

肉牛의 繁殖效率 增進에 關한 考察

朴 忠 生

慶尙大學

A Review of Research on Beef Cattle Production

Choong Saeng Park

Gyeongsang National University

I. 서 론

1978년부터 우리나라 농가에서는 대규모로 육우를 도입하여 사육하게 되었다. 쇠고기의 수요는 급증하는데 한우의 역용은 감소되니 한우에 의한 쇠고기 공급이 어렵게 되었다. 육용만으로서 소를 사육한다면 육우가 한우보다 소득을 높여주게 될 것이므로 육우를 도입하여 쇠고기 생산량을 늘리고자하는 계획인 것이다. 1955년 육우를 도입하기 시작한 이후 1975년까지 순종 3,259두와 잡종 280두를 도입하였으며 1976년 말 현재 Aberdeen Angus 2,081두, Hereford 1,221두, Brahman 310두 기타 4,783두를 사육하고 있을 뿐이다(농수산부, 1976). 당국의 육우 도입계획은 1978년부터 1981년까지 45,000두를 도입할 계획이며 금년에는 Aberdeen Angus와 Hereford를 뉴질랜드로부터 10,000두 도입하는데 모두 7~9개월령의 이유한 암컷 육성우들이다.

육우의 번식효율을 증진하려면 초산월령과 분만간격을 단축시켜야 하고, 분만장애, 송아지 폐사율 등 질병을 감소시켜야 하며, 암소의 경제수명을 연장하고 비유량이 많아서 이유시 육우의 체중이 커야하며, 암소의 사료효율을 높여야 할 것이다. 이들 각 요인은 유전적으로 개량되어야 함은 물론 영양 관리 등의 환경을 경제적으로 효율적으로 갖추어 주어야 할 것이므로 이러한 요인에 관한 연구 보고를 모아 고찰하여 보고자 한다.

II. 초산월령

대체로 육우 농가들은 만 3세에 초산하도록 육우를

육성하고 있다. 만약 계절번식을 실시하고, 초산월령을 단축시키려면, 반드시 24개월령에 초산할 수 있도록 해야한다. 그렇지 못 할 경우는 36개월령에 초산하도록 해야 되는 것이다. 그래서 2세에 분만토록 하려면 15개월령에는 초임이 되도록 육성해야 하는 것이다.

표 1에서 보면 Hereford는 Angus보다 성성숙이 늦고 영양수준을 높이면 성성숙이 빠르게 된다는 사실을 알 수있다. Crichton 등(1959)은 308일령 이전보다는 이후에 영양수준을 높여주는 것이 성성숙을 이르게 하는데 효과적이라고 보고하고 있다. Clanton 등(1964)에 의하면 NRC 표준사양에 비하여 단백질 60%와 에너지 82%를 급여한 경우 Hereford는 66일 성성숙이 늦

표 1. 품종별 성성숙(puberty)때의 일령 및 체중(kg)

	Angus	Hereford	Shorthorn	Charolais
Wiltbank등(1966)				
저 영양수준				
공 시 두 수	29	26	30	—
일 령	396	457	413	—
체 중	233	269	226	—
고 영양수준				
공 시 두 수	25	26	25	—
일 령	337	413	318	—
체 중	251	306	243	—
Bellows(1968)				
공 시 두 수	14	16	—	23
일 령	360	386	—	370
체 중	268	270	—	320

어졌고, 15개월령에 발정주기를 갖는 암소들은 표준구 93%에 비하여 저 영양구에서는 36%에 불과하였다고

한다. 이스라엘에서 Amir 등(1967)의 실험결과를 보면 젖소들 6개월령까지 우유를 먹일 정도로 영양수준을 높였을 때에 평균 18.0개월령에 초산을 했다고 한다.

초산현령을 이르게 함으로써 그 후의 암소의 능력에는 아무런 지장을 주지 않는 것 같다. Weiland(1966)는 동북에서 114,000두의 젖소들 조사한 결과 초산현령이 경산우의 분만간격에 전혀 영향을 미치지 않았으며 다만 초산우의 비유량은 조기번식으로 감소된다고 했다. 육우에 대하여도 Bauer(1965)가 로테시아에서 Hereford를 24개월령과 36개월령에 각각 초산도록 했을 때에 경산우의 능력에는 아무런 영향을 주지 않았다고 한다. Pinney 등(1962)도 2세와 3세분만 종아지들의 폐사율에 차이가 없었다고 한다.

