



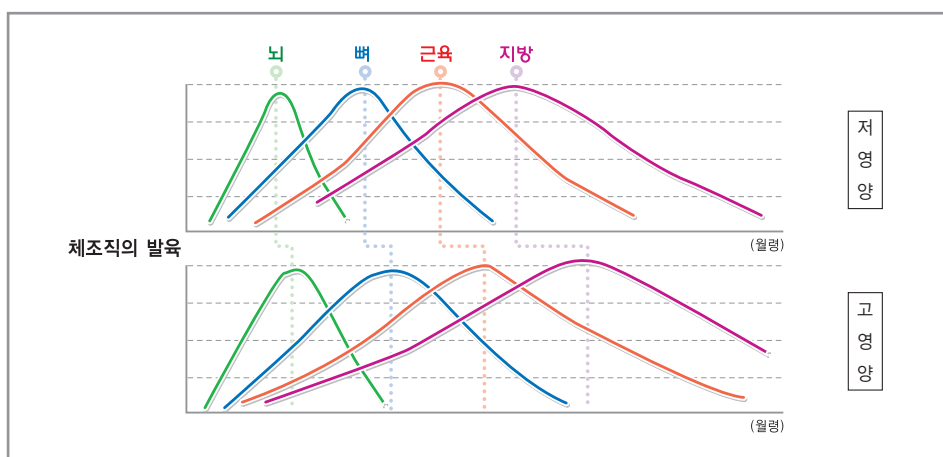
제9장 비육우 사양관리

- 권응기 (국립축산과학원) 019-9149-2237
kug2237@ rda.go.kr
- 장종수 (방송통신대학교) 010-9171-2278
jschang@ knou.ac.kr
- 김형철 (국립축산과학원) 010-3890-9828
hclkim@ rda.go.kr

I. 소의 산육특성

1. 소의 발육

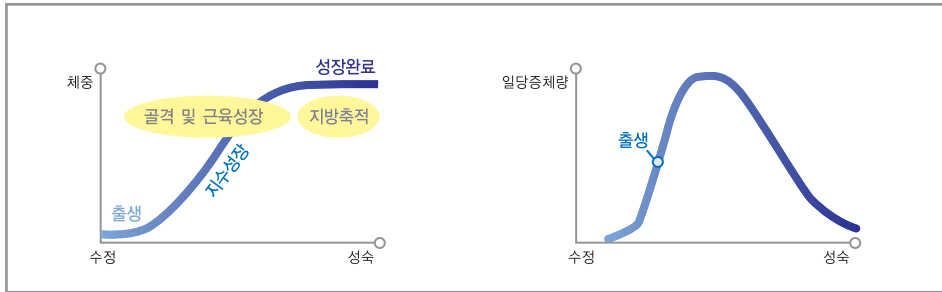
소의 성장은 근육, 골격 및 지방세포의 수가 증가하면서 개체의 크기가 증가하는 현상을 의미하며, 발육은 성장함에 따라 세포의 크기가 증가하고 기능이 발달하는 현상을 의미한다. 소의 성장과 발육은 모든 부위가 일시에 동일하게 이루어지는 것이 아니고 일정한 순서에 의하여 진행된다. 즉 뇌, 뼈, 근육, 지방의 순으로 발육이 진행되며 발육의 순서는 영양상태에 의해서는 변화되지 않는 특징이 있다.



〈그림 1〉 한우 체조직의 발육 순서와 속도

소의 성장은 S자 곡선의 경향을 보인다. 즉 수정 후 출생까지의 체중의 증가는 완만한 곡선을 이루고, 출생하여 성장하는 동안에는 일직선의 지수성장의 형태로 체중이 증가한다. 그 후 성장이 완료되면 체중의 증가가 완만한 곡선을 이루게 된다. 수정 후 지수성장의 형태로 성장이 왕성한 단계에서는 골격 및 근육 성장이 활발한 단계이므로, 이 시기에는 단백질과 칼슘을 충분히 공급함으로써 골격 및 근육의 성장을 극대화시킬 수 있도록 유도하여야 한다. 그러나 과도한 단백질의 공급은 고창증과 같은 대사성질환을 유발할 가능성이 있으므로 주의하여야 한다. 성장이 완료된 비육말기에는 에너지의 공급량을 늘려줌으로써 근내지방의 축적량을 극

대화하여야 한다. 또한 일당증체량은 소가 성장함에 따라 급격히 증가한 후 성장이 완료된 비육말기에는 감소하는 경향을 보이는 특징이 있다.



