

제주 흑우에서 다배란 처리 후 호르몬 수준과 혈액 생화학치의 변화

이태훈 · 강승률¹ · 김희석 · 강민수² · 윤영민 · 이주명 · 강태영[†]
제주대학교 수의학과

Changes of Hormonal Level and Blood Biochemistry Following Superovulation Treatments of Jeju Black Cow

T. H. Lee, S. Y. Kang¹, H. S. Kim, M. S. Kang², Y. M. Yun, J. M. Lee and T. Y. Kang[†]

Department of Veterinary Medicine, Cheju National University

SUMMARY

The objective of this study was to determine changes in serum hormone concentrations, blood chemical values and recovery rate of *in vivo* embryos during the estrous cycle following superovulation treatments in Jeju black cows. Superovulation was induced by subcutaneous administration of FSH twice a day for 4 days. Serum hormones were assayed by radioimmunoassay (RIA) and blood chemical values were analyzed by blood analyser system. Embryos were collected from all treated black cows using nonsurgical technique on day 7 after artificial insemination (AI).

The results of this study were summarized as follows:

1. The progesterone concentrations were 7.2 ± 3.8 ng/ml at day -11 and 0.3 ± 0.1 ng/mL at day 0 (Day 0 is the first day of AI). The estradiol concentrations were 10.6 ± 4.48 pg/ml at day -11 and 15.0 ± 2.2 pg/ml at day 0. The lowest level of progesterone was measured at day 0. The highest levels of estradiol was measured at day 0.
2. The blood chemical values of treated black cows were no significant differences in normal cow values.
3. Sixty two embryos were collected in 12 black cows. Among the collected embryos, 37 embryos (59.7%) could be transferred into recipients.

These results would be used as the basic informations for changing patterns of hormonal level and blood biochemistry in Jeju black cow with superovulation.

(Key words : Jeju black cow, superovulation, hormone, biochemical value, embryo)

서 론

최근 국내의 한우 산업은 세계 수의축산업의 개방 가속화로 품질 개선, 생산비 절감, 그리고 환경

개선과 같은 국제 경쟁력 확보가 시급하다. 이에 각 지방 자치단체에서는 송아지 생산 기지화, 한우 창업농육성, 생산 장려금 등 한우 품질의 고급화 및 브랜드화 촉진을 위하여 농가 지원을 아끼지

¹ 농촌진흥청 난지농업연구소(National Institute of Subtropical Agriculture, RDA)

² 제주대학교 생명자원과학대학 생물산업학부(Major of Animal Science and Biotechnology, Cheju National University)

[†] Correspondence : E-mail : tykang87@cheju.ac.kr

않고 있다. 그러나 한우 고기와 수입육의 차별화가 미흡하고 유통 체계의 대형화, 규격화로 한우의 경쟁력은 취약할 수밖에 없는 실정으로 국제 경쟁력을 가지고 차별화가 가능한 토종 가축의 육성이 시급하다고 볼 수 있다.

제주도는 흑우, 제주마, 흑돼지, 제주 토종닭, 제주견과 같은 다양한 종의 토종 재래 가축들이 기후와 풍토에 적응하여 선택 번식되어왔다. 그 중 흑우는 조선시대 임금에게 진상품으로 공출할 정도의 특별한 맛을 가졌다고 한다. 그러나 외래 축종에 대한 선호도 증가와 우수 형질 개량 목적으로 집중화 시키면서 그 사육 두수는 현저히 격감하여 멸종 위기에 처해 있다. 이러한 흑우를 보존하고 고급육을 생산키 위해서는 형질 개량과 BT 기술을 응용하여 대량 증식의 필요성이 요구되며 더불어 고품격화된 흑우 브랜드를 생산할 필요가 절실한 실정이다.

