

Recombinant Porcine Somatotropin 함유 Yeast Culture의 사료 내 첨가가 육계의 생산성에 미치는 영향

고영민 · 김동욱 · 김관응 · 신승철 · 유선종 · 안병기 · 강창원[†]

전국대학교 축산대학 동물자원연구센터

Effects of Dietary Yeast Culture Containing Recombinant Porcine Somatotropin on Growth Performances in Broiler Chickens

Y. M. Ko, D. W. Kim, K. E. Kim, S. C. Shin, S. J. You, B. K. Ahn and C. W. Kang[†]

Animal Resources Research Center, Konkuk University, 1 Hwayang-Dong, Gwangjin-Gu, Seoul 143-701, South Korea

ABSTRACT This study was conducted to investigate the effects of dietary yeast culture containing rPST on growth performances and the characteristics of body compositions in broiler chickens. A total of 460 Ross male broiler chicks aged 2-day-old were fed one of five experimental diets; Control (devoid of all), T1 (with 0.1% antibiotics; chlorotetracycline), T2 (with 0.1% rPST-yeast culture), T3 (with 0.2% rPST-yeast culture) or T4 (with 0.2% SC yeast culture) for 6 weeks. Feed consumption and body weights were measured weekly. At week 5 of the experiment, 10 chicks were randomly selected and sacrificed. The relative weights of each organ and the chemical composition of edible meat were measured. The enzyme activity, total cholesterol, Ca and P were also determined. Tibial weight, bone strength and chemical composition were investigated. There were no significant differences in feed intake and feed conversion ratios among the treatments throughout the experimental period. Body weight gains tended to be increased by feeding of diets containing rPST-yeast culture. The relative weight of breast muscle in T3 group was significantly higher than that of the control ($P < 0.05$). The moisture contents of breast meat in groups fed diets containing rPST-yeast culture or SC yeast culture were significantly increased as compared with those of the control and T1. However, the contents of crude protein and ether extract were not affected by feeding of rPST-yeast culture. There were no significant differences in GOT, total cholesterol, Ca and P. The relative weight and strength and proximal composition of the tibia were also not affected by dietary treatments. These results indicated that dietary rPST-yeast culture may be a valuable alternative for optimizing growth performances, particularly for improving the yield of breast muscle.

(Key Words : rPST, yeast culture, growth performances, breast muscle, broilers)

서 론

Yeast culture는 아미노산 조성이 우수하고(Waldroup and Hazen, 1979), 가금에서도 아미노산 소화율이 98% 이상으로 매우 높으며(Allen, 1991), 비타민 및 광물질 조성 역시 뛰어난 특징이 있다(Burns and Baker, 1976), 또한 yeast로부터 생산된 뉴클레오타이드, 아미노산, 성장촉진인자 및 효소 등은 가축의 기호성, 생산성 및 소화능력을 개선시키는 것으로 알려져 있다(Peppler, 1982). 근래에 와서 생효모 배양물(live

yeast culture)은 각종 소화효소를 분비하여 발효를 촉진시키는 물론 조섬유 소화율을 향상시키고 성장에 필요한 영양소를 공급함으로써 소화기내 미생물을 안정화 시켜 대사성 질병을 예방하는 등의 효과가 있는 것으로 보고되었다(Mc-Cullough, 1986; Onifade and Babatunde, 1996).

육계사료 내 yeast culture를 첨가 급여했던 선행 연구에서는 대부분 증체율과 사료요구율이 개선되는 긍정적인 효과가 관찰되었다(Bradley et al., 1994; Chapple, 1981). 신형태 등(1994)은 yeast culture에 의한 단백질 절약효과를 시험한 연

[†] To whom correspondence should be addressed : kkucwkang@kkucc.konkuk.ac.kr

구에서 저단백질 시험사료(CP, 20.6%) 내에 yeast culture와 항생제를 각각 0.2% 수준으로 첨가했을 때 고단백질 대조구(CP, 22.9%)와 비교하여 일당 증체량과 사료효율에서 유의한 차이가 없었으며, 항생제를 충분히 대체하는 효과를 관찰하였다. 또한 Onifade and Babatunde(1996)는 palm kernel meal 위주의 조섬유 함량이 높은 시험사료에 yeast culture를 다양한 수준으로 첨가하여 급여했을 때 증체량과 사료효율이 개선되었다고 보고하였다.

최근에 유전자 재조합 기술의 발달에 의해 각 가축의 성장호르몬(somatotropin, ST)을 저비용으로 대량 생산할 수 있게 되었으며, 이를 가축에 이용한 연구 결과들이 보고되었다. ST는 glucose와 아미노산의 이용을 감소시키기 위하여 지방산의 이용을 증가시키는 물론 세포막을 통한 아미노산의 수송을 촉진하고 RNA의 양을 증가시켜 단백질의 합성을 자극하며 뼈와 연골조직을 성장시키는 등 신체의 성장에 관여하는 주된 호르몬이다(Rogol, 1989). 소의 성장 호르몬(bovine somatotropin, bST)은 섭취한 영양소의 이용 효율을 증가시키고(Broome, 1980), 체내의 영양소를 효율적으로 재분배함으로써 성장 패턴과 산육 생리를 변화시킨다(Turner, 1995). 성장호르몬에 의한 영양소 재분배 효과는 간에 존재하는 성장호르몬 수용체(growth hormone receptor, GHR)의 up-regulation을 통한 외인성 성장호르몬의 이용 촉진에 의한 것으로(Hancock and Preston, 1990), 궁극적으로 체성장이 촉진되고(Mears, 1995), 생산성이 향상된다(Sauerwein et al., 1991). 이러한 성장률의 개선 효과는 체 성장의 1차적인 조정 역할을 하는 insulin-like growth factor(IGF-1)의 생성을 증가시키는 결과와 관련이 있는 것으로 알려져 있다(Etherton et al., 1987).

