대한수의사회지 제26권 제10호
J.Korean Vet. Med. Assoc.
Vol.26, No.10, October, 1990

소 성장호르몬(BST)의 최근 연구동향(上)

이 인 호*

최근 첨단 바이오텍크놀러지를 이용한 성장호르몬(Growth Hormone, 이하 GH라고 기재함)의 대량생산이 가능해짐에 따라 코넬이나 펜실베니아대학을 비롯한 미국의 대학이나 연구기관에서 다각적인 연구로 자료보완을 하면서 FDA의 허가가 나기를 기다리고 있다(그림 1). 국내에서도 FDA의 허가가 나는데로 미국의 5대호르몬 제조회사의 원료와 기술제도를 받아 국내허가기간을 거친뒤 국내판매를 위해 내부적인 작업을 은밀하게 진행시키고 있기 때문에 지금부터 GH의 사용으로 나타날 수 있는 제반효과나 사용상의 부주위로 인한 부작용이나 악영향 등에 대해서 이들 제품이 본격적으로 시판되기 전에 국내의 유능한 연구인력에 의해서 다각적인 검토와 공청회 등을 통해 문제점이 발견되면 사후약방문격이 되지않토록 사전에 유비무한의 대책을 세울 수 있도록 해야한다.

그리고 현재 GH에 대해 발표되고 있는 논문의 상당수가 GH제조회사의 전폭적인 지원을 받으면서 미국의 대학교수와 GH제조회사의 책임연구관의 공동연구에 의한 논문이나 GH제조회사에 불리한 영향을 미칠 수 있는 결과는 홍보자료에 나타내지 않거나 미화시켜 게재할 가능성도 전혀 배제할 수가 없다는 점에 유의를 해야하며 GH도 호르몬이기 때문에 엄밀한 검토를 통해 수의사의 절대적인 지도·통제하에 사용되어져야 마땅하리라고 생각되기 때문에 수의사들이 GH의 임상수의학적인 응용에 대해서 가장 먼저 관심을 갖고 검토가 시작되어져야 한다.

* 건국대 대학원

또한 외국의 경우에는 수의학회지나 임상수의사회지에 계속해서 GH에 대한 내용이 다루어지고 문제점이 분석되고 있으나 국내에서는 아직까지 GH에 대해 심도있는 내용들이 간헐적일 뿐 계속해서 다루어지지 않는 것은 깊은 통찰과 반성이 있어야 하며 GH의 사용이 가까운 장래에 본격화되리라는 것을 자명한 일이기 때문에 이때를 대비하여 국내의 전문학자나 연구관들의 공동연구로 GH에 대한 실험은 국내사정상 활발하지 못하더라도 GH에 대한 이론적인 연구는 적어도 외국의 최신동향을 따라갈 수 있는 수준 내지는 그 이상까지 진행되고 정확히 홍보되어져야 한다.

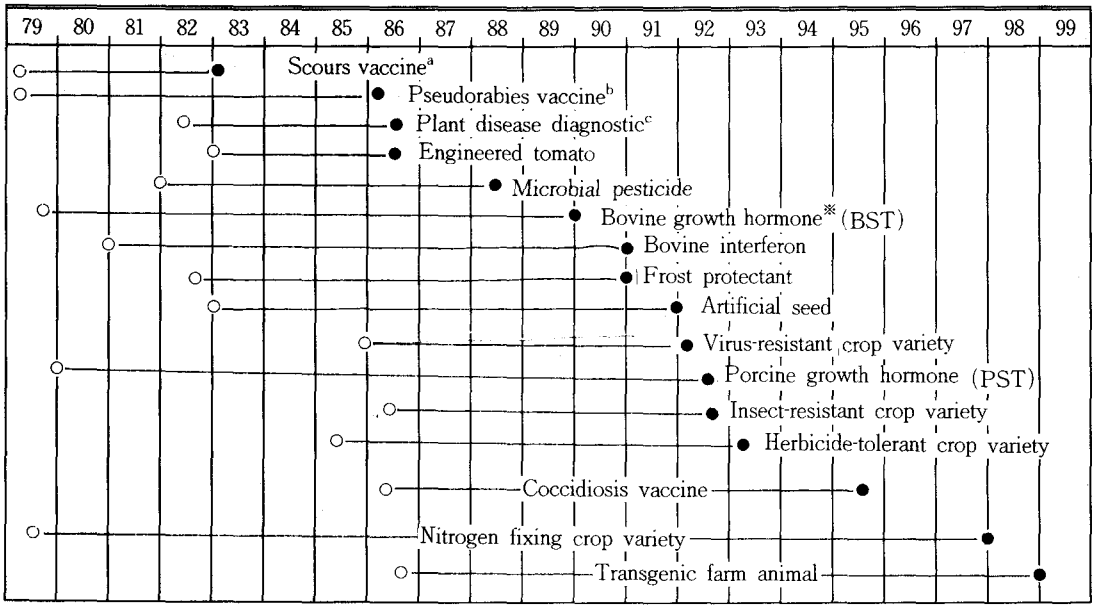
따라서 본고에서는 필자가 GH(특히 소 성장호르몬, BST)에 관심을 가지고 최근에 외국으로부터 입수한 바이오텍크놀러지 서적과 일본과 미국에서 발행되는 전문수의잡지를 근거로 GH에 대한 이론을 정리하여 참고자료로서 제공하고자 한다.