〈그림 2〉 성장에 따른 체중증가 변화(좌)와 일당증체량의 변화(우)

2. 체조직의 변화

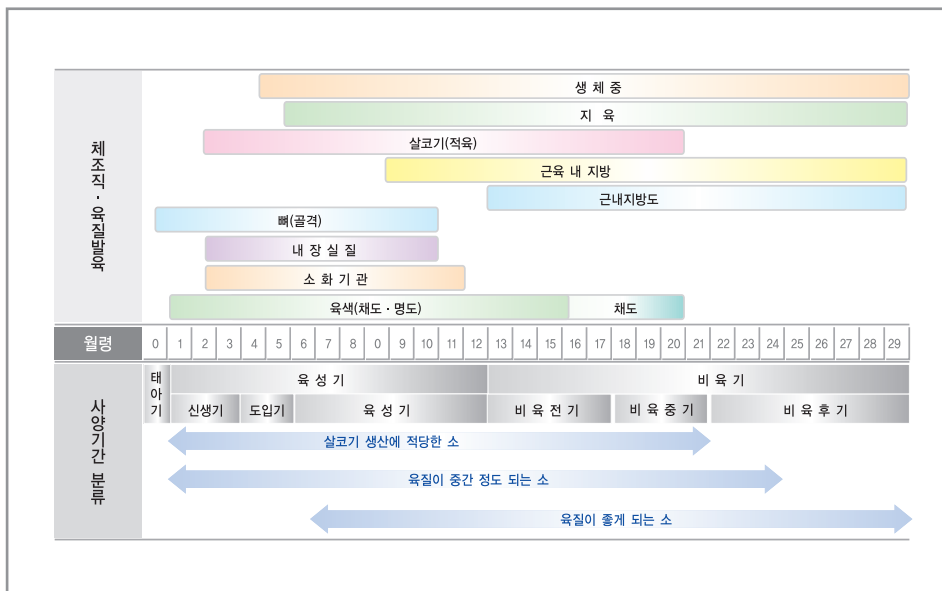
한우 체조직의 발육이 왕성한 월령은 체조직과 부위에 따라 발육하는 월령이 서로 다르다.

〈표 1〉 한우 체조직의 발육기와 발육 최대 월령

구분	발육이 왕성한 시기(발육기, 개월)1개월당 증가량발육최대월령				
	시작	종료	지속기간	(kg)	(월)
생체중	4.0	20.7	16.7	23.44	12.3
지육	5.0	20.7	15.7	7.19	12.8
적육(살코기)	2.7	18.0	15.3	3.84	10.8
지방	12.4	23.4	11.0	3.85	17.9
뼈	-0.61	0.7	11.3	0.88	5.1
내장 실질	1.6	11.2	9.6	2.18	6.4
내장 지방	11.4	20.6	9.2	3.82	16.0
위	0.6	11.9	11.3	0.59	6.2
장	-5.1	11.8	16.9	0.24	3.4
기타	2.2	18.2	16.0	2.47	8.1

즉 생체중은 생후 4개월령부터 21개월령까지 아주 왕성하게 증가하며, 살코기(적육)는 생후 3개월령부터 18개월령까지, 지방은 생후 12~13개월령부터 23~24개월령까지, 뼈는 태아기에서부터 발육을 시작하여 11개월령까지 발육이 왕성하고, 소화기관은 0.6개월령부터 발육하여 12개월령 전후까지 발육이 대부분 완료된다. 따라서 한우 체조직의 발육이 가장 잘되는 시기는 1세(12개월령) 전후임으로 월령에 알맞게 발육을 시켜야 한다.

