

한우에서 bST 처리가 수정란 회수 및 수태율에 미치는 영향

정세환 · 이정우 · 손병훈 · 고재상¹ · 문만¹ · 조상신¹ · 최성복² · 손삼규² · 정경일³ ·
배인휴 · 조성균 · 공일근[†]
순천대학교 농업생명과학대학 동물자원학과

Effect of Bovine Somatotropin (bST) Treatment on Embryo Recovery and Pregnancy Rate in Hanwoo

S. H. Jung, J. W. Lee, B. H. Son, J. S. Go¹, M. Mun¹, S. S. Cho¹ · S. B. Choi²,
S. G. Son², G. I. Jeong³, I. H. Bae, S. G. Cho and I. K. Kong[†]

*Department of Animal Science, College of Agriculture and Life Sciences,
Suncheon National University*

SUMMARY

The purpose of this study was to determine the effect of bST treatment on embryo recovery and pregnancy rate following embryo transfer. Donor cows were superovulated with Folltropin-V and PGF₂α combination method and then inseminated with frozen semen 3 times 12 hrs interval. Donor and recipient cows were assigned to control and bST group, of which was given a single injection of bST (500 mg, im) at insemination or estrus detection. Embryo collection of superovulated cows were flushed nonsurgical method at 7 to 8 days after artificial insemination.

The percentage and Mean±S.E. of transferable embryo was not significantly different between control and bST treatment (72.8%/5.9±4.5 vs. 83.7%/5.1±1.6). The percentage and Mean±S.E. of transferable embryo in non-summer season was significantly higher than in summer (81.8%/5.4±2.1 vs. 68.7%/4.7±4.6; P<0.05). The pregnancy rate after embryo transfer in bST treatment was significantly higher than in control (64.0 vs. 47.1%; P<0.05). There was no significant difference in pregnancy rate between summer and non-summer (51.6 vs. 61.5%; P>0.05).

The results indicated that bST treatment in recipient cows could improve the efficiency of transferable embryo production and pregnancy rate after embryo transfer, and non-summer season may be better for superovulation treatment and embryo transfer.

(Key words: bovine, embryo transfer, bST, recovery and pregnancy rate)

서 론

국내 한우사육에 있어 능력개량과 번식효율의 증대는 생산성 향상과 경쟁력 있는 사육기반 조성을 위하여 해결해야 할 중요한 과제이다. 이를 위

* 본 연구는 2001년 순천축산업협동조합의 연구개발비 지원에 의하여 수행되었음.

¹ Jeonnam Institute of Livestock & Veterinary Science

² Namwon Branch National Livestock Research Institute, R.D.A

³ Namhae Artificial Insemination Center

[†] Correspondence : Tel/Tax: 82-61-750-3236, ikong@suncheon.ac.kr

한 가장 효율적 방안인 수정란이식산업이 산업적으로 활용함에 있어 해결되어야 할 문제점들이 많이 남아 있다. 수정란의 이식 후 수태율이 인공수정보다 낮으며, 특히 동결융해 수정란의 경우 더욱 낮은 실정이다. 수정란이식 기술은 우수 종축생산의 기반구축과 동시에 우수한 종축의 유전능력을 신속히 확대 보급할 수 있기 때문에 한우의 개량과 번식효율 증진을 위한 매우 적합한 방법으로 인식되고 있다. 이들 요인 중에서 수정란의 상태(신선 또는 동결란), 수정란의 질과 발생단계 그리고 이식 당 수정란의 수 등이 매우 중요한 요인으로 제시되고 있다 (Sreenan과 Diskin, 1987).

수정란이식에 대한 많은 연구결과가 발표되었는데, 이식시기의 계절별 수태율(Hasler 등, 1987; Bastidas와 Randel, 1987; 양, 1994; 손 등, 2000), 발정동기화(Sreenan, 1983; 손 등, 2000), 수정란의 발생단계(Wright, 1985), 수정란 질(Linder와 Wright, 1983; Niemann 등, 1985; Wright, 1985) 및 이식 수정란의 수(Heyman, 1985; 김 등, 1985)에 관하여 보고되었다. 또한 수란우의 선발과 준비에서 황체기능을 증진시켜 초기 임신 가능성을 향상시키기 위한 다양한 방법이 보고되었다. bST처리에 의한 황체기능 증진방안(Moreira 등, 2000; Thatcher 등, 2001), GnRH와 PGF₂ α 병용법(Pursley 등, 1997), hCG처리 후 부황체의 기능증진에 의한 수태율 향상방안(Schmitt 등, 1996)이 보고되었다. 이와 같은 연구결과에 의해 고급 육한우 밀소생산의 효율성 제고를 위한 가능성을 찾고자 기초연구를 수행하게 되었다.

