젖소의 신체충실지수(BCS), 혈장요소태질소(BUN) 수준과 발정 발현과의 관계

손준규 · 박수봉† · 박성재 · 백광수 · 안병석 · 김현섭 · 황석주 · 박춘근[1]
농촌진흥청 축산연구소 낙농과

Relationship between Body Condition Score (BCS), Blood Urea Nitrogen (BUN) Concentration and Estrous Expression in Holstein Cows

J. K. Son, S. B. Park†, S. J. Park, K. S. Baek, B. S. Ahn, H. S. Kim, S. J. Hwang and C. K. Park[1]
Dairy Cattle Research Division, National Livestock Research Institute, RDA

SUMMARY

The objective of this study was to investigate the relationship between body condition score (BCS), blood urea nitrogen (BUN) and estrous expression for the purpose of improving reproductive performance. In total, 37 ovulations and 28 estrous detection were observed among 51 Holstein-Friesian dairy cows. The estrous inducement rate and estrous expression rate were significantly lower for cows with BCS below 2.0 than for cows with BCS above 2.0. There was 0% of rate of standing heat in cows with BCS below 2.0 whereas the rate of standing heat was markedly increased in cows with BCS above 2.0 (46.7% and 64.7% for BCS 2.0~2.49 and BCS 2.5~3.0 cows, respectively). The estrous expression rate was significantly lower for cows with BUN below 10 mg/dl than for cows with BUN above 10 mg/dl. There was no significant difference among duration time of estrus, estrous behavior patterns and BUN concentration. The rate of estrous expression and concentration of BUN was not significantly different between primiparous and multiparous cows. This result shows that the level of BCS and BUN affect the estrous expression. Considering the situation that estrous expression is decreased in recent years, effective nutritional management should be accompanied to improve reproductive performance.

(Key words : Holstein cows, blood urea nitrogen, body condition score, estrous behavior)

서 론

근래 젖소의 고능력화에 따른 두당 산유량은 급격히 증가하고 있으나 번식 효율은 매년 저하되고 있다(Lucy, 2001; Roche 등, 2000). 이에 생리적, 환경적 변화로 무발정과 미약발정 현상이 잦아져 젖소의 발정 발현이 줄어들었으며, 배란지연과 수태율의 저하가 젖소의 번식에 있어서 가장 큰 문제점으로 대두되고 있다(Austin 등, 1999; Pankowski 등, 1995; Rounsaville 등, 1979). 또한 발정 지속 시간은 예전 17.8시간(Trimberger, 1984)에서 최근에는 평균 10시간 이하라고 보고되고 있다(At-Taras과 Spahr, 2001; Dransfield 등, 1998; Xu 등, 1998). 이러한 발정 발현 저하로 인해 발정 관찰이 더욱더 어려워져 그 결과 수태율이 저하되고 있는 실정이다. 일반적으로 신체충실지수(BCS)는 젖소의 영양 관리를 평가하는 방법으로 널리 이용되고 있다. 또한 BCS의 부족은 번식 성적에 영향을 주며(Markusfeld 등, 1997), 난소 활동 재개의 지연(De Vries 등, 1998; Senatore 등, 1996; Butler와 Smith, 1989) 및 첫 배란이 늦어지는 현상을 초래한다(Beam과 Butler, 1999). 이처럼 최근 BCS는 발정 발현에 있어 중요한 인자로서 관심이 높아지고 있다. 또한 혈장내 요소태 질소(BUN)는 간장에서 암모니아의 비독화 과정에서 생성되는 산물로서 혈장내의 요소태 질소의 수준은 섭취한 단백질의 양과 분해성, 단백질과 에너지의 균형성을 반영해 주며(Ferguson 등, 1993), 번식 상황과 소의 사양 관리 등에 의해 다소간 차이는 있다(Carroll 등, 1988). 번식 효율을 높이기 위해서는 발정 발견율 향상, 효율적인 분만 후 첫 수정일수의 유지와 높은 수태율이 전제되어야 한다(Pelssier, 1976). 한편, 젖소가 고능력화 됨에 따라 요구되는 생리대사는 분만 후 부적절한 에너지 균형을 초래하며(Beam과 Butler, 1999), 나아가 분만 후 발정 발현의 이상, 수태율의 지속적 저하 등이 일반적 현상으로 나타나고 있다(Wiltbank 등, 2006). 사양 관리 조건에 따른 젖소의 번식과 BUN 수준과의 관계 구명에 관한 연구가 다소 있으나 미비한 상황이다. 따라서 본 연구는 젖소의 분만 후 영양 관리에 따른 BCS 및 BUN 수준과 발정 발현과의 관계를 구명하기 위해

[1] 강원대학교 동물생명과학대학(College of Animal Life Sciences, Kangwon National University)
† Correspondence : E-mail : psb292@rda.go.kr

수행하였다.

