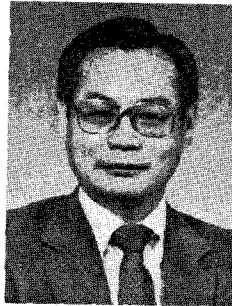


성장촉진제의 사용효과 재검토 <Ⅲ>

— 새로운 제품의 개발에 즈음하여 —



한 인 규

(서울대 농대 교수
세계축산학회 부회장)

4. 에너지 조정제(Repartitioning agents) : Clenbuterol과 Cimaterol

오늘날 고기를 생산하는 축산이 당면하고 있는 중요한 문제점의 하나는 지방의 과다축적 문제라고 할 수 있는데 지방의 과다축적은 단위 kg 근육 생산에 필요한 에너지 보다 단위 kg 지방축적에 필요한 에너지가 훨씬 크다는 점에서 비효율성 근본 원인이 되며 또한 생산물의 기호성 측면이나 문제 시되고 있는 콜레스테롤 관계 등 여러 면에서 바람직한 것은 아니라고 본다.

도체 조성은 유전적 선발이나 제한사양 및 적정 시기 도살 등 관리·기술적 방법으로 개선시킬 수 있으며 사료내 지방수준, 에너지:단백질 비, 그리고 사료내 NaCl함량 변화 등의 영양적 측면에서도 가능하다고 할 수 있다. 그러나 이들 방법은 보통 증체 및 사료섭취면에서 역효과를 보이고 있으며 따라서 여러가지 화학적 처리로써 도체지방 함량을 낮추려는 노력이 활발히 진행되고 있다.

Epinephrine, norepinephrine이나 니코틴 등의 주사로 돼지에서 지방함량을 낮추거나

thyroactive iodinated casein의 사료내 첨가방법이 육계 지방축적에 미치는 영향들이 보고되고 있으며 이들이 안고 있는 증체나 사료효율면의 부의 효과를 극복하는 연구결과, 최근 "Repartitioning agent"의 개발을 보게 되었다. "에너지 조정제"(Repartitioning agent)는 지방축적으로 쓰일 에너지를 단백질축적으로 에너지의 흐름을 바꿈으로써 도체조성의 변화를 유도하는 β -agonist를 말하는데 Clenbuterol과 Cimaterol 이 여기에 해당한다.

Clenbuterol(benzyl alcohol, 4-amino- α -(t-butylamine)methyl-3,5-dichloro)은 substituted catecholamine의 일종으로 β -adrenergic receptors에 작용하기 때문에 β -agonist라 불리기도 한다. (그림 2)는 Clenbuterol의 화학구조를 보이고 있다. Clenbuterol의 효과는 여러 학자들에 의해 보고되고 있는데 육계, 육우, 양 및 비육말기의 돼지에서 지방축적을 감소시키고 근육축적을 증가시키는 것으로 알려져 있다.

Cimaterol[CL,263,780; anthranilonitrile,

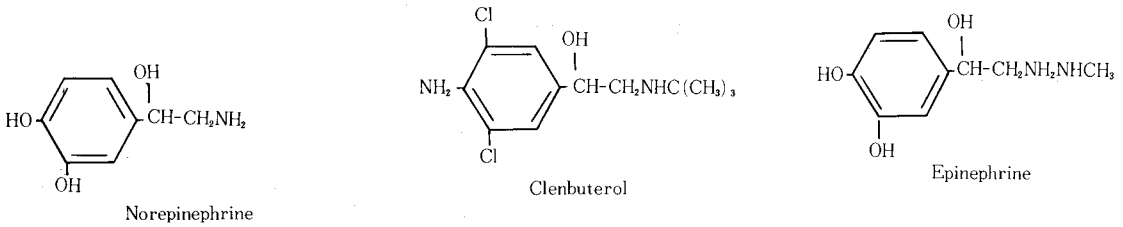


그림 2. Clenbuterol의 화학구조식

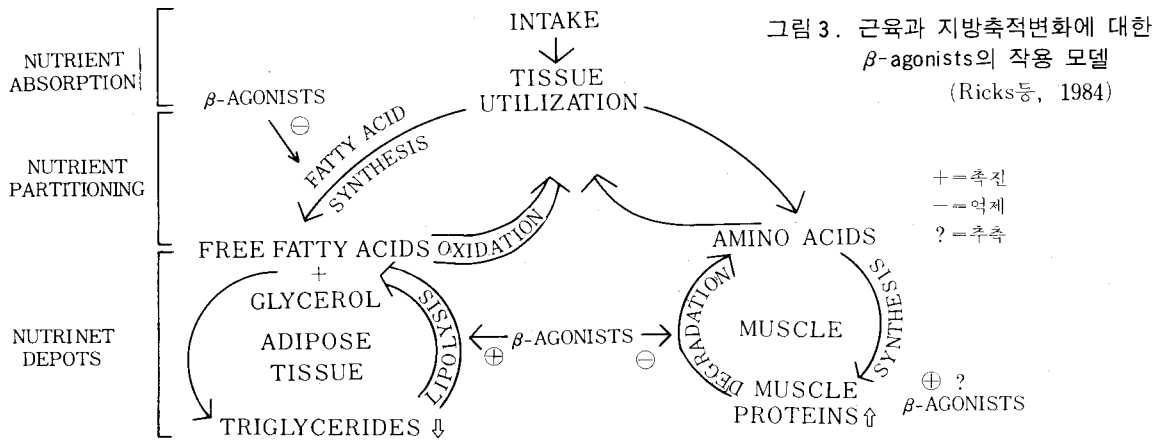
5- [1-hydroxy-2- (isopropylamino) ethyl] 은 clenbuterol과 유사한 repartitioning agent로서 최근 American Cyanamid Company에 의해 개발된 제품으로 그 사용효과에 대한 많은 연구가 진행되고 있다.