고온환경에서는 육성우의 세성장은 물론 성성속도 낮다. 물론 Zebu재의 소는 내서성이 다소 높다. Dale 등(1959)은 Shorthorn이 10°C에서는 303일에 체중 263kg으로서 성성속이 되었으나 27°C에서는 440일에 267kg으로서 성성속이 되었다고 한다.

24개월령에 초산하도록 하려면 ① 15개월령에 체중 250~300kg으로 육성할 것, ② 품모우는 머리의 크기가 작은 개체를 선발하여 초임에 사용하고 품종으로는 Angus가 바람직하며, ③ 분만관리에 유의하고, ④ 비유기에 영양수준을 높여주고, ⑤ 4~6개월령에 컷베기를 하며, ⑥ 후보송아지중의 50%정도만 선정하여 시도해 보는 등 유의할 필요가 있다.

Ⅲ. 번식율

본 판에서 번식율은 중부서진 암소 100두당 생존한 송아지 두수를 일컫는다. 품종간에 큰 차이는 보이지 않으나 육우중에서 Brahman판은 번식율이 약간 낮다. 이에 대하여 De Alba 등(1961)은 Brahman은 발정기간이 짧고 따라서 1회 이상의 증부를 허용치 않으면서 경향 때문일 것으로 고찰하고 있다. 자연중부시에 암소부리에 배치하는 품모우의 수를 복수 이상으로 하면 교미보다 투쟁에 바빠 수태율이 떨어진다고 (87%에 비하여 81.3%) Bellows(1967)는 보고하고 있다.

미산우는 2세나 3세가 모두 번식율이 낮으며 경산우는 10세까지 높은 번식율을 보이고 비유기 보다 건유기에는 번식율이 높은 경향이라고 Wiltbank와 Harvey(1963)는 보고하고 있다. 포유시키는 것이 수태율에 나쁜 영향을 미친다는 보고는 Meade 등(1959)도 10,170두의 육우에 대해서 확인하였다. Wiltbank와 Cook(1958)은 유종 Shorthorn에서 착유우는 1회 증부에 의한 71%의 수태율을 보인데 반하여 포유우는 57%였다

고 한다. Koger(1962)도 전유우의 번식율은 84%인데 포유우는 63%이었다고 3,994두의 육우에 대한 조사에서 밝혔다. Saiduddin 등(1967)은 젖소의 경우 포유우는 착유우에 비하여 분만후 탄생계귀까지의 기간이 50% 정도 지연되었다고 한다. 한편 Wiltbank 등(1956)과 Pani 등(1967)은 품모우가 번식율에 큰 영향을 미친다고 보고하고 있다.

번식율을 높게 유지하려면 암소의 영양수준을 양호하게 해야한다. 그러나 항상 암소의 영양수준을 높여준다면 경영상 불리한 것이다. 특히 어느 시기의 영양수준이 번식율에 큰 영향을 미치는가가 문제이다. 표 2에서는 Hereford 경산우에 대한 분만후 에너지수준이 수태율에 미치는 영향을 표시했는데(Wiltbank 등, 1964) 에너지 수준을 높일 수록 수태율이 높으며 특히 분만

표 2. 분만후 에너지 수준이 수태율에 미치는 영향 (Hereford 69두, Wiltbank 등, 1964)

	에너지수준(kg, TDN/일)				
	5.68	7.50	11.36	3.86* /7.50	3.86* /11.36
분만후수태까지의 기간(일)	80	67	75	86	87
제 1회 수정의 수태율(%)	54	31	85	46	87
수 태 율(%)	71	78	92	69	100

* 처음 28일간은 낮은 수준 그 이후는 높은 수준임.

