

# 난황항체(IgY) 급여가 Holstein 송아지의 성장능력 및 면역관련 혈액 지표에 미치는 영향

정희승\* · 정근기\*\* · 장인석\*

진주산업대학교 동물생명과학과\*, 동물생명산업센터, 목산한우연구소(사)\*\*

## Effect of Immunoglobulin Y on Growth Performance and Blood Immunological Parameters in Holstein Calves

Hee Sung Jung\*, Keun Ki Jung\*\* and In Surk Jang\*

Dept. of Animal Science & Biotechnology, Jinju National University\*,  
Moksan Hanwoo Research Institute, Gyeongsan, Korea\*\*

### ABSTRACT

A total of fourteen, 1-wk-old male Holstein calves were allotted into two groups consisted of control (CON) and IGY which was orally administrated with immunoglobulin yolk (IgY) for 1wk. Calves in both groups were provided with milk replacer according to feeding program and had ad libitum access to timothy hay for the entire experimental period (7wks). At 0, 7 and 49 day of experiment, blood samples were collected from the jugular vein of calves to investigate blood biochemical profiles and the differential count (%) of white blood cell (WBC). We also monitored growth performance and colony forming unit (CFU) of fecal microbial population in calves. The administration of IgY in calves did not affect body weight and weight gain during 49 days feeding trial compared with control group. The CFU of *E. coli* and *Lactobacilli* in the feces of calves were not significantly affected by IgY treatment, whereas the score of the calf scours during day 43 to 49 in IgY group showed a significant ( $P<0.05$ ) solid type. There were no differences in plasma biochemical components including total protein, albumin, immunoglobulin and the other indicators. As for WBC differential count (%), there was no statistical difference in the percentages of neutrophil, lymphocyte, monocyte, eosinophil and basophil at 0, 7 and 49 days after the oral supplementation of IgY. In conclusion, the oral supplementation of IgY as an immunostimulant did not affect growth performance, fecal microbial population, blood biochemical profile and WBC differential count in Holstein calves.

(Key words : Calves, IgY, WBC differential count, CFU)

### I. 서 론

한육우 사양에서 어린 송아지의 성공적인 육성은 출하 체중 증가 및 건강하고 안전한 고급육 생산에 미치는 효과는 매우 크다. 특히 모축의 산유량과 이유체중, 생시체중과 이유체중, 이유체중과 출하체중 등은 상관관계가 매우 높아 출하체중을 높이기 위해서는 송아지의 포유 사양 관리가 무엇보다 중요하다(정 등, 2005). 포유기의 사양관리 실패는 면역저하와 질병발생으로 송아지 이유체중 및 출하체중이 감소되어 우리나라와 같은 집약적인 사양관리에서는 경영효율이 저하된다. 또한 오랜 기간 동안 포유시 모축과 지속적인 접촉으로 신생 송아지의 경우 설사와 같은 질병으로 폐사율이 증가되어 다두사육 농가에서 많

은 피해가 발생된다(김 등, 1990). 따라서 육우에서 조기 이유 후 인공포유를 실시하면 송아지의 전염병 발생률이 저하되어 폐사율이 감소하고 송아지 성장발육이 균일화되어 경영효율이 극대화된다(정 등, 2005). 송아지 설사는 경구를 통한 병원균 및 오염물질, 수송스트레스, 과민성 대장 등과 같은 직·간접적인 요인으로 발병시 영양소와 수분은 위장관에서 충분히 흡수되지 않고 면역력을 저하시켜 질병을 초래하므로 사육농가에서는 축산경영에 큰 타격을 받는다(백, 1990).

송아지 질병을 예방하고 건강한 송아지를 육성하기 위해 면역글로블린(IgG)이 함유된 초유를 생후 24시간 이내 급여하는 것이 가장 좋은 방법임이 널리 알려져 있다. 따라서 2~5일령 송아지 혈액내 적어도 10 mg/ml 이상의 IgG

Corresponding author : In Surk Jang, Dept. Animal Science & Biotechnology, Jinju National University, Jinju, Korea. Tel: 055-751-3236, E-mail: isjang@jinju.ac.kr

수준을 유지하여만 면역력을 가지므로 초유 급여는 중요한 질병예방 방법이다 (Arthington 등, 2000). 그러나 일정 기간이 경과하면 (11~28일령) 초유로부터 이행된 혈중 IgG 농도가 감소하여 면역력이 저하되어 질병 발생률이 가장 많이 나타나므로 초유의 효력이 감소하고 장내 세균총의 발달과 면역글로불린 수준이 떨어진 이 기간의 송아지의 질병관리가 매우 중요하다 (內藤善久 등, 1993). 따라서 어린 송아지의 수동면역을 인위적으로 유지 및 증강을 위해 냉동 보관된 초유, 주사용 IgG 용액, 건조 초유, 난황항체 (IgY) 등이 다양하게 개발되어 사용되고 있다. IgY는 수동면역의 효과를 상승시킬 목적으로 설사 유발 대장균이나 바이러스에 대한 특이항체 (IgY)로서 송아지의 소화기장관 내에서 병원균에 직접적으로 중화반응에 관여하고 일부는 흡수되어 면역을 증강시킨다 (Girard 등, 2006). IgY가 송아지 설사예방과 치료를 위해 사용될 수 있는지 조사하기 위하여 Osame 등 (1991)은 초유에 함유된 IgY 분말을 로타 바이러스에 감염되어 심한 설사를 하는 Holstein 송아지에게 급여한 결과 치료효과를 관찰할 수는 없었지만 분만 후 즉시 급여 시에 송아지의 설사를 예방효과가 있다고 보고하였다. 그러나 Erthard 등 (1997)은 송아지에서 생후 25~48시간 이후 위장관 소화효소의 발달로 경구 투여한 혈장 면역글로불린은 혈액내로 충분히 흡수되지 않았다고 하였다. 이와 같이 송아지에서 IgY 등과 같은 면역활성제는 투여시기, 투여량, 종류, 스트레스정도 등에 따라 반응이 다양하므로 현장에서 많은 연구가 필요한 실정이다.