○ BST란 무엇인가?

BST는 젖소의 뇌하수체에서 자연적으로 생산되며 분자량 22,000, 191개의 아미노산잔기로 구성된 단백질 호르몬이다. 젖소들은 적어도 네가지의 서로다른 형태의 성장호르몬(somatotropin)을 생산한다(표 1).

유전공학으로 생산된 재결합 BST와 뇌하수체에서 추출한 BST는 동일하거나 한가지 또는 몇개의 아미노산 조성에 있어서 다르다(그림 1). 이 두가지 모두 동일한 생물학적 효력을 가지고

그림 1. 농업 및 가축건강제품 상업화 기간.



a. 단세포군 항체에 기초한 수동백신
b. 再組合 백신
c. 잔지풀병 단세포군 항체
d. 면화용 생물 살균제

○ 기술적인 성공시기
● 판매 개시시기

資料 : ADL社(1989)

※ BST는 현재 미국과 EC국가의 정치적, 사회적인 이유와 소비자단체의 강한 반발 및 BST의 인체에 대한 안정성 자료의 제시요구로 제품의 허가가 지연되고 있다.

있으며 보통의 분석방법으로는 서로서로 구별되지 않는다. 현재 유전공학으로 제조되고 있는 GH는 N말단의 아미노산의 앞에 메치오닌이 붙어있기 때문에 메칠오닐 GH(m-GH)라고 부르고 아미노산잔기는 192개이다.

GH의 생리적인 작용으로서는 ① 성장촉진작용, ② 단백질동화작용, ③ 지방이화작용(중성지방분해, 유리지방산의 방출), ④ Glucose보존작용(인슐린감수성의 저하), ⑤ Na, K, Ca, P 등 전해질의 저류(단백질합성, 원형질 증가에 의한 2차적인 것), ⑥ 간장과 기타조직에 있어서 somatomedin(SM) 또는 Insulin-like growth factor(IGF)의 산성촉진 등이 알려지고 있다.

GH는 가축의 성장을 조절하는데 필요한 호르몬일뿐아니라 반추가축에서는 비유(lactation)에 있어서도 필수불가결한 호르몬이기 때문에 GH 및 관련물질의 축산분야의 응용에 대한 연구가 최근들어 증대되고 있는 것이며 BST는 그림 3과 같은 방법에 의해서 제조되고 있다.

GH의 분비는 시상하부의 성장호르몬 방출인자(GRF)와 somatostatin(SS) 또는 성장호르몬억제 인자(GIF)에 의해서 조절되고 있다(그림 3). GRF는 시상하부의 궁상핵에서 또는 GIF는 주로 전시 영역의 신경세포에서 각각 합성되어 뇌하수체문맥을 타고 뇌하수체 전엽에 운반돼서 GH분비세포에 작용한다. 반추가축에 있어서 GH의 분비조절기구는 그림 4와 같다.

그리고 BST투여로 인한 체내의 에너지분배과정은 그림 5와 같다.

BST는 보다 많은 영양소를 유방으로 향하게 하여 유즙합성을 위한 유선형성을 도와서 우유생산을 증가시킨다. 초기에 일부 여분의 영양소는 체조직으로부터 공급된다. 영양소에 대한 요구가 계속됨에 따라서 생산된 여분의 우유에 대한 영양소의 필요를 충족시키기 위해 그리고 체내에 재저장하기 위해 젖소들은 보다많은 사료를 섭취하게 된다.

○ BST를 처리한 젖소로부터 짠 우유가 더 많이 BST를 함유하는가 ?