재료 및 방법

1. 공시우

본 연구의 공시우는 농촌진흥청 축산연구소 축산자원개발부 낙농과에서 2006년 분만한 51두의 젖소로서, 분만 후 공태기간이 40~80일이었으며 후리스톨에서 사육되어졌다. 실험 전 기간 동안 한국 표준사양 관리 방법에 준하여 TMR 사료를 급여하여 사육하였다. 공시된 젖소들은 매일 2회(오전 6시, 오후 4시) 착유하였다.

2. 채혈 및 BUN 분석

BUN 농도 분석은 모든 공시우에서 분만 후 2주 째부터 7일 간격으로 12주간 채혈하였으며, 발정 유도를 위한 근육 주사 시와 수정 시에도 채혈하여 분석하였다. 채혈 방법은 오전 10~11시 사이 heparin 처리된 15 ml vacutainer를 사용하여 경정맥에서 약 10 ml을 채혈하여 곧바로 실험실로 운반하였고, 6시간 이내에 원심분리기(KR/MF550, Hanil Co., Korea)를 이용하여 원심 분리(3,000 rpm)한 후 혈청을 분리하여 분석 시까지 -20 ℃에서 냉동 보존하였다. 또한 BUN 수준의 분석은 자동혈액 분석기(ARCO PC, Biotecnica Inc., Italy)를 이용하였다.

3. 발정 동기화 및 발정 관찰

배란 동기화법(Pursley 등, 1995)을 기초로 S-Ovsynch법을 이용하여 발정을 동기화 시켰다. 발정 유도는 GnRH(Gonadon, 동방) 100 μg을 대퇴부에 1차 근육 주사하고 7일째에 $PGF_{2\alpha}$ (Lutalyse™, Phamacia Co., Belgium) 25 mg을 근육 주사하였다. $PGF_{2\alpha}$ 주사 후 2일째부터 72시간 동안 연속적으로 육안 관찰을 통하여 발정 행동을 기록하였다.

발정 유기율(estrous inducement rate)은 S-Ovsynch 처리후 초음파 진단에 의해 정상적 배란 확인우 비율이며, 발정 발현율(estrous expression rate)은 발정우중 승가 허용, 승가, 턱비빔, 외음부 냄새 맡기 중 1가지 증상이 단 1회라도 있는 소의 비율을 말한다. 또한 승가 허용 비율(rate of standing heat)은 발정우중 승가 허용 비율로 정의하였다.

4. 통계 분석

젖소의 BCS, BUN과 발정 발현과의 관계에 관한 유의성 분석은 SAS program을 이용하여 유의성을 검증하였다. 모든 검정은 Chi-square test에 의해 분석되었고, 한 구의 분석수가 5 이하일 경우에는 Fisher's exact test를 활용하여 $p<0.05$ 이하의 경우 유의한 것으로 판단하였다.

결과 및 고찰

Table 1은 발정 동기화 우군의 BCS와 발정 유기율, 발정 발현율 및 승가 허용과의 관계에 대해 나타내었다. 총 51두를 공시하여 37두에서 발정이 유기되었으며, 발정 및 승가 허용은 유기된 37두 중 각각 28두 및 18두에서 발정 발현을 보였다. 발정 유기율에서 BCS 2.0~2.49와 2.5~3.0인 우군에서는 78.9% 및 73.9%인 반면 2.0 미만인 우군에서는 55.6%로 유의적인($p<0.05$) 차이를 보였으며, 발정 발현율과 승가 허용율에서도 BCS 2.0~2.49인 우군에서 각각 73.3% 및 46.7%이고 BCS 2.5~3.0인 우군은 88.2% 및 64.7%를 각각 보인 반면 BCS 2.0 미만인 우군에서는 각각 40% 및 0%로 BCS 2.0 이상인 우군에 비해 유의적($p<0.05$)으로 낮게 나타났다. 본 연구 결과 다른 우군에 비해 BCS 2.0 미만의 우군에서 발정 유기율, 발정 발현율 및 승가 허용 비율에서 유의적으로 낮게 나타났는데 이는 BCS가 2.0미만으로 떨어지게 되면 발정 유기 및 발현율은 물론 번식 효율의 저하를 초래하기 때문에 사양 관리에 각별히 주의해야 한다(Lowman, 1985).