따라서 본 시험은 농장에서 조기이유에 따른 송아지 질병예방을 위해 면역활성제 투여와 사양관리 방법의 개선 등을 통해 가장 바람직한 방법을 모색하기 위하여 초유급여를 마친 갓 태어난 홀스타인 숫 송아지에게 난황항체 (IgY)를 포유기 1주일 동안 투여하여 성장, 혈액 생화학 성분 및 면역학적 지표 등을 조사하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 공시동물 및 시험설계

본 시험은 3일 동안 초유를 급여한 생후 1주령 Holstein 수컷 14두 (평균체중, 47.9±1.57 kg) 송아지를 공시동물로 사용하였다. 사양시험은 대용유를 급여하는 포유중인 송아지를 대조구 (Con)와 대조구와 동일한 포유조건하에서 난황항체를 투여한 IgY구 (immunoglobulin Y) 등 모두 2개 구로 나누어 완전임의 배치하여 총 49일 동안 실시하였다. 본 시험에 사용한 IgY는 닭에 소 로타·코로나 바이러스, 대장균 및 살모넬라를 투여하여 생산한 난황항체로서 국내에서 개발된 제품이다. 본 제품은 업체에서 제공한 자

료에 의하면 로타바이러스, 코로나바이러스, 대장균 및 살모넬라에 대한 역가는 모두 640 이상을 나타내었으며, 영양학적 성분으로는 IgY를 함유한 난황 15%, 초유 1% 및 미량의 올리고당으로 구성되어 있다. 송아지에게 투여한 양은 정량 (10 g)을 1일 1회 간격으로 시험개시 후 7일 동안 경구 급여하였다.

### 2. 사양관리

송아지 방 (W120 cm × L245 cm × H130 cm) 및 운동장 (120 cm × 140 cm) 등과 같은 포육시설을 수세 후 소석회를 사용하여 소독하고 건조하여 20 cm 정도로 깔짚을 깔아 송아지가 편안하게 휴식할 수 있게 준비하였다. 구입 송아지의 외부 감염을 방지하기 위하여 우체를 소독하고 수송 스트레스로 인한 면역 및 소화 흡수 기능이 떨어질 수 있음을 감안하여 도착한 후 물과 티머시 건초만을 주어 1일 정도 적응기간을 두었다. 사료적용 기간 중에는 조사료를 급여하고 인공유 사료 (프로비, 미국)는 대용유와 함께 Table 1에 제시한 급여프로그램에 따라 정량 급여하였다. 인공유는 2일째부터 100 g을 기준으로 급여하고 사료조에 침과 같은 물기가 있으면 깨끗이 제거한 후 송아지가 먹다 남긴 사료도 제거하여 위생에 특별히 주의하였다. 대용유 급여시간은 하루 2회로 (오전 8:00, 오후 5:00) 일정하게 급여하고 대용유를 급여하는 시점에서 송아지 체온보다 조금 높은 40~41°C가 되도록 더운물을 사용하여 온도를 조절하였다. 포유 후 바로 음수를 급여하면 대용유로 착각하여 다량 섭취하여 설사를 유발하기 쉬우므로 음수는 인공유의 급여 증가에 따라 음수량을 증가시켜 주고 대용유 급여 후 30분 후에 급여하였다. 조사료는 티머시 건초로서 약 10 cm 정도 절단하여 섭취량을 관찰하면서 일정량 매일 자유 채식시켰으며 점차적으로 양을 증가시켜 반추위 발달을 촉진시켰다. 물과 미네랄 블록은 시험기간 자유 채식시키고 하루에 1회 이상 솔로서 몸체를 마사지하였다. 체중은 도입 후, 사양 시험 개시 직후 및 매주 일정한 시각에 정기적으로 시험 종료시 (49일령)까지 측정하였다.

### 3. 분석항목 및 방법

#### (1) 시료 채취

사양시험 개시 직전 (투여 전, 0일), 1주일 동안 IgY 투여 후 (7일) 및 시험종료시 (49일) 등 모두 3차례 송아지의 경정맥을 통하여 각 시험 군당 7두씩 모두 14두에서 채혈을 실시하였다. 채혈 후 15 ml씩 채취한 후 sodium heparin 이 함유된 진공 시험관에 넣어 4°C 냉장고 보관한 후 백혈구 감별계수를 분석하였다. 혈액 생화학 성분 및 IgG

Table 1. Feeding program of milk replacer and calf starter in Holstein calves

Item	Milk replacer	Milk replacer in water	Number of feedings/day	Calf starter	Timothy hay
d 0 <sup>1)</sup>	120g	2.0L	1		
d 2	240g	4.0L	2	100g	
d 3 to 7	300g	4.0L	2	150g	
d 8 to 14	400g	4.0L	2	350g	
d 15 to 21	500g	4.0L	2	650g	<i>ad libitum</i>
d 22 to 27	500g	4.0L	2	800g	
d 28 to 35	500g	4.0L	2	1,000g	
d 35 to 42	500g	3.0L	2	1,200g	
d 43 to 49	500g	2.0L	2	1,400g	

<sup>1)</sup> All days are calculated after starting experiment.