대량 증식을 위한 방법으로써 수정란 이식은 매우 유용한 방법으로 인식되고 있다. 제주 흑우에서 유전적으로 우수한 모축을 선발하여 다배란 처리 후 다수의 수정란을 생산한 후 이식하여 단기간에 우수한 흑우를 대량 생산할 수 있을 것으로 사려된다. 그러나 수정란의 채란을 및 수정란 이식의 성공률은 여러 요인에 의해 영향을 받으며(Looney 등, 1999; Ohboshi, 1997; Shea 등, 1984), 그 중 다배란 처리 방법이 가장 많은 영향을 준다는 보고가 있다(Boland 등, 1991). 다배란 반응의 효과를 향상시키기 위하여 성선자극 호르몬의 개발과 투여 방법의 개선 등에 관한 많은 노력이 있었다(Bishop 등, 1996; Gonzalez 등, 1990; Ellington 등, 1987; Armstrong과 Opavsky, 1986; Prather 등, 1984). 국내에서도 한우를 대상으로 한 성선 자극 호르몬 효과에 대한 연구(최 등, 2002; 임 등, 1998; 조 등, 1988; 정 등, 1984)들은 많이 있으나, 흑우에서는 현재까지 이러한 연구 보고가 이루어진 바가 없다.

혈액 생화학치는 사료의 종류, 사육 환경, 개체 특성에 따라 함량의 차이는 약간 있으나, 혈액 중 각종 성분은 생체의 적응 능력 실태를 잘 반영하고 있어 혈액 성분을 조사하면 동물의 생체 적응 능력을 관찰할 수 있다. 소에서 혈액 생화학치에 관한 보고 역시 다양하며(Mitruka와 Rawnsley, 1981; Coles, 1980; Lumsden 등, 1980), 국내에서도 한우

의 혈액 생화학치 특성에 관한 여러 보고가 있다(도 등, 1990; 위와 박, 1990; 김과 정, 1988). 하지만 흑우에 대한 연구 보고는 한우와 달리 거의 전무한 실정이다.

본 연구는 제주도의 흑우에서 FSH로 다배란을 유기한 후, 발정기 동안 혈중 호르몬 농도의 변화와 혈액 생화학 검사, 체내 수정란 채란 및 발육 단계 검사 등을 통하여 흑우의 번식 기능 해석 및 기초 자료를 얻고자 수행하였다.

재료 및 방법

1. 공시축

공란우는 농촌진흥청 난지농업연구소 축산과에서 사육중인 2~8세의 흑우 12두(1~8회의 채란력)를 공시하였다. 공란우의 사양 관리는 방목기에는 주로 윤환 방목을 실시하였으며, 사사기에는 배합사료와 건초를 급여하였다.

2. 공란우의 다배란 처리

발정 주기 중 인공 수정일(artificial insemination; AI)을 day 0로 하였을 때, day -11에 1.9 g의 progesterone을 함유한 controlled intravaginal drug releasing device(CIDR PLUSTM, Hamilton, New Zealand)를 질 내에 삽입 장착하여 발정을 유도하였다. Day -4부터 Follitrophin-V(Vetrepharm, Canada) 400 mg를 4일간 12시간 간격으로 50 mg씩 근육주사 하고 day -2에 PGF_{2α}(Lutalyse[®], 25mg)를 주사 하고 CIDR를 제거하였다. 공란우의 인공 수정은 발정 발현을 확인한 후 실시하였다.

3. 수정란 회수 및 검사

인공 수정 후 7일째에 수정란을 회수하였으며, 회수를 위한 관류액은 10% FBS(Fetal bovine serum, Sigma[®], USA)가 첨가된 D-PBS(Dulbecco's phosphate buffered saline, GibcoTM, USA)를 이용하여 비외과적인 방법으로 회수하였다. 회수된 수정란은 발육 단계를 구분하고 동결 또는 이식 가능한 수정란으로 분류하였다(Stringfellow와 Seidel, 1998).

4. 호르몬 검사 및 혈액 생화학 검사

혈중 호르몬(progesterone, estradiol)의 농도와 혈액생화학학 검사를 위해서 day -11, -7, -4 후 2일 간격으로 오후 4~5시경 경정맥에서 혈액 10 ml를 채취하였다. 혈액은 4℃에서 3,000 rpm으로 10분 동안 원심 분리하여 혈청을 분리한 후 각 호르몬의 농도와 생화학검사를 할 때까지 -70℃에서 보관하였다.