분만 후 비유 초기에 BUN 수준은 일정기간 상승하다가 적정 수준을 유지하는데(Park 등, 1997; Canfield 등, 1990) 이러한 이유로 BUN 수준을 발정 발현에 이용하기 위해서는 안정된 시기의 선택이 중요하다. 본 연구에서는 안정된 시기를 선택하기 위해 분만 후 40~100일 사이에 얻어진 혈액의 평균값으로 BUN의 수준을 결정하였다. Table 2는 발정 동기화 우군의 BUN과 발정 발현율과의 관계를 나타낸 것으로서 발정 동기화 우군의 발정 발현율과 BUN과는 BUN 수준이 10 mg/dl

Table 1. Relationship between BCS and estrous detection in synchronized cows

BCS	Number	Estrous inducement rate	Estrous expression rate	Rate of standing heat
2.0 >	9	55.6 (5/ 9)*	40.0 (2/ 5)*	0 (0/ 5)*
2.0~2.49	19	78.9 (15/19)	73.3 (11/15)	46.7 (7/15)
2.5~3.0	23	73.9 (17/23)	88.2 (15/17)	64.7 (11/17)
Total	51	72.5 (37/51)	75.7 (28/37)	48.6 (18/37)

* Different superscripts in the same column are significantly different ($p<0.05$).

이상인 우군의 발정 발현율이 85.7%를 보인 반면 10 mg/dl 이하인 우군에서는 52.1%로 유의적으로($p<0.05$) 낮은 발정 발현율을 나타내었다. 본 연구 결과 나타난 BUN의 수준이 기준치보다 낮은 경우에 발정 발현율이 낮아지는 것을 알 수 있었다. 이는 BUN의 수준이 낮아질 경우, 발정 발현율뿐만 아니라 번식 효율과 수태율에도 영향을 미칠 것이다(Park 등, 1997; Butler 등, 1996; Freguson 등, 1993).

발정 행동별 반복수 및 발정 지속 시간과 BUN 수준과의 관계는 Table 3에 나타내었다. BUN 수준에 따른 발정 행동 반복수는 외음부 냄새 맡기, 승가 및 승가 허용에서는 유사한 반복수를 보였으나 턱비빔에서는 BUN 수준이 10 mg/dl 이하인 경우에서 10 mg/dl 이상인 개체보다 많은 반복수를 나타내었다. BUN 수준이 10 mg/dl 이하인 우군에서의 발정 지속 시간(13.00±5.39)과 10 mg/dl 이상인 우군의 발정 지속 시간(10.92±4.94)과의 관계에서는 유의적인 차이는 보이지 않았다. 본 연구에서 나타난 결과와 같이 외음부 냄새 맡기는 BUN 수준이 10 mg/dl 이상일 때 많은 반복수를 나타낸 반면, 턱비빔은 BUN 수준이 10 mg/dl 이하일 때 많은 반복수를 나타내었는데 이는 발정이 오지 않는 개체에서도 보이는 행동(Van Eerdenburg 등, 1996; Phillips와 Schofield, 1990)이기 때문에 BUN 수준과의 관계로 보기에는 적당하지 않다고 생각된다.

Table 2. Relationship between estrous expression rate and blood urea nitrogen (BUN) concentration

BUN (mg/dl)	Estrous inducement number of cows	Estrous expression number of cows	Estrous expression rate
10 >	23	12	52.1% (12/23)*
10 <	14	12	85.7% (12/14)

* Different superscripts in the same column are significantly different ($p<0.05$).