분석을 위한 혈청은 전혈을 3,000 rpm에서 20분간 원심 분리하여  $-70^{\circ}\text{C}$ 에 냉동 보관한 후 시험분석에 이용하였다. 분변내 대장균 및 유산균 총균수를 조사하기 위하여 시험 개시 후 7일째 각 군에서 모두 14두의 분변을 채취하여 분석시까지  $-70^{\circ}\text{C}$ 에 보관하였다.

## (2) 분석 방법

### 1) 혈액학적 검사

혈액내 AST (aspartate aminotransferase), ALT (alanine aminotransferase), total protein, creatinine, BUN (blood urea nitrogen), glucose 분석은 자동 혈액분석기 (Hitachi 747, Japan)를 사용하여 분석하였다. 백혈구 differential count는 자동 혈구분석기 (Hemavet 500, Dasct.)를 이용하여 실시하였다. 분석내용은 백혈구수 (WBC), 호중구 (Neutrophil), 림프구 (Lymphocyte), 단핵구 (Monocyte), 호염기구 (Eosinophil), 호산성구 (Basophil) 등의 상대적 비율(%)을 측정하였다.

### 2) 분의 상태관찰 및 미생물 총균수(CFU) 조사

분의 상태는 시험기간 동안 매일 오전 8시부터 오후 6시까지 2시간 간격으로 1일 총 6회 분과 항문의 상태를 관찰하여 기록하였다. 평가점수는 육안으로 보아 정상 상태 (1), 약간 무른 정도 (2), 적절한 액상상태 (3), 매우 액상 (4)으로 구분하여 성적을 기록하였다. 미생물 균총 조사는 시험개시 후 1주일째 분변을 채취하여 조사하였는바, 시험 방법은 채취한 분변을  $\text{H}_2\text{O}$ 로서 10배씩 연속적으로 희석 (ten-fold serial dilution method)하여 분변 1g중에 함유된 균총의 수를 colony forming unit (CFU)로서 측정하였다. 선택한 배지 및 배양조건으로서 대장균 (*E. coli*)은 Mac-Conkey agar (Difco, USA)를 사용하여 호기성 배양기에서  $37^{\circ}\text{C}$ 에서 24시간 배양한 후 형성되는 균락수를 계산하였다. 유산균 (*Lactobacilli*) 총균수는 MRS agar (Difco, USA)를 이용하여 같은 저장조건하에서 48시간 배양한 후 CFU를 계산하여  $\log_{10}$ 으로 전환하였다.

### 3) 혈액 IgG 분석

혈액 면역글로블린 (IgG) 분석은 KOMA Biotechnology (Seoul, Korea)에서 개발된 ELISA 면역항체 분석법을 이용하였다. 1차 항체로서 sheep anti-bovine albumin, 2차 항체는 sheep anti-bovine albumin HRP conjugate를 사용하였다. 분석방법으로, 먼저 면역항체 코팅 96-well plate에 PBS buffer를 넣어 세척한 후 300 ul 세척용액으로 3회 각 well에 넣어 세척하였다. 100 ul 표준용액 또는 혈액샘플을 각 well에 2반복으로 넣고 실온에서 2시간 저장한다. 이어서 4회 정도 세척액으로 세척하고 액체를 완전히 제거한 뒤 100 ul의 희석된 항체를 각 well에 넣고 실온에서 2시간 저장하였다. 다시 앞의 방법처럼 4회 정도 세척하고 100 ul pink-one TMB 발색제를 각 well에 넣었다. 발색반응의 안정화를 위해 15분간 저장한 후 100 ul 발색반응중지 용액을 첨가하여 ELISA (450 nm)로서 OD값을 측정하였다.

## 3. 통계처리

면역항체 IgY 투여에 따른 체중, 증체, 각종 혈액 생화학 성분, IgG, 백혈구감별계수(%), 분변내 미생물 CFU값 등의 모든 결과는 SAS program (SAS, 1996)을 이용한 t-test 방법에 따라 95% 수준에서 유의성 검정을 실시하였다.

## III. 결 과

### 1. 송아지에서 IgY 급여에 따른 사양성적

대용유를 포유중인 Holstein 송아지에서 사양시험 개시 직전 (0일), 1주일 동안 IgY 투여 후 (7일) 및 시험종료 (49일)에 측정된 체중은 Table 3에서 나타낸 바와 같다. 시험 결과를 살펴보면, 시험개시 체중 ( $47.6 \pm 1.59$  kg 대  $48.1 \pm 1.55$  kg), 1주일 동안 IgY 투여 후 체중 ( $48.7 \pm 1.84$  kg 대  $48.8 \pm 1.26$  kg) 및 시험종료에 측정된 체중 ( $74.6 \pm 3.13$  kg 대  $73.1 \pm 1.42$  kg)은 대조구 (Con) 및 시험구 (IgY) 구간에

Table 2. Chemical composition of diets used for the experiment

Composition	Diets		
	Milk replacer <sup>1)</sup>	Calf starter	Timothy hay
	%, as fed basis		
Crude protein	22.0	17.5	8.6
Crude fat	17.5	2.9	1.9
Crude fiber	0.2	9.9	32.0
Crude ash	8.5	5.1	7.4
NFE	—	24.2	39.6
Ca	0.67	0.62	0.26
P	0.7	0.41	0.24

<sup>1)</sup> Contained 1.6% lysine, 50,000 IU/kg vitamin A, 4,000 IU/kg, vitamin D3/kg and 100 IU vitamin E.