소는 발육특성에 의해 뼈, 내장, 소화기관 등의 대부분이 성장완료되는 11개월령까지의 육성기와 근육 사이나 근육 내 지방이 침착되어 육질이 개선되는 13개월령 이후의 비육기로 구분할 수 있다. 이와 같이 한우는 성장단계에 따라 뼈가 자라고 체구가 커져 몸을 유지하고 성장하는 데 필요한 영양소의 요구량이 달라지므로 육성기, 비육전기 그리고 비육후기 3단계로 구분하여 성장단계에 맞는 사양관리를 해 주어야 발육이나 사료 이용성과 같은 가축의 생산성에 관련되는 능력을 최대로 발휘하고 육질을 개선할 수 있다.



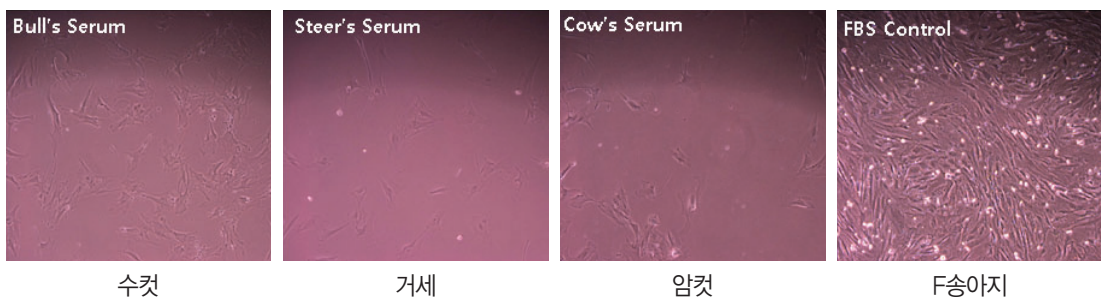
〈그림 3〉 한우의 월령에 따른 체조직의 발육과 사양기간의 분류

3. 거세와 산육생리

3.1. 호르몬과 성장

호르몬이란 생리적 유기물질로 특정 세포에서 생성되어 동일한 생체 내의 다른 부위에 침투되거나 운반되어 생체의 각 부위 또는 전체의 기능을 통합하고 조절하는 물질을 의미한다. 소의 성장 및 번식에 있어서 호르몬은 중요한 기능을 수행한다고 할 수 있다. 이러한 호르몬은 크게 단백질계 호르몬(peptide hormone)과 스테로이드계 호르몬(steroid hormone)으로 구분할 수 있으며, 가축의 번식에 관여하는 스테로이드호르몬은 여성호르몬인 에스트로겐(estrogen)과 남성호르몬인 테스토스테론(testosterone) 및 황체호르몬인 프로게스테론(progesterone) 등으로 구분할 수 있다. 이러한 스테로이드호르몬은 사료의 형태로 섭취된 콜레스테롤을 전구물질로 이용하여 정소 혹은 난소와 같은 부위에서 스테로이드호르몬으로 전환시킨다. 이러한 이유 때문에 콜레스테롤과 같은 동물성지방의 섭취가 부족할 경우 가축의 성숙 및 성장이 지연되는 것이다.

한우의 근육위성세포를 이용하여 배양실험을 한 결과에 의하면, 스테로이드호르몬 중 남성호르몬인 테스토스테론이 함유된 비거세우의 혈액에서는 한우의 근육위성세포를 배양할 경우 암컷이나 거세우의 혈액을 이용하여 근육위성세포를 이용하여 배양하였을 경우에 비하여 성장이 촉진되었으며, 지방의 경우에는 이와 반대되는 경향을 보였다. 즉 남성호르몬은 한우의 근육세포의 성장을 촉진함으로써 한우의 성장을 촉진하는 결과를 초래한다. 반면에 여성호르몬인 에스트로겐은 골조직 및 지방의 합성을 촉진하는 기능을 수행한다.



〈그림 4〉 혈액의 종류에 따른 한우 근육위성세포의 성장 비교

에스트로겐이나 테스토스테론과 같은 스테로이드호르몬은 가축의 성적행위와도 직접적으로 관계가 있다. 예로서 정소의 레이디그세포(Leydig cell)에서 합성된 테스토스테론(T)은 정

소의 세르톨리세포에서 에스트로겐(E2)으로 전환된다. 정소에서 생성된 테스토스테론과 에스트로겐은 혈류를 통하여 뇌의 시상하부를 자극함으로써 성행위 및 2차성징을 나타낸다.