도체 지방함량을 감소시키고 근육생산을 증가시키는 이들 β -agonists의 정확한 작용기작은 아직 밝혀져 있지 않은데, (그림 3)은 가능한 모델로서 현재 제시되고 있는 작용기작을 도시한 것이다. 즉, β -agonists가 특수한 세포막 부착 Receptors에 작용함으로써 cyclic AMP의 세포

내 함량을 증가시키게 되며 이 결과 지방합성이 감소하고 지방분해가 증가한다는 것이다.

동시에 이들은 근육에서 단백질 분해를 억제하고 단백질 합성을 촉진함으로써 결과적으로 도체의 지방축적 감소와 단백질축적 증가를 유도하고 나아가 사료효율개선 효과를 보이게 된다고 설명하고 있다.

이들 partitioning agent가 성장호르몬이나 인슐린 등 다른 호르몬의 방출을 유도함으로써 효과를 나타내리라는 설도 있으나 분명하지는 않다.



첨가효과를 보면 clenbuterol과 cimaterol에서 모두 육질개선 효과가 인정되고 있다고 보고하고 있는데 여러 축종에서 이런 효과의 발현은 공통적이라 할 수 있지만 종류에 따라 반 정도는 다소 차이가 있는 것으로 보고되고 있다.

(표17)은 비육말기 돼지사료에 cimaterol 첨가효과를 나타낸 것으로 여기서 보면 증체에 미치

는 개선효과보다 도체 형질개선에 미치는 효과가 뚜렷함을 알 수 있다. 이 표에서 보면 cimaterol 첨가로 대조구에 비해 햄지방 중량이나 등지방 두께는 거의 10%정도 감소했으며, longissimus muscle 단면적은 9%정도 증가하여 도체의 질 개선효과는 큰 데 반면 도체중에서 보듯 증체개선 효과 등은 없는 것으로 보고되고 있다.

표17. Cimaterol첨가가 비육말기 돼지의 도체형질에 미치는 영향

항 목	Cimateol, mg/사료 kg중			
	0	0.25	0.50	1.00
도체중	106.3	104.5	104.2	104.5
도체율	75.6	75.1	75.9	75.9
등지방두께, cm	3.45	3.22	3.10	3.13
상강도	2.5	2.8	2.9	3.2
Longissimus muscle area (10th rib), cm ²	36.7	38.2	38.1	39.9
Fat depth(¼, 10th rib) cm	2.96	2.69	2.47	2.54
Ham fat, kg	1.64	1.54	1.47	1.51
Ham and loin fat, % of hot carcass	7.0	6.7	6.3	6.3
Trimmed ham and loin; % of hot carcass	19.1	19.7	19.5	19.6
Predicted kg of muscle	39.0	39.8	40.5	40.5

(Morser등, 1986)

한등(1986)이 육계에서 실험한 결과는 (표18)에 잘 나타나 있는데 Cimaterol이 증체나 사료효율에 미치는 개선효과는 작았으나 도체 형질개선에는 뚜렷한 효과를 보여서 cimaterol 1mg/kg 첨가시 복강 지방량의 현저한 감소와 도체조성에서 단백질함량의 증가, 수분함량의 증가, 그리고 지방함량의 감소를 보이고 있다.

육계에 대한 clenbuterol의 효과는 여러 연구자들에 의해 보고되고 있는데 (표19)은 Dalrymple등(1983)이 4주령에서 7주령까지 실험한 결과이다. 여기서 보면 사료에 clenbuterol첨가는 대조구에 비해 증체량 및 사료효율도 개선시켰으며, 체조성에 있어서는 5%내외의 체단백함량 증가와 3%내외의 체지방함량 감소를 나타내고 있다.

반추동물인 육우나 양에 있어서도 repartitioning agent는 전술한 바의 효과를 보이는 것으로 밝혀졌는데, (표20)은 어린 면양의 도체형질과 증체에 미치는 clenbuterol의 효과를 보인 것으로 증체에서는 효과가 없었으나 사료효율

은 100mg/kg처리시 대조구에 비해 17.2% 개선되었다. 또한 도체율이나 Longissimus muscle 단면적은 유의적인 증가를 보였으며 신장부위 지방조직 중량은 크게 감소하여 100mg/kg처리시엔 대조구에 비해 33.9%나 감소했다고 한다.