Table 3. Effect of oral administration of IgY on growth performance in Holstein calves

Item	Con	IgY	P value
BW at d 0 <sup>1)</sup>	47.6 ± 1.59	48.1 ± 1.55	0.82
BW at d 7	48.7 ± 1.84	48.8 ± 1.26	0.98
BW at d 49	74.6 ± 3.13	73.1 ± 1.42	0.69
Gain for d 1 to 7	1.2 ± 0.80	0.7 ± 0.57	0.65
Gain for d 8 to 49	25.8 ± 2.31	24.3 ± 1.19	0.58
Total gain d 1 to 49	27.0 ± 2.24	25.0 ± 1.55	0.49
ADG for d 1 to 7	0.17 ± 0.11	0.10 ± 0.08	0.67
ADG for d 8 to 49	0.61 ± 0.06	0.58 ± 0.03	0.59
ADG for d 1 to 49	0.55 ± 0.05	0.51 ± 0.03	0.48

Mean ± SE(n=7).

<sup>1)</sup> Days (d 0, 7 and 49) are calculated after starting experiment.

유의적 차이 없이 (P>0.05) 모두 비슷한 결과를 나타냈다. 또한 증체율에서도 시험개시 7일 후 및 49일에 나타난 결과 역시 두 군에서 모두 비슷한 수준을 보여 본 시험에서 포유 송아지에게 IgY 투여는 송아지의 체중 및 증체에 유의적 영향을 미치지 않는 것으로 관찰되었다. 특히 시험 개시 후 1주일 동안은 도입 송아지가 극심한 스트레스를 받는 시기로서 대조구와 시험구 모두 증체율이 매우 낮은 것으로 나타났다.

## 2. 송아지 분변 상태 및 미생물 균총 변화

송아지의 분변상태를 매일 관찰하여 그 성적을 일주일 간격으로 계산한 결과는 Table 4에서 나타낸 바와 같다. 본 시험 결과에서 1주에서 6주까지 송아지의 분변 상태는 IgY 투여에 따른 특이적 차이를 관찰할 수 없었으나, 마지막 7주째에서 대조구에 비해 IgY 투여구에서 분변 상태가 유의하게 (P<0.05) 고형 상태로서 배설되는 것으로 나타났다.

분변에 존재하는 대장균 (*E. coli*) 및 유산균 (*lactobacili*)

Table 4. Effect of oral administration of IgY on scours score in the feces of Holstein calves<sup>1)</sup>

Item	Con	IgY	P values
d 1 to 7 <sup>2)</sup>	1.96 ± 0.20	1.98 ± 0.21	0.95
d 8 to 14	1.86 ± 0.19	1.80 ± 0.14	0.80
d 15 to 21	1.71 ± 0.19	1.86 ± 0.29	0.69
d 22 to 28	1.47 ± 0.07	1.57 ± 0.15	0.56
d 29 to 35	1.76 ± 0.14	1.69 ± 0.19	0.80
d 36 to 42	1.53 ± 0.16	1.29 ± 0.14	0.27
d 43 to 49	1.71 ± 0.08	1.39 ± 0.09*	0.01

Mean ± SE (n=7).

<sup>1)</sup> 1: soild(normal fecal), 2: slightly lower solid, 3: moderately liquid, 4: severely liquid.

\* indicates significantly different between two groups at P<0.05.

<sup>2)</sup> All days are calculated after starting experiment.

의 총균수 (CFU)를 조사한 결과는 Table 5에서 나타낸 바와 같다. 포유 송아지에게 IgY를 투여한 (IgY 구) 결과, 대조구와 비교시 분변내 대장균 및 유산균 총수에서는 유의적인 변화 없이 모두 비슷한 결과를 보였다.

Table 5. Effect of oral administration of IgY on the CFU (colony forming units) of *E. coli* and lactobacilli in the feces of Holstein calves

Item	Con	IgY	P value
	CFU(log/g)		
<i>E. coli</i>	5.27 ± 0.42	5.32 ± 0.45	0.93
Lactobacilli	6.81 ± 0.36	6.90 ± 0.48	0.89

Mean ± SE (n=7).

### 3. IgY 투여에 따른 혈액중 생화학 성분

IgY 투여에 따른 송아지 혈액의 AST, ALT, BUN, 총 단백질, albumin, glucose와 creatinine 등과 같은 생화학 성분 및 면역글로블린 (IgG)을 조사한 결과는 Table 6에서 나타난 바와 같다. 포유 송아지에서 IgY를 투여한 결과, 대조구와 비교시 IgY 투여 직전 (0일), 투여종료 후 (7일) 및 시험종료시 (49일)에 채혈한 혈액 성분중 유의적 차이

가 나타난 성분은 없는 것으로 관찰되었다. 오히려 IgY 투여 후 7일째 및 시험종료시 (49 d) 혈액에서 총 단백질 및 albumin 함량은 통계적인 차이 없이 IgY 투여구에서 대조구보다 다소 낮게 나타나는 경향을 보였다. 일반적으로 혈액내 IgG 농도가 높을수록 혈장단백질 함량이 증가하는 것으로 알려져 있다. 간세포 손상의 지표인 AST와 ALT와 같은 효소는 송아지 일령이 증가할수록 증가되는 경향을 보였다. 그 외 알부민, glucose 및 creatinine 등과 같은 생화학 성분 역시 IgY 투여 및 송아지 일령에 따른 차이가 나타나지 않았다. 또한 본 시험에서 혈중 IgG 농도도 IgY 투여에 따른 개선의 효과가 나타나지 않는 것으로 보아 송아지에게 IgY 투여는 직접적인 IgG 증가를 유발하지 않았다. 채혈한 연령별로 보면, 시험개시 후 7일령에 10 mg/ml 이하도 가장 낮은 IgG 수준을 보였으나, 시험개시 후 0일 및 49일째에서는 모든 구에서 10 mg/ml 이상의 수준을 보여 양호한 혈중 IgG 수준을 유지하는 것으로 나타났다.