혈중 progesterone 농도의 측정은 DPC(Diagnostic Products Corporation, Los Angeles, USA)의 Coat-A-Count® progesterone을 사용하여 100 µl의 혈청을 RIA(radioimmunoassay)법으로 반응시킨 다음 gamma counter(EG & Ortec Ge detector)에서 측정하여 계산하였다. 혈중 estradiol 농도의 측정은 DPC의 Coat-A-Count® estradiol을 사용하여 progesterone과 같은 방법으로 반응시킨 후 gamma counter에서 1분간 측정하였다.

각 혈액 생화학 검사는 Bayer Health Care의 시약을 사용하여 자동 혈청 분석기(Express Plus, Ciba-Corning, USA)를 이용하여 Aspartate Transaminase (AST; SGOT), Alanine Transaminase(ALT; SGPT), Blood Urea Nitrogen(BUN), creatine, cholesterol, albumin 및 total protein을 분석하였다.

5. 통계학적 분석

공란우의 각 혈액 생화학치 검사 결과는 Microsoft사의 Microsoft Excel로 평균과 표준 편차를 구하였다(Mean±SD).

결 과

1. 혈중 호르몬 농도 측정

1) 발정유도 시 혈중 Progesterone 농도

흑우의 발정 주기 중 혈중 progesterone 농도는 Fig. 1에 나타난 바와 같다. CIDR를 삽입하는 day -11에 7.2±3.8 ng/ml였으며, day -2에 급격히 감소하여 day 0에는 0.3±0.1 ng/ml로 최저치를 유지하다가 day 2부터 새로운 발정 주기의 발현에 의해 상승하여 정상 발정 주기의 수준을 보였다.

2) 발정 유도시 혈중 Estradiol 농도

흑우의 발정 주기 중 혈중 estradiol 농도는 Fig. 1에서 보는 바와 같이 CIDR를 삽입하는 day -11에 10.1±4.4 pg/ml였으며 day 0에는 15.0±2.1 pg/ml로 최고치를 기록하고 이후 낮은 수치를 보이는 정상 발정 주기의 수준을 보였다.

2. 공란우의 혈액 생화학 분석

다배란 처리 후 발정 주기 중에 제주 흑우의 각 혈액 생화학치 검사 결과는 Table 1과 같았다. 즉 AST, ALT, BUN, creatine, cholesterol, albumin 및 total protein 등 혈액 생화학치의 변화를 측정한 결과 각 혈액 생화학치의 변화는 정상 소의 정상 범위 내에 있었으며 유의적 차이는 없었다.

3. 채란 성적

공란우 12두를 다배란 처리하여 총 62개의 수정란을 회수하였다. 이중 이식 또는 동결 가능한 수정란은 37개(59.7%)였으며 두 당 이식가능한 수정란의 수는 평균 3.1개였다(Table 2). 이중 이식 가능한 37개의 수정란의 발달 단계는 상실배가 31개(83.8%), 배반포가 6개(16.2%)로 나타났다.

고 찰

본 실험은 제주흑우에서 FSH로 다배란을 유도한 후 발정기 동안 혈중 호르몬의 농도 검사, 혈액 생화학 검사, 체내 수정란 회수율 조사 등으로 흑우의 번식 기능 해석 및 기초 자료를 얻은 목적으로

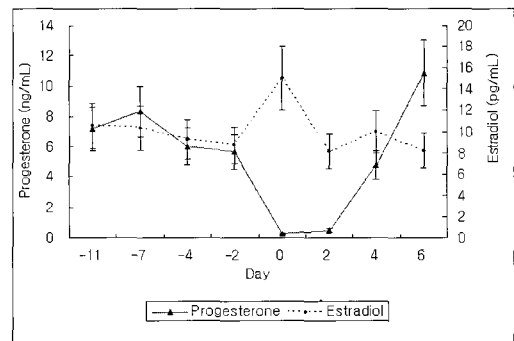


Fig. 1. Concentration of progesterone and estradiol in plasma of Jeju black cow superovulated during the estrous cycle (Day 0 is the first day of AI).