한우 수컷을 거세할 경우 옹성호르몬의 생성기관인 정소를 제거하여 체내 테스토스테론의 함량을 감소시킴으로써 에스트로겐의 상대적인 함량을 증가시켜 ① 체내 지방의 축적량을 증진시키고, ② 남성적인 성향로 인한 운동량 감소를 유도하고, ③ 공격성을 감소시킴으로써 관리의 수월성을 도모할 수 있는 장점이 있다.

3.2. 거세의 효과

거세를 실시하면 혈중 테스토스테론의 함량 감소로 인하여 육질이 향상되는 효과를 거둘 수 있는 장점이 있다. 그러나 거세를 실시할 경우 일당증체량과 성장률이 비거세우에 비하여 낮은 단점이 있다. 예로서 비거세우의 경우 23.3개월령에서 655.8kg, 거세우는 23.5개월령에서 571.5kg 정도 되고 일당증체량은 비거세우가 0.93kg, 거세우가 0.78kg 정도 된다. 이 자료를 기초로 24개월령이 될 때 한우 비육우의 체중을 계산해 보면 비거세우는 670kg, 거세우는 580kg 정도 될 것으로 예상할 수 있다. 결국 생후 24개월까지 한우를 비육한다고 할 때 거세우는 수소보다 16% 정도 덜 크게 된다. 사료섭취량의 경우는 거세우가 8% 정도 덜 섭취하지만, 체중 1kg 증체하는 데 소요되는 사료량으로 볼 때는 11% 정도 더 섭취하게 된다. 이와 같은 사실로 볼 때 한우를 거세하여 비육하면 일당증체량과 사료요구율은 비거세우에 비하여 훨씬 떨어진다.

〈표-2〉 한우 거세우와 비거세우의 발육 및 육질 비교

구분	연구 A		연구 B	
	비거세	거세	비거세	거세
개시시 체중(kg)	154.7	148.1	132.9	132.0
종료시 체중(kg)	550.7	551.3	655.8	571.5
일당증체량(kg)	0.96	0.78	0.93	0.78
농후사료 요구율(kg/증체 kg)	7.30	9.07	6.91	7.70
거래정육율(%)	70.4	60.8		
체지방(%)	12.7	20.3		
등심단면적(cm ²)	82.9	76.3	89.6	75.0
근내지방도	2.2	4.7	1.7	3.87
등지방두께(cm)	0.38	1.43	0.69	1.11
다즙성(6점 만점)	4.3	5.0		
연도(6점 만점)	3.6	4.6		
전단력(kg/cm ²)	9.4	6.2		

3.3. 거세시기

거세는 가급적 조기에 하는 것이 발육과 육질개선 효과가 높다고 일반적으로 언급되고 있다. 거세시기에 대한 최초의 연구에서는 송아지가 받는 거세 스트레스로 인한 증체량 감소를 감안하여 가급적 조기에 실시할 것을 권장하였지만 표 3의 일당증체량 및 육질자료를 바탕으로 할 때 3~8개월령까지는 거세시기가 큰 영향을 미치지 않는 것으로 보인다.

일본에서도 포유 중과 이유 후 거세 간에 증체와 사료 이용성에 차이가 없었고, 육질과 지육율에서도 일정한 경향이 없었다고 하여 생후 3~5개월령의 포유기간 중에 거세하는 것을 권장하고 있으며, 발육 정도에 따라 발육이 좋은 송아지는 3개월령, 다소 발육이 나쁜 것은 5개월령에서 거세하도록 하고 있다. 그러나 최근에는 너무 일찍 거세하면 증체가 나쁘다는 것과 요결석 피해를 입을 수 있기 때문에 거세시기를 다소 늦추는 경향이 있지만 거세시기가 12개월령 정도로 너무 늦어지면 일당증체량에는 유리한 효과가 있을지 모르나 육질은 나빠지고 1등급 출현율이 낮아질 가능성이 높다.