Table 4는 발정 유기된 초산우와 2산 이상우의 발정 발현율과 BUN 수준과의 관계를 나타내었다. BUN 수준과 발정 발현율에서는 초산우(10.63±3.16, 80.0%)와 2산 이상우(9.29±2.20, 70.6%)에서 유의적인 차이를 보이지 않았다. 본 연구 결과 초산우와 2산 이상우의 BUN 수준을 비교하였을 때 유의적인 차이를 보이지는 않았으나 BUN 수준은 초산우에서 약간 높게 나타났으며 발정 발현율 또한 다소 높게 나타났다. 초산우와 2산 이상우의 BUN 수준에 따른 발정 발현율에 관한 비교 연구는 보고되지 않았지만, 본 연구의 결과와 같이 2산 이상우보다 초산우에서 BUN 수준, 발정 발현율과 발정 지속 시간이 더 길다는 것은(Van Eerdenburg등 1996) 향후 초산우와 2산 이상우의 발정 발현 등의 번식생리와 영양적 요소의 관계에 대해 더욱 연구할 가치가 있을 것으로 생각된다.

본 연구에서는 BCS 수준이 낮아지면 발정 발현 등 발정 효율에 문제가 있는 것으로 나타났으며, BUN 수준에서도 낮은 값에서 발정 발현이 적다는 것이 유의적으로 나타났다. 발정 발현뿐 아니라, 모든 번식 효율이 개선되려면 BCS 수준이 낮아지지 않도록 사양 관리에 주의를 기울여야 할 것이며, 에너지 균형을 위한 적절한 영양 관리가 우선시 되어야 차후 번식 효율의 개선이 기대될 것이다.

적 요

본 연구는 번식 효율 증진을 위해 BCS, BUN과 발정 발현

Table 3. Comparison of estrous behavior patterns, duration of estrus and blood urea nitrogen (BUN) concentration

BUN (mg/dl)	Estrous behavior patterns				Duration of estrus (h)
	Sniffing	Chin resting	Mounting	Standing heat	
10 > (n=23)	17.09	15.36	17.42	12.22	13.00±5.39
10 < (n=14)	20.83	9.67	16.25	12.44	10.92±4.94

Table 4. Relationship between estrous expression rate and blood urea nitrogen (BUN) concentration of primiparous and multiparous cows induced estrous of postpartum 40~80 days

Item	Estrous inducement number of cows	Estrous expression number of cows	BUN concentration	Estrous expression rate
Primiparous	15	12	10.63±3.16	80.0% (12/15)
Multiparous	17	12	9.29±2.20	70.6% (12/17)

과의 관계를 조사하였으며, 공시된 홀스타인 젖소 51두 중 37두에서 배란 및 28두에서 발정 발현을 확인하였다. 발정 유기율에서 BCS 2.0~2.49와 2.5~3.0인 우군에서는 각각 78.9% 및 73.9%인 반면 2.0 미만인 우군에서는 55.6%로 유의적인($p<0.05$) 차이를 보였으며, 발정 발현율과 승가 허용율에서도 BCS 2.0~2.49인 우군에서 각각 73.3% 및 46.7%이고 BCS 2.5~3.0인 우군은 각각 88.2% 및 64.7%를 보인 반면 BCS 2.0 미만인 우군에서는 각각 40% 및 0%로 BCS 2.0 이상인 우군에 비해 유의적($p<0.05$)으로 낮게 나타났다. 발정 동기화 우군의 BUN과 발정 발현율과의 관계에서 BUN 수준이 10 mg/dl 이상인 우군에서 85.7%의 발정 발현율를 보인 반면 10 mg/dl 이하인 우군에서는 52.1%로 유의적으로($p<0.05$) 낮게 나타났다. 발정 행동별(외음부 냄새 맡기, 턱비빔, 승가 및 승가 허용) BUN 수준에 있어서는 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 발정 발현율과 BUN 수준은 초산우와 2산 이상우 사이에서 유의적인 차이를 보이지 않았다. 본 연구의 결과 BCS와 BUN 수준이 낮으면 발정 발현에 영향을 미치는 것을 알 수 있다. 발정 발현율이 점차 떨어지고 있는 현 시점에서 효율적인 영양관리가 뒷받침되어야 번식 효율이 향상될 것으로 생각된다.

참고문헌

At-Taras EE and Spahr SL. 2001. Detection and characterization of estrus in dairy cattle with an electronic heat mount detector and an electronic activity tag. J. Dairy Sci., 84: 792-798.

Austin EJ, Mihm M, Ryan MP, Williams DH and Roche JF. 1999. Effect of duration of dominance of the ovulatory follicle on onset of estrus and fertility in heifers. J. Anim. Sci., 77:2219-2226.

Beam SW and Butler WR. 1999. Effects of energy balance on follicular development and first ovulation in postpartum dairy cows. J. Reprod. Fertil., 54:411-424.