표 1. 成長호르몬 放出因子, 成長호르몬 및 인슐린樣 成長因子*

호르몬	아미노酸殘基	分子量	酸性組織
成長호르몬 放出因子	44	5,039	視床下部
成長호르몬	191	22,000	下垂體前葉
인슐린 樣成長因子-Ⅰ	70	7,649	肝脹과 기타 장기
인슐린 樣成長因子-Ⅱ	67	7,471	肝脹과 기타 장기

※ 모두 사람유래의 것

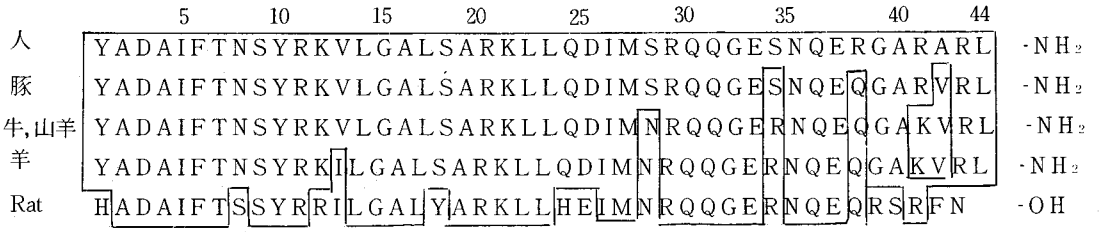


그림 3. 포유류시상하부의 성장호르몬 방출인자의 아미노산배열 (Guillemin[3] 등 1984).

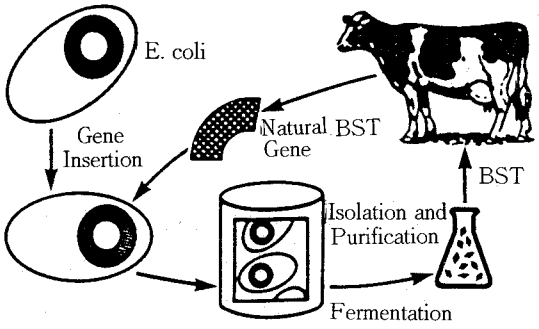


그림 2. BST의 제조과정에 대한 도해.

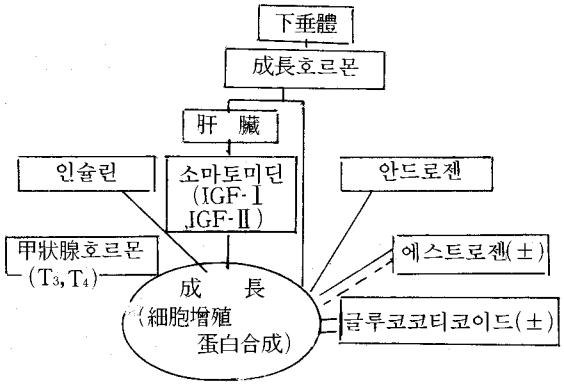


그림 5. 반추가축의 성장호르몬에 의한 조절기구(실선은 촉진, 점선은 억제를 나타낸다) (上家).

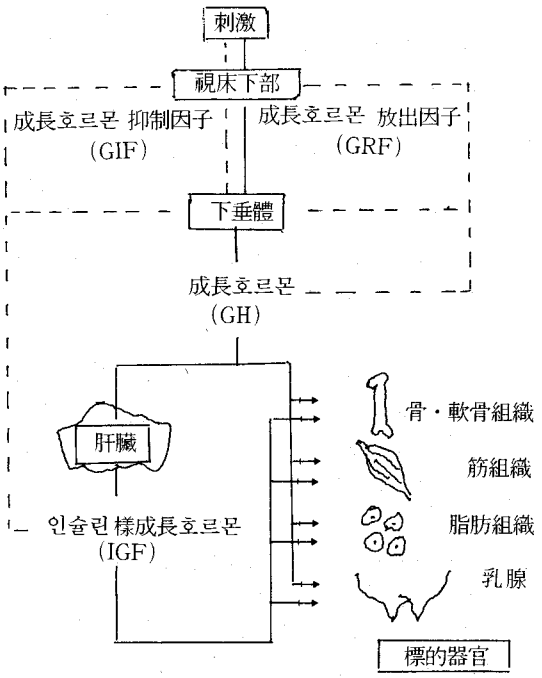


그림 4. 성장호르몬 분비의 조절기구(실선은 촉진, 점선은 억제를 나타낸다).

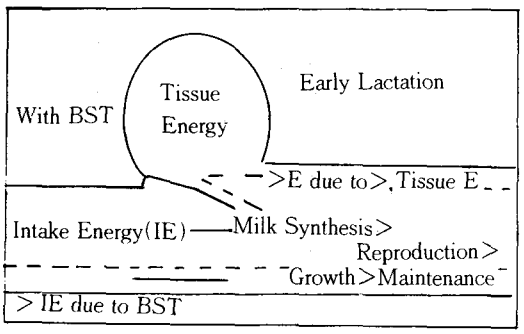


그림 6. BST투여로 인한 외관상 에너지 분배과정.