1개월 후의 고에너지 수준이 큰 효과를 나타내고 있다. 표 3에서는 분만전 140일간과 분만후 120일간의 에너지 수준이 수태율에 미친 영향을 보였는데(Dunn 등 1964), 분만후 고에너지 수준이 역시 수태율을 향상시키고 있음을 알수있다. King(1968)과 Kail 등(1968)은 더욱이 젖소에서도 수정시기의 영양수준이 가장 큰 효과를 나타낸다고 보고하고 있다. 수정전 1개월간의 제왕 증감과 수태율간의 관계를 King(1968)이 보고한 결과는 표 4와 같다. 즉 체중이 감소하면서 수태율이 현저히 떨어지고 있다. 영양수준을 지나치게 높이면 물론 수태율도 저하되고 경제적수명도 약간 단축되었으나(Totusek, 1963), 사육 경제상 지나치게 에너지수준을 높일리는 실제적 없을 것이다. Lane(1964)은 수정시기 전 14~30일에 비타민 A 100만단위를, Bradfield와 Behrens(1968)는 비타민 A.D.E. 복합제를 각각 주사하여 번식율을 11% 및 13%씩 개선하였다고 한다. 이 사실은 겨울철을 지나서 비타민이 부족할지도 모르는 경우는 우리나라에서도 참고할 필요가 있을 것 같다.

환경온도가 번식율에 미치는 영향은 더위가 수태율 저하를 가져올지 모르나 우리나라의 여름 고온으로서 큰 문제는 되지 않을 것 같다.

표 3. 분만전(140일간) 및 분만후(120일간) 에너지 수준(kg, TDN/일)이 번식율에 미치는 영향 (Dunn 등, 1964)

분만전 수준	3.68		1.95		
분만후 수준	10.4	5.90	3.10	10.4	5.90
공시두수(처리소)	48	48	48	48	48
분만전체중 (kg)	414		338		
분만후 (120일간)					
증 체 량 (kg)	88	36	-24	120	62
분만후 컷 발정일	56	50	44	63	64
제 1 회 수정의 수 비율 (%)	62	62	43	73	49
무 발 정 우 (%)	0	0	19	0	7
수 태 율 (%)	81	70	64	90	73

표 4. 젖소에 있어서 체중의 변화가 수태율에 미치는 영향(King, 1968)

공시두수	수정전 4주간의 증 체 량 (kg)	수태율(%)
13	0.0	76.0
51	0.4~12.3	70.6
30	12.4~25.0	76.7
10	25.1~37.7	100.0
42	-0.5~-12.3	28.6
35	-12.4~-25.5	8.6
9	-25.6~-37.7	0.0

IV. 임신기간

품종에 따른 임신기간은 Angus가 Holstein과 같이 280일~285일 정도로 짧고 Brahman은 290일~293일 정도로 가장 길다. 임신기간에 대한 증모우 효과는 Anderson과 Plum(1965), Hansett(1966) 및 Crockett와 Kidder(1967) 등이 모두 상당히 중요한 것으로 인

정하고 있다. 송아지의 암수에 따른 효과는 대체로 암 송아지일 경우에 임신기간이 짧다고 하나 Sagebiel 등(1967)은 유의차는 없었다고도 한다. Kortstee(1963)는 단태보다 쌍태일 때에 4~5일 임신기간이 짧았다고 한다. 암소의 연령이 증가할 수록 임신기간이 길어진다는 보고가 많은데(Lasely 등, 1961; 및 기타), Reynolds 등(1965)은 이를 부인하고 있으며 Van Graan과 Joubert(1961)는 7세까지는 길어진다고 하고 있다. 암소의 영양은 임신기간에 큰 영향을 주지 않는 것 같다.

Sagebiel 등(1973)은 Angus, Hereford 및 Charolais의 정액교배에서 임신기간은 Angus순종이 가장 짧고, Hereford를 암소로 할 경우가 가장 길었으며, Charolais와 Hereford 숫소는 Angus 암소의 임신율 연장시켰고, Angus 숫소는 Hereford 암소의 임신율 약간 단축시켰다고 한다(표 5).

V. 생시체중

품종별로 보면 생시 체중은 Charolais가 가장 크고 Hereford는 중간이며 Angus는 작은 편이다. 암송아지는 숫송아지보다 작다. 임신기간이 연장되면 생시체중은 증가한다. 숫송아지의 임신기간이 1.6일 길고 생시체중은 4.1kg 무거웠다고 O'Connor 등(1968)은 보고하고 있다.