돼지의 porcine somatotropin(pST) 역시 경제적으로 대량 생산됨으로서 기존의 성장촉진제를 대체할 가능성이 새롭게 대두되고 있다. 돼지를 공시하여 수행된 연구에서 pST를 사료 내 첨가 급여하거나 주사 처리했을 때 일당 증체량의 증가(Klindt et al., 1995), 사료효율의 개선(Hansen et al., 1994) 효과가 나타났다. 또한 도체 근육이 약 15% 증가하였고(Evock-Clover et al., 1992), 도체 지방은 약 20~25% 정도 감소함으로써(Thiel et al., 1993), 돼지에서 도체 품질에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 보고되었다.

유전자 재조합 호르몬(recombinant growth hormone, rGH)을 닭에게 급여하여 생산성을 조사한 연구는 거의 없었으나, Chen et al.(2000)은 rGH를 함유한 yeast culture를 다양한 수

준으로 첨가하여 장기간 급여한 연구에서 rGH-yeast culture 0.1% 첨가구에서 가장 좋은 성장 성적이 얻어졌다고 보고하였다. 그러나 조류에서는 chicken growth hormone(cGH)을 장기간 투여했을 때 체지방이 축적되고 간에 존재하는 GHR의 발현이 감소하는 등 다른 가축에서의 반응과는 상이한 결과가 나타날 수 있다(Cogburn et al., 1989). 본 연구는 국내에서 제조된 pST 함유 yeast culture를 육계사료 내에 다양한 수준으로 첨가 급여했을 때 성장성적에 미치는 영향을 조사하기 위한 목적으로 수행하였다. 동시에 pST의 독립적인 영향을 구별하기 위해 pST를 함유하지 않은 yeast culture 처리구와 비교하였다.

재료 및 방법

1. Yeast culture 및 rPST-yeast culture 시료

본 실험에서 사용한 yeast culture는 *Saccharomyces cerevisiae*(SC)를 사용하였으며, SC yeast culture에 기술적으로 재조합하여 pST를 함유시킨 rPST-yeast culture 제품¹을 제공받아 실험에 이용하였다.

2. 실험사료

실험 2일령~18일령까지는 전기(Phase I)로, 19일령~43일령까지는 후기(Phase II)로 하여 NRC 요구량(1994)에 근거하여 실험사료를 배합하였다. 항생제, rPST-yeast culture 및 yeast culture가 첨가되지 않은 대조구(Control) 사료와 대조구 사료에 항생제(chlorotetracycline)만을 0.1% 수준으로 첨가한 실험구(T1), rPST-yeast culture를 각각 0.1% 및 0.2% 수준으로 첨가한 실험구(T2 및 T3) 및 yeast culture만을 0.2% 수준으로 첨가한 실험구(T4)를 두었다. 본 연구에 사용된 실험사료의 조성을 Table 1과 2에 나타내었다.

3. 실험동물 및 사양관리

본 실험에서는 Ross 육용종 수평아리를 공시하였다. 2일령에 개체별로 체중을 측정하여 20수씩 대조구(Control)와 T1은 4반복으로, 그리고 T2, T3, T4 실험구들은 5반복으로 모두 5개 처리구에 총 460수를 선발하여 반복구별로 체중의 분포가 동일하도록 완전임의 배치하여 42일간 사양실험을 실시하였다. 공시병아리들은 23개의 floor pen(가로×세로×높이:200×120×80 cm)에서 20수씩 동일한 숫자로 사육하였

¹ LG생명과학, 대전광역시 유성구 문지동 104-1 LG생명과학 기술연구원.

Table 1. Calculated analysis (Phase I)

Ingredients	Control	T1 ¹	T2 ¹	T3 ¹	T4 ¹
Ground yellow corn	46.36	46.26	46.26	46.16	46.16
Wheat	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
Soybean meal	24.96	24.96	24.96	24.96	24.96
Corn gluten meal	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
Fish meal	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Animal fat	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
Tricalcium phosphate	1.86	1.86	1.86	1.86	1.86
Limestone	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
Salt	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24
Liq. Choline (50%)	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
Liq. Lysine-HCl	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62
Liq. DL-Methionine	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22
Threonine	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Antibiotics	-	0.10	-	-	-
rPST-Yeast culture	-	-	0.10	0.20	-
Yeast culture	-	-	-	-	0.20
Anticoccidials	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Mineral mix ²	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
Vitamin mix ³	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Calculated analysis of basal diet					
Crude protein, %			19.50		
TMEn, kcal/kg			2,794		
Ca, %			1.00		
Avail. P, %			0.64		
Lysine, %			1.13		
Met + Cys, %			0.84		

¹ T1, Control+chlorotetracycline 0.1%; T2, Control+ rPST- yeast culture 0.1%; T3, Control+rPST-yeast culture 0.2%; T4, Control+yeast culture 0.2%.

² Mineral mixture provided the following nutrients per kg of diet: Fe, 50 mg; Zn, 50 mg; Mn, 70 mg; Cu, 7 mg; I, 0.75 mg; Co, 0.40 mg; Se, 0.17 mg.