따라서 본 연구에서는 과배란처리 시 공란우와 수란우에 bST처리에 의한 수정란 회수율 및 수정란이식 후 수태율 증진에 관하여 연구하고자 한다.

재료 및 방법

1. 공란우 및 수란우의 선발

본 실험에 공시된 공란우는 순천지역 한우사육농가에서 사육중인 개체 중에서 1차로 농장주들이 외모심사로 선발된 개체를 대상으로 혈액을 채취해 영남대학교 축산학과 유전학교실에서 DNA 표식 유전자검사(여 등, 1999)에 의하여 최종 선발

이용하였고, 또 다른 공란우는 축산기술연구소 남원지소와 전남축산기술연구소에서 사육중인 개체에서 선발 이용하였다. 수정란이식에 이용할 수란우의 선발은 순천지역 한우사육농가에서 사육중인 개체 중에서 생식기의 상태가 양호하고 정상 발정주기를 보이는 종빈우를 선발하여 IBR 및 아카바네 등의 예방접종 후 수정란이식에 이용하였다.

2. 공란우의 과배란 처리

발정관찰 후 정상 발정주기가 반복되는 공란우를 선정하여 발정주기 8~12일째에 호르몬 처리를 개시하였으며 과배란을 유도하기 위하여 FOLLTROPIN-V(Vetrepharm, Canada)를 이용하였다. FOLLTROPIN-V 2.5 ml을 4일간 12시간 간격으로 등량 분할하여 근육주사하고 투여 3일 6회째에 PGF₂ α (Lutalyse, The Upjohn company, Belgium) 3 ml을 미근 부위에 근육주사하여 황체퇴행에 의한 발정을 유도하였다. bST처리는 발정발현 후 1차 인공수정시 500 mg bST를 미근부에 근육주사로 처리하였다. 인공수정은 PGF₂ α 주사 후 48시간 전후에 발정확인 후 12시간 간격으로 3회 실시하였으며, 각 수정 시 2 straw(KPN 279 또는 281)씩 인공수정을 실시하였고 2차 인공수정 후 100 μ g GnRH를 근육주사 하였다.

3. 수란우의 발정동기화 및 bST 처리

본 연구에 공시된 수란우는 정상적인 발정주기를 가진 경산우 중 자연발정에 의한 동기화 또는 Controlled Internal Drug Releasing (CIDR) device (EAZI-Breed CIDR plus, InterAg, New-Zealand)에 의해 발정동기화 처리된 개체에서 선발 이용하였다. 발정동기화된 개체들에게는 대조구와 황체기능의 증진을 위하여 500 mg bST(부스틴, LGCI, 한국) 처리구로 구분하였다.

4. 수정란의 회수 및 검사

발정확인 후 7~8일째에 수정란 채란을 실시하였는데 이때 관류액은 0.1% BSA가 첨가된 D-PBS (Dulbecco's phosphate buffered saline, Sigma, USA)를 이용하여 채란하였다. 채란 약 10분전에 국소마취를 위하여 제 2, 3 미추 사이에 2% lidocain(광명

약품, 한국) 5~7 ml를 주사 후 balloon catheter (FHK, Japan)를 자궁각에 주입 장착하여 비외과적 방법으로 수정란을 관류 회수하였다. Em-Co filter에 관류된 관류액을 실험현미경하에서 수정란을 회수하여 Linder와 Wright(1983)의 방법에 의해 수정란의 등급을 분류하였다.

5. 수정란 이식 및 임신 감정

수란우의 발정상태가 정상이고 발정주기 7~8 일째에 직장검사법으로 황체검사를 실시한 후 황체가 존재하는 쪽 자궁각에 이식하였다. 수정란 이식 후 발정재기에 따라 임신 여부를 1차적으로 확인하였으며, 이식 약 2~3개월 후 직장검사법에 의하여 임신 여부를 최종 확인하였다.

6. 통계분석

본 실험에서 얻어진 결과들의 통계학적 분석은 SAS package의 GLM procedure(1985)를 이용하여 각 요인의 유의성($P < 0.05$) 검정을 실시하였다.