암소의 연령이 증가할 수록 생시체중이 커진다고 Lampo와 Willem(1965)은 암, 수 송아지에 대하여 각각 0.47 및 0.28의 상관계수를 보고하고 있다. Koonce와 Dillard(1967)은 11세이후가 되면 생시체중이 감소하게 된다고 보고하였다.

생시체중에 영향을 미치는 암소의 사양수준 문제는 주로 겨울철의 에너지공급이라고 Clanton 등(1961)은 지적하였다(표 6). Christenson 등(1967)도 Hereford 초임우에게 분만전 140일간 196 및 127kcal DE/W^{0.75}의 수준으로 사양했을 때 각각 생시체중은 29.9 및 26.6kg이었다고 한다.

표 5. 품종 조합별 평균 임신기간(일)*(Sagebiel 등, 1973)

품 종 조 합	CH	HH	HC	AH	CC	CA	HA	AC	AA
숫 송 아 지	288.0	286.1	285.3	285.0	284.9	283.2	282.5	282.3	280.9
품 종 조 합	CH	HH	CA	CC	AH	HC	HA	AC	AA
암 송 아 지	286.5	286.1	284.4	284.3	283.1	282.1	282.0	281.0	277.4

* 같은 밀출 천 정기간에는 유의차(p<0.05)가 있고, 품종조합의 알분자가 숫소이며, C=Charolais, H=Hereford, A=Angus임

표 6. 어미소의 영양수준이 초산된 송아지의 생시체중에 미치는 영향(Clanton 등, 1961)

월동기간의 영양수준(140일간)*				
DCP(%)	2.3	5.4	2.9	5.6
ME(kcal/kg)	304	324	392	416
140일간의 월동기간중의 체중증가(kg)	4.5	9.1	27.7	52.7
생시체중(kg)	27.9	29.3	29.5	31.4
180일령 이유시체중(kg)	133.6	147.3	140.0	132.7

* 여름기간에는 각우 동등한 사양을 했음.

VI. 이유시체중

이유시체중에 대한 품종효과는 크게 뚜렷하지 않으며 오히려 종모우의 효과가 더욱 중요한 것 같다(Nelms와 Bogart, 1956; Brocon, 1960) 성별에 따른 효과에 관해서 Warren 등(1965)은 28,500두의 Angus, Hereford 및 Santa Gertrudis에 대한 조사에서 암송아지 보다 수송아지는 19.7kg, 거세송아지는 7.7kg 정도의 이유시체중이 더 무거웠다고 밝혔다. 이유시기가 하루씩 늦어지면 Cunningham과 Henderson(1965)은 Hereford에서는 0.68kg, Angus에서는 0.76kg씩 이유시체중이 증가했다고 한다.

어미소의 연령이 2세~3세인 경우와 11세 이상인 경우에는 이유시 체중이 낮다고 많은 보고가 의견을 같이 하고 있다. 어미소의 체중 100kg당 Angus는 8.5kg, Hereford는 4.9kg씩 이유시체중이 높아진다고 Tanner 등(1965)은 밝혔다. Nelson과 Cartwright(1967)는 어미소의 체중이 Angus는 570kg, Hereford는 600kg일 때 이유전 증체량이 가장 높았다고 한다.

어미소의 비유량은 이유시체중에 직접적인 효과를 갖는다. 비유량은 Charolais, Angus, 그리고 Herefords

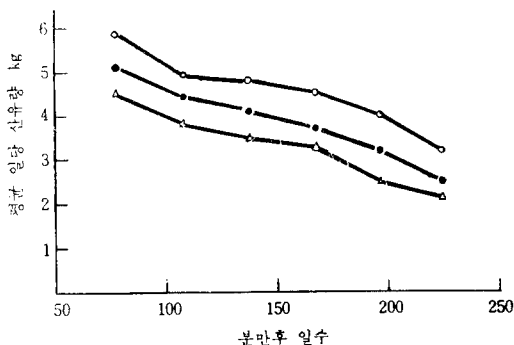


그림 1. Charolais(○), Angus(●) 및 Hereford(△)의 산유량비교, 각 15두 평균(Melton, 1976)

의 순위이다(그림 1).