³ Vitamin mixture provided the following nutrients per kg of diet: vitamin A, 13,000 IU; vitamin D₃, 5,000 IU; vitamin E, 50.0 mg; vitamin K₃, 3.0 mg; vitamin B₂, 6.0 mg; vitamin B₁₂, 0.01 mg; niacin, 55.0 mg; pantothenic acid, 20.0 mg; folic acid, 1.5 mg; biotin, 0.1 mg.

다. 사료 급이기 및 급수기의 숫자는 pen별로 1개씩 동일하게 배치하였다. 사료와 물은 자유채식 및 음수시켰으며, 전 사양실험 기간동안 24시간 종일점등을 실시하였다. 기타 사양관리는 관행적인 방법에 준하여 실시하였다.

Table 2. Calculated analysis (Phase II)

Ingredients	Control	T1 ¹	T2 ¹	T3 ¹	T4 ¹
Ground yellow corn	47.31	47.21	47.21	47.11	47.11
Wheat	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
Soybean meal	23.98	23.95	23.95	23.95	23.95
Corn gluten meal	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
Fish meal	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
Animal fat	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50
Tricalcium phosphate	1.90	1.90	1.90	1.90	1.90
Limestone	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Salt	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
Liq. Choline(50%)	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
Liq. Lysine-HCl	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
Liq. DL-Methionine	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
Antibiotics	-	0.10	-	-	-
rPST-Yeast culture	-	-	0.10	0.20	-
Yeast culture	-	-	-	-	0.20
Anticoccidials	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Mineral mix ²	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
Vitamin mix ³	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Calculated analysis of basal diet					
Crude protein, %				18.49	
TMEn, kcal/kg				3,027	
Ca, %				1.10	
Avail. P, %				0.64	
Lysine, %				0.96	
Met + Cys, %				0.73	

¹ T1, Control+chlorotetracycline 0.1%; T2, Control+rPST-yeast culture 0.1%; T3, Control+rPST-yeast culture 0.2%; T4, Control+yeast culture 0.2%.

² Mineral mixture provided the following nutrients per kg of diet: Fe, 50 mg; Zn, 50 mg; Mn, 70 mg; Cu, 7 mg; I, 0.75 mg; Co, 0.40 mg; Se, 0.17 mg.

³ Vitamin mixture provided the following nutrients per kg of diet: vitamin A, 13,000IU; vitamin D₃, 5,000IU; vitamin E, 50.0mg; vitamin K₃, 3.0 mg; vitamin B₂, 6.0mg; vitamin B₁₂, 0.01mg; niacin, 55.0 mg; pantothenic acid, 20.0 mg; folic acid, 1.5 mg; biotin, 0.1 mg.

4. 조사항목

1) 증체량, 사료섭취량 및 사료 요구율
2일령부터 18일령까지를 Phase I로 하였으며, 19일령부터 36일령까지를 Phase II로 나누어 5주간 사료를 급여하였다.

사료섭취량은 매주 총 급여량에서 잔량을 제외하여 측정하였고, 증체량은 매주 종료 시 체중과 개시체중을 계산하여 산출하였다.

2) 간, 비장, 복강지방 및 가슴근육의 중량

실험 5주째에 생체중 측정치의 평균에 해당하는 개체를 처리구 별로 10수씩 선발하여 도살한 후 간, 비장, 복강지방 및 가슴근육을 채취하였으며, 채취한 조직들은 생체중 100 g당 상대적 중량으로 환산 표기하였다.

3) 가식성 근육 내 일반성분 조성

채취한 가슴근육은 표면을 닦은 후 즉시 냉장하였으며, 이후 일반성분 분석 전까지 -20°C 에서 냉동 보존하였다. 가슴근육 내 수분, 조단백질 및 조지방 함량은 AOAC 방법(1995)에 의해 분석하였다.

4) 간 기능 관련 효소의 활성

실험 5주차 종료 시에 각 처리구에서 유사한 체중을 지닌 개체를 각각 10수씩 선발하여 혈액을 채취한 후 원심분리(1,500 rpm \times 15 min)하여 혈청을 분리하였으며, GOT-GPT kit (BCS GOT-GPT 측정용 kit²)를 사용한 비색방법으로 혈청 내의 glutamic-oxaloacetic transaminase(GOT) 및 glutamic-pyruvic transaminase(GPT) 함량을 측정하였다.

5) 혈청 총 콜레스테롤 및 Ca과 P의 함량

얻어진 혈청 중 일부는 콜레스테롤 농도의 측정을 위한 시료로 이용하였다. 진단용 콜레스테롤 kit(콜레스테롤 E kit³)를 사용하여 비색방법으로 총 콜레스테롤 농도를 측정하였다.

Ca와 P의 함량은 Technion Autoanalyzer⁴를 이용하여 측정하였다.

6) 경골의 중량, 파쇄강도, 회분, Ca 및 P 함량

혈액성분 조사를 위해 채혈한 후 실험실 관행적 방법에 의해 공시계를 희생시켰다. 우측다리의 근육과 지방을 제거하고 경골(tibia)만 적출하여 중량을 측정하여 생체중 100g 당 중량으로 환산 표기하였으며, 뼈의 손상이 가장 적은 -20

$^{\circ}\text{C}$ 에서 보관하였다(Seldin, 1965). INSTRON⁵을 이용하여 경골 중심부분의 파쇄 강도를 측정(Zhang and Coon, 1997)하였으며, 경골강도는 Newton(N)으로 표시하였다. 경골 강도를 측정한 후 부러진 경골을 잘게 세절한 후, 회화로에서 600°C 로 24시간 회화시킨 후(Cheng and Coon, 1990) 회분함량을 조사하였다. 경골 내 Ca 및 P 함량은 AOAC 방법(1995)에 준하여 분석하였다.

