

한우와 홀스타인 암송아지의 성장, 유선발달, 혈청 단백질과 혈청 중 Growth Hormone, Prolactin 및 Estradiol의 농도 비교

박강희 · 최광수 · 신원집 · 손삼규
전북대학교 축산학과

Comparisons of Growth, Mammary Development, Serum Proteins and Serum Concentrations of Estradiol, Growth Hormone and Prolactin between Korean Native and Holstein Heifers

Park, G. H., G. S. Choi, W. J. Shin and S. K. Shon
Department of Animal Science, Chonbuk National University

SUMMARY

Growth, mammary development, serum proteins and serum concentrations of growth hormone, prolactin and estradiol which affect the growth and mammary development, were investigated in Korean Native heifers and Holstein heifers from 5 months old to 15 months old. From 5 months old to 15 months old, body weights in Korean Native heifers averaged 37%, lower than those in Holstein heifers of the same age ($P < .01$). Teat volumes in Korean Native heifers are average 67% smaller than those in Holstein heifers. Analysis of serum proteins by secondary electrophoresis showed differences in protein pattern between the breeds and between the individuals. From 5 months old to 15 months old, serum concentration of growth hormone in Korean Native heifers was average 47% lower than that in Holstein ($P < .01$), yet prolactin concentrations in serum were about the same between the two breeds. However serum concentration of estradiol in Korean Native heifers was average 20% higher than that in Holstein of same age ($P < .01$). This result showed evidently that the decrease of the growth hormone concentration in serum, while growing up, causes to retard the growth and mammary development in Korean Native heifers compared to Holstein heifers.

Ⅰ. 서 론

여러가지 호르몬들이 가축의 성장과 유선 발달에 미치는 영향에 대하여 많은 연구가 보고되었다(우 등, 1994; Moran 등, 1991; Ford와 Klint, 1989; Grings 등, 1987; Sandle과 Peel, 1987; Akers, 1985; Vonderhaar 등, 1985; Houdebine, 1985; Sejrnsen

등, 1983; David 등, 1977; Preston, 1975). 예를 들면, Grings 등(1987)과 Sandles과 Peel(1987)은 외인성 growth hormone은 홀스타인 암송아지의 성장을 촉진시킨다고 보고하였으며, Sejrnsen 등(1983)은 growth hormone은 유선의 발달을 촉진시킨다고 보고하였다. Akers(1985), Vonderhaar 등(1985) 그리고 Houdebine(1985)은 prolactin이 유선 발달과 우유 생산에 직접적인 영향을 미친다고 보고하였다.

* 본 연구는 1993~1994년도 농촌진흥청에서 지원한 특정연구과제 연구사업비로 연구되었음.

이외에도, Preston(1975)과 David 등(1977)은 estradiol이 가축의 성장과 유선 발달에 직접적인 영향을 미치는 성장호르몬의 분비를 촉진시킨다고 보고하였고, Davis 등(1978)은 estradiol이 유선 발달 및 유 생산에 직접 관여하는 prolactin의 분비를 촉진시킨다고 보고하였으며, Ford와 Klint(1989)는 estradiol은 세포내 prolactin 수용체를 증가시킴으로서 성장 및 유선 발달에 영향을 미친다고 보고하였다. 이러한 보고를 증명하듯이 Moran 등(1991)은 홀스타인 암송아지에, 우 등(1994)은 한우 암송아지에 외인성 17- β -estradiol을 적용하여 성장과 유선 발달의 증가를 관찰하였다.

이와 같이 growth hormone, prolactin 및 estradiol이 가축의 성장 및 유선 발달에 직접적으로 미치는 영향이 막대하기 때문에 한우 암송아지의 성장 및 유선 발달을 증진시키기 위해서는 한우보다 성장율과 유선 발달이 높은 품종과 이러한 호르몬들의 혈중 농도를 비교 분석함으로써 한우의 성장율과 유선 발달이 낮은 원인을 구명할 수 있을 것이다. 따라서, 본 연구는 한우와 한우보다 성장율과 유선발달이 높은 것으로 사려되는 홀스타인 암송아지의 성장과 유선 발달 사항 및 이에 영향을 미치는 것으로 예상되는 혈청 단백질과 growth hormone, prolactin 및 estradiol의 혈중 농도를 비교 분석하여 한우와 홀스타인에 있어서 성장과 유선 발달의 차이에 대한 원인을 구명하여 한우 종빈우의 개량에 대한 기초 자료를 제공하고자 한다.