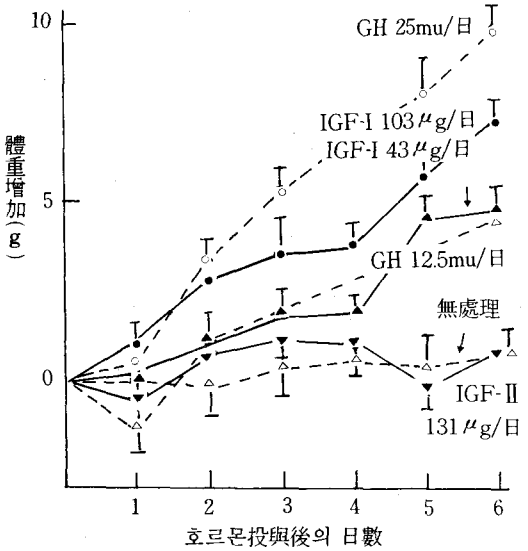


그림 7. 下垂體除去 Rat의 體重增加에 대한 IGF-Ⅰ, 43 μg/日.
(▲) : IGF-Ⅰ, 103μg/日 (●) : IGF-Ⅱ, 131μg/日
(▼) : 일人 GH, 12.5mu/日 (△) : 人 GH, 25mu/日
(○)의 作用(Schoenle 등, 1985)
各点은 4例의 平均値와 標準誤差

BST를 처리하지 않은 젖소의 우유에는 보통 3ppb(10억분의 3)이하의 BST가 함유되어 있다. 이것은 5,000갈론(약 1만9천리터)우유에 약 한방울의 BST를 떨어뜨린 것과 같다. 산유량을 증가시키기 위해 젖소생체내에 BST를 다량 투여한다고 해서 우유중의 BST농도가 증가되지는 않는다.

○ BST를 처리한 젖소의 우유중에 인슐린 타잎 성장인자(IGF-1)의 높은 수준이 끼치는 영향은 무엇인가?

IFG-1은 체내에서 생산되는 단백질이며 모든 우유중에 자연생태로 존재한다. 초유중의 IGF-1의 농도는 높으며 분만후 몇주일이내에 그 수준은 뚝 떨어진다. 젖소에게 BST를 투여하면 우유중의 IGF-1 농도가 높아지지만 그 IGF-1의 량은 비유초기에 정상적으로 존재하는 량보다 더 적다.

사람의 모유에는 우유내에서 보다도 IGF-1이 더 많이 들어있다. 실제로 우리가 마시는 우유에서 보다도 우리 자신의 타액으로부터 IGF-1을 더많이 섭취하고 있다. 이것은 단백질이며 섭취할때 소화되기 때문에 사람이나 소의 IGF-1을 경구 섭취하더라도 사람에게는 아무런 영향을 미치지 않으며 IGF-1을 뇌하수체제거 rat에 투여하면 GH의 경우와 마찬가지로 증체를 나타내고 있다(그림 6).

○ BST를 처리한 젖소의 우유가 안전하다는 이유는?

첫째로 BST는 사람의 성장호르몬(Human somatotropin)과는 구조가 다르며 비록 주사하더라도 사람에게는 작용하지 않는다. 둘째로 BST는 단백질이며 섭취하면 우유, 고기, 계란 및 채소 등의 여타 단백질처럼 파괴된다.

셋째로 BST 처리한 젖소에서 생산된 우유중의 BST량은 처리하지 않은 젖소의 우유에 있는 BST량과 비슷하다. 넷째로 살균하면 BST의 생물학적 활성이 감소된다.

○ 우유에 있어서는 어떤 차이점이 있는가?

우유 및 유제품의 평균조성분과 건강상 유익함은 변하지 않는다는 증거들이 계속 뒷받침되고 있다. BST처리에 의한 것 보다는 사료성분의 조성차이에 따라서 우유의 성분은 더욱 변한다. BST를 주입하고 알맞게 사료를 급여한 젖소의 우유조성분은 BST를 주입하지 않은 젖소에서 생산한 우유와 다르지 않다.

유지율이 올라가고 유단백 함량이 떨어지는 것은 소들이 충분한 에너지와 단백질을 섭취하지 못할때는 언제든지 발생한다. 이러한 상황하에서 유지방의 지방산 조성은 체조직으로부터 지방산이 공급되어서 다소 변할 수 있다.

표 2. Effect of Short-Term Treatment with Bovine Somatotrophin (Daily Injection) and Human Pancreatic Growth Hormone Releasing Factor (Intravenous Injection) on Milk Production, Food Intake and the Efficiency of Food Conversion in Dalry Cows