Table 6. Effect of oral administration of IgY on the blood biochemical profiles and the level of immunoglobulin(IgG) in Holstein calves

	Item	Con	IgY	P value
d 0 <sup>1)</sup>	AST* (IU/μℓ)	59.7 ± 9.07	53.7 ± 1.92	0.53
	ALT** (IU/μℓ)	11.7 ± 3.00	11.6 ± 1.67	0.97
	BUN*** (mg/dℓ)	9.84 ± 1.88	12.40 ± 1.20	0.27
	Total protein (g/dℓ)	6.53 ± 0.37	5.94 ± 0.22	0.20
	Albumin (g/dℓ)	2.73 ± 0.21	2.57 ± 0.13	0.54
	Glucose (mg/dℓ)	112.0 ± 8.92	100.0 ± 8.43	0.36
	Creatinine (mg/dℓ)	1.21 ± 0.08	1.31 ± 0.09	0.45
	IgG(mg/ml)	11.16 ± 0.13	11.71 ± 0.18	0.30
d 7	AST* (IU/μℓ)	64.4 ± 7.82	71.9 ± 5.56	0.45
	ALT** (IU/μℓ)	12.0 ± 2.41	13.9 ± 1.92	0.56
	BUN*** (mg/dℓ)	9.31 ± 0.69	11.00 ± 1.22	0.24
	Total protein (g/dℓ)	5.94 ± 0.32	5.36 ± 0.19	0.14
	Albumin (g/dℓ)	2.53 ± 0.10	2.37 ± 0.11	0.30
	Glucose (mg/dℓ)	97.1 ± 10.39	86.1 ± 10.58	0.47
	Creatinine (mg/dℓ)	1.37 ± 0.09	1.39 ± 0.09	0.91
	IgG(mg/ml)	8.85 ± 0.36	8.64 ± 0.39	0.69
d 49	AST* (K/μℓ)	73.7 ± 7.43	72.9 ± 8.79	0.94
	ALT** (IU/μℓ)	19.1 ± 2.72	19.7 ± 2.51	0.88
	BUN*** (mg/dℓ)	9.13 ± 1.06	9.50 ± 1.07	0.81
	Total protein (g/dℓ)	6.19 ± 0.47	5.97 ± 0.42	0.74
	Albumin (g/dℓ)	3.03 ± 0.21	3.10 ± 0.20	0.85
	Glucose (mg/dℓ)	91.7 ± 12.62	99.3 ± 10.51	0.65
	Creatinine (mg/dℓ)	1.13 ± 0.08	1.24 ± 0.72	0.32
	IgG(mg/ml)	10.7 ± 0.24	10.1 ± 0.19	0.50

Mean ± SE (n=7).

\* AST(aspartate aminotransferase), \*\* ALT(alanine aminotransferase) and \*\*\* BUN (blood urea nitrogen).

<sup>1)</sup> Days(d 0, 7 and 49) are calculated after starting experiment.

4. 혈액내 혈구 구성 및 백혈구 감열계수에 미치는 영향

IgY 투여에 따른 송아지 혈액의 백혈구 조성의 감별계수(%)를 조사한 결과는 Table 7에서 제시한바와 같다. 포유 송아지에서 IgY를 투여한 결과, 투여하지 않은 대조구의 백혈구 감열계수와 뚜렷한 차이가 나타나지 않았다. IgY 투여 전(0일), 1주일 투여 후(7일) 및 시험종료(49일)의 혈액에서 호중구, 림프구, 단핵구, 호산성구 및 호염기구 모두 정상적인 백혈구 감별 계수의 수치를 나타내고 있어 IgY 투여가 송아지의 백혈구 면역반응에 특이적인 영향을 미치지 않는 것으로 관찰되었다.

Table 7. Effect of oral administration of IgY on white blood cell differential count(%) in blood of Holstein calves

Item	Con		IgY		P value
Differential count %					
d 0 <sup>1)</sup>					
Neutrophil	37.4 ± 5.78		34.1 ± 2.74		0.61
Lymphocyte	53.9 ± 5.38		56.0 ± 3.15		0.75
Monocyte	4.17 ± 0.64		4.94 ± 0.92		0.50
Eosinophil	1.50 ± 0.12		1.51 ± 0.27		0.96
Basophil	1.89 ± 0.30		1.80 ± 0.22		0.81
d 7					
Neutrophil	34.1 ± 3.97		42.3 ± 8.16		0.38
Lymphocyte	55.5 ± 4.16		47.1 ± 7.47		0.35
Monocyte	4.50 ± 0.34		5.02 ± 0.84		0.57
Eosinophil	1.73 ± 0.11		1.67 ± 0.37		0.89
Basophil	2.94	0.22	2.54	0.45	0.44
d 49					
Neutrophil	34.9	6.27	30.2 ± 5.18		0.57
Lymphocyte	53.9	6.22	58.9	5.12	0.54
Monocyte	4.60 ± 0.56		5.00 ± 0.43		0.58
Eosinophil	4.01 ± 2.14		3.51 ± 1.51		0.85
Basophil	2.23	0.33	2.76	0.60	0.45

Mean ± SE (n=7).

<sup>1)</sup> Days(d 0, 7 and 49) are calculated after starting experiment.