II. 재료 및 방법

1. 시험장소 및 공시동물

본 시험은 전북대학교 농과대학 축산학과 가축생리학 실험실에서 실시되었다. 공시동물로서 5개월령에서 15개월령 사이의 삼양축산 대관령목장의 홀스타인 암송아지($n=109$)와 국립축육원 남원지원의 한우 암송아지($n=93$)를 이용하였다.

2. 체중 및 유두용적의 측정

공시동물의 체중을 측정하여 기록하고, 유선 발달의 정도를 추정하기 위하여 Moran 등(1991)이 설명한 바와 같이 유두 발달의 정도를 조사하였다. 이를 위하여 유두 직경과 유두 길이를 측정, 기록하였으며, 유두

용적은 우 등(1994)이 설명한 방법에 의하여 계산하였다. 모든 측정은 다른 시간대에 측정함으로써 발생할 오차를 줄이기 위하여 오후 2시에서 5시 사이에 행하였다.

3. 채혈 및 혈청 분리

혈액은 오후 2시에서 5시 사이에 혈액채취용 진공주사기를 사용하여 경정맥에서 10ml 정도를 채혈하여 4°C에 24 시간 보관하여 응고시킨 후에 3,000rpm으로 5분간 원심분리하여 혈청을 분리하였다. 분리된 혈청은 100 μ g씩 분주하여 -20°C에 보관하였다가 분석하였다.

4. 전기영동에 의한 혈청단백질 분석

혈청 단백질을 Adams와 Gallagher(1991)가 설명한 O'Farrell System을 이용한 2차 전기영동에 의하여 분석하였다. 1차 전기영동은 300 μ g의 혈청단백질과 pH 2~11범위의 Ampholyte를 사용하였으며, 800V에서 16시간 실행한 후에 1,200V에서 2시간을 추가로 실행하였다. 2차 전기영동은 7.5~15%의 gradient SDS/polyacrylamide gel을 사용하여 20mA에서 6시간 실행하였다. Gel의 염색은 Sasse와 Gallagher(1991)가 설명한 Coomassie blue staining과 Silver staining 방법으로 실행되었다.

5. Radioimmunoassay에 의한 호르몬 분석

혈청 중 growth hormone, prolactin 및 17- β -estradiol의 농도 측정을 위한 Radioimmunoassay는 DPC(Dignostic Products Coporation)사의 Coat-A-Count kit를 이용하여 제조회사의 지침서에 설명된 방법에 의하여 실시하였으며 bovine growth hormone과 bovine prolactin standards는 Harbor-UCLA Research and Education Institute에서 구입하여 사용하였다.

6. 통계처리

시험 결과의 유의성 검정은 Students' t-test (Huntsbergerand Billingsley, 1981)에 의하여 분석하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

Table 1은 본 시험에서 공시된 한우 암송아지와 홀스타인 암송아지의 5개월령에서 15개월령까지의 성장율과 유선 발달 사항을 나타낸 것이다. 5개월령에서 15개월령까지의 한우 암송아지의 체중은 같은 나이의 홀스타인에 비하여 평균 37% 정도 낮은 것으로 나타났다($P < .001$). 또한, 5개월령 홀스타인의 평균 체중이 177kg으로 나타났으나, 한우 암송아지의 경우 10개월령에 같은 체중에 도달하는 것으로 나타났다. 따라서 이러한 결과는 한우 암송아지는 홀스타인에 비하여 성장이 늦을 뿐 아니라 만숙종이라는 사실을 명백하게 보여준다.