결과 및 고찰

1. bST 처리와 계절에 따른 수정란 생산효율

호르몬처리에 따른 수정란생산 결과는 Table 1과 같다. 대조구에서는 총 10두 중 81개의 수정란(8.1 ± 5.5)이 회수되었으며, 이식가능란은 59개(5.9 ± 4.5)로서 72.8%였다. 반면에 bST처리구에서는 총 7두 중 43개의 수정란(6.1 ± 2.0)이 회수되었으며 이식가능란은 36개(5.1 ± 1.6)로서 83.7%였다. Moreira 등(2002)은 bST 처리구(77.2%)가 대조구(56.4%)보다 수정란회수율이 유의적으로 높았다고 보고하였다. 이식 가능한 수정란을 얻기 위한 과배

란처리시 공란우가 수정란 생산효율에 영향을 미치는 요인으로는 연령, 산차, 체중 및 건강 상태 등이 있다고 보고하였다(Garcia-Winder 등, 1988; Isogal 등, 1993). 이 등(1996)은 한우 송아지에서 초음파유도에 의한 미성숙난자를 채취할 때 FSH와 bST를 병용처리하면 FSH 및 PMSG 단독 처리시보다 많은 수의 미성숙 난자를 흡인할 수 있다고 보고하였다. 김 등(1997)은 FSH-P 처리구에서 총회수란 수와 수정란 수 및 이식 가능란의 수가 각각 10.8, 8.9 및 7.0개였고, SUPER-OV 처리구에서는 12.1, 9.3 및 7.6개로 생산되었다고 보고하여, FSH-P 처리구 보다는 SUPER-OV 처리구가 월등히 좋은 결과를 보였다. 본 연구에서는 공란우에 bST처리에 의한 이식 가능한 수정란 수에는 유의적인 차이가 없었다. 즉, 공란우에 AI시 1회 bST처리는 공란우의 난생산에 영향을 줄 수 없었는데 이는 bST 처리시 이미 preovulate follicle이 발육된 상태이기 때문으로 판단된다.

과배란처리 시 계절에 따른 수정란 생산결과는 Table 2와 같다. 비여름철(81.8%)에 회수란 중 이식 가능 수정란이 여름철(68.7%)에 비해 높게 나타났다($P < 0.05$). 계절이 공란우 과배란 반응에 영향을 미친다는 보고(Hasler 등, 1983; Almeida, 1987; 손 등, 2000)와 영향을 미치지 않는다는 보고(Crister 등, 1980; Massey와 Oden, 1984)로 보고자들 간에 차이가 있었다. Shea 등(1984)은 겨울철에 난자 회수율과 이식 가능 수정란의 비율이 가장 낮다고 하였으며, 이 등(1987)도 난자 회수율은 겨울철에 가장 낮고 회수란수와 이식가능 수정란수는 여름철에 가장 좋으며, 가을철에도 다소 결과가 좋다고 하였다. 그러나, Hasler 등(1983)은 회수란 수가 겨울에 가장 많았고, 여름에 적었다고 하였으

Table 1. Effect of bST treatment on embryo production after superovulation

Treatments	No. of cow flushed	No. of embryo collected		
		Transferable (%; Mean±S.E.)	Abnormal (%)	Total (Mean±S.E.)
Control	10	59 (72.8; 5.9±4.5) ^a	22 (27.2)	81 (8.1±5.5) ^a
bST	7	36 (83.7; 5.1±1.6) ^a	7 (16.3)	43 (6.1±2.0) ^b

* Values with different superscripts were significantly different ($P < 0.05$).

Table 2. Effect of treatment season on embryo production after superovulation

Season	No. of cow flushed	No. of embryos collected		
		Transferable (%; Mean±S.E.)	Abnormal (%)	Total (Mean±S.E.)
Summer	7	33 (68.7; 4.7±4.6) ^a	15 (31.2)	48 (6.8±5.2) ^a
Non-summer	10	54 (81.8; 5.4±2.1) ^b	12 (18.2)	66 (6.6±2.9) ^a

* Values with different superscripts were significantly different (P<0.05).