Preston과 Willis(1970)는 비유량은 이유시체중의 변이에 16~62%의 영향을 미친다고 종합하고 있다. Drewry와 Hazel(1966)은 보조사료를 급여하지 않으면 송아지 발육에 있어서 100일령까지, 보조사료를 급여하면 100~200일령에 있어서 모체효과가 특히 중요하게 나타난다고 하였다.

Angus와 Hereford의 우유는 열량함량이 770±5.7 kcal/kg으로 Holstein 우유보다 높다고 Anthony 등(1965)은 보고하였다. Melton 등(1967a)은 이유기까지 Angus, Charolais 및 Hereford에 있어서 증체 1kg당 소요 흡유량은 각각 5.7, 5.2 및 4.7kg이었다고 한다. 보조사료를 급여할 경우 205일령 이유시 체중을 Hereford와 Angus에서 12.8kg 증가시키고, 이유시체중에 대한 분만계절 효과를 감소시켰다고 Oklahoma에서 Cundiff 등(1966)은 14,000여두의 실험결과를 보고하고 있다(그림 2). 이들의 보고를 보면 여름 및 가을에 분만한 송아지에게는 더욱 보조사료가 필요함을 알 수 있다. Hunsley 등(1967)은 보조사료를 일당 0.9kg씩

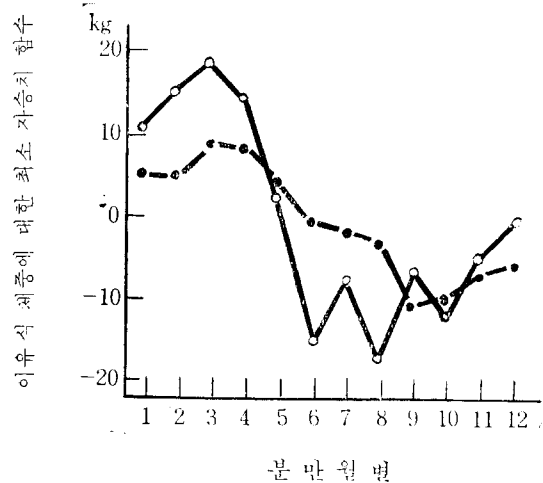


그림 2. 분만월별 보조사료 급여(●)와 불급여(○) 송아지들의 이유시체중(Cundiff 등, 1966).

급여하는 경우가 경제적으로 가장 유익하였다고 한다. Kuhlman 등(1961)은 보조사료를 경산우와 초산우에서 분탄된 송아지에게 2~8.5개월령까지 급여했을 때에 이유시 체중의 증가는 각각 32kg 및 45kg이었는데 보조사료 섭취량은 각각 399kg 및 429kg이었으며 이 때에 초산우에게 429kg을 급여했을 때는 송아지의 이유시 체중의 증가량은 27kg이었다고 한다. Hammes 등(1965) 및 Hammes 등(1968)은 4개월령에 이유하고 이 유송아지에게는 고영양수준을 유지시키는 동시에 건유시킨 암소에겐 일당 TDN 2.5kg 정도로 저영양수준을 유지시켜주는 방법이 보다 유리하다고 하였다.

Ⅶ. 송아지폐사

육우에 있어서 분만시 사산 및 유산이 발생하는 빈도에 관한 보고로서 Fagerlin 등(1968)을 보면 그들은 1930년부터 1961년까지 Hereford에 있어서 총 4,531두 24,710회 분탄을 조사했는데 평균 수명은 8.2세였고 이 가운데 1회 이상 사산한 암소의 수는 35%였고, 1회 이상 유산한 경우는 6%였다고 한다. Anderson과 Bellows(1967)은 3,049두의 Hereford 분만회수 중 4.7%의 송아지가 폐사하였고 그 중 86%가 사산했거나 24시간 이내에 폐사한 것이었으며 14%는 30일령 이내에 폐사하였다고 한다. 이 86% 중의 79%는 난산한 경우이고 21%는 송아지가 기형이었다고 한다. 생후 30일 이내에 폐사한 것은 대부분 폐염에 기인한 것이었다. MRY 품종에 대하여 홀랜드에서 Van Dielen(1966)은 사산한 어미소의 차기 수태율이 13~14% 저하되었는데 이 원인은 사산의 경우 10% 이상 후산정체가 더 발생하는 때문일 것이라고 하였다. 스위스의 Friedli(1965)에 의하면 제 1 파수와 태아만중간의 간격이 길 수록 사산의 위험성이 높아진다고 밝혔다.