유선 발달 사항을 조사하는 방법으로서 초산 이전의 한우 암송아지나 12개월령 이하의 홀스타인 암송아지의 유방 크기를 측정하는 것은 불가능하기 때문에 Moran 등(1991)과 우 등(1994)이 설명한 바와 같이 본 연구에서도 유두의 크기를 유선조직의 발달을 평가하기 위한 모수로서 사용하였다. Table 1에 나타난 것과 같이 한우는 같은 나이의 홀스타인에 비하여 유두의 발달이 현저하게 떨어진다. 5개월령에서 15개월령까지 한우 암송아지의 유두 용적은 같은 나이의 홀스타인에 비하여 평균 67% 정도 유의적으로 작은 것으

로 나타났다($P < .001$). 또한, 5개월령 홀스타인 암송아지의 유두용적(2859mm³)에 도달하는 한우 암송아지의 나이는 12개월령인 것으로 나타났다.

각각의 품종에 있어서 유선의 발달은 Table 1에서 보여주는 것과 같이 일반적으로 품종에 상관없이 체중에 비례한다(상관계수 : $r=0.81$). 그러나, 5개월령에서 15개월령까지의 단위 체중당 유두 용적은 한우가 홀스타인에 비하여 평균 45% 유의적으로 작았다($P < .01$). 따라서, 이러한 결과는 한우 암송아지는 홀스타인에 비하여 유선 발달이 늦을 뿐 아니라 유선이 훨씬 덜 발달된다는 사실을 명백하게 나타낸다.

성장과 유선 발달에 있어서 현저한 차이를 보여주는 한우와 홀스타인 암송아지의 혈청 단백질상의 차이 또는 특성을 규명하기 위하여 혈청 단백질을 분석하였다. Fig. 1은 SDS-polyacrylamide gel electrophoresis에 의하여 혈청단백질을 분석한 결과를 나타낸다. Fig. 1에 나타난 것과 같이 전반적으로 품종, 또는 같은 품종이라 할지라도 개체에 따라서 혈청 단백질상의 차이가 나타난다. 이러한 결과는 품종에 따른 혈청 단백질상의 차이를 보고한 정 등(1993)과 유사하며, 개체간 혈청 단백질상의 차이를 보고한 신 등(1993)과도 유사하다. SDS-polyacrylamide gel electrophoresis의 경우 단백질이 분자량에 의해서만 분리되기 때문에 하나의 band에 분자량이 같은 여러 종류의 단백

Table 1. BW (body weights), TV (teat volumes) and TV/BW (teat volume to body weight ratios) of Korean Native and Holstein heifers from 5 months to 15 months of age

Age (Months)	BW (kg)		TV (mm ³)		TV/BW (mm ³ /kg)	
	KNH	HH	KNH	HH	KNH	HH
5	112 ± 18 ^a	177 ± 4 ^b	973 ± 355 ^a	2,859 ± 159 ^b	8 ± 1.7 ^a	16 ± 1.0 ^b
6	123 ± 8 ^a	179 ± 6 ^b	1,138 ± 59 ^a	3,029 ± 334 ^b	9 ± 0.9 ^a	17 ± 2.4 ^b
7	122 ± 6 ^a	230 ± 6 ^b	1,297 ± 193 ^a	5,758 ± 178 ^b	10 ± 1.3 ^a	25 ± 0.5 ^b
8	128 ± 4 ^a	242 ± 4 ^b	1,627 ± 197 ^a	6,589 ± 265 ^b	12 ± 1.1 ^a	27 ± 1.3 ^b
9	156 ± 8 ^a	264 ± 4 ^b	1,977 ± 170 ^a	6,473 ± 288 ^b	13 ± 1.1 ^a	25 ± 1.3 ^b
10	171 ± 7 ^a	276 ± 3 ^b	2,211 ± 250 ^a	5,422 ± 329 ^b	13 ± 1.3 ^a	20 ± 1.2 ^b
11	194 ± 10 ^a	294 ± 6 ^b	2,746 ± 252 ^a	6,200 ± 408 ^b	15 ± 1.2 ^a	21 ± 1.3 ^b
12	213 ± 9 ^a	299 ± 8 ^b	2,805 ± 166 ^a	8,400 ± 369 ^b	13 ± 0.9 ^a	28 ± 1.1 ^b
13	196 ± 7 ^a	333 ± 12 ^b	3,089 ± 263 ^a	9,061 ± 413 ^b	16 ± 1.1 ^a	28 ± 1.8 ^b
14	226 ± 5 ^a	356 ± 12 ^b	3,193 ± 184 ^a	9,844 ± 595 ^b	14 ± 0.8 ^a	28 ± 1.6 ^b
15	243 ± 5 ^a	341 ± 10 ^b	3,160 ± 169 ^a	8,769 ± 467 ^b	13 ± 0.7 ^a	26 ± 1.2 ^b