〈표-3〉 한우 거세시기에 따른 발육 및 육질 비교

구분	거세시기(월령)		
	3~4	5~6	7~8
일당증체량(kg)	0.80	0.75	0.74
도체율(%)	62.7	62.6	62.3
육량등급(A:B:C)	0:2:4	0:2:5	0:4:3
육질등급(1:2:3)	5:1:0	7:0:0	6:1:0

거세시기를 논할 때에는 단순히 육질등급뿐만 아니라 고기의 결, 즉 근섬유의 굵기도 함께 고려해야 한다. 왜냐하면 거세우는 그 자체가 브랜드의 성향을 띠고 있기 때문이다. 수소는 성장 중에 근섬유 세포의 크기 증가가 암소나 거세우보다 빨리 증가하고 이것이 근섬유 굵기를 좌우한다.

특히 우리나라의 경우는 송아지 거래가 4~6개월령에서 주로 이루어지고 있기 때문에 송아지를 구입할 때가 거세적기에 해당된다고도 볼 수 있다. 그래서 구입 시에 건강한 송아지는 구입과 동시에 거세를 하고 입식스트레스를 많이 받았거나 허약하다고 판단되는 송아지는 건강을 회복시킨 후 적당한 시기에 거세하는 것이 바람직하다.

〈표-4〉 한우 거세시기에 따른 발육 및 육질비교

항목	거세월령	
	6개월령	12개월령
비육기간	558	558
산육특성(kg)		
개시시 체중	152.0	161.3
거세시 체중	152.0	261.3
종료시 체중	561.0	607.1
총증체량	409.2	445.8
일당증체량	0.73	0.80
육량형질		
도체중(kg)	314.4	346.4
등지방두께(cm)	1.10	1.27
등심단면적(cm ²)	75.10	78.90
육량등급(A:B:C)	0:8:2	1:7:2
육질형질		
근내지방도	4.50	3.00
육색	4.60	4.80
지방색	2.10	2.40
조직감	1.30	1.90
육질등급(1:2:3)	8:2:0	5:2:3

3.4. 거세방법

거세방법은 음낭을 절개하여 고환을 떼어내는 외과적 수술법과 고무링이나 무혈 거세기를 이용하는 무혈거세법이 주로 사용되고 있는데 어느 방법이나 장단점을 가지고 있다.

이와 같은 거세방법들은 어떤 방법이나 송아지에게 급성 스트레스를 주는데 일반적으로 무혈 거세기를 이용할 경우 3개월령에 행하는 것이 좋고, 5개월령이 지나면 외과적 수술방법이 송아지에게 스트레스를 적게 주는 것으로 알려지고 있다. 고무링을 사용하는 방법은 간단해서 누구나 할 수 있어 좋으나 오랫동안 송아지에게 고통을 주기 때문에 될 수 있으면 무혈 거세기를 사용하는 방법이 좋다.

거세방법별로 송아지가 스트레스를 나타내는 생리적 반응 정도는 다르겠지만, 일당증체량만으로 본 시험결과에서는 첫 1주일 동안의 체중 손실이 외과적 수술방법에서 제일 크게 나타났지

만 84일 동안의 일당증체량 조사에서는 거세 방법 간에 차이를 나타내지 않았다. 거세로 인한 스트레스의 직접적인 영향이 증체량으로 나타난다고 볼 때 이 결과는 어느 방법으로 거세를 하든지 증체량에 미치는 영향이 같다는 것을 의미한다. 따라서 아래에서 제시되고 있는 거세방법별 특징을 숙지하여 농가에서 편리하면서도 확실한 방법이라고 생각되는 방법을 선택하면 된다.

〈표-5〉 거세방법이 한우 송아지의 일당증체량에 미치는 영향

구분	거세방법		
	외과적	수술고무링	무혈거세
사육기간(일)	84	84	84
개시시 체중(kg)	171.9	173.8	174.4
종료시 체중(kg)	218.4	222.3	224.7
일당증체량(kg)			
0~7일	-1.09	-0.27	-0.5
80~14일	0.18	0.21	0.21
0~21일	0.50	0.61	0.68
0~28일	0.36	0.40	0.37
0~56일	0.47	0.45	0.50
0~84일	0.55	0.58	0.60

3.4.1. 고무링법

고무줄로 고환 상단 부위를 묶어서 혈액의 유입을 막아 괴사시키는 방법으로, 누구나 손쉽게 할 수 있다는 장점이 있으나 고환이 괴사되어 떨어져 나가기까지 소에게 상당기간 스트레스를 준다는 단점이 있어 권장하지 않는 방법이다.