Treatment (mg day^{-1})	Cow no and breed	Stage of laction (months)	Duration (days)	Milk yield		Changes in food intake (%)	Changes in gross efficiency[a] (%)	References
				Controls (kg day^{-1})	Response (%)			
p bST(33.0)	5H		10	13.3	24.8	-6.8(kg day^{-1})	41.0	Machine(1973)
p bST(30.0)	2F	7	7	17.5	13.0	None	11.9	Bines, Hart and Morant
	2He	7	7	4.8	17.0	-19.9(kg day^{-1})	46.9	(1980)
p bST(25.0)	4H	4	6	32.0	10.2	None	9.5	Bauman *et al.*(1982)
re bST(25.0)	4H	4	6	32.0	12.9	None	15.2	
p bST(51.5 IU day^{-1})	9H	2-5	14	27.5	11.9	-4.3(kg DM day^{-1})	17.1	Tyrrell *et al.*(1982)
p bST(39.6)	4H	9-11	10	13.4	29.9	-10.3(kg day^{-1})	46.8	Fronk *et al.*(1983)
p bST(39.6)	4H	3-4	10	28.3	15.0	-2.7(kg DM day^{-1})	17.6	Peel *et al.*(1983)
		9	10	12.8	31.0	-16.4(kg DM day^{-1})	57.1	
p bST(50 IU day^{-1}[b])	6H	7-9	10	26.7	28.4	-1.4(kg DM day^{-1})	27.2	Eppard, Bauman and
								Mc Cutcheon(1985a)
p bST(22.7)	4H	5	11	24.6	21.9	-9.1(kg DM day^{-1})	35.8	Pocius and Herbein(1986)
hp GRF-44	16H	6	10	25.4	9.1	None	8.2	Enright *et al.*(1986)
(20 μg $100kg^{-1}$								
6×daily)								

p bST=pituitary bovine somatotrophin ; re bST=recombinant bovine somatorrophin ; hp GRF-44=human pancreatic growth hormone-releasing factor
H=Holstein ; F=Friesian ; He=Hereford
[a]=where necessary, calculated from intake data as given
[b]=selected from several doses

비유초기에 고능력우들은 충분한 영양분을 섭취할 수 없기 때문에 체내 저장된 영양소를 동원하게 된다. 사료섭취량이 8~10주 이내에 향상되며 그리고 나서 체내에 다시 재충전하기 시작한다. 이러한 현상은 BST 사용으로 산유량이 높아질 때에도 나타난다. 그러나 우유의 풍미와 유질은 BST를 처리해도 아무런 영향을 받지 않는다.

○ BST는 어떻게 주사하는가 ?

BST는 매일 또는 2~4주 간격으로 주사할 수 있다. 매일 주사는 ½인치의 20게이지 주사바늘을 사용하여 경부 또는 미군부와 좌골단 사이의 부분에 피하주사를 하거나 대퇴부에 근육주사를 한다. 연속주사시는 1~½인치의 16게이지 주사바늘로 어깨뒤 부분에 피하주사를 한다.

소에게 주사할 때 약간의 부작용이 나타날 수 있으나 소들은 곧바로 일상화된 주사관행에 적응된다. 600두 이상의 젖소를 대상으로 실시한 연구에서 BST주사로 야기되는 질병 감염을 보지 못했으며 도살된 소의 가피를 확인한 결과 BST주사를 한 표시는 나타나지 않았다.

○ 처리한 젖소는 우유를 얼마나 더 많이 생산하는가 ?

BST를 사용함으로써 비유기당 약 10~15%까지 산유량이 향상되는 것으로 보고되고 있으며 또한 두살먹은 소라도 여전히 성장하고 있기 때문에 동일한 용량의 BST를 주입할때 더 나이먹은 소들은 두살된 소들보다 더 잘 반응하게 된다.

다르다. 일부 젖소의 경우 BST를 처리함으로써 산유량이 40%까지 증가되지만 전체 비유기중 10~15%정도 증가된다고 보는 것이 보다 합리적인 것으로 간주된다. BST를 단기간과장기간 투여했을 때의 반응은 표 ,3,4와 같다.

현재 미국에서는 Monsanto, Cyanamid, Up-

표 3. Effect of Long-Term Daily Injection of Exogenous Bovines Somatotrophin on Milk Production Food Intake and The Efficiency of Food Comversion in Dairy Cows