IV. 고 찰

최근 송아지에게 직접적인 면역작용을 증강하는 성분으로 면역글로블린(IgG), 난황항체(IgY) 등과 같은 면역항체와 간접적으로 면역을 증강시키는 비타민 A와 E, β-글루

칸 등과 같은 물질 등이 주목을 받고 있다(Baron 등, 2005; 서, 2006). 이들 물질은 장내 유해미생물에 대한 저항력 증강, 체 조직 면역세포 증식 등에 따라 생체의 면역작용에 유익하도록 변화시킨다. 일반적으로 송아지는 생후 24시간이내 IgG가 다량 함유된 초유를 섭취하므로 질병 발생률이 낮지만 IgG 혈중 농도가 저하되는 11~28일령 사이에 송아지가 자체의 면역력을 갖지 못하므로 설사 등과 같은 질병 발생률이 가장 많다. 따라서 초유의 효력이 감소하고 장내 정상 세균총의 미발달과 면역글로블린이 떨어진 11~28일령의 송아지에서 질병관리는 매우 중요하다(內藤善久 등, 1993). 송아지의 체내에는 건강할 때에도 소화기관 등에 대장균을 비롯한 병원성이 약한 미생물이 상존하고 숙주의 환경 또는 스트레스 등으로 면역력이 저하되면 신속하게 병원성이 유발되어 질병이 나타난다(Kim 등, 1990).

본 시험은 송아지에게 3일 동안 초유급여 후 IgY를 1주일 동안 투여하여 사양성적, 혈액 면역관련 지표 및 장내 미생물 균총에 대하여 조사하였다. 49일간 송아지 사양성적을 조사한 결과 대조구 및 시험구(IgY) 간에 유의차 없이 모두 비슷한 증체율을 보였다. 혈액 IgG 수준을 조사한 결과에서도 IgY 처리에 따른 뚜렷한 변화를 관찰할 수 없었으며 분변내 대장균 및 유산균 총균수 역시 유의적인 변화를 관찰할 수 없었다. 송아지 혈액의 백혈구 감별계수(%)를 조사한 결과 호중구, 림프구, 단핵구, 호염기구 등의 상대적 % 역시 IgY를 투여한 송아지에서 뚜렷한 변화가 나타나지 않았다. 그러나 시험후기에 분변의 상태가 시험구에서 유의적으로 고형상태로 배설되는 일부 긍정적인 효과도 관찰되었다.

혈액 병리학적 진단은 동일한 품종에서도 연령, 환경, 사양관리, 생리적 변화, 영양, 수송 등과 같은 여러 조건에 따라 상당한 차이가 있다(양 등, 2004). 혈액내 백혈구 총수도 바이러스에 기인된 질병에서 감소하는 등 질병의 발생과도 밀접한 관계가 있지만, 총백혈구 수에 대한 각 백혈구의 분포율(감별계수, %)이 질병의 판단에 중요한 수단이다(Brown 등, 1991). 소에서 바이러스성 설사 발생 시 호중구와 림프구의 숫자가 감소되고 이들의 기능이 감소된다(Brown 등, 1991). 수송 스트레스가 발생되면 백혈구 및 적혈구 수가 급격히 증가된다고 하였다(Hoelein와 Marsh, 1957).

Logan 등(1977)이 송아지에게 IgG가 함유된 초유를 급여하고 대장균을 감염시켜 건강상태를 관찰 한 경우 설사가 나타나지 않고 폐사하지 않았으나, 대장균을 감염시킨 상태에서 초유를 급여한 결과 약 75%의 폐사율이 나타났다. 또한 Ikemori 등(1992)이 신생 송아지에게 IgY를 투여한 결과 장관내 colibacillosis로부터 송아지의 질병을 방지할 수 있음을 보고하였다. Girard 등(2006)은 인위적으로

대장균을 감염시킨 다음 IgY를 돼지에게 경구 투여시 소장점막에서 대장균의 부착이 현저히 감소하여 난황항체가 자돈 설사예방 치료에 사용될 수 있음을 보고하였다. 이와 같이 여러 연구에서 IgY를 투여할 경우 장내 대장균 등에 의해 유발되는 질병의 예방이 가능한 것으로 보고되고 있다(Kim 등, 1998; Oh와 Han, 1996; Yokoyama 등, 1992).

그러나 본 연구에서는 송아지에게 IgY 투여 후 유의적인 혈액 면역학적 지표의 변화를 관찰할 수 없었는데 이는 다음과 같은 여러 가지 복합적인 요인에 의해 기인된다고 추론할 수 있다. 먼저 이미 초유를 충분히 섭취하여 적정 수준의 IgG가 송아지 체내에서 충분한 면역 작용을 발휘하여 부가적인 IgY의 효과가 미미한 것으로 해석이 가능하다. 본 시험결과 송아지 입식시 혈액내 IgG 함량을 조사한 결과 대조구 및 시험구 모두 10 mg/ml 이상의 IgG가 혈중에 존재하였다. 출생 후 24-48시간 사이에 혈액내 IgG 수준이 10 mg/ml 이상일 경우 출생 후 1개월 동안 여러 가지 질병에 쉽게 감염되지 않는다(Arthington 등, 2000).