며, 양(1994)은 회수란수 및 이식가능 수정란수는 겨울철이 가장 좋았고 여름철이 다소 낮은 경향이 있으나 유의차는 인정되지 않았다고 하였다. Gordon 등(1987)도 여름이 타계절에 비하여 저조한 반응을 나타내며 계절이 과배란 반응 및 수정란의 질에 중요한 영향을 미친다고 하였다. 또한 손 등(2000)은 체란계절에 따른 수정란의 회수성적은 총난자수는 겨울에서 12.9개로 봄 4.3개, 여름 5.0개 및 가을 6.9개에 비해 많았으며, 동결 가능수정란수는 겨울 6.1개, 가을 4.5개 그리고 봄과 여름에 1.1개, 1.5개로서 유의적으로 감소되었다고 보고하였다. 이러한 결과는 본 연구와 유사한 경향이 있었다.

그러나 보고자들 간에 상의한 결과를 보이는 것은 계절에 따른 온도 차이가 지역마다 다르며 사양관리상의 차이 및 계절에 따른 조사료공급수준에 의한 영양수준의 차이에 따른 것으로 사료된다. 본 연구에서는 비여름철에 수정란 생산결과가 좋았던 것은 bST처리 및 고온 스트레스 등에 의한 것으로 판단된다.

2. bST 처리와 계절에 따른 수정란이식 후 수태율
과배란치리에 의한 체란된 수정란의 이식 후 수

태율에 관한 결과는 Table 3과 같다. 대조구에서 총 59개의 수정란을 수란우 51두에 이식하였을 때 24두가 임신하여 47.1% 성적을 보였으며, bST처리구에서는 총 28개의 수정란을 수란우 25두에 이식하였을 때 16.0%로 유의적으로 높은 수태율을 보였다(P<0.05). 김 등(1998)은 신선란에서 FSH-P로 처리한 구에서는 67.4%, SUPER-OV 처리구에서는 58.7%의 수태율을 나타내었으며, 동결란에서는 각각 22.1, 19.4%로 신선란과 동결란에서 모두 FSH-P 처리구에서 수태율이 높게 나타났다. Singla와 Madan(1990)은 FSH-P와 SUPER-OV로 생산한 수정란을 이식한 이후의 수태율이 각각 36%와 30%로서 보고하였다.

수정란이식 시 계절에 따른 수태 결과는 Table 4와 같다. 여름철에는 수정란 33개를 31두에 이식을 하였을 때 16두(51.6%)가, 비여름철에는 45개를 39두에 이식을 하였을 때 24두(61.5%)가 임신되었다. Misra 등(1999)은 겨울철에 62개의 수정란을 이식하여 18두(29.0%)가 임신하였고, 가을철에 29개의 수정란을 이식하여 6두(20.7%)가 임신한 것을 보고하였다. 이는 겨울철과 가을철의 온도차가 그리 심하지 않은 편이어서 계절에 따른 영향이 없다고 보고하였다. 수란우의 황체상태에 대하여 Niemann 등(1985)은 수태율과 관계가 있음을

Table 3. Effect of bST treatment on pregnancy rate after embryo transfer

Treatments	No. of embryos transferred	No. of recipients transferred	No. and (%) of pregnancy
Control	59	51	24 (47.1) ^a
bST	28	25	16 (64.0) ^b

* Two embryos per straw were transferred 4 recipient in control and 2 in bST group.

* Values with different superscripts were significantly different (P<0.05).

Table 4. Effect of treatment season on pregnancy rate after embryo transfer

Season	No. of embryos transferred	No. of recipients transferred	No. and (%) of pregnancy
Summer	33	31	16 (51.6)
Non-summer	45	39	24 (61.5)

* There was no significantly different.

보고하였고, 국내에서 김(1986)도 수정란이식 시 수란우가 중요하기 때문에 적절한 수란우의 준비 및 관리에 대하여 강조한 바 있다. 수태율 향상을 위하여 수란우에 발정발현 시 bST처리를 실시함으로써 황체기능의 증진을 시도한 바 수태율의 향상을 얻을 수 있었다. 이는 Moreira 등(2002)과 Thatcher 등(2001)의 보고에서도 bST처리는 황체기능의 증진에 의한 progesterone농도의 증가에 의한 초기임신율의 향상으로 이어진다는 연구결과와 유사한 결과를 얻었다.

수정란이식에 의한 수태율 향상을 위해서는 수란우의 엄격한 선발과 선발된 수란우의 황체기능 강화를 위한 적절한 처리가 있어야 할 것으로 판단된다.