육우의 품종 중에서 Brahman이 송아지폐사가 많은 편인데 Chagas 등(1966)은 분만직후의 송아지의 활력이 낮은 때문이라고 하였다. Hurst와 Godley(1965) 및 이스라엘의 Friesians에 대한 인공수정 성적을 분석한 Heiman(1968) 등은 종모우 효과가 크다고 밝히고 종모우 선발에 의하여 사산 및 난산문제들 30% 경감시켰다고 한다.

어미소의 연령에 따른 송아지 폐사율을 보면 Anderson과 Bellows(1967)은 3세우는 9.5%, 4세우는 4.3% 그리고 성숙한 소에서는 2.4%였다고 한다. Koger 등(1967)은 송아지 생존율이 10세까지는 매우 일정하고 그후 급격히 저하된다고 하였다. Bellows(1968)은 표 7에서 보는 바와 같이 난산이 발생하는 것은 2세우가

가장 높고 4세우는 현저히 낮으며, 정상태위이면서 분탄을 위하여 어려움을 겪는 경우가 2~3세에서 특히 많은 점으로 보아 골반의 크기(크기)와 상대적인 송아지 크기가 중요 요인이라고 하였다.

표 7. 어미소의 연령이 난산율에 미치는 영향 (Bellows, 1968)

연 령	전 체 분만수	도움을 요한 분만		생시체중 (kg)
		정상태위 (%)	이상태위 (%)	
4세이상 경산우	465	0.8	2.2	37.6
3세 초 산 우	158	15.8	6.3	36.4
2세 초 산 우	287	43.2	2.8	32.7

송아지의 성별 및 생시체중과 송아지 폐사와의 관계에 관하여는 Koger 등(1967)은 생시체중이 극히 크지 않으면 난산과 큰 관계가 없다고 하여 Woodward와 Clark(1959)와 같은 의견을 보고하고 있다. Edwards 등(1966)은 Chalorais 잡종 및 수송아지는 Hereford잡종 및 암송아지 보다 폐사율이 높다고 보고 하였다. Schultze(1965)와 Vandeplassehe 등(1965)은 생시체중이 어미소 체중의 8~9% 이상일 경우에 난산이 많이 일어난다고 보고하였다. 잡종교배에서 종모우를 Charolais로 할 경우 난산이 많이 발생한다는 보고가(Anon, 1963; Edwards 등, 1966; Crowley, 1965; Ekman-Bjaresten, 1965; Reyneke와 Penzhorn, 1964)있으며, Sagebiel 등(1968)은 Angus, Charolais 및 Hereford간의 정역교배에서 난산을 일으키는 경우는 Angus 암컷에 Charolais 수컷(39%)이나 Hereford 수컷(29%)을 교배할 때에 높았다고 한다. 그러나 Hansen(1965, 1966)은 Charolais 수컷을 Jersey와의 교배에 이용하여도 난산은 큰 문제가 없었다고 한다. Charolais 순종교배에서는 타품종에 비하여 난산율이 높지 않은 것 같다.

분만전 어미소의 영양수준을 높이면 난산율이 높아진다는 보고도(Hawkins 등, 1965) 있으나, 방목우에 약간의 보충사료 급여는 영향을 미치지 않았다고 Wagnon 등(1959)은 보고하고 있다. 단백질 수준의 증가에 따라 비단민 A의 체내수준이 떨어진데 그 원인이 있다고 Bohman 등(1962)은 지적하고 있다. 임신우에게 급여하는 사료중에 비타민 A가 부족하면 유산, 사산 및 후산정체 등이 많이 일어난다(Nicholson과 Cunningham, 1965)는 보고도 있으므로 월동사양시 주의할 필요가 있을 것 같다.