Values represent mean ± S.E.M.

^{ab} Values with different superscripts within a row of same trait represent significant difference.

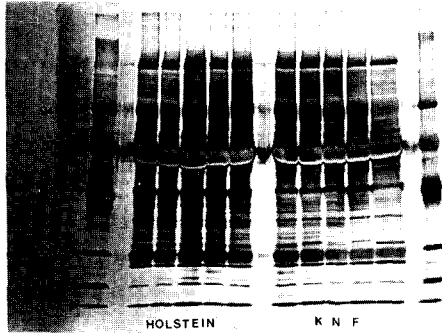


Fig. 1. Serum proteins seperated by SDS-polyacrylamide gel electrophoresis. Gel was stained by silver staining methods. S; Standard, KNF; Korean Nativer heifer.

질이 포함될 가능성이 많다. 따라서 수많은 단백질 집합체인 혈청을 단지 SDS-polyacrylamide gel electrophoresis에 전적으로 의존하여 분석하기에는 비효율적인 점이 많다. 이러한 혈청 단백질의 분석상의 문제점을 보완하기 위해서 등전점에 의하여 단백질을 1차 분리한 후에, 이것을 다시 분자량에 의하여 분리하는 2차 전기영동에 의하여 혈청단백질을 분석하였으며 그 결과를 Fig. 2에 제시하였다. Fig. 1에서 분자량 67K의 albumin 단백질군이 하나의 band로 보여지기 때

문에 품종간 또는 개체간의 차이를 볼 수가 없었지만, Fig. 2에서 나타난 것과 같이 2차 전기영동에 의하여 분자량 67K의 albumin 단백질 band는 하나의 단백질로 구성된 것이 아니라 수십종의 각각 다른 단백질들로 구성되어 되었으며 이러한 단백질들은 품종간 또는 개체간 차이를 보여준다는 것을 밝힐 수가 있었다. 또한 Fig. 2는 67K의 albumin band외에도 Fig. 1에 나타난 대부분의 band들이 하나의 단백질이 아닌 여러 종류의 단백질로 구성되어 있음을 보여준다. 이 이외에도 Fig. 2의 화살표는 품종별 특정단백질, 즉, 한우에서만 나타나고 홀스타인에서는 나타나지 않는 단백질(Fig. 6D, E, F), 홀스타인에서는 나타나지만 한우에서는 나타나지 않는 단백질을 표시한 것이다. 이러한 품종간 또는 개체간에 보여지는 혈청단백질 사이의 차이와 성장과 유선발달을 포함한 경제형질들과의 상관관계를 밝히기 위해서는 더욱 더 많은 연구와 노력이 필요할 것이다.