또한 출생 후 48시간 이내 초유를 충분히 섭취한 송아지에서 7일 이후에 IgY를 급여한 본 시험의 경우 외부 면역항체가 소화관 통과시 소화 효소에 의해 분해되어 소화관에서 유해균과 중화반응 및 흡수율이 현저히 감소되었을 경우를 추론할 수 있다. Quigley 등(1998)의 연구 결과에 의하면, 송아지에서 생후 48-72시간 이후 위장관 소화효소의 발달이 상당히 이루어져 급여한 IgG 단백질이 분해되어 혈액내로 많은 양 충분히 흡수되지 않았다고 하였다. Erhard 등(1997)이 26두의 신생 송아지에서 IgY를 생후 12시간 이내에 투여하였을 경우 혈액내 1.9ug/ml의 IgY 농도를 유지하였으나, 생후 25-48시간 이후에 투여하였을 경우 IgY의 혈중농도는 0.035 ug/ml로 급격히 감소되었다고 보고하였다. IgG가 송아지의 면역작용에 미치는 영향이 널리 알려지면서 생후 24시간 이내 인공적으로 수동면역을 증가시키기 위하여 냉동 및 건조 초유(Garry 등, 1996; Godden 등, 2003), IgG 용액(Quigley와 Wellborn, 1996), 난황 IgY(Osame 등, 1991) 등이 다양하게 개발되어 적용되고 있으나 이러한 대체 면역물질은 모두 유래 초유와 비교시 흡수율이 현저히 감소되어 면역증강 효과가 불충분한 것으로 알려져 있다(Arthington 등, 2000).

또 다른 이유는 사양관리의 문제이다. 송아지에게 초유를 정확하게 급여하고 위생적인 환경에서 적절한 사양관리를 실시하면 대부분의 질병 발생을 예방할 수 있다. Menge 등(1998)에 의하면 출생시 송아지에서는 혈액 면역세포의 식작용이 비활성화되어 있지만, 곧 백혈구 등이 활성화되어 어느 정도의 식작용이 보장되어 면역방어 작용이 형성된다고 하였다. 따라서 본 시험에서는 초유를

섭취한 대조구 및 시험구의 모든 송아지가 송아지 방에서 위생적인 환경에서 사양되어 미생물의 오염이 적고 충분한 초유급여로 면역력이 증강되어 IgY 투여로 인한 유익적 효과가 없었던 것으로 해석된다. 그러나 면역 촉진제의 작용기전은 다양하고 투여방법, 투여량 및 시기, 스트레스 정도 등에 따라 반응이 상이하므로 우수한 면역 증강 효과를 가지는 물질 개발 및 효과적인 이용방법 등에 대한 지속적인 연구가 요구된다.

결론적으로 송아지에서 질병 예방은 복합적인 양상을 띠고 있기 때문에 완벽한 대책을 기대하기는 어렵지만 무엇보다도 중요한 것은 초유를 급여하고 내·외부 환경을 위생적으로 조절하여 예방을 철저히 하는 것이 면역항체 투여에 따른 효과보다도 중요시 되는 것으로 사료된다.

## V. 요약

본 연구는 초유 급여를 마친 갓 태어난 Holstein 송아지 14두를 대조구(Con) 및 시험구(IgY)로 나누어 49일 동안 대용유를 급여하면서 난황항체(IgY)를 1주일 동안 투여하여 사양성적, 분변 상태 및 미생물 균총, 혈액내 생화학적 성분 및 면역관련 지표인 백혈구 성상을 조사하여 가장 바람직한 송아지 포유 및 육성 방법을 조사하였다. 시험결과로서 포유 송아지에게 IgY 투여시 체중 및 증체는 대조구(Con) 및 시험구(IgY)간에 유의적 차이 없이 모두 비슷한 성적을 보였다. 송아지 분변의 대장균(*E. coli*) 및 유산균 총균수를 조사한 결과 IgY 투여에 따른 대장균 및 유산균 수의 차이가 나타나지 않았으나, 분의 상태는 시험구에서 7주째 유의적으로( $P<0.05$ ) 고형상태로 배설되었다. 송아지 혈액의 백혈구 감별계수(%)를 조사한 호중구, 림프구, 단핵구, 호염기구 등의 상대적 %는 모든 구에서 정상적인 백혈구 감별 계수를 보여 IgY 투여에 따른 면역 반응에는 차이가 없는 것으로 관찰되었다. 또한 혈액내 존재하는 총 단백질, albumin 및 IgG 등에서도 대조구 및 시험구 모두 비슷한 수준을 나타내었다. 결론적으로 포유 송아지에서 1주 동안 IgY 투여는 증체, 면역작용 및 분변 미생물의 균총에는 특이적 영향이 없는 것으로 사료되어, 송아지에게 생후 24시간 이내 초유를 정확하게 급여하고 사양관리에 충실 할 경우 송아지의 포유 및 육성은 성공적으로 이루어 질 수 있을 것으로 사료된다.

## VI. 사 사

본 연구는 지식경제부와 한국산업기술평가원(ITEP)의 지원하에서 설립된 진주산업대학교 동물생명산업센터 및 본 대학 기성회 연구(2009) 지원하에 수행되었습니다.