Ⅷ. 금후의 연구과제

육우사육은 쇠고기 공급을 위하여 필요하다. 번식우

사육을 하여 얻는 조수익은 송아지 생산 뿐이다. 그러므로 암소에게 연중 영양수준을 높게 유지시켜 주려면 수지가 맞지 않을지 모른다. 더욱이 계절번식을 실시하지 않으면 농후사로 소요량이 많아져 소득이 낮아질지 모른다. 1. 계절번식을 실시하고, 번식율을 높이기 위해서 분만후 재발정시에 수태율을 높게 유지하도록 많은 연구가 진행되어야 한다. 2. 발정 동기화와 동기화후의 수태율 증진 및 실용화에 따르는 문제점들에 대한 연구가 더욱 진행되어야 한다. 3. 경제적인 이유 시기를 결정하기 위한 연구가 진행되어야 한다. 4. 조기번식 즉, 2세우 분만을 위한 체계적인 품모우 선발 및 사양지침을 수립하도록 연구해야 한다. 5. 다태분만 특히 쌍태분만을 위한 더욱 기초적인 연구를 실시해야 된다. 6. 현재 보다는 비유량이 많은 육우로 개량하의 목초 위주로 암소의 영양수준을 경제적으로 충족시킬 수 있는가를 검토하여 송아지의 성장을 빠르게 하는 방법 등을 연구하여야 될 것이다.

引用文獻

1. 농수산부. 1976. 농림통계연보, 1976.
2. Amir, S. et al. 1967. Anim. Prod., 9 : 268.
3. Anderson, D.C. and R.A. Bellows. 1967. J. Anim. Sci., 26 : 941.
4. Anderson, H. and M. Plum. 1965. J Dairy Sci., 48 : 1224.
5. Anon. 1963. Vet. Rec., 75 : 1045.
6. Anthony, W.B. et al. 1965. J. Anim. Sci., 24 : 283.
7. Bauer, M. 1965. Rhod. Agric. J. 62 : 28.
8. Bellows, R.A. 1967. AI Digest, 15(3) : 6.
9. Bellows, R.A. 1968. AI Digest, 16(1) : 2.
10. Bohman, V.R. et al. 1962. J. Anim. Sci., 21 : 241.
11. Bradfield, D. and W.C. Behrens. 1968. J. Anim. Sci., 27 : 1105.
12. Brown, C.J. 1960. J. Anim. Sci., 19 : 1062.
13. Chagas, E.C. et al. 1966. J. Anim. Sci., 25 : 264.
14. Christenson, R.R. et al. 1967. J. Anim. Sci., 26 : 916.
15. Clanton D.C. et al. 1961. J. Anim. Sci., 20 : 928.
16. Clanton D.C. et al. 1964. J. Anim. Sci., 23 : 870.
17. Crichton, J.A. et al. 1959. Anim. Prod., 1 : 145.
18. Crockett, J.R. and R.W. Kidder. 1967. J. Anim. Sci., 26 : 202.
19. Crowley, J.P. 1965. Ir. J. Agri. Res., 4 : 205.
20. Cundiff, L.V. et al. 1966. J. Anim. Sci., 25 : 972.
21. Cunningham, E.P. and C.R. Henderson. 1965. J. Anim. Sci., 24 : 182.
22. Dale, H.E. et al. 1959. J. Anim. Sci., 18 : 1363.
23. De Alba, J. et al. 1961. Anim. Prod., 3 : 327.
24. Drewry, K.J. and L.N. Hazel. 1966. J. Anim. Sci., 25 : 878.
25. Dunn, T.G. et al. 1964. J. Anim. Sci., 23 : 594.
26. Edwards, J. et al. 1966. The Charolais Report, MMB, Thames Ditton.
27. Ekman-Bjaresten, I. 1965. Jord-Gröda-Djur., 21 : 81.
28. Fagerlin, P.T. et al. 1968. J. Anim. Sci., 27 : 1103.
29. Friedli, K. 1965. Schweizer Arch. Tierheilk., 107 : 497.
30. Hammes, R.C. Jr. et al. 1968. J. Anim. Sci., 27 : 509.
31. Hansen, L.H. 1965. Arsbetn. Inst. Sterilitetsfors. K.K. Vet og Land bokoisk. 37.
32. Hansen, L.H. 1966. Br. Vet. J., 122 : 273.
33. Hanset, R. 1966. Ann. Med. Vet., 110 : 149.
34. Hawkins, D.R. et al. 1965. J. Anim. Sci., 24 : 848.
35. Heiman, M.R. 1968. Proc. 6th Congr. Reprod. AI Paris, p.253.
36. Hunsley, R.E. et al. 1967. J. Anim. Sci., 26 : 1482.
37. Hurst, V. and W.C. Godley. 1965. S.C. Agric. Exp. sta. Bull., 144.
38. Kail, I.J. et al. 1968. J. Dairy Sci., 51 : 954.
39. King, J.O.L. 1968. Farms Wkly, 5th April, p.95.
40. Koger, M. et al. 1962. J. Anim. Sci., 21 : 14.
41. Koger, M. et al. 1967. J. Anim. Sci., 26 : 205.
42. Koonce, K.L. and E.U. Dillard. 1967. J. Anim. Sci., 26 : 205.
43. Kortstee, G.J.J. 1963. Veeteelt. en Zuivelber. 6 : 88.
44. Kuhlman, L.R. 1961. J. Anim. Sci., 20 : 399.
45. Lampo, P. and A. Willem. 1965. Vlaams diergeneesk Tijdschr., 34 : 79.
46. Lane, A. 1964. Univ. Ariz. Cattle Feeders Day, p.28.
47. Laseley, J.F. et al. 1961. J. Anim. Sci., 20 : 737.
48. Meade, J.H. Jr. et al. 1959. J. Anim. Sci., 18 : 1549.

