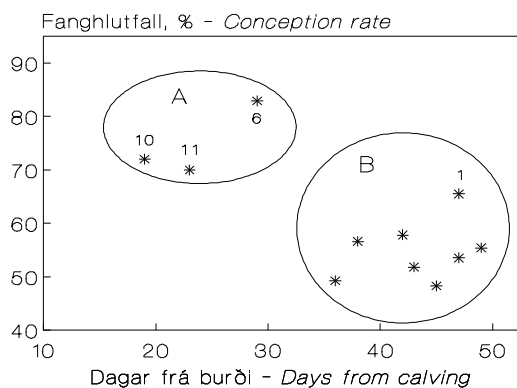
Fanghlutfall við fyrstu sæðingu í tengslum við lengd dvalaskeiðs eggjastokka eftir burð á hverjum bæ er sýnt á 1. mynd. Fanghlutfallið var 66–83% á bæ 1, 6, 10 og 11 sem er marktækt hærra en á hinum bæjunum (48–58%;  $P < 0,01$ ). Hluti af skýringunni á þessum mun er líklega sá að fanghlutfall á bæjum 10 og 11 var m.a. metið út frá sæðingaskýrslum þar sem tilhneiging er til að ýkja árangur sæðinga. Hins vegar skýrir það ekki fang-

hlutfallið á bæjum 1 og 6 sem byggt er á fangskoðun. Mjaltabásar voru í þessum fjórum fjósum auk þess sem lausaganga var á bæ 11, en hvort tveggja gerir beiðslisgreiningu auðveldari og nákvæmari. Fanghlutfall jókst við fyrstu sæðingu, á öllum bæjum, eftir því sem lengra leið frá burði (Jón Eldon og Thorsteinn Ólafsson, 1986). Þetta er í samræmi við þá kenningu að fanghlutfall við fyrstu sæðingu sé m.a. háð fjölda gangferla fyrir sæðingu og því magni af prógesteróni sem þá er myndað (Butler og Smith, 1989; Helmer o.fl., 1989).

### LENGD GANGFERILS

Fyrsti gangferill eftir burð stóð í 8–26 daga ( $16,5 \pm 4,9$ ) sem er marktækt styttri tími en annar og þriðji gangferill sem stóðu yfir í  $20,1 \pm 2,8$  og  $20,9 \pm 2,5$  daga (Jón Eldon, 1988, 1991b). Gangferli má skipta í tvö skeið, gulbússkeið sem varir í 14–18 daga ( $15 \pm 1,4$ ) og eggbússkeið sem varir í 2–8 daga ( $5 \pm 1,8$ ) eins og 2. mynd sýnir (Jón Eldon, 1988, 1991b). Lengd gangferils var óháð árstíma, landshlutum og hjörðum. Í 40–52% kúnna var fyrsti gangferill stuttur, eða <15 dagar. Stuttur gangferill orsakaðist einkum af stuttu gulbússkeiði ( $10 \pm 2,4$  dagar). Gulbúið eyðist 6–13 dögum frá upphafi skeiðsins. Helstu orsakir eru m.a. taldar vera þær að gulbúið hafi ekki náð fullum þroska, legið hafi ekki jafnað sig eftir burð og að bakteríur í leginu valdi myndun prostaglandíns F2a sem síðan valdi ótímabærri eyðingu á gulbúinu (Kindahl o.fl., 1984; Dübý o.fl., 1985; Spicer og Eht-ernkamp, 1986).