Treatment (mg day^{-1})	Cow no and breed	Approxunate period of lactation (days)	Milk yield[a]		Changes in food intake (%)	Changes in gross efficiency[b] (%)	References
			Controls (kg day^{-1})	Response (%)			
p bST(50.0)	6 J.Ay.Sh	55-139	10.6	71.7	14.0(DOM)	39.3	Brumby and Hancock(1955)
p bST(50.0)	5 J.F	35-182	19.8	17.7	7.7(kg DM day^{-1})[c]	7.8[c]	Peel *et al.*(1985)
					13.6(kg DM day^{-1})[d]	-4.5[d]	
p bST(27.0)	6 H	84-272	27.9	16.5	2.9(kg DM day^{-1})	8.4	Bauman *et al.*(1985a)
re bST(13.5)	6 H			23.3	7.6(kg DM day^{-1})	12.0	
(27.0)	6 H			36.3	14.9(kg DM day^{-1})	20.5	
(40.5)	6 H			41.2	10.0(kg DM day^{-1})	24.1	
re bST(12.5)	8 H.J	31-297	25.7	19.1	5.6(kg DM day^{-1})	12.4	Baird *et al.*(1986)
(25.0)	8 H.J			18.3	5.2(kg DM day^{-1})	12.4	
(50.0)	8 H.J			17.9	6.1(kg DM day^{-1})	10.7	
re bST(12.5)	8	31-294	23.4	23.6		17.6	Chalupa *et al.*(1986)
(25.0)	8			21.9		19.0	
(50.0)	8			36.8		19.7	
re bST(12.5)	9	38-297	28.5	10.2	-0.5(kg DM day^{-1})	14.5	Soderholm *et al.*(1986)
(25.0)	9			30.5	10.1(kg DM day^{-1})	18.3	
(50.0)	9			23.9	7.8(kg DM day^{-1})	14.5	
re bST(12.5)[e]	10F	38-206[g]	23.6	16.1	11.5(kg DM day^{-1})	4.0	Thomas *et al.*(1987)
(25.0)[e]	10F			24.1	8.3(kg DM day^{-1})	14.6	
(50.0)[e]	10F			25.4	13.5(kg DM day^{-1})	14.6	
(12.5)[f]	10F		22.6	20.8	3.9(kg DM day^{-1})	16.1	
(25.0)[f]	10F			20.4	6.6(kg DM day^{-1})	12.8	
(50.0)[f]	10F			26.1	10.5(kg DM day^{-1})	14.1	

p bST=pituitary bovine somatotrophin ; re bST=recombinant bovine somatotrophin
J=Jersey ; Ay=Ayrshire;H=Holstein ; Sh=Shorthorn
DOM=dry organic matter
a 35gkg^{-1} fat corrected milk yield, where given
b Where necessary calculated from intake data as given and 35g kg^{-1} fat corrected milk yield
c Grazing study ; determined at 60 days of lactation
e Complete mixed diet
f Flat rate feeding
g 38-297 days ; *see text*

john, Eli-Lily 등의 회사가 Cornell, Pennsyl vania, Minesota Kentucky대학 등과 공동으로 BST에 대한 실험을 계속실시 중에 있으며 국내에서도 국내 회사에서 제공받은 BST로 실험이 실시되어 완료되거나 또는 실험을 계획중이기 때문에 이들 시험결과를 좀더 지켜볼 필요가 있다. 그리고 일본에서는 축산시험장을 중심으로 BST에 대한 연구가 계속진행되고 있으나 국내에서는 미국이나 영국의 시험결과만이 소개되어 가까운 나라인 일본의 연구결과도 전문학자들에 의해서 소개되어져야 하리라고 생각된다. 세계 각국에서 실시된 BST시험결과는 표 5와 같다.

○ 각 비유기중 어느때에 BST를 주사하는 것이 좋은가?

분만후 곧바로 주사할 수 있다. 그러나 BST에 대한 비유초기의 반응은 비유후기 보다도 많이 떨어지기 때문에 일반적으로 낙농가들은 분

표 4. Milk Production Responses [% increase] to Long-Term [168 to 266 Days] Treatment of Dairy Cows with Methionyl-Somatotropin, a Biosynthetic Analog of Growth Hormone

			Dose					
Trial	Company	Site	None ib/d	Low	Med	High	Average	Ref.
						Response, %		
A	Monsanto	N.Y.	61.4	14.4	22.3	25.4	20.7	Bauman *et al.*, 1985
B	Monsanto	Miss.	57.2	19.0	16.6	11.8	15.8	Hutchison *et al.*, 1986
C	Monsanto	Mo.		7.8	1.4	2.7	4.0	Mollett *et al.*, 1986
D	American Cyanamid	Pa.	53.2	20.2	18.8	31.6	23.5	Chalupa *et al.*, 1986
E	American Cyanamid	Minn.(1)	62.7	8.6	25.9	20.3	18.3	Soderholm *et al.*, 1986
F	American Cyanamid	Ky.	56.5	16.6	15.9	15.6	16.0	Baird *et al.*, 1986
G	American Cyanamid	Ohio	67.6	-0.6	3.0	10.0	4.1	Chalupa *et al.*, 1987
H	American Cyanamid	Minn.(2)	65.6	5.1	19.9	30.5	18.5	Annexsted *et al.*, 1987
I	American Cyanamid	Ontario	58.7	12.2	15.4	13.2	13.6	Burton *et al.*, 1987
A-I	Mean			11.7	15.5	17.9	15.0	
	SD			6.5	8.2	9.8	8.4	

1. Dosages for the low, medium and high groups were 13.5, 27 and 40.5mg/d, respectively, during the Monsanto trials, and 12.5, 25 and 50mg/d for the American Cyanamid trials, except for a high dose of 40mg/d in Trial H.
2. Durations were 188 or 189 days for the Monsanto trials, and 259 to 266 for the American Cyanamid trials. Data were adjusted to 305-day lactations.
3. Results of Trial C were presented in Mollett, *et al.*, 1986 as response during treatment over production during two weeks pre-treatment. Responses for all other trials were calculated from a comparison of a treatment group with untreated controls(Kronfeld, 1987).
4. Results of Trial G are currently with held from separate publication. Calculation of these estimates is discussed elsewhere(Kronfeld, 1987).