5. 통계분석

모든 결과에 대한 통계분석은 SAS(SAS, 2002)의 GLM program을 이용하여 실시하였고, 분산분석 상에 유의차가 인정되는 경우 Duncan의 multiple range test를 이용하여 처리간의 유의성을 5% 수준에서 검정하였다(Duncan, 1955).

결과 및 고찰

1. 증체량, 사료섭취량 및 사료요구율에 미치는 영향
rPST-yeast culture 및 SC yeast culture의 사료 내 첨가 급여가 증체량, 사료섭취량 및 사료요구율에 미치는 영향에 대한 결과를 Table 3에 나타내었다. 실험개시체중은 각 처리구별로 47.1에서 47.2g으로 거의 동일하게 조정되었다. 종료 시 체중은 처리간에 유의한 차이는 인정되지 않았다. rPST-yeast culture 0.2% 첨가구(T3)의 종료 시 체중은 rPST-yeast culture 0.1% 첨가구에 비해 다소 낮았으며, yeast culture 0.2% 첨가구(T4)와는 유사한 결과를 나타내었다. rPST-yeast culture 및 yeast culture 첨가구의 종료 시 체중은 대조구와 항생제 첨가구(T1)에 비해 유의적인 차이없이 높은 경향을 보여 주었다. 증체율 역시 T2 처리구가 가장 높았으며 대조구에 비해 8.5% 증가한 것으로 나타났으나, 처리간에 유의한 차이는 인정되지 않았다. 수당 사료섭취량은 T1 처리구에서 가장 적었고 T2 및 T4 처리구가 각각 2,787과 2,785g으로 높았으나, 처리간에 유의한 차이는 인정되지 않았다. 사료 요구율에서도 유의한 차이는 없었으나 T2 처리구가 2.10으로 가장 낮았으며, T3 처리구에서도 T4 처리구에 비해 다소 낮은 경향을 보여주었다.

Chen et al.(2000)은 육계에 rGH를 함유한 yeast culture를

² (주)바이오 크리니칼 시스템, 경기도 안양시 동안구 판양2동 동일테크노타운C동 3502호.

³ (주)영동제약, 경기도 용인시 이동면 서리 173.

⁴ Technocon Corp., Tarrytown, New York, USA.

⁵ Model 4465, Instron Standard Testing Machine, Instron Corp., Canton, USA.

0.05, 0.1, 0.2 및 0.4% 수준으로 급여했을 때 yeast culture만을 급여한 대조구에 비해 rGH-yeast culture 0.1% 및 0.4% 첨가구의 증체율이 각각 13% 및 15% 유의하게 높았다고 하였다. 본 연구에서는 rPST-yeast culture 0.1% 첨가구의 증체율이 yeast culture만을 0.2% 수준으로 첨가한 T4 처리구에 비해 약 4.8% 정도의 미미한 증체 효과를 나타내었다. rPST-yeast culture 0.2% 첨가구의 사료요구율은 2.12로 T4 처리구의 2.20에 비해 유의한 차이없이 약간 개선되는 것으로 나타났으며, 이것이 rPST 첨가 효과인지는 판단하기 어렵다. 성장성적의 개선을 위한 rPST의 첨가 수준은 사료 내 0.1%가 적절할 것으로 사료된다.

2. 간, 비장, 복강지방 및 가슴근육 중량에 미치는 영향

Table 4에는 rPST-yeast culture 및 SC yeast culture의 사료 내 첨가가 간, 비장, 복강지방 및 가슴근육의 중량에 미치는 영향에 대한 결과를 나타내었다. 본 실험에서는 비장과 복강지방의 상대적인 중량에서는 처리구 간에 유의한 차이가 없는 것으로 나타났으나, 간의 상대적 중량은 T2 처리구에서 2.49 g으로 다른 처리구에 비해 유의하게 높은 수치를 나타

내었다. T2 처리구를 제외한 다른 처리구간에는 큰 차이가 없는 것으로 나타났다.

Klindt et al.(1995)은 거세 여부 및 성별에 따라 공시돈을 나누어 수행한 연구에서 lean barrow에 1일 4 mg의 pST를 투여했을 때 간의 절대 중량이 유의하게 개선되었다고 보고하였다. Etherton et al.(1987) 역시 pST를 체중 kg당 70 μ g 수준으로 투여했을 때 간 중량이 30% 정도 유의하게 높아졌다고 하였다. 본 연구에서는 rPST-yeast culture 0.1% 첨가구에서 간의 상대적 중량이 유의하게 증가함으로써 선행 연구들과 일부 일치하는 결과가 관찰되었다. 그러나 rPST-yeast culture 0.2% 첨가구에서는 특별한 차이가 없었으며, 따라서 rPST 첨가에 의한 효과라고 단정할 수 없다. 또한 생체중에 대한 상대적인 가슴근육의 생산량은 T3 처리구에서 12.11g으로 대조구에 비해 유의하게 증가하였다. Wang et al.(2002)은 ST를 육계에 7주간 투여했을 때 가슴근육에 대한 증량 효과가 나타났다고 하였다. Evock-Clover et al.(1992)도 돼지에서 pST 처리 후 도체근육이 약 15% 증가하는 효과가 인정되었다고 하였으며, 대조적으로 White et al.(1993)은 다양한 품종의 돼지를 공시한 연구에서 도체중이나 도체율에서 큰 차이

Table 3. Effects of dietary rPST-yeast culture on body weight, feed intake and feed conversion rate in broiler chickens

(Mean \pm SE.)