Eggbússkeiðið varir í 2–8 daga ( $5 \pm 1,8$ ). Eggbússkeiðinu má skipta í þrjú skeið. Það fyrsta, „pro-oestrus“, eða eggmyndunarskeiðið, hefst við eyðingu gulbúsins. Á þessu skeiði nær eitt ákveðið eggbú í öðrum eggjastokknum þroska umfram önnur eggbú á svipuðu þroskastigi, m.a. fyrir tilstilli hormónsins FSH (follicular stimulating hormone), þéttni prógesteróns í blóði lækkar hratt en þéttni hormónsins oestradiol-17b hækkar. Væg beiðsliseinkenni fara að sjást. Næsta skeið

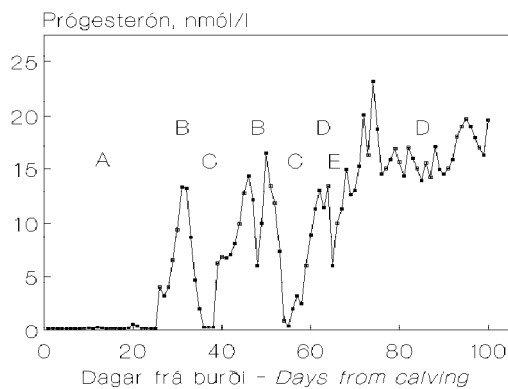


**1. mynd.** Fanghlutfall við fyrstu sæðingu á bæjunum 11 raðað eftir meðalfjölda daga frá burði að fyrsta egglosi eftir burð. Meðalfjöldi daga frá burði að fyrsta egglosi (19, 23 og 29) á bæjum 6, 10 og 11 (A) og meðalfjöldi daga (36–47) á bæjum 1–5 og 7–9 (B).

*Figure 1. Conception rate to first AI in relation to the mean number of days from calving to first postpartum ovulation on each farm. The mean number of days from calving to first postpartum ovulation (19, 23 and 29) on three farms 6, 10 and 11 (A) and the mean number of days (36–47) on farms 1–5 and 7–9 (B).*

er „oestrus“, eða beiðslisskeið. Það hefst með beiðslum, hvort sem kýrin sýnir beiðslin eða ekki. Kýr eru yxna mjög mislengi, eða allt frá tveimur upp í þjátíu klukkustundir. Á þessu skeiði er prógesterón vart mælanlegt í blóði en oestradiól-17b er í hámarki. Þrjátíu til þrjátíu og fimm klukkustundum eftir að beiðsli hefjast verður egglos. Þetta skeið nefnist „metoestrus“, eða egglossskeið. Þá ná eggbú og egg fullum þroska, einkum fyrir tilstilli hormónsins LH (luteinizing hormone). Eftir egglosið breytist eggbúið í gulbú, „granulosa“ frumur eggbúsins stækka og breytast í gulbúsfrumur og fara að framleiða prógesterón. Þar með hefst gulbússkeiðið (Kaltenbach og Dunn, 1980; Hafez, 1980; Noakes, 1986; Albihn, 1991; Downing og Scaramuzzi, 1991; Jón Eldon, 1991b). Á gulbússkeiðinu vex gulbúið og nær fullum þroska á  $5\pm 2$  dögum, heldur fullum þroska í  $8\pm 3$  daga og eyðist síðan á  $3\pm 1$  degi (Jón Eldon, 1991b).

Eggjastokkar kúnna hafa mikinn fjölda eggbúsvísa. Hópar eggbúsvísa þroskast að



**2. mynd.** Prógesterónmyndun í kú 853 frá burði í 100 daga. Sýni voru tekin daglega. A: dvalarskeið eggjastokka, B: gulbússkeið, C: eggbússkeið, D: fangskeið og E: lækkun prógesteróns á fangskeiði, 15 dögum eftir sæðingu.

*Figure 2. The progesterone profile from cow 853. The samples were collected daily for 100 days from the day of calving. A: non-oestrous period, B: luteal phase, C: follicular phase, D: pregnancy and E: drop in progesterone 15 days post conception.*

ákveðinni stærð (0,5–5,0 mm) en eyðast aftur. Talið er að tvær til þrjár eggþroska-bylgjur gangi yfir á gulbússkeiði þar til eitt ákveðið eggbú nær að þroskast í fulla stærð (>5,0 mm) á eggmyndunarskeiði og mynda fullþroska egg sem losnar við egglos (Ginther o.fl., 1989; Knopf o.fl., 1989). Ekki er vitað hvað vaxtarskeið eggbús er langt í kúm en í kindum tekur fullt vaxtarskeið eggbús 180 daga. Fyrsta 171 daginn stækka eggbúsvísarnir úr 0,1 mm í 0,5 mm. en síðustu 9 dagana (gulbús- og eggmyndunarskeið) úr 0,5 mm í 5,0 mm (Downing og Scaramuzzi, 1991).