Table. 1 Changes in serum biochemical value during the estrous cycle in Jeju black cow superovulated with FSH

Items (unit)	Day								
	Day -11	Day -7	Day -4	Day -2	Day 0	Day 2	Day 4	Day 6	
ALT (mU/ml)	14.4± 3.0	14.8± 4.3	15.0± 4.4	15.4± 3.1	16.4± 3.4	16.2± 2.7	16.0± 3.1	16.2± 3.5	
AST (mU/ml)	46.7±10.6	50.7±11.4	45.9± 7.8	50.8± 8.7	55.7± 9.1	60.5± 7.4	55.2± 9.2	58.5±11.7	
BUN (mg/dl)	9.1± 3.1	9.7± 1.2	9.3± 2.0	9.6± 2.5	7.4± 2.3	9.6± 1.6	8.0± 2.3	9.1± 2.5	
Creatine (mg/dl)	1.2± 0.1	1.4± 0.1	1.3± 0.1	1.4± 0.2	1.4± 0.2	1.3± 0.1	1.3± 0.20	1.5± 0.2	
Cholesterol (mg/dl)	95.6±17.2	97.6±17.4	94.2±24.5	102.6±21.5	97.3±17.3	97.4±14.8	97.4±18.4	103.7±17.6	
Albumin (g/dl)	3.9± 0.2	4.1± 0.2	4.1± 0.4	4.3± 0.4	4.1± 0.3	4.0± 0.2	4.0± 0.3	4.2± 0.3	
Total protein (g/dl)	7.8± 0.4	7.6± 0.5	8.2± 0.4	8.2± 0.5	8.4± 0.6	8.8± 0.9	8.1± 0.6	8.2± 0.7	

Table 2. The rates of embryo production for Jeju black cow superovulated with FSH

No. of donors	No. of total embryos	No. of embryos (%)	
		Transferable	Degenerated
12	62	37 (59.7)	25 (40.3)

수행하였다. FSH를 이용하여 다배란 처리를 하였을 때 발정이 발현하는 일련의 과정은 정상 발정 주기와 차이가 없다고 보고되어 있다(Wenzel, 1997). 즉 호르몬을 이용한 다배란 처리시 나타나는 호르몬의 변화 양상, 난소의 발육 상태, 혈액 생화학치 등은 정상 발정 주기와 동일한 양상을 보인다는 것이다. 이에 정상 소의 자료를 바탕으로 측정된 자료들을 비교 분석하여 각각의 자료를 해석하였다.

성 호르몬인 progesterone, estradiol의 분비 동태를 아는 것은 난소 기능을 점검하는데 유용하게 사용된다. 스테로이드 호르몬인 progesterone은 FSH 투여 후 증가한다고 일반적으로 알려져 있으며 농도가 감소하면 난포 성숙과 뇌하수체에서 LH방출을 억제해서 난소에서 새로운 난포를 성숙시켜 발정을 유발한 후 LH surge와 배란을 동시에 일으킨다고 보고되어있다(Kastelic, 1996). 본 실험에서 FSH를 이용하여 다배란 처리를 하였을 때 발정 주기의 흑우의 혈중 progesterone 농도는 Fig. 1과

같이 CIDR를 삽입하는 day -11에 7.2±3.8 ng/ml였으며 day -2에 급격히 감소하여 day 0에는 0.3±0.1 ng/ml로 최저치를 유지하다가 day 2에 0.5 ng/ml, day 4에 4.8 ng/ml, day 6에 10.9 ng/ml로 상승하였다. 이는 progesterone 농도가 발정기에 최저치를 나타내고 배란 후 증가하기 시작하여 최고치에 도달하였다. 이는 정상 발정 주기와 일치하는 결과를 보였다(Larson과 Ball, 1992; Folman, 1973; Henrick 등, 1971b).

Estradiol의 농도는 LH surge의 시작과 비슷한 시점에서 최고치에 도달하는 것으로 알려져 있다(Henrick 등, 1971a). 본 연구에서는 CIDR를 삽입하는 day -11에 10.6±4.4 pg/ml였으며 day 0에는 15.0±2.1 pg/ml로 최고치를 기록하고 이후 낮은 수치를 보였다. 이는 정상 발정 주기와 일치하는 결과를 보였다.