만후 60~100일 사이에 BST 주사를 시작하는 것이 좋다(그림 7).

○ 유전적으로 우수한 젖소와 BST처리 젖소는 어떻게 차이가 나는가?

많은 학자들이 이것에 대해 여전히 연구를 계속하고 있지만 산유량증가는 유전적으로 우수한 젖소와 BST 처리된 젖소가 크게 차이가 나지 않는 것으로 보고되고 있다(표 6). 그러나 BST 처리 젖소가 나타내는 반응에 대해서 유의해야 할 점은 BST처리 젖소가 자신의 능력을 100% 나타내기 위해서는 사양관리의 개선이 대단히 중요하다는 것을 인지해야 한다는 것이다(그림 8). 현재 BST를 연구하는 학자들은 BST가 젖소가 본래 가지고 있는 유전능력이상을 발휘한다는 측과 본래 지니고 있는 유전능력을 최대로 발휘하게 해준다는 측의 주장이 서로 대립을 보이고 있다.

○ 어떤 젖소가 BST를 잘 받아들일 것으로 생각되는가?

실제로 이것은 그 우군의 전체적인 건강상태와 소들의 번식상태에 달려 있다. 건강과 몸의 상태가 좋다면 어떤 젖소라도 BST를 처리할 수 있다.

○ BST 사용이 젖소의 체력과 영양을 소진시키는 것은 아닌가?

미국과 기타지역에서 많은 젖소를 상대로 두 번 또는 그 이상의 비유기에 BST를 실험적으로 주사해왔다. 연속되는 비유기에 산유량이 비슷하게 증가되었으며 젖소의 건강 및 능력에 역효과를 나타내는 증거는 일부를 제외하고는 거의 없었다. 알맞게 사양을 하고 관리를 잘하면 젖소의 체력이나 영양이 덜 소모되지 않는 것으로 보고되고 있다.

○ BST의 사용이 사료급여에 어떤 영향을 미치는가?

생산되는 우유 단위당 영양소 요구량은 변하지 않는다. 그렇지만 젖소는 BST를 주사했을 때 보다 많은 우유를 생산할 수 있기 때문에 추가적인 우유를 만들기 위한 영양소를 제공하기 위해 보다 많이 먹게된다. 총사료 소모량중 젖

표 5. The Effect of Formulated Sometribove on Fat Corrected Milk Production(FCM), Dry Matter Intakes(DMI), Net Energy Intakes(NEI), Body Weights and Both Apparent and Gross Feed Efficiencies During the Period of Treatment, Weeks 9-41 of Lactation

Site	Dose (mg)	FCM (kg/cow/day)	Diff FCM (kg/cow/day)	DMI (kg/day)	Body Weight (kg)	Feed Efficiency	
						Apparent (FCM/DMI)	Gross[2] (FCM/NEI)
Arizona	0	26.6[a]		22.4	641	1.19	0.72
	500	28.8[b]	2.2	23.4	644	1.23	0.74
New York	0	27.3[a]		18.8[a]	574[a]	1.50[a]	0.94[a]
	500	30.4[b]	3.1	19.6[b]	563[b]	1.60[b]	0.99[b]
Missouri	0	23.8[a]		19.7[a]	612	1.20[a]	0.73[a]
	500	29.0[b]	5.2	21.8[b]	609	1.33[b]	0.79[b]
Utah	0	25.3[a]		20.2[a]	605	1.25[a]	0.76[a]
	500	29.0[b]	3.7	21.7[b]	611	1.33[b]	0.80[b]
France	0	21.9[a]		18.0[a]	608	1.22[a]	0.75[a]
	500	25.8[b]	3.9	19.0[b]	608	1.34[b]	0.82[b]
Germany	0	21.7[a]		16.9[a]	604	1.27[a]	0.81[a]
	500	25.3[b]	3.6	18.0[b]	602	1.38[b]	0.85[b]
Netherlands	0	24.9[a]		19.9[a]	598	1.24[a]	0.79[a]
	500	29.5[b]	4.6	21.7[b]	597	1.36[b]	0.85[b]
United	0	19.3[a]		15.1[a]	566	1.28[a]	0.112
Kingdom	500	23.0[b]	3.7	16.8[b]	574	1.36[b]	0.118

[1] : FCM is 3.5 FCM(U.S. trials) and 4.0% FCM(European trials). Reults are reported as least square means adjusted for pre-treatment responeses.