### PRÓGESTERÓN Á GULBÚSSKEIÐI

Magn prógesteróns á gulbússkeiði jókst frá fyrstu gangmálum ( $8\pm 3,6$  nmól/l) til annarra og þriðju gangmála ( $11,0\pm 5,0$  nmól/l) (Jón Eldon, 1988, 1991b). Í stuttum gangferlum mældist að meðaltali  $6,3\pm 2,8$  nmól/l. Þetta táknar að eggbú þroskar ekki fullstarfhæft gulbú fyrr en á öðrum eða þriðju gangmálum. Aukið fanghlutfall við fyrstu sæðingu eftir burð eftir því sem lengra líður frá burði, ásamt góðu fanghlutfalli í kúahjörðum er hafa stuttan tíma frá burði að fyrsta egglosi, má skýra með aukinni starfsemi gulbús frá fyrstu til þriðju gangmála (Jón Eldon, 1988; Hunter, 1991). Þroski gulbús á fyrsta gangferli getur þó verið nægur til að undirbúa legið til að taka við fóstri og til að halda við fangi. Á Skeiðabæjunum voru 17% af kúnum sædd um fyrstu gangmál sem voru  $66\pm 24$  dögum eftir burð. Fanghlutfallið við sæðinguna var 44% (Jón Eldon og Thorsteinn Ólafsson, 1986). Búast hefði mátt við herra fanghlutfalli miðað við hversu langur tími var liðinn frá burði en Kindahl o.fl. (1982) sýndu fram á að tíðni á myndun fullþroskaðra gulbúa á fyrsta gangferli jókst eftir því sem lengra leið frá burði.

Ef kýr festir fang eyðist gulbúið ekki heldur er það starfandi allt fram að burði en þá eyðist það fyrir tilstilli prostaglandíns F2a (Kaltenbach og Dunn, 1980). Þéttni prógesteróns var orðin meiri u.þ.b. 20 dögum eftir fang en á gulbússkeiði gangferils. Um

15–19 dögum eftir fang lækkaði prógesterón í 1–2 daga í hluta kúnna (2. mynd) (Jón Eldon, 1988, 1991b). Þessi lækkun sést á þeim tíma þegar gulbúi eyðist ef kýrin er ekki með fangi. Gulbúið byrjar að eyðast en fóstrið myndar efni, s.s. trophoblast protein-1, sem hindra eyðingu gulbúsins (Bazer o.fl., 1986; Garrett o.fl., 1988; Helmer, o.fl., 1989; Wallace o.fl., 1989). Ef fóstrið nær ekki nægum þroska til að mynda þessi efni á 15–19 dögum eyðist gulbúið og kýrin missir fóstrið. Þegar prógesterónið lækkar tæpum þremur vikum eftir sæðingu má stundum sjá beiðsliseinkenni á kúnum. Varasamt er að sæða kýr sem sýna slík einkenni þar sem röskunin sem sæðingaáhöldin valda á slímhimnu legsins getur valdið fósturláti (Arthur o.fl., 1982).

### ÁLYKTANIR

Tíminn frá burði að fyrsta egglosi er að meðaltali lengri hér á landi en almennt þekkt í nágrannalöndunum. Á einstaka bæ hérlendis er þessi tími svipaður. Þetta táknar að við góðar aðstæður er hægt að stytta þann tíma sem eggjastokkarnir liggja í dvala eftir burð og þar með auka líkurnar á betra fanghlutfalli við fyrstu sæðingu og fækka sæðingum á fang. Það mun stytta tíma milli burða og auka hagkvæmni í rekstri búsins.