육우에 대한 clenbuterol의 효과는 Rick 등의 연구결과에서 잘 나타나 있는데, 대체로 증체나

표18. 42~60일령동안 육계에서 Cimaterol 첨가가 증체, 도체형질, 도체조성에 미치는 효과

항 목	사료중 Cimaterol 첨가		
	0mg/kg	1mg/kg	2mg/kg
생체중, g			
수컷, 42일령	1,598	1,522	1,517
암컷, 42일령	1,404	1,412	1,354
수컷, 60일령	2,590	2,521	2,471
암컷, 60일령	2,209	2,225	2,169
증체량 ¹ , 42~60일령, g	898	906	884
사료효율 ¹ (Feed/gain), 42~60일령	2.99	2.98	3.10
복강지방량 ²	3.69	3.58	3.93
근육 ³			
다리근육	22.0	23.1	22.5
가슴근육	16.6	16.4	15.9
영양소이용율 ¹ , %			
DM	72.3	73.1	72.0
prot	52.7	57.5	55.4
Fat	83.1	84.4	82.0
Ash	26.6	28.9	30.1
고기조성(다리근육), %			
수컷			
단백질	19.07	20.49	21.06
지방	4.28	2.73	2.74
수분	7.95	75.03	74.33
암컷			
단백질	1.95	20.13	20.43
지방	5.27	3.56	3.85
수분	7.93	74.03	73.43

1. Sexes mixed
2. 복강지방무게/도체중×100
3. 근육무게/도체중×100

(한등, 1986)

표19. Clenbuterol 첨가 수준에 따른 육계의 성장능력과 체조성 영향

(4 주~7 주령에서)

항 목	Clenbuterol(mg/kg)						SEM
	0	0.25	0.5	1.0	2.0	4.0	
생 체 중, g							
수컷, 28일령	976	975	980	984	975	972	2
암컷, 28일령	872	873	866	871	865	868	6
수컷, 49일령	2,196	2,232	2,236*	2,244**	2,225	2,219	2
암컷, 49일령	1,810	1,861**	1,859**	1,859**	1,839*	1,827	4
증 체 량, g	1,080	1,123**	1,124**	1,124**	1,113**	1,103	4
사료섭취량, g	2,350	2,387*	2,358	2,372	2,351	2,358	5
사료효율(Feed/gain)	2.21	2.14**	2.13**	2.13**	2.13**	2.15**	0.004
체 조 성							
수 컷							
단백질, %	16.70	17.05	17.61*	17.17	17.34	17.02	0.10
지 방, %	19.72	18.01	17.67	16.62**	16.95	17.52*	0.22
수 분, %	61.35	61.99	61.77	62.76	63.04	62.71	0.17
암 컷							
단백질, %	16.00	16.91**	16.71*	16.89**	16.88**	16.99**	0.10
지 방, %	21.08	19.19*	19.01**	19.30*	18.73**	19.21*	0.20
수 분, %	59.44	61.12*	60.94*	61.74**	61.36**	60.90*	0.17

*P<0.05 **P<0.01

Dalrgmple등, 1983)

사료효율 개선효과는 인정되지 않고 있으나 Longissimus muscle 단면적의 경우 11%내지 16%의 유의적인 증가를 보였으며, 지방두께(12th rib에서)는 35%에서 42%까지의 커다란 감소를 보여 clenbuterol의 육우 도체형질 개선효과는 인정되고 있다.

전체적으로 clenbuterol이나 cimaterol의 지방량 감소효과와 단백질 축적효과는 뚜렷한 반면 증체효율면이나 사료효율 개선면에서는 축중에 따라 β -agonists의 효과는 다르며 미약한 정도라고 보고 있다. 또한 이들의 뚜렷한 효과는 어느 정도 성장한 즉, 지방축적이 왕성한 시기의 어릴 때에 비해 효과적으로 나타나고 있으며, 축중에 따라 이들의 적절할 수준설정이 아직 명확히 확립된 상태는 아니나 과량 첨가시, 과량효과를 나타내어 특히 증체 및 사료섭취면에서 부의 효과를 보이는 것으로 나타나고 있다.

따라서 작용기작은 물론 성장단계 혹은 sex별

표20. Clenbuterol 투여 (8 주간)가 lambs의 증체와 도체형질에 미치는 영향

	Clenbnterol 수준(mg/kg)			
	0	1	10	100
생체중, kg	42.0	41.8	42.0	42.1
일당증체량, g	196.	180	195	209
사료효율	8.31	7.91	7.51	6.73*
도체율	54.2	57.6**	57.7**	55.4
Kndney and pelvit fat wengt,g	298.	268	253	197*
Longissimus muscle area, cm ²	14.5	18.6**	19.4**	18.2**
Hindquater analysis				
% protein	17.5	19.2**	19.6**	19.2**
% fat	21.1	16.8**	15.4**	16.3**
% moistnre	58.9	61.9**	63.4**	62.9**

*P≤0.05, **P<0.01

(Baker등, 1984)

효과정도 변이, 축종별 안전수준 및 적정수준 기타 약리작용 등에 대한 많은 연구가 있어야 될 것으로 보인다.