3.4.2. 무혈거세기법

무혈거세기로 외부에서 정관을 압착하여 정관의 기능을 상실하게 하는 방법으로, 거세시기가 늦어 체중이 큰 송아지는 거세를 하기가 쉽지가 않은 단점이 있다. 또한 혈관이 잘못 압착되면 혈액순환이 되지 않아 고환이 혈액으로 검게 변하여 고환 외피가 괴사되므로 스트레스가 오래 지속될 수 있고, 거세가 제대로 안되어 한쪽 고환이 그대로 기능을 발휘하는 경우를

종종 볼 수 있는데(수소는 한쪽 고환만 있어도 기능을 완벽하게 수행), 특히 잠복정소나 편측 고환일 경우 농가에서 자칫 거세를 한 걸로 착각하는 경우가 많다.



〈그림 5〉 무혈거세기를 이용한 송아지 거세

3.4.3. 외과적 수술

외과적인 수술에 의한 거세방법은 고환이 들어 있는 음낭을 칼로 찢고 고환을 밖으로 빼내는 방법으로서 먼저 다리를 움직이지 못하게 기둥에 묶는다. 이때 뒷다리가 위로 올라가지 못하도록 묶는다. 뒷다리가 완전히 보정되었다면 앞다리까지 보정할 필요가 없으나, 큰 소를 거세할 때에는 반드시 복부에 파이프를 가로 질러서 주저앉는 것을 예방한다. 소를 보정하는 틀은 소 한 마리가 지나갈 정도(60cm)의 폭이 좋다. 시술에 들어가기 전에 장갑 낀 손과 칼등을 깨끗이 씻고 소독한다.



〈그림 6〉 외과적으로 거세할 때 필요한 기구

- 칼 : 수술용 칼
- 바늘 : 소독 후 사용
- 수술용 실 : 250kg 이상의 큰 소를 거세할 경우 정관과 혈관을 실로 묶어 준다.
- 겸자(집게가위) : 정관과 혈관을 실로 묶고 잘라내기 전에 윗부분을 째어 출혈이 없는 상태에서 작업하는 것이 편리하다.
- 소독약 : 거세를 하기 전, 후 고환 주변을 소독하는 데 사용한다.
- 기타 : 거세한 곳 주변을 닦을 탈지면과 소를 묶을 로프(직경 1cm 가량)

거세하기 전에 음낭을 깨끗이 닦고 소독약(70% 알코올이나, 베타딘 희석액 등)으로 충분히 적셔 깨끗이 소독한다. 음낭 피부를 최대한 아래로 잡아당기고 아래로부터 2.5~3cm 정도의 위치를 칼로 한 번에 잘라 버린다. 고환을 하나씩 밖으로 빼내어 고환 주변에 있는 결체조직을 모두 제거한 후 고환만을 외부로 노출시키고, 여러 차례 돌린 다음, 정관을 손가락에 감아 천천히 아래로 잡아당겨 뽑아 버린다.



〈그림 7〉 보정



〈그림 8〉 결체조직 제거

뽑아 내릴 때에는 한쪽 손으로는 잡아당기는 힘을 일정하게 유지하고, 다른 손으로는 혈관이 압착되도록 복부 쪽으로 정색(혈관과 정관이 들어 있는 조직)을 압착하여 밀어 올린다. 너무 급히 잡아당기거나 칼로 절단하면 혈관이 막히지 않아 출혈의 원인이 되므로 주의해야 한다.

거세를 마친 후에는 음낭 주위의 소독을 잘해 주어야 하며, 세균 감염으로 염증이 발생하는 일이 없도록 항생제(주로 페니실린제) 주사를 놓아주는 것이 좋다. 체중이 350kg 이상 나가는 소는 뽑아버리는 방법으로는 출혈이 있을 수 있으므로 정관을 수술용 실로 묶어 주는 것이 좋다. 정관을 묶을 때에는 바늘로 땀을 떠서 미끄러져 빠지지 않도록 하는 것이 좋으며, 정관을

묶는 실은 수술용봉합사(실크 7호)를 이용하는 것이 가장 좋다. 정관을 실로 묶고, 아래쪽 약 2~3cm 부분을 칼이나 가위로 절단한다. 절단한 후에는 철저히 소독하고 항생제 주사를 놓는다.