한우 암송아지가 홀스타인 암송아지에 비하여 성장과 유선발달이 떨어지는 원인을 이에 관련된 호르몬 수준에서 규명하기 위하여 혈청 중 growth hormone, prolactin 및 17-β-estradiol의 농도를 비교 분석하였으며 그 결과를 Table 2에 나타내었다. 5개월령에서 15개월령 사이의 전 기간 동안 한우 암송아지의 혈청 중 growth hormone 농도는 홀스타인에 비하여 낮았

Table 2. Serum concentrations of 17-β-estradiol, growth hormone and prolactin in Korean Native and Holstein heifers from 5 months to 15 months of age

Age (Months)	17-β-estradiol (pg)		Growth hormone (ng)		Prolactin (ng)	
	KNH	HH	KNH	HH	KNH	HH
5	35.9±0.84	38.5±1.00	1.4±0.31 ^a	3.1±0.39 ^b	4.1±0.50	4.7±0.49
6	48.2±1.21 ^a	41.3±2.13 ^b	1.6±0.29	2.7±0.37	6.2±0.53	4.9±0.40
7	46.5±3.65 ^a	36.5±3.59 ^b	1.9±0.53	3.1±0.44	5.0±0.51	6.2±0.30
8	46.5±3.49 ^a	38.2±2.56 ^b	1.1±0.21 ^a	3.9±0.65 ^b	4.7±1.00	4.2±0.44
9	50.0±1.66 ^a	35.2±4.04 ^b	2.0±0.14	2.6±0.22	4.6±0.68	4.1±0.75
10	47.6±2.30 ^a	37.6±1.97 ^b	1.6±0.21 ^a	3.2±0.41 ^b	5.6±0.71	4.4±1.00
11	45.9±0.75 ^a	37.5±2.30 ^b	1.5±0.14 ^a	3.7±0.44 ^b	5.9±1.14	4.2±0.36
12	45.7±1.98 ^a	38.9±1.97 ^b	2.2±0.32	3.2±0.45	3.5±0.67	3.1±0.50
13	46.8±1.54 ^a	37.5±2.41 ^b	2.3±0.39	3.4±0.39	4.7±0.76	4.3±0.55
14	44.3±1.68	44.1±2.08	1.5±0.27 ^a	3.0±0.58 ^b	4.1±0.25	4.3±0.42
15	50.9±1.56 ^a	37.8±3.26 ^b	2.3±0.49 ^a	4.1±0.23 ^b	4.3±0.66	4.6±0.84

Values represent mean±S.E.M.

^{ab}Values with different superscripts within a row of same trait represent significant difference.