혈액 중 각종 성분은 생체의 적응 능력 실태를 잘 반영하고 있어 다배란 처리 기간 중 임상적 의의가 큰 혈액 생화학 성분치의 분석으로 흑우의 상태를 점검할 수 있다. 혈액 생화학 성분치 중에 보편적으로 AST, ALT, BUN, creatine, cholesterol, albumin, total protein 등은 임상적으로 중요하게 다루어지고 있다.

간기능 검사로 주로 측정하는 AST, ALT를 흑우에서 조사한 결과, Coles(1980)의 보고와 한우에

서 혈액 생화학치를 측정한 도 등(1990)의 보고와 거의 유사한 결과를 보였다. 혈청 내 BUN과 creatine을 측정된 결과는 Table 1에서 나타나는 바와 같이 발정 주기 동안 정상 범위 내에 있었으며, 도 등(1990)의 보고에서 한우의 BUN치는 10 mg/dl 이내로 본 연구의 결과와 비슷한 수준을 보여주었다. Creatine 역시 Mitruka와 Rawnsley(1981)의 보고에서는 1.54 mg/dl, 한우에서는 1.4 mg/dl로 정상치와 비슷한 수준이었다(김과 정, 1988). 혈청 내 cholesterol, albumin, total protein 측정치 역시, 다른 연구자들이 보고한 측정치와 유사한 수준을 보였으며 정상 범위를 보였다(도 등, 1990; 위와 박, 1990; Mitruka와 Rawnsley, 1981). 혈액 생화학 정상치 내에서의 유의적 차이는 생물학적으로 중요성이 없는 것으로 보고되어 있다(Tainturier 등, 1984). 이런 유의적 차이는 계절적인 영향, 사양관리의 차이, 사료 성분의 차이, 연령에 따른 차이, 측정 방법에 따른 차이 등과 관련이 있는 것으로 알려져 있다. 본 실험에서는 각종 호르몬들의 작용도 관여하고 있기 때문에 앞으로 여러 방면으로 검토가 필요하다고 본다.

흑우에 다배란 처리하여 수정 후 7일째에 수정란을 회수하여 조사한 결과는 Table 2와 같이 총 62개의 수정란을 회수하였다. 개체 당 평균 5.2개의 수정란을 회수하였으며 그중 3.1개가 이식에 사용할 수 있는 수정란이었으며 사용할 수 없는 미수정란과 퇴행란의 비율은 40%였다. Walsh 등(1993)은 p-FSH를 4일간 주사하여 평균 회수 수정란 수는 9.6개와 이식 가능한 수정란은 6.0개로 보고하였으며, Bo 등(1994)은 Folltropin-V를 4일간 400 mg을 주사하여서 이식 가능한 4.8개의 수정란을 회수하였다. 국내의 연구자들은 다배란 처리 후 이식 가능한 수정란은 각각 6.4개(이 등, 2003), 6.0개(김 등, 2002)를 회수한 것으로 보고하였다. 본 연구의 결과에서는 이식 가능한 수정란은 다소 낮은 수준이었다. 이는 다배란 처리시 공란우의 나이, 품종과 성선 자극 호르몬의 감수, 종류, 투여 용량 및 투여 개시일, 채란 계절 등 여러 요인에 의해 다소 차이를 보이는 것으로 사료된다.

본 연구로 얻어진 흑우의 호르몬 변화 양상, 혈액 생화학치, 체내 수정란의 회수율 등은 번식 상

황을 점검하는데 기초 자료로 유용하게 사용될 수 있을 것으로 사료되며, 수정란 이식 기술을 활용하면 흑우의 증식에 도움이 될 것으로 기대된다. 그리고 앞으로 다배란 유도방법의 개선 및 수란우와의 발정 동기화 방법을 개선하는 연구가 수행되어야 할 것으로 사료된다.

적 요

본 연구는 제주도의 흑우에서 다배란을 유기한 후 발정기 동안 혈중 호르몬의 농도 검사, 혈액 생화학 검사, 체내 수정란 회수율 등을 관찰하였다. FSH를 4일간 8회 50 mg씩 주사하여 다배란을 유기하였다. 성 호르몬의 측정은 radioimmunoassay (RIA)법으로 측정하였으며 혈액 생화학치는 자동혈청 분석기로 측정하였다. 인공 수정 후 7일에 수정란을 비외과적 방법으로 회수하였다.