### ÞAKKARORÐ

Þessar rannsóknir voru styrktar af Vísindasjóði og Alþjóða kjarnorkumálastofnuninni (International Atomic Energy Agency).

### HEIMILDIR

- Albihn, A.**, 1991. Standing oestrus, ovarian function and early pregnancy in virgin and repeat breeder heifers. *Journal of Veterinary Medicine* **A38**: Í prentun.
- Arthur, G.H., D.E. Noakes & H. Pearson**, 1982. *Veterinary Reproduction and Obstetrics (Theriogenology)*. 5. útg. Baillière Tindall, London: 470–471.
- Bazer, F.W., J.L. Vallet, R.M. Roberts, D.C. Sharp & W.W. Thatcher**, 1986. Role of con-

ceptus secretory products in establishment of pregnancy. *Journal of Reproduction and Fertility* **76**: 841–850.

- Bulman, C.D. & G.E. Lamming**, 1978. Milk progesterone levels in relation to conception, repeat breeding and factors influencing acyclicity in dairy cows. *Journal of Reproduction and Fertility* **54**: 447–458.
- Butler, W.R. & R.D. Smith**, 1989. Interrelationships between energy balance and post-partum reproductive function in dairy cattle. *Journal of Dairy Science* **72**: 767–783.
- Cavestany, D., A.B. El-Wishy & R.H. Foote**, 1985. Effect of season and high environmental temperature on fertility of Holstein cattle. *Journal of Dairy Science* **68**: 1471–1478.
- Chauhan, F.S., F.O.K. Mgongo & B.M. Kessy**, 1984. Recent advances in hormonal therapy of bovine reproductive disorder: a review. *Veterinary Bulletin* **54**: 991–1009.
- Claus, R., H. Karg, I. Zwiauer, I. von Butler, F. Pirchner & E. Rattenberger**, 1983. Analysis of factors influencing reproductive performance of the dairy cow by progesterone assay in milk fat. *British Veterinary Journal* **139**: 29–37.
- Coleman, D.A., W.V. Thayne & R.A. Dailey**, 1985. Factors affecting reproductive performance of dairy cows. *Journal of Dairy Science* **68**: 1793–1803.
- Downing, J.A. & R.J. Scaramuzzi**, 1991. Nutrient effects on ovulation rate, ovarian function and the secretion of gonadotrophic and metabolic hormones in sheep. *Journal of Reproduction and Fertility, Supplement* **43**: 209–227.
- Duby, R.T., T. Browning, D. Carey & D.L. Black**, 1985. Progesterone synthesis and histology of postpartum bovine corpora lutea. *Theriogenology* **23**: 619–630.
- Jón Eldon**, 1988. The post-partum ovarian activity of the Icelandic dairy cow. *Journal of Veterinary Medicine* **A35**: 277–284.
- Jón Eldon**, 1991a. The time of onset of post-partum luteal function and conception in dairy cows. *Acta Veterinaria Scandinavica* **32**: 177–182.
- Jón Eldon**, 1991b. Post-partum and post-conceptual ovarian activity of dairy cows: Evaluation based on progesterone profiles. *Acta Veterinaria Scandinavica* **32**: 377–386.
- Jón Eldon & Thorsteinn Ólafsson**, 1986. The postpartum reproductive status of dairy cows