Item	Control	T1 ¹	T2 ¹	T3 ¹	T4 ¹
Initial BW, g/bird	47.2 \pm 0.0	47.2 \pm 0.0	47.1 \pm 0.0	47.2 \pm 0.1	47.2 \pm 0.0
Final BW, g/bird	1284.0 \pm 28.9	1300.5 \pm 46.1	1383.9 \pm 22.2	1327.4 \pm 18.1	1319.3 \pm 27.6
BW gain, g/bird	1236.8 \pm 28.9	1253.3 \pm 46.0	1336.7 \pm 22.1	1280.2 \pm 18.0	1272.1 \pm 27.6
Feed intake, g/bird	2753.1 \pm 33.5	2669.5 \pm 59.9	2787.1 \pm 34.6	2711.8 \pm 48.8	2785.1 \pm 25.8
FCR, feed/gain	2.22 \pm 0.02	2.12 \pm 0.08	2.10 \pm 0.04	2.12 \pm 0.03	2.20 \pm 0.05

¹ T1, Control+chlorotetracycline 0.1%; T2, Control+rPST-yeast culture 0.1%; T3, Control+rPST-yeast culture 0.2%; T4, Control+yeast culture 0.2%.

Table 4. Effects of rPST-yeast culture on relative weights of liver, spleen, abdominal fat and breast muscle in broiler chickens

(Mean \pm SE.)

Item, g/100g BW	Control	T1 ¹	T2 ¹	T3 ¹	T4 ¹
Liver	2.23 \pm 0.04 ^b	2.28 \pm 0.06 ^b	2.49 \pm 0.08 ^a	2.28 \pm 0.04 ^b	2.29 \pm 0.07 ^b
Spleen	0.08 \pm 0.00	0.10 \pm 0.00	0.10 \pm 0.00	0.09 \pm 0.00	0.09 \pm 0.00
Abdominal fat	1.95 \pm 0.17	1.75 \pm 0.13	1.83 \pm 0.14	1.61 \pm 0.12	1.74 \pm 0.13
Breast muscle	10.98 \pm 0.32 ^b	11.38 \pm 0.31 ^{ab}	11.33 \pm 0.15 ^{ab}	12.11 \pm 0.19 ^a	11.77 \pm 0.32 ^{ab}

¹ T1, Control+chlorotetracycline 0.1%; T2, Control+rPST-yeast culture 0.1%; T3, Control+rPST-yeast culture 0.2%; T4, Control+yeast culture 0.2%.

^{ab} Means within a row with no common letter are significantly different (P<0.05).

가 없었다고 상반된 결과를 보고하였다. 선행 연구 결과에서와 같이 본 연구에서도 rPST-yeast culture 0.1% 첨가구에서는 가슴근육의 상대적 중량에서 유의한 차이가 인정되지 않았기 때문에 가슴근육의 증량을 위해서는 rPST-yeast culture를 비교적 높은 수준으로 첨가할 필요가 있을 것으로 사료된다.

3. 가식성 근육 내 일반성분 조성에 미치는 영향

사료 내 rPST-yeast culture 첨가수준에 따른 근육 내 일반성분 조성에 미치는 영향을 Table 5에 나타내었다. 본 실험에서는 육계의 가슴 근육 내 조단백질 및 조지방 함량은 처리구 간에 큰 차이가 없는 것으로 나타났으나, 수분 함량에서는 대조구 및 T1 처리구에 비해 rPST-yeast culture와 SC yeast culture 첨가 급여구에서 유의하게 높은 결과가 관찰되었다. 돼지를 공시한 선행연구에서 PST 처리구에서 도체 내 수분 및 단백질 함량이 증가하였고(Evock-Clover et al., 1992), 도체지방은 감소함으로써(Thiel et al., 1993), 돈육 품질에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 보고되었다. 한편 육계를 공시한 연구에서는 cGH를 오랜 기간 투여했을 때 체지방이 증가하는 결과(Burke et al., 1987; Cogburn et al., 1989)가 관찰됨으로써 다른 가축과는 대조적인 결과가 보고되었다.

가금류는 somatotropic axis의 조절 기전에서 간 내 cGHR의 down-regulation과 간에서의 IGF-1 합성을 저하시킨다는 종 특이적인 차이(Cogburn, 1991)가 원인인 것으로 사료된다.

4. 혈액 성분에 미치는 영향

사료 내 rPST-yeast culture 첨가가 혈청 내 효소 활성, 총 콜레스테롤, Ca 및 P 수준에 미치는 영향을 Table 6에 나타내었다. 간 기능의 이상 및 조직손상 정도를 측정하는 지표로 이용되고 있는 혈액 내 GOT 수준은 대조구에 비해 rPST-yeast culture 첨가구에서 GOT 수치가 감소하는 경향을 나타내 T3 처리구가 127.6 U/dL로 가장 낮았으며 대조구에서 135.4 U/dL로 가장 높게 나타났으나 처리구 간에 유의한 차이는 인정되지 않았다. 한편 GPT는 rPST-yeast culture 첨가 급여 후에 유의하게 감소한 것으로 나타났다. T2 및 T3 처리구의 혈청 내 GPT 수준은 각각 3.8 및 3.7 U/dL로 다른 처리구에 비해 유의하게 낮았다($P < 0.05$). 그러나 혈청 내 총 콜레스테롤, Ca 및 P 농도에서는 처리구 간에 유의한 차이를 나타내지 않았다.