본 연구의 결과는 다음과 같았다.

1. 혈중 호르몬의 농도를 측정된 결과 progesterone 농도는 day -11에 7.2 ± 3.8 ng/ml 이었으며 day -2에 급격히 감소하여 day 0에는 0.2 ± 0.1 ng/ml로 최저치를 유지하다가 day 2 후 상승하였다. Estradiol의 농도는 day -11에 10.6 ± 4.3 pg/ml였으며 day 0에는 15.0 ± 2.1 pg/ml로 최고치를 기록했다.
2. 다배란처리 후 발정 주기 동안의 AST, ALT, BUN, creatine, cholesterol, albumin 및 total protein 등 혈액 생화학치의 변화를 측정된 결과 각 혈액 생화학치의 변화는 정상 소의 정상 범위 내 있었으며 유의적 차이는 없었다.
3. 공란우 12두에서 총 62개의 수정란을 회수하였다. 이중 이식 가능한 수정란은 37개(59.7%)였다.

본 연구의 결과로 제주흑우에서 다배란을 유도한 후 발정기 중 호르몬과 혈액생화학치의 변화 양상을 알 수 있었다.

참고문헌

Armstrong DT and Opavsky MA. 1986. Biological characterization of a pituitary FSH preparation

- with reduced LH activity. *Theriogenology*, 25: 135.
- Bishop DK, Wettemann RP, Yelich JV and Spicer LJ. 1996. Ovarian response after gonadotropin treatment of heifers immunized against gonadotropin-releasing hormone. *J. Anim. Sci.*, 74:1092-1097.
- Bo GA, Hockley DK, Nasser LF and Mapletoft RJ. 1994. Superovulatory response to a single subcutaneous injection of Folltropin-V in beef cattle. *Theriogenology*, 42:963-975.
- Coles EH. 1980. *Veterinary clinical pathology*, 3rd Edn. W.B. Sanders Co. Philadelphia, 186-212.
- Ellington JEE, Elefson EE and McCall RM. 1987. Use of a norgestomet implant as an aid when superovulating low-fertility dairy cattle. *Theriogenology*, 27:227.
- Folman Y, Rosenberg M, Herz Z and Davidson M. 1973. The relationship between plasma progesterone concentration and conception in postpartum dairy cows maintained on two levels of nutrition. *J. Reprod. Fertil.*, 34:267-278.
- Gonzalez A, Iussier JG, Carruthers TD, Murphy BD and Mapletoft RJ. 1990. Superovulation of beef heifers with FOLLTROPIN: A new FSH preparation containing reduced LH activity. *Theriogenology*, 33:519-529.
- Henricks DM, Dickey JF, and Hill JR. 1971a. Plasma estrogen and progesterone levels in cows prior to and during estrus. *Endocrinology*, 89:1350-1355.
- Henricks DM, Lamond DR, Hill JR and Dickey JF. 1971b. Plasma progesterone concentrations before mating and in early pregnancy in the beef heifer. *J. Anim. Sci.*, 33:450-454.
- Kastelic JP, McCartney DH, Olson WO, Barth AD and Garcia A. 1996. Estrus synchronization in cattle using estradiol, melengestrol acetate and PGF. *Theriogenology*, 46:1295-1304.
- Larson LL and Ball PJ. 1992. Regulation of estrous cycles in dairy cattle: A review. *Theriogenology*, 38:255-267.
- Looney CR, Roberts JW, Jones M, Day ML, Anderson JC, Hafs HD and Forrest DW. 1999. Synchrony and conception to insemination or embryo transfer in beef females treated with an intravaginal progesterone releasing device with or without an injection of estradiol. *Theriogenology*, 51:266.
- Lumsden JH, Mullen K and Rowe R. 1980. Hematology and biochemistry reference values for female Holstein cattle. *Can. J. Comp. Med.*, 44: 24-31.
- Mitruka BM and Rawnsley HM. 1981. *Clinical, biochemical and hematological reference values in normal experimental animals and normal humans*. New York, Masson Publishing, 215-237.
- Ohboshi S, Etoh T, Sakamoto K, Fujihara N, Yoshida T and Tomogane H. 1997. Effects of bovine serum proteins in culture medium on post-warming survival of bovine blastocysts developed *in vitro*. *Theriogenology*, 47:1237-1243.
- Pierson RA and Ginther OJ. 1987. Ultrasonographic appearance of the bovine uterus during the estrous cycle. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 190: 995-1001.
- Prather RS, Spins MF and Schalles RR. 1984. Norgestomet incorporation into superovulation regime. *Theriogenology*, 21:256.
- Shea BF, Janzen RE and McDermid DP. 1984. Seasonal variation in response to stimulation and related embryo transfer procedures in Alberta over a nine year period. *Theriogenology*, 21:186-195.
- Stringfellow DA and Seidel SM. 1998. *Manual of the International Embryo Transfer Society*. 3rd ed., International Embryo Transfer Society Inc., Illinois, pp. 165-170.
- Tainturier DJ, Braun P, Rico AG and Thouvent JP. 1984. Variation in blood composition in dairy cows during pregnancy and after calving. *Res. Vet. Sci.*, 37:129-131.