Butler WR and Smith RD. 1989. Interrelationships between energy balance and postpartum reproductive function in dairy cows. J. Dairy Sci., 72:767-783.

Butler WR, Calaman JJ and Beam AW. 1996. Plasma and milk urea nitrogen in relation to pregnancy rate in lactating dairy cattle. J. Anim. Sci., 74:858-865.

Canfield RW, Sniffen CJ and Butler WR. 1990. Effects of excess degradable protein on postpartum reproduction and energy balance in dairy cattle. J. Dairy Sci., 73:2342-2349.

Carroll DJ, Barten GW, Anderson GW and Smith RD. 1988. Influence of protein intake and feeding strategy on reproductive performance of dairy cows. J. Dairy Sci., 71:3470-3478.

De Vries MJ, Van Der Beek S, Kaal-Lansbergen LMTE, Ouweltjes W and Wilmink JBM. 1998. Modeling of energy balance in early lactation and the effect of energy deficits in early lactation on first detected estrus postpartum in dairy cows. J. Dairy Sci., 82:1927-1934.

Dransfield MBG, Nebel RL, Pearson RE and Warnick L. 1998. Timing of insemination for dairy cows identified in estrus by a radiotelemetric estrus detection system. J. Dairy Sci., 81:1874-1882.

Ferguson JD, Galligan DT, Blanchard T and Reeves N. 1993. Serum urea nitrogen and conception rate : The usefulness of test information. J. Dairy Sci., 76:3742-3746.

Lowman BG. 1985. Feeding in relation to suckler cow management and fertility. Vet. Rec., 117:80-85.

Lucy MC. 2001. Reproductive loss in high producing dairy cattle: Where will it end? J. Dairy Sci., 84:1277-1293.

Markusfeld O, Galon N and Ezra E. 1997. Body condition score, health, yield and fertility in dairy cows. Vet. Rec., 141:67-72.

Pankowski JW, Galton DM, Erb HN, Guard CL and Grohn YT. 1995. Use of prostaglandin $PGF_2\alpha$ as a postpartum reproductive management tool for lactating dairy cows. J. Dairy Sci., 78:1477-1478.

Park SB, Kim HS, Kim CK, Chung YC, Lee JW and Kim CH. 1997. Relation of conception rate and plasma urea nitrogen in dairy cattle. Korean J. Anim. Reprod., 21:185-189.

Pelssier CL. 1976. Dairy cattle breeding problems and their consequence. Theriogenology, 6:575-583.

Phillips CJC and Schofield SA. 1990. The effect of environment and stage of the oestrous cycle on the behaviour of dairy cows. Appl. Anim. Behav. Sci., 27:1-2.

Pursley JR, Mee MO and Wilbank MC. 1995. Synchronization of ovulation in dairy cows using $PGF_2\alpha$ and GnRH. Theriogenology, 44:915-923.

Roche JF, Mackey D and Diskin MD. 2000. Reproductive management of postpartum cows. Anim. Reprod. Sci., 60: 703-712.

Rounsaville TR, Oltenacu PA, Milligan RA and Foote RH. 1979. Effects of heat detection, conception rate and culling policy on reproductive performance in dairy herds. J. Dairy Sci., 62:1435-1442.

Senatore EM, Butler WR and Oltenacu PA. 1996. Relation-

ships between energy balance and post-partum ovarian activity and fertility in first lactation dairy cows. Anim. Sci., 62:17-23.

Trimberger GW. 1984. Breeding efficiency in dairy cattle from artificial insemination at various intervals before and after ovulation. Nebr. Agr. Exp. Sta. Res. Bul., 153:3-25.

Van Eerdenburg FJCM, Loeffler SH and Van Vliet JH. 1996. Detection of oestrus in dairy cows: a new approach to an old problem. Vet. Q., 18:52-54.

Wiltbank M, Lopes H, Sartori R, Sangsritavong S and Gumen A. 2006. Changes in reproductive physiology of lactating dairy cows due to elevated steroid metabolism. Theriogenology, 65:17-29.

Xu ZZ, McKnight DJ, Vishwanath R, Pitt CJ and Burton LJ. 1998. Estrus detection using radiotelemetory or visual observation and tail painting for dairy cows on pasture. J. Dairy Sci., 81:2890-2896.

(접수일: 2007. 2. 5 / 채택일: 2007. 3. 5)