[2] : Values are on a net energy basis at all sites except the United Kingdom where values are on a metabolizable energy basis.

[a,b] : Means with different superscripts within a site are significantly different ($p<0.05$).

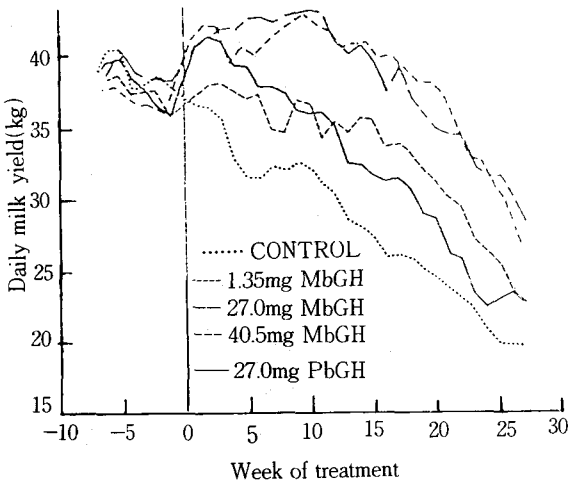


그림 8. The effect of daily injections of methionyl (recombinant) bGH (MbGH ; 13.5, 27.0 or 40.5mg/day) or pituitary bovine GH (pvGH ; 27.0mg/day) between three and ten months of lactation on milk yield in high-producing Holstein cows($n=6$). (Courtesy of Bauman *et al.*1985a).

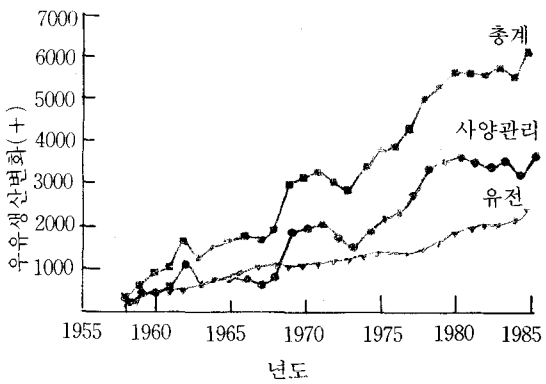


그림 9. N.Y홀스타인 젖소의 우유생산량 변화 요인.

소의 유지에 필요한 영양소의 비율이 더욱 적어짐으로 인하여 젖소의 능력(사료kg당 우유생산량)은 향상된다.

산유량이 많아지기 때문에 낙농가들은 BST를 투여하지 않은 소들에게 해왔던 것보다는 더 오

랜동안 BST를 처리한 젖소들에게 고생산을 위한 사료배합을 하여 급여하게 되며 이와같은 사료에는 에너지 농도를 높이기 위해 By-Pass 지방이 함유될 수 있으며 불해성 단백질이 추가될 수 있다. 따라서 사료배합비작성자들은 에너지 추가공급에 따른 경제성여부를 점검해 보아야 한다.

○ BST가 건강에 영향을 미치는가?

흔히 고능력우는 비유초기에 에너지 불균형이 나타난다. 이와같은 소들은 보다 오랫동안 공태우로 남게되며 저능력우로 있을때 보다도 종부횟수가 늘어나며 BST를 처리한 소들은 에너지 불균형의 상태가 보다 오래 지속될 수도 있다. 그러므로 BST를 처리한 젖소들은 다소 저조한 번식능력을 가지는 것으로 생각될 수 있다. 그래서 일부 낙농가들은 젖소가 임신할 때까지 BST 사용을 하지 않기도 한다.

미네소타주의 대규모목장 실험에서 분만후 5주간 BST를 투여한 결과 최초 수정일수, 수태당 수정회수 및 수태율이 BST를 처리한 소와 처리하지 않은 소간에 현저한 차이점은 없었으며 많은 수의 젖소의 경우 번식능력에 있어서 눈에 띄는 차이점이 없다고 보고되고 있으나 이 점에 대해서 반대의 이론을 제시하는 학자들도 있기 때문에 이 문제에 대해서 보다 많은 연구가 반드시 진행되어야 한다.

그리고 BST를 사용하면 유방염과 체세포수가 처리전보다 높아진 경우도 보고 되고 있어 이점 또한 분명히 밝혀져야 한다(표 7).

따라서 BST가 가축의 건강에 미치는 영향은 변이가 심하기 때문에 쉽게 결론을 내리기 곤란한 문제이며 장기간에 걸친 집중적인 연구가 필요하다고 할 수 있다.

○ 소들이 BST에 반응하는지의 여부를 어떻게 알 수 있는가?

반응이 빨리 나타난다. BST투여후 곧바로(2~3일내에) 소들은 보다 많은 우유를 생산하며 이 반응이 관찰될 수 있다.