## VII. 인 용 문 헌

1. Arthington, J. D., Cattell, M. B., Quigley, J. D., McCoy, G. C. and Hurlay, W. L. 2000. Passive IgG transfer in newborn calves fed colostrum or spray-dried serum protein alone or as a supplement to colostrum of varying quality. *J. Dairy Sci.* 83(12):2834-2838.
2. Baron, J. M., Heise, R., Blaner, W. S., Neis, M., Jousen, S., Dreuw, A., Marquardt, Y., Saurat, J. H., Merk, H. F., Bickers, D. R. and Jugert, F. K. 2005. Retinoic acid and its 4-oxo metabolites are functionally active in human skin cells in vitro. *J. Invest. Dermatol.* 125(1):143-153.
3. Brown, G. B., Bolin, S. R., Frank, D. E. and Roth, J. A. 1991. Defective function of leukocytes from cattle persistently infected with bovine viral diarrhoea virus, and the influence of recombinant cytokines. *Am. J. Vet. Res.* 52:381.
4. Erhard, M. H., Gobel, E., Lewan, B., Losch, U. and Stangassinger, M. 1997. Systemic availability of bovine IgG and chicken IgY after feeding colostrum and whole egg powder to newborn calves. *Arch. Tierernahr.* 50:369-380.
5. Garry, F. B., Adams, R., Cattell, M. B. and Dinsmore, R. P. 1996. Comparison of passive IgG transfer to dairy calves fed colostrum or commercially available colostrum-supplement products. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 208(1):107-110
6. Girard, F., Batisson, I., Martinez, G., Breton, C., Harel, J. and Fairbrother, J. M. 2006. Use of virulence factor-specific egg yolk-derived IgGs as a promising alternative to antibiotics for prevention of attaching and effacing *E. coli* infections. *FEMS Immunol. Med. Microbiol.* 46(3):340-350.
7. Godden, S. M., Smith, S., Feirtag, J. M., Green, L. R., Wells, S. J. and Fetrow, J. P. 2003. Effect of on-farm commercial batch pasteurization of colostrum on colostrum and serum IgG concentrations in dairy calves. *J. Dairy Sci.* 86(4):1503-1512.
8. Hoerlein, A. and Marsh, C. L. 1957. Studies on the epizootiology of shipping fever in calves. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 131:123.
9. Ikemori, Y., Kuroki, M., Peralta, R. C., Yokoyama, H. and Kodama, Y. 1992. Protection of neonatal calves against fatal enteric colibacillosis by administration of chicken egg yolk powder from hens immunized with K99-piliated enterotoxigenic *E. coli*. *Am. J. Vet. Res.* 53:2005-2008.
10. Kim, D., Lyoo, Y. S., Lyoo H. S. and Yoon C. K. 1990. Etiology and clinical aspects of diarrhoea of Korean native calves during the suckling periods. *Kor. J. Vet. Res.* 30(2): 255-260.
11. Kim, J. M., Woo, S. R., Kwon, C. H., Kim, J. Y. and Huh, W. 1998. Development of preventive method for enterotoxigenic colibacillosis using egg yolk antibodies against colibacillosis of piglets. *Korean J. Vet. Res.* 34:837-842.
12. Logan, E. F., Pearson, G. R. and McNully, M. S. 1977. Studies on the immunity of the calf to colibacillosis-VII: The experimental reproduction of enteric colibacillosis in colostrum-fed calves. *Veterinary Record.* 101:443-446.
13. Menge, C., Neufeld, B., Hirt, W., Schmeer, N., Bauerfeind, R., Baljer, G. and Wieler, L. H. 1998. Compensation of preliminary blood phagocyte immaturity in the newborn calf. *Vet Immunol. Immunopathol.* 62(4):309-321.
14. Oh, T. H. and Han, H. R. 1996. Protective effect of chicken egg yolk antibody in colostrums-deprived neonatal puppies. *Korean J. Vet. Res.* 36: 903-913.
15. Osame, S., Ichijie, S., Ohata, C., Watanabe, W. and Goto, H. 1991. Efficacy of colostrum immunoglobulins for therapeutic and preventive treatments of calf diarrhoea. *J. Vet. Med. Sci.* 53(1):87-91.
16. Quigley, J. D. III Fike D. L., Egerton, M. N., Drewry, J. J. and Arthington, J. D. 1998. Effects of a colostrum replacement product derived from serum on immunoglobulin G absorption by calves. *J. Dairy Sci.* 81(7):1936-1939.
17. Quigley, J. D. III and Welborn, M. G. 1996. Influence of injectable immunoglobulin on serum immunoglobulin concentrations in dairy calves. *J. Dairy Sci.* 79(11):2032-2037.
18. SAS. 1996. User's Guide: Statistics Version 6.12 Edition. SAS inst, Inc., Cary., NC.
19. Yokoyama, H., Paralta, R. C., Diaz, R., Sendo, S., Ikemori, Y. and Kodama, Y. 1992. Passive protective effect of chicken egg yolk immunoglobulins against experimental enterotoxigenic *E. coli* infection in neonatal piglets. *Infect. Immuno.* 60: 998-1007.
20. 김 두, 유영수, 유한상, 윤충근. 1990. 한우송아지의 포유기간 중의 설사발생에 관한 연구. *Korean J. Vet. Res.*, 30(2): 250-260.
21. 백순용. 1990. 백순용의 소 질병관리. 종합출판문화사.
22. 정근기, 강수원, 김경훈, 김내수, 서국현, 성환우, 송만강, 오영균, 원유석, 윤종택, 이문연, 최창분. 2005. 한우. 전국한우연구회. 대원문화인쇄. 서울.
23. 서정원. 2006. 건강한 송아지와 설사송아지에서 혈중 retinol 과  $\alpha$ -tocopherol의 비교. 제주대학교 대학원. 석사논문.
24. 양일석, 강창원, 김상근, 김주현, 김태완, 나승열, 박수현, 박전홍, 윤영원, 이국경, 이상목, 이만휘, 이장현, 한호재. 2004. 수의생리학. 광일문화사. 서울
25. 内藤善久, 김덕환, 신형태. 1993. 가축설사의 진단: 송아지 설사에 대하여. *Kor. J. Vet. Clin. Med.* 1-7.

(접수일자 : 2009. 7. 16. / 수정일자 : 2009. 8. 10. / 채택일자 : 2009. 8. 16.)