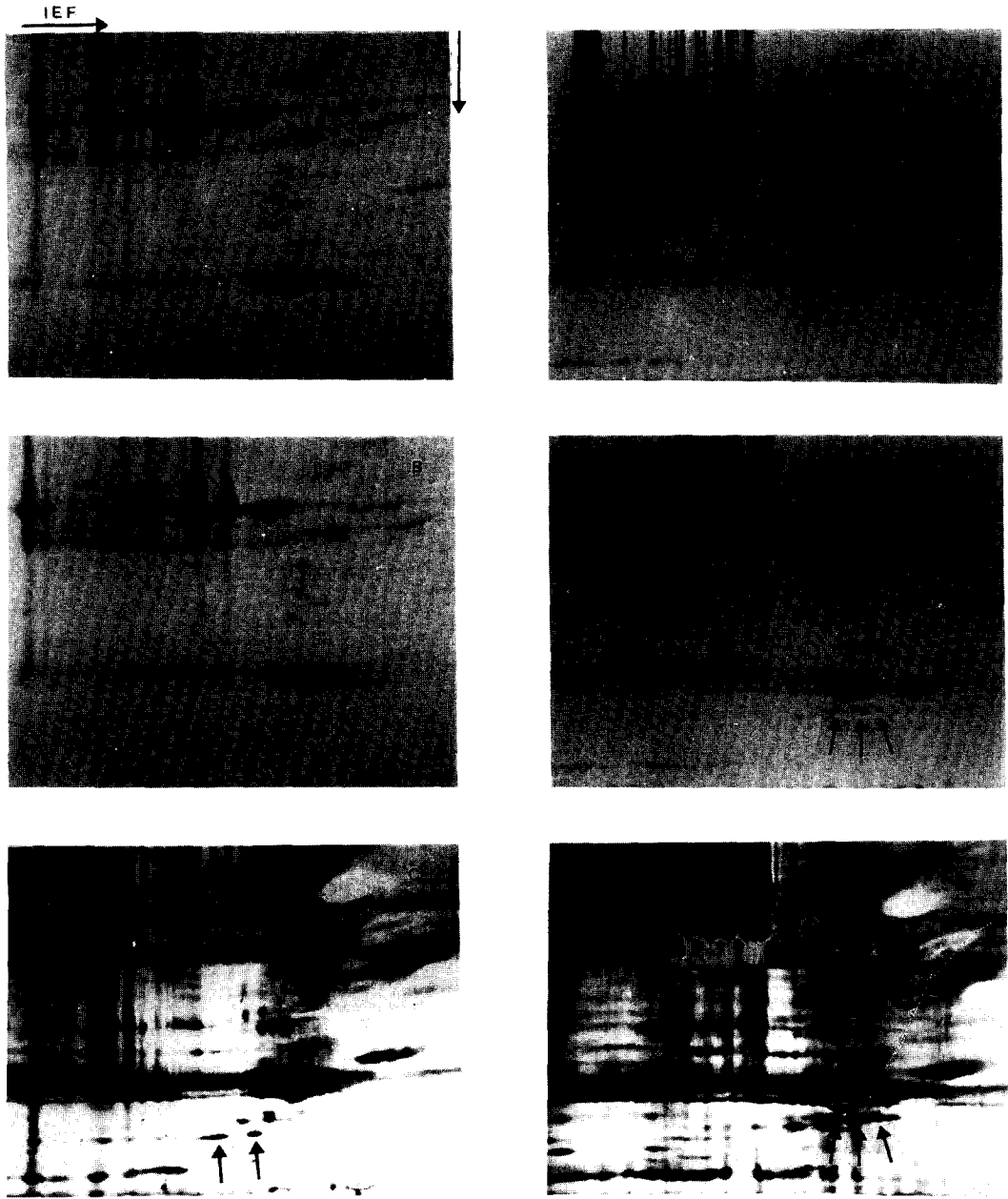


Fig. 2. Serum proteins of Holstein (A, B, C) and Korean Native heifers (D, E, F) separated by two dimensional electrophoresis. Gels were stained by coomassie blue (A, B, D, E) and silver staining (C, F) methods.

으며, 이 기간 동안 한우의 혈청 중 growth hormone 농도는 홀스타인에 비하여 평균 47% 유의적으로 낮았

다($P < .01$). 따라서 이러한 결과는 홀스타인에 비하여 한우 암송아지의 혈청 중 growth hormone 농도의

저하는 홀스타인에 비하여 성장과 유선발달이 떨어지는 원인중 하나가 된다는 것을 보여준다.

혈청 중 prolactin 농도는 6, 10, 11 개월령에서 한우가 홀스타인에 비하여 각각 평균 27, 27, 44% 높았고, 5 개월령과 7 개월령에서는 한우가 홀스타인에 비하여 각각 13%와 19% 낮았으나 유의성이 없었고, 5 개월에서 15개월령 전 기간 동안 두 품종간 혈청 중 prolactin 농도의 평균치는 거의 비슷하였다. 이러한 결과로 추론하여 볼 때 prolactin 농도 때문 한우가 홀스타인에 비하여 성장과 유선발달이 낮은 것은 아닌 것 같다.

5개월에서 15개월령 중에서 5개월령과 14개월령 이외의 전 기간 동안 한우의 혈청 중 17- β -estradiol 농도는 홀스타인에 비하여 훨씬 높았으며($P < .01$), 생후 5개월에서 15개월 전 기간 동안 한우의 혈청 중 17- β -estradiol 농도는 홀스타인에 비하여 평균 20% 높았다($P < .01$). 이러한 결과는 한우 암송아지가 홀스타인에 비하여 성장과 유선발달이 떨어지는 것은 17- β -estradiol 농도 저하 때문만이 아니라는 것을 명백하게 보여준다.