- in two areas in Iceland. *Acta Veterinaria Scandinavica* **27**: 421–439.
- Jón **Eldon** & Thorsteinn **Ólafsson**, 1988. Assessment of the post partum reproductive performance of the Icelandic dairy cow during a 3 year period. *Acta Veterinaria Scandinavica* **29**: 385–392.
- Folman**, Y., M. **Rosenberg**, Z. **Herz** & M. **Davidson**, 1973. The relationship between plasma progesterone concentration and conception in post-partum dairy cows maintained on two levels of nutrition. *Journal of Reproduction and Fertility* **34**: 267–278.
- Garrett**, J.E., R.D. **Geisert**, M.T. **Zavy** & G.L. **Morgan**, 1988. Evidence for maternal regulation of early conceptus growth and development in beef cattle. *Journal of Reproduction and Fertility* **84**: 437–446.
- Ginther**, O.J., L. **Knopf** & J.P. **Kastelic**, 1989. Temporal associations among ovarian events in cattle during oestrus cycles with two or three follicular waves. *Journal of Reproduction and Fertility* **87**: 223–230.
- Hafez**, E.S.E., 1980. Functional anatomy of female reproduction. Í: *Reproduction in Farm Animals* (ritstj. E.S.E. Hafez). 4. útg. Lea and Febiger, Philadelphia: 30–62.
- Helmer**, S.D., P.J. **Hansen**, W.W. **Thatcher**, J.W. **Johnson** & F.W. **Bazer**, 1989. Intrauterine infusion of highly enriched bovine trophoblast protein-1 complex exerts an anti-luteolytic effect to extend corpus luteum lifespan in cyclic cattle. *Journal of Reproduction and Fertility* **87**: 89–101.
- Hunter**, M.G., 1991. Characteristics and causes of the inadequate corpus luteum. *Journal of Reproduction and Fertility*, **Supplement 43**: 91–99.
- Kaltenbach**, C.C. & T.G. **Dunn**, 1980. Endocrinology of reproduction. Í: *Reproduction in Farm Animals* (ritstj. E.S.E. Hafez). 4. útg. Lea and Febiger, Philadelphia: 85–113.
- Kindahl**, H., L.-E. **Edqvist**, K. **Larsson** & Å. **Malmqvist**, 1982. Influence of prostaglandins. Í: *Factors Influencing Fertility in the Postpartum Cow* (ritstj. H. Karg & E. Shallenberger). Martinus Nijhoff Publishers, The Hague. *Current Topics in Veterinary Medicine and Animal Science* **20**: 173–196.
- Kindahl**, H., G. **Fredriksson**, A. **Madej** & L.-E. **Edqvist**, 1984. Role of prostaglandins in uterine involution. *Proceedings of 10th the International Congress on Animal Reproduction & Artificial Insemination, Urbana, Illinois*, **Vol. 4**: XI9–XI16.
- King**, G.J., J.F. **Hurnik** & H.A. **Robertson**, 1976. Ovarian function and estrus in dairy cows during early lactation. *Journal of Animal Science* **42**: 688–692.
- Knopf**, L., L.P. **Kastelic**, E. **Schallenberger** & O.J. **Ginther**, 1989. Ovarian follicular dynamics in heifers: Test of two wave hypothesis by ultrasonically monitoring individual follicles. *Domestic Animal Endocrinology* **6**: 111–119.
- Larsson**, K., L. **Janson**, B. **Berglund**, L.-E. **Edqvist** & H. **Kindahl**, 1984. Postpartum reproductive performance in dairy cows. I. Influence of animal breed and parity. *Acta Veterinaria Scandinavica* **25**: 445–461.
- Mather**, C.E., P.M. **Camper**, F. **Vahdat**, H.L. **Whitmore** & B.G. **Gustafsson**, 1978. Assessment of ovarian activity in the postpartum dairy cow by use of a milk progesterone assay. *Theriogenology* **10**: 119–129.
- Noakes**, D., 1986. *Fertility and Obstetrics in Cattle*. Blackwell Scientific Publications, Oxford: 138 s.
- Sokal**, R.R. & F.J. **Rohlf**, 1981. *Biometry*. 2. útg. W.H. Freeman & Co., New York.
- Spicer**, L.J. & S.E. **Echternkamp**, 1986. Ovarian follicular growth, function and turnover in cattle: a review. *Journal of Animal Science* **62**, 428–451.
- Wallace**, J.M., J.J. **Robinson** & R.P. **Aitken**, 1989. Does inadequate luteal function limit the establishment of pregnancy in the early postpartum ewe? *Journal of Reproduction and Fertility* **85**: 229–240.

Handrit móttakið 3. júní 1991,  
samþykkt 18. desember 1991.