적 요

본 연구는 과배란처리에 의한 수정란이식 시 우수한 수정란을 다량 확보하고 이식 후 수태율 향상을 위하여 공란우 및 수란우에 bST처리가 수정란회수율 및 수태율에 어떠한 영향을 미치는가를 조사하고자 실시하였다. 공란우는 Folltropin-V와 PGF_{2a}를 이용하여 과배란처리를 유도하여 12시간 간격으로 2 straw씩 3회 인공수정을 실시하였다. 공란우와 수란우는 대조구와 bST처리구로 구분하였으며, bST(500 mg)처리는 발정발현 후 미근부에 근육주사하였다. 과배란처리된 공란우의 수정란채란은 수정 후 7~8일째에 비와과적인 방법으로 실시하였다.

이식가능 수정란의 회수율과 평균숫자는 대조구와 bST처리구 간에 유의적인 차이가 없었다 (72.8%/5.9±4.5 vs. 83.7%/5.1±1.6; P<0.05). 비여름철에 이식가능 수정란의 회수율과 평균숫자가

여름철보다 유의적으로 높았다(81.8%/5.4±2.1 vs. 68.7%/4.7±4.6; P<0.05). 수정란이식 후 수태율은 bST처리구에서 대조구보다 유의적으로 높았다 (64.0 vs. 47.1%; P<0.05). 그러나 이식 후 수태율에 계절간에 유의적인 차이는 없었다(51.6 vs. 61.5%; P>0.05).

본 연구결과에서 bST처리는 수정란이식 후 수태율의 향상시킬 수 있을 것으로 판단되며, 비여름철이 과배란처리 및 수정란이식에 유리할 것으로 판단된다.

참고문헌

- Almeida AP. 1987. Superovulatory responses in dairy cows repeatedly treated with PMSG. *Theriogenology*, 27:205(Abstr.).
- Bastidas P and Randel RD. 1987. Seasonal effects on embryo transfer results in Brahman cows. *Theriogenology*, 28:531-540.
- Crister JK, Rowe RF, Delcampo MR and Ginther OJ. 1980. Embryo transfer in cattle: Factors affecting superovulatory response, number of transferable embryos and length of posttreatment estrus cycles. *Theriogenology*, 13:397-406.
- Garcia-Winder M, Lewis PE, Bryner RW, Baker RD, Inskip EK and Butcher RL. 1988. Effect of age and norgestomet on endocrine parameters and production of embryos in superovulated beef cows. *J. Anim. Sci.*, 66:1974-1981.
- Gordon I, Boland MP, McGovern H and Lynn G. 1987. Effect of season on superovulatory responses and embryo quality in Holstein cattle