- Walsh JH, Mantovani R, Duby RT, Overstrom EW, Dobrinsky JR, Enright WJ, Roche JF and Boland MP. 1993. The effects of once or twice daily injections of pFSH on superovulatory response in heifers. *Theriogenology*, 40:313-321.
- Wenzel JG. 1997. Estrous cycle synchronization. *Current therapy in large animal theriogenology*. Youngquist RS ed. WB. Saunders. Co. Philadelphia, 290-294.
- 김덕임, 서상원, 정재경, 이규승, 서길웅, 박청식, 정영채, 박병권. 2002. 한우에 있어서 체내수정란의 생산과 이식에 관한 연구. I 한우 수정란 생산에 영향을 미치는 요인. *한국수정란이식학회지*, 17:23-32.
- 김정기, 정동수. 1988. 韓牛의 血液學値 및 血液化學値에 關한 研究 : 江原道를 中心으로. *한국가축위생시험연구회지*, 11:43-83.
- 도재철, 이창우, 손재권, 정종식. 1990. 한우 및 돼지의 혈액화학치에 관한 연구. *Korea J. Vet. Serv.*, 13:49-53.
- 위성하, 박승주. 전남지방 순수번식단지의 한우에 관한 연구 - 혈액화학치 및 혈액화학치. 1990. *Korea J. Vet. Serv.*, 13:75-79.
- 이명식, 박정준, 전기준, 정영훈, 우제석, 박수봉, 임석기, 연성흙, 손동주, 나기준, 강만중, 문승주. 2003. 한우의 생식세포 보존에 관한 연구 II. PEG 30% FSH 투여가 한우의 체내수정란 생산에 미치는 영향. *한국수정란이식학회지*, 18: 151-156.
- 임석기, 우제석, 전기준, 장선식, 강수원, 윤상기, 손동수. 1998. 한우에 있어서 PEG에 용해시킨 Folltropin-V의 1회 피하주사에 의한 다배란 유도. *한국수정란이식학회지*, 13:207-211.
- 정영채, 김창근. 이근상, 1984. 한우와 샤로레 교잡종 미경산빈우에 있어서 발정기와 임신초기의 혈중호르몬 수준 및 체중 변화에 관한 연구. *한국동물자원과학회지*, 26:497-508.
- 조민희, 박영구, 김이준, 조용준. 1988. F.S.H 투여에 따른 공란우 과배란 반응에 대한 소고. *한국수의공중보건학회지*, 12:167-171.
- 최수호, 박용수, 조상래, 강태영, 신상희, 강삼순, 노규진, 최상용. 2002. PEG 용해 FSH 투여방법에 따른 소 과배란 유도 및 수정란이식 효율. *한국수정란이식학회지*, 17:67-77.

(접수일: 2006. 9. 1 / 채택일: 2006. 9. 26)