본 연구에서는 혈액 내 GOT 및 GPT 분석을 통해 rPST-yeast culture의 급여에 의한 생리적 변화를 조사하였으나, 부정적인 영향은 관찰되지 않았다. 총 콜레스테롤, Ca 및

Table 5. Effects of rPST-yeast culture on chemical compositions of breast muscles in broiler chickens (Mean \pm SE.)

Item, %	Control	T1 ¹	T2 ¹	T3 ¹	T4 ¹
Moisture	74.77 \pm 0.35 ^b	74.73 \pm 0.22 ^b	76.29 \pm 0.29 ^a	76.15 \pm 0.15 ^a	76.14 \pm 0.22 ^a
Crude protein	22.21 \pm 0.34	21.66 \pm 0.27	21.40 \pm 0.20	21.37 \pm 0.19	21.85 \pm 0.17
Crude fat	1.56 \pm 0.19	1.89 \pm 0.13	1.61 \pm 0.14	1.71 \pm 0.13	1.55 \pm 0.14

¹ T1, Control+chlorotetracycline 0.1%; T2, Control+rPST-yeast culture 0.1%; T3, Control+rPST-yeast culture 0.2%; T4, Control+yeast culture 0.2%.

^{ab} Means within a row with no common letter are significantly different ($P < 0.05$).

Table 6. Effects of dietary rPST-yeast culture on the blood profiles in broiler chickens (Mean \pm SE.)

Item	Control	T1 ¹	T2 ¹	T3 ¹	T4 ¹
GOT, U/dL ²	135.4 \pm 5.0	135.2 \pm 4.1	128.8 \pm 4.4	127.6 \pm 4.8	133.9 \pm 4.9
GPT, U/dL ²	4.9 \pm 0.9 ^{ab}	6.5 \pm 0.3 ^a	3.8 \pm 0.7 ^b	3.7 \pm 0.3 ^b	4.7 \pm 0.4 ^{ab}
Total-C, U/dL	148.7 \pm 4.8	163.7 \pm 9.5	141.9 \pm 7.9	163.7 \pm 18.7	161.2 \pm 6.3
Ca, mg/dL	10.8 \pm 0.1	11.0 \pm 0.1	10.9 \pm 0.0	10.7 \pm 0.1	10.9 \pm 0.1
P, mg/dL	7.7 \pm 0.4	7.7 \pm 0.2	7.8 \pm 0.3	7.4 \pm 0.2	7.3 \pm 0.2

¹ T1, Control+chlorotetracycline 0.1%; T2, Control+rPST-yeast culture 0.1%; T3, Control+rPST-yeast culture 0.2%; T4, Control+yeast culture 0.2%. ² GOT, glutamic-oxaloacetic transaminase; GPT, glutamic-pyruvic transaminase; Total-C, total cholesterol.

^{ab} Means within a row with no common letter are significantly different ($P < 0.05$).

Table 7. Effects of dietary rPST-yeast culture on relative tibia weight, strength and the contents of ash, Ca and P in broiler chickens (Mean±SE.)

Item	Control	T1 ¹	T2 ¹	T3 ¹	T4 ¹
Tibial weight, g/100g BW	0.58±0.01	0.61±0.01	0.59±0.01	0.60±0.02	0.59±0.01
Bone strength, N	0.19±0.01	0.23±0.01	0.21±0.01	0.21±0.01	0.20±0.01
Ash, %	43.69±0.93	44.04±0.52	44.48±0.84	45.44±0.68	45.47±0.95
Ca, %	12.31±0.38	12.53±0.39	12.67±0.46	13.32±0.32	12.78±0.45
P, %	5.73±0.18	5.88±0.21	5.91±0.33	6.43±0.19	6.11±0.23

¹ T1, Control+chlorotetracycline 0.1%; T2, Control+rPST-yeast culture 0.1%; T3, Control+rPST-yeast culture 0.2%; T4, Control+yeast culture 0.2%.

P 농도에 있어 큰 변화가 없다는 결과를 고려하면 rPST-yeast culture가 콜레스테롤을 포함한 지질 및 광물질의 흡수 및 체내 대사에 크게 영향을 미치지 않는 것으로 추측할 수 있을 것이다.

5. 경골의 중량, 파쇄 강도 및 화학적 조성에 미치는 영향

사료 내 rPST-yeast culture 첨가가 경골의 중량, 파쇄 강도, 조회분, Ca 및 P 함량에 미치는 영향에 대한 결과를 Table 7에 나타내었다. 체중에 대한 경골의 상대적 중량은 대조구에서 0.58 g으로 가장 낮았고, T1 처리구에서 0.61 g으로 가장 높았으나 처리간에 큰 차이는 없는 것으로 나타났다. 경골 강도는 모든 처리구에서 0.19에서 0.23 N의 범위에 들어 있었으며, rPST-yeast culture 또는 SC yeast culture의 첨가 효과는 인정되지 않았다. rPST-yeast culture 또는 SC yeast culture의 첨가에 의해 경골 내 조회분, Ca 및 P 함량에서 다소 증가하는 경향을 보여 주었으나, 유의한 차이는 없는 것으로 나타났다.