Preston(1975)과 David 등(1977)은 17- β -estradiol이 growth hormone의 분비를 촉진시킨다고 보고하였으며, Moran 등(1991)은 홀스타인 암송아지에서 우 등(1994)은 한우 암송아지에서 외인성 17- β -estradiol이 성장과 유선발달을 촉진시킨다고 보고하였다. 그러다면, 한우암송아지에 있어서 홀스타인에 비하여 17- β -estradiol의 농도는 높음에도 불구하고 growth hormone의 농도가 낮고 성장과 유선 발달이 낮은 원인에 대하여 밝혀진 것이 없지만 17- β -estradiol의 생리학적 작용 기전을 고찰하므로써 다음과 같은 가설이 성립될 수 있을 것이다. 17- β -estradiol은 steroid hormone으로서 growth hormone 분비를 촉진시킨다(Preston, 1975; Davis 등, 1977). Steroid 계통의 hormone은 세포 내부로 이송되어 세포 내부에 존재하는 수용체와 결합하여 hormone-수용체로 이루어진 복합체가 유전자와 결합함으로써 유전자 발현을 촉진시킨다(Vander 등, 1990; Lipsett, 1986; McDonald, 1980)는 관점에서 볼 때, 한우가 홀스타인에 비하여 혈청 중 17- β -estradiol 농도가 높음에도 불구하고 growth hormone의 농도가 낮은 원인은 세포내 17- β -estradiol 수용체의 수가 적다든가, 또는

growth hormone 유전자의 발현을 지배하는 조절부위(control sequence)가 다르기 때문일 것이다. 이러한 원인을 좀 더 명확하게 규명하기 위해서는 세포내 17- β -estradiol 수용체 또는 growth hormone 유전자 조절부위의 구조에 관하여 더욱 더 많은 연구가 필연적으로 수행되어야 할 것이다.

결론적으로 본 연구는 홀스타인에 비하여 성장기에 한우의 혈청 중 growth hormone 농도 저하는 한우 암송아지의 성장과 유선발달이 떨어지게 하는 하나의 원인이 된다는 것을 명백하게 보여준다. 그러나 한우에 있어서 홀스타인에 비하여 성장기에 혈청 중 growth hormone 농도 저하의 원인을 명확하게 규명하기 위해서는 한우와 홀스타인의 growth hormone 유전자 발현에 관한 비교 연구가 실행되어야 할 것이다.

IV. 적 요

성장과 유선 발달 및 이에 영향을 미치는 growth hormone, prolactin 및 estradiol의 혈청 중 농도가 5 개월령에서 15개월령까지의 한우와 홀스타인 암송아지에서 비교, 분석되었다. 5개월령에서 15개월령까지의 한우 암송아지의 체중은 같은 일령의 홀스타인에 비하여 평균 37% 정도 낮았으며($P < .01$), 유두 크기는 같은 일령의 홀스타인에 비하여 평균 67% 정도 작았다($P < .01$). 혈청 단백질은 품종뿐만 아니라 같은 품종이라 할지라도 개체에 따라서 차이가 나타났다. 생후 5개월에서 15개월 전 기간 동안 한우의 혈청중 growth hormone 농도는 평균 47% 낮았으며($P < .01$), 그리고 prolactin 농도의 평균치는 거의 비슷하였으나, 17- β -estradiol 농도는 홀스타인에 비하여 평균 20% 높았다($P < .01$). 이러한 결과는 홀스타인에 비하여 한우의 성장기에 혈청 중 growth hormone 농도 저하는 한우가 홀스타인에 비하여 성장과 유선 발달이 떨어지는 원인이 된다는 것을 명백하게 보여준다.

V. 인용문헌

1. Adams, L. D. and S. R. Gallagher. 1991. Two-dimensional gel electrophoresis using the O'Farrell system. In Coligan J. E., A.