49. Melton, A.A. et al. 1967a. J. Anim. Sci., 26 : 206.
50. Melton, A.A. et al. 1967b. J. Anim. Sci., 26 : 804.
51. Nelms, G.E. and R. Bogart. 1956. J. Anim. Sci., 15 : 662.
52. Nelson, L.A. and T.C. Cartwright. 1967. J. Anim. Sci., 26 : 1464.
53. Nicholson, J.W.G. and H.M. Cunningham. 1965. Can. Vet. J. 6 : 275.
54. O'Connor, L.K. et al. 1968. Anim. Prod. 10 : 125.
55. Pani, P.K. et al. 1967. J. Anim. Sci., 26 : 887.
56. Pinney, D.O. et al. 1962. J. Anim. Sci., 21 : 1009.
57. Preston, T.R. and M.B. Willis. 1970. Intensive Beef Production, p.238. Pergamon Press.
58. Reyneke, J. and E.J. Penz horn. 1964. Proc. S. Afr. Soc. Anim. Prod., 3 : 166.
59. Reynolds, W.L. 1965. J. Anim. Sci., 24 : 851.
60. Sagebiel, J.A. et al. 1967. J. Anim. Sci., 26 : 888.
61. Sagebiel, J.A. et al. 1968. J. Anim. Sci., 27 : 1128.
62. Sagebiel, J.A. et al. 1973. J. Anim. Sci., 37 : 1273.
63. Saiddudin, S. et al. 1967. J. Anim. Sci., 26 : 950.
64. Schultze, A.B. 1965. AI Digest 13(5), 8.
65. Tanner, J.E. et al. 1965. J. Anim. Sci., 24 : 280.
66. Totusek, R. 1967. Okla. Prog. Rep. 1966-7, p.79.
67. Vandeplasseche, M. et al. 1965. Vlaams diergeneesk. Tijdschr. 34 : 161.
68. Van Dieten, S.W.J. 1966. Veeteelt en Zuivelber, 9 : 69.
69. Van Graan, B. Jr. and D.M. Joubert, 1961. Emp. J. Exp. Agric. 29 : 225.
70. Wagnon, K.A. and W.C. Rollins. 1959. J. Anim. Sci., 18 : 918.
71. Warren, E.P. et al. 1965. J. Anim. Sci., 24 : 853.
72. Weiland, G. 1966. Tierzucht, 20 : 299.
73. Wiltbank, J.N. and A.C. Cook. 1958. J. Anim. Sci., 17 : 640.
74. Wilbank, J.N. et al. 1956. J. Anim. Sci., 15 : 1216.
75. Wiltbank, J.N. et al. 1964. J. Anim. Sci., 23 : 1049.
76. Wiltbank, J.N. et al. 1966. J. Anim. Sci., 25 : 744.
77. Wiltbank, J.N. and W.R. Harvey. 1963. J. Anim. Sci., 22 : 823.
78. Woodward, R.R. and R.T. Clark. 1959. J. Anim. Sci., 18 : 85.