돼지를 공시한 연구에서 pST의 투여로 뼈의 성장이나 발육에는 긍정적인 영향(Caperna et al., 1989)을 미쳤으나 강도와 회분 함량은 감소하는 결과(Carter and Cromwell, 1998)를 보여주었는데 그 이유는 pST 첨가로 인한 사료섭취량 감소에 의해 Ca 및 P의 절대 섭취량이 적었기 때문으로 추측하였다. Kocamis et al.(1998)은 IGF-1을 종란에 투여했을 때 육계의 성장 발달에는 좋은 영향을 미치지만, 뼈의 성장이나 강도 및 골격성분에 있어 개선 효과는 나타나지 않는다고 하였다. 본 연구에서는 성장호르몬 첨가로 인한 육계의 경골 중량과 파쇄 강도에 영향을 미치지 못하였으며 경골의 화학적 조성에서도 rPST를 첨가한 실험구에서 조회분 함량, Ca 및 P 함량에서도 특별한 차이는 관찰되지 않았다. 본 실험 결과를 바탕으로 살펴 볼 때 사료 내 rPST-yeast culture 수준

이 육성기의 경골 중량, 파쇄 강도, 조회분 함량, Ca 및 P 함량에 유의적인 영향은 없는 것으로 나타났다.

적 요

본 연구는 육계사료 내 rPST-yeast culture의 첨가 급여가 육계의 성장성적, 도체 특성 및 골격발달 등에 미치는 영향을 규명하기 위해 수행하였다. 2일령의 Ross 육용종 수평아리 460수를 공시하여 항생제, rPST-yeast culture 및 yeast culture가 첨가되지 않은 대조구 사료와 대조구 사료에 항생제(chlorotetracycline)만을 0.1% 수준으로 첨가한 실험사료(T1), rPST-yeast culture를 각각 0.1% 및 0.2% 수준으로 첨가한 실험사료(T2 및 T3) 및 yeast culture만을 0.2% 수준으로 첨가한 실험사료(T4)를 각각 6주간 급여하였다. 사료섭취량과 증체량은 주 단위로 조사하였다. 실험 5주차 종료 시에 각 처리구별로 10수씩 선발하여 도살하였고, 간, 비장, 복강 지방 및 가슴근육의 상대적 중량과 가슴근육의 화학적 조성을 측정하였다. 혈액 내 GOT와 GPT 수치, 총 콜레스테롤, Ca 및 P를 측정하였으며, 경골의 중량, 파쇄 강도, 회분 함량, Ca 및 P 함량을 측정하였다.

증체량은 대조구에 비하여 rPST-yeast culture를 0.1% 첨가한 실험구에서 증가하는 경향을 보였으며, 사료섭취량 및 사료요구율은 처리구간 큰 차이가 없었다. 비장 및 복강 지방의 상대적 중량은 실험구간 유의한 차이가 관찰되지 않았으나, 간과 가슴근육의 상대적 중량은 처리간에 유의한 차이가 관찰되었는데, 특히 T2 처리구에서 가슴근육의 상대적 중량이 대조구에 비해 유의하게 증가하는 결과가 관찰되었다($P<0.05$). 가슴 근육 내 조단백질 및 조지방 함량에 처리구간에 큰 차이는 없었으나, 수분 함량은 대조구에 비해 rPST-yeast culture와 SC yeast culture 첨가 급여구에서 유의하게 증

가하였다($P < 0.05$). 혈청 내 GOT 수치는 변화가 없었으나, GPT 수치는 rPST-yeast culture 첨가 급여 후에 유의하게 감소하는 결과가 얻어졌다($P < 0.05$). 혈중 총 콜레스테롤, Ca 및 P 농도는 처리간에 큰 차이를 보이지 않았다. 경골중량, 파쇄강도 및 화학적 성분 조성에서도 처리간에 큰 차이는 나타나지 않았다. 본 연구의 결과로부터 사료 내 rPST-yeast culture의 첨가 급여에 의해 육계에서 성장 성적이 향상될 가능성이 제시되었고, 특히 가슴근육이 증가와 같은 긍정적인 효과를 기대할 수 있을 것으로 사료되었다.

(색인어: rPST, 이스트킬처, 성장성적, 가슴육, 육계)