- M. Kruisbeek, D. H. Margulies, E. M. Shevach and W. Strober (Ed.), *Current Protocols in Immunology*. NIH. USA. pp 8.5.1:8.5.14.
2. Akers, R. M. 1985. Lactogenic hormone: Binding sites, mammary growth, secretory cell differentiation, and milk biosynthesis in ruminants. *J. Dairy Sci.* 68:501-519.
 3. Davis, S. L., D. L. Ohlson, J. Klindt and M. S. Anfinson. 1977. Episodic growth hormone secretory patterns in sheep: Relationship to gonadal steroid hormones. *Amer. J. Physiol.* 233:E519-526.
 4. Davis, S. L., D. L. Ohlson, J. Klindt and M. S. Anfinson. 1978. Episodic patterns of prolactin and thyrotropin secretion in rams and wethers: Influence of testosterone and diethylstilbestrol. *J. Anim. Sci.* 46:1724-1729.
 5. Ford, J. J. and J. Klint. 1989. Sexual differentiation and the growth process. In *Campion, D. R., G. J. Hausman and R. J. Martin (Ed.). Animal Growth Regulation*. Plenum Press, New York. p. 317-336.
 6. Grings, E. E., D. M. De Avila and J. J. Reeves. 1987. Reproduction and growth in post-pubertal dairy heifers treated with recombinant somatotropin. *J. Anim. Sci.* 65 (Suppl. 1):248(Abstr.).
 7. Houdebine, L. M., J. Djiane, I. Dusan Ter-Fourt, P. Martel, P. A. Kelly, E. Devino and J. L. Servely. 1985. Hormonal action controlling mammary activity. *J. Dairy Sci.* 68:489-500.
 8. Huntsberger, D. V. and P. Billingsley. 1981. *Elements of Statistical Inference*. Allyn and Bacon Inc. Boston.
 9. Lipsett, M. B. 1986. Steroid hormones. In *Yen, S. S. C. and R. B. Jaffe (ed.), Reproductive Endocrinology*. W. B. Saunders Co. pp. 140-153.
 10. McDonald, L. E. 1980. *Veterinary Endocrinology and Reproduction*. Lea and Febiger. Philadelphia.
 11. Moran, C., J. F. Quirke, D. E. Prendiville, S. Bourke and J. F. Roche. 1991. The effect of 17- β -estradiol, trenbolone acetate, or zeranol on growth rate, mammary development, carcass traits, and plasma 17- β -estradiol concentrations of beef heifers. *J. Anim. Sci.* 69:4249-4254.
 12. Preston, R. L. 1975. Biological responses to estrogen additives in meat producing cattle and lambs. *J. Anim. Sci.* 41:1414-1430.
 13. Sandles, L. D. and C. J. Peel. 1987. Growth and carcass composition of pre-pubertal dairy heifers treated with bovine growth hormone. *Anim. Prod.* 44:21-27.
 14. Sasse, J. and S. R. Gallagher. 1991. Detection of proteins. In *Coligan J. E., A. M. Kruisbeek, D. H. Margulies, E. M. Shevach and W. Strober (Ed.), Current Protocols in Immunology*. NIH. USA. pp 8.9.1-8.9.8.
 15. Sejrnsen, K., J. T. Huber and H. A. Tucker. 1983. Influence of amount fed on hormone concentrations and their relationship to mammary growth in heifers. *J. Dairy Sci.* 66:845.
 16. Vander, A. J., J. H. Sherman and D. S. Luciano. *Human Physiology*. New York.
 17. Vonderhaar, B. K., A. Bhattacharya, T. Alhadi, D. S. Liscia, E. M. Andrew, J. K. Young, E. Ginsburg, M. Bhattacharjee and T. M. Horn. 1985. Production symposium: Prolactin effects on mammary epithelial cells: Isolation, characterization, and regulation of the prolactin receptor. *J. Dairy Sci.* 68:466-488.
 18. 우재석, 최광수, 박강희, 신원집, 최호성, 나승환, 신기준 임석기. 1994. 외인성 estrogen이 한우암 송아지의 성장과 유선 및 유방의 발달에 미치는 영향. *한국번식학회지*. 18:1-6.