- in Saudi Arabia. *Theriogenology*, 27:231 (Abstr.).
- Hasler JF, McCauley AD, Lathrop WF and Foote RH 1987. Effect of donor-embryo -recipient interactions on pregnancy rate in a large-scale bovine embryo transfer program. *Theriogenology*, 27:139-168.
- Hasler JF, McCauley AD, Schermerhorn EC and Foote RH. 1983. Superovulatory response of Holstein cows. *Theriogenology*, 19:83-99.
- Heyman Y. 1985. Factors affecting the survival of whole and half-embryos transferred in cattle. *Theriogenology*, 23:63-75.
- Isogal T, Shimohira I and Kimura K, 1993. Factors affecting embryo production following repeated superovulation treatment in Holstein donors. *J. Reprod. Dev.*, 39:79-84.
- Linder GE and Wright RW Jr. 1983. Bovine embryo morphology and evaluation. *Theriogenology*, 20:407-416.
- Massey JM and Oden AJ. 1984. No seasonal effect on embryo donor performance in the southwest region of the USA. *Theriogenology*, 21:196-217.
- Misra AK, Mutha Rao M, Kasiraj R, Ranga Reddy NS and Pant HC. 1999. Factors affecting pregnancy rate following nonsurgical embryo transfer in buffalo (*Bubalus bubalis*): a retrospective study, *Theriogenology*, 52:1-10.
- Moreira F, Badinga L, Burnley C and Thatcher WW. 2002. Bovine somatotropin increases embryonic development in superovulated cows and improves post-transfer pregnancy rates when given to lactating recipient cow. *Theriogenology*, 57:1371-1387.
- Moreira F, Risco C, Pires MFA, Ambrose JD, Drost M and Thatcher WW. 2000. Use of bovine somatotropin in lactating dairy cows receiving timed artificial insemination. *J. Dairy Sci.*, 83:1245-1255.
- Niemann H, Tenhumberg H, Sacher B and Kruff B. 1985. Pregnancy rates after nonsurgical transfer of cattle embryos frozen and thawed by a field method. *Anim. Breed. Abstr.*, 53:206-207.
- Pursley JR, Wiltbank MC, Stevenson JS, Ottobre JS, Gaverick HA and Anderson LL. 1997. Pregnancy rates per artificial insemination for cows and heifers inseminated at a synchronized ovulation or synchronized estrus. *J. Dairy Sci.*, 80:295-300.
- SAS. 1985. *User's Guide : Statistics*. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Schmitt EJ-P, Diaz T, Drost M and Thatcher WW. 1996. Use of a gonadotropin releasing hormone agonist or human chorionic gonadotropin for timed insemination in cattle. *J. Anim. Sci.*, 74:1084-1091.
- Shea BF, Janzen RE and McDermid DF. 1984. Seasonal variation in response to stimulation and related embryo transfer procedures in Alberta over a nine year period. *Theriogenology*, 21:186-195.
- Singla SK and Madson ML. 1990. Comparative superovulatory responses in crossbred dairy cattle (*Bos indicus* × *Bos taurus*) with FSH-P and SUPER-OV. *Theriogenology*, 33:328(abstr.).
- Sreenan JM . 1983. Methods of consistent supply, recovery and transfer of embryos in cattle. In : *Strategies for the most efficient beef production*. Proc. Int. Symposium Beef Prod. Kyoto, Japan pp. 197-212.
- Sreenan JM and Diskin MG. 1987. Factors affecting pregnancy rate following embryo transfer in the cow. *Theriogenology*, 27:99-113.
- Thatcher WW, Moreira F, Santos JEP, Mattos RC, Lopes FL, Pancarci SM and Risco CA. 2001. Effects of hormonal treatments on reproductive performance and embryo production. *Theriogenology*, 55:75-89.
- Wright JM. 1985. Commercial freezing of bovine embryos in straw. *Theriogenology*, 23:17-29.
- 김창근. 1986. 수정란이식에 있어서 수란우의 준비

- 와 관리. 한국수정란이식연구회지, 1(1):35-49.
- 김홍렬, 김택임, 원유석, 김창근, 정영채, 이규승, 서길웅, 박창식. 1998. 한우에서 수정란 이식의 효율 증진에 관한 연구, I. 수정란의 조건이 이식 후 수태율에 미치는 영향. 한국수정란이식학회지, 13(1):53-60.
- 김홍렬, 김택임, 원유석, 김창근, 정영채, 이규승, 서길웅. 1997. 한우에서 FSH-P 와 SUPER-OV 에 의한 체내 수정란 생산에 관한 연구, I. 다배란 처리 조건에 따른 체내 수정란 생산에 영향을 미치는 요인. 한국수정란이식학회지, 12(1):37-47.
- 김희석, 오성중, 양보석, 이근상, 정길생. 1985. 소에 있어서 비외과적 체란 및 이식에 관한 연구. 한축지, 27(4):206-210.
- 노환철, 정광엽, 신규용, 정병현, 백운화, 정길생. 1988. 우 동결 수정란의 산업적 이용에 관한 연구. 한축지, 30(3):151-159.
- 손동수, 김일화, 류일선, 연성흠, 서국현, 이동원, 최선호, 박수봉, 이충섭, 최유림, 안병석, 김준석. 2000. 젖소 MOET schme의 추진을 위한 수정란 생산 및 이식. 한국수정란이식학회지, 15(1):57-65.
- 양보석. 1994. 체내 및 체외 소 수정란의 임신율에 영향을 미치는 요인에 관한 연구. 서울대학교 박사학위 논문.
- 여정수, 김재우, 장태경, 박노형, 이문연. 1999. 한우의 일당 증체량에 연관된 DNA marker의 규명. 한축지, 41(4):419-426.
- 이병천, 이강남, 감남렬, 황우석. 1996. 송아지 난소에서 초음파유도에 의한 한우의 미성숙난자 채취시에 bST-FSH 처리효과에 관한 연구. 한국수정란이식학회지, 11:103-109.
- 이정호, 서태광, 박항균. 1987. 공란유우의 과배란 반응에 영향하는 요인에 관한 연구. 한국수정란이식연구회지, 2(1):27-32.

(접수일: 2002. 2. 29/ 채택일: 2002. 4. 15)