인용문헌

- Allen RMD 1991 Ingredient analysis table : 1991 edition. Feedstuffs 63(29):29.
- A.O.A.C 1995 Official Method of Analysis 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washinton, D.C.
- Bradley GL, Savage TF, Timm KI 1994 The effects of supplementing diets with *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii* on male poult performance and ileal morphology. Poultry Sci 73:1766-1771.
- Broome AWJ 1980 Mechanisms of action of growth-promoting agents in ruminant animals. Growth in Animals. Butterworths. London-Boston.
- Burke WH, Moore JA, Builder SE 1987 The properties of recombinant chicken growth hormone and its effects on growth, body composition, feed efficiency, and other factors in broiler chickens. Endocrinol 120:651-658.
- Burns JM, Baker DH 1976 Assessment of the quantity of biologically available phosphorus in yeast RNA and single-cell protein. Poultry Sci 55:1447-2445.
- Capema TJ, Campbell RG, Steele NC 1989 Interrelationships of exogenous porcine growth hormone administration and feed intake level affecting various tissue levels of iron, copper, zinc and bone calcium of growing pigs. J Anim Sci 67:654-663.
- Carter SD, Cromwell GL 1998 Influence of porcine somatotropin on the phosphorus requirement of finishing pigs: II. Carcass characteristics, tissue accretion rates and chemical composition of the ham. J Anim Sci 76:596-605.
- Chapple RP 1981 Effect of calcium phosphorus ratios, phosphorus levels and live yeast culture on phosphorus utilization of growing/finishing swine. M.S. Thesis. University of Missouri, Columbia.
- Chen CM, Cheng WTK, Chang YC, Chang TJ, Chen HL 2000 Growth enhancement of fowls by dietary administration of recombinant yeast cultures containing enriched growth hormone. Life Sci 67:2103-2115.
- Cheng TK, Coon CN 1990 Sensitivity of various bone parameters of laying hens to different daily calcium intake. Poultry Sci 69:2209-2213.
- Cogburn LA 1991 Endocrine manipulation of body composition in broiler chickens. Critical Reviews in Poultry Biology 3:283-305.
- Cogburn LA, Liou SS, Rand AL, McMurtry JP 1989 Growth, metabolic and endocrine responses of broiler cockerels given a daily subcutaneous injection of natural or biosynthetic chicken growth hormone. J Nutrition 119:1213-1222.
- Duncan DB 1955 Multiple range and multiple F test. Biomet 11:1-42.
- Etherton TD, Winggins JP, Evock CM, Chung CS, Rebhum JF, Walton PE, Steele NC 1987 Stimulation of pig growth performance by porcine growth hormone : determination of the dose-relationship. J Anim Sci 64:433-443.
- Evock-Clover CM, Steele NC, Capema TJ, Solomon MB 1992 Effects of frequency of recombinant porcine somatotropin administration on growth performance, tissue accretion rates, and hormone and metabolite concentrations in pigs. J Anim Sci 70:3709-3720.
- Hancock DL, Preston RL 1990 Titration of the recombinant bovine somatotropin dosage that maximizes the anabolic response in feedlot steers. J Anim Sci 68:4117-4121.
- Hansen JA, Nelssen JL, Goodband RD, Laurin JL 1994 Interactive effects among porcine somatotropin, the beta-adrenergic agonist salbutamol, and dietary lysine on growth performance and nitrogen balance of finishing swine. J Anim Sci 72:1540-1547.
- Klindt J, Buonomo FC, Yen JT, Pond WG, Mersmann HJ 1995 Administration of porcine somatotropin by daily injection : growth and endocrine responses in genetically lean and obese barrows and gilt. J Anim Sci 73:3294-3303.
- Kocamis H, Kirkpatrick-Keller DC, Klandorf H, Killefer J 1998 In Ovo administration of recombinant human insulin-like

- growth factor-I alters postnatal growth and development of the broiler chicken. *Poultry Sci* 77:1913-1919.
- McCullough ME 1986 Feed for 20,000 pounds of milk :An update. *Hoard's Dairyman* 131:347.
- Mears GJ 1995 The relationship of plasma somatomedin(IGF-1) to lamb growth rate. *Can J Anim Sci* 75:327-331.
- Onifade AA, Babatunde GM 1996 Supplemental value of dried yeast in a high-fibre diet for broiler chicks. *Anim Feed Sci Technol* 62:91-96.
- Pepler HJ 1982 Yeast extracts. In :Rose, A. H.(Ed.) *Fermentation foods*. Academic Press. London. pp.293-312.
- Rogol AD 1989 Growth hormone: physiology, therapeutic use, and potential for abuse. *Exerc Sport Sci Rev* 17:353-377.
- SAS Institute. 2002. *SAS/STAT User's Guide ; statistics*, Release 8.2 Edition. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Sauerwein H, Breier BH, Bass JJ, Gluckman PD 1991 Chronic treatment with bovine growth hormone upregulates high-affinity hepatic somatotropic receptors in sheep. *Acta Endocrinol* 124:307-313.
- Seldin ED 1965 Archeologic model for cortical bone. *Acta Orthop Scand* 36(Suppl. 83):1-77.
- Thiel LF, Beermann DH, Krick BJ, Boyd RD 1993 Dose-dependent effects of exogenous porcine somatotropin on the yield, distribution, and proximate composition of carcass tissue in growing pigs. *J Anim Sci* 71:827-835.
- Turner ND 1995 Regulation of protein, lipid, and bone accretion in steers treated with zeranol or transgenic mice expressing mutant bovine growth hormone genes. Ph. D. Dissertation, Texas A & M Univ.
- Waldroup PW, Hazen KR 1979 Examination of corn dried steep liquor concentrate and various feed additives as potential sources of a haugh unit improvement factor for laying hens. *Poultry Sci* 58:580.
- Wang X, Carre W, Rejto L, Cogburn LA 2002 Global gene expression profiling in liver of thyroid hormone manipulated and/or growth hormone injected broiler chickens. University of Delaware.
- White BR, Lan YH, McKeith FK, McLaren DG, Novakofski J, Wheeler MB, Kasser TR 1993 Effects of porcine somatotropin on growth and carcass composition of Meishan and Yorkshire barrows. *J Anim Sci* 71:3226-3238.
- Zhang B, Coon CN 1997 The relationship of various tibia bone measurements in hens. *Poultry Sci* 76:1698-1701.
- 신형태 김기원 정기환 1994 활성제 첨가가 육계의 생산성 및 장내 미생물 균총에 미치는 영향. *한국영양사료학회지* 18:322-329.