Ⅱ. 성장단계별 사양관리

한우 전업농가, 브랜드경영체 등에서 고급육 생산을 위한 혈통의 중요성에 대한 인식이 확산되어 우량밀소를 자가생산하여 비육하는 일관사육 형태의 농장 비율이 증가하고 있다. 이로 인해 농가의 사육조건을 고려하여 비육밀소를 자가 생산하는 경우와 송아지를 구입해서 비육시키는 비육전업형 등의 전문경영형태별로 고급육 생산 프로그램을 차별화시켜 사육기간과 사육방법 등을 선택적으로 이용할 수 있도록 해야 한다. 자기 농장에서 태어난 송아지를 이용하여 생산된 한우고기는 출처가 분명하기 때문에 수입육과의 안전성 확보나 소 값 변동에서도 유리하고 소비자의 신뢰도 제고를 위한 생산이력제의 정착에도 기여할 수 있는 장점도 있다.

〈표-6〉 거세한우 비육단계별 사료영양 관리

구분	월령																											
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29		
단기	육성기(4~11개월) TDN 68~70%								비육전기(12~17개월) TDN 72%								비육후기(18~25개월) TDN 73%											
장기	육성기(4~11개월) TDN 68~70%								비육전기(12~16개월) TDN 72%								비육중기(17~21개월) TDN 72~73%								비육후기(22~29개월) TDN 73~74%			

자료 : 국립축산과학원(2007)

1. 육성기 사양관리

육성기 사양관리의 목표는 튼튼한 비육밀소를 길러내는 데 있으며 생후 12개월령 전·후까지 소화기관이나 내장, 뼈, 근육 등의 발달이 왕성한 시기이다. 따라서 단백질, 에너지, 비타민, 광물질 등을 균형 있게 함유한 농후사료를 급여하고 제1위의 발육을 촉진할 수 있는 조섬유와 영양가가 풍부히 함유되어 있고 기호성이 좋은 양질의 조사료를 충분히 급여하여 고급

육을 생산할 수 있는 준비기간으로 비육이 잘될 수 있는 비육밀소로 육성시켜야 한다.

1.1. 비육밀소 조사료 위주 관리

육성기에 양질조사료(목건초, 담근먹이 등)를 충분히 급여하면 다음과 같은 효과를 얻을 수 있다.

송아지가 조사료나 고품사료를 섭취하기 시작하면 조사료의 거침과 부피에 의하여 제1위와 소화기 전체의 발달을 촉진시킬 수 있는데 반추위의 크기는 출생시 1.3ℓ(전체 위의 23.8%), 생후 3개월령이 되면 이미 10~15ℓ(58.5%)로 두 배 이상 증가되어 제4위보다 더 커지고 그 이후에도 반추위의 크기가 매우 빠르게 증가한다. 12개월령에 이르게 되면 소화기능 면에서 사실상 위의 발달이 완료된다.

육성기에 체격(골격)을 잘 발달시켜 출하체중이 큰 비육우를 만들기 위한 기초체형을 만들어 장기간의 비육에도 지속적인 증체를 얻을 수 있다.

또한 육성기부터 내장이나 근육과 근육 사이에 지방이 부착되는 것은 막아 조기 과비를 예방할 수 있으며 많은 반추작용에 의한 침의 다량분비 촉진으로 제1위의 발효상태를 양호하게 하는 역할도 할 수 있다.

농장의 장래는 장치 성우로 대체될 육성우의 우량밀소 선발여부와 반추가축의 소화생리를 이용한 양질 조사료의 최대 활용이 중요하다.

〈표-7〉 한우 육성기 조사료 종류별 발육 및 사료이용성

구분	벼짚	벼짚+알팔파	알팔파	담근먹이
체중(kg)				
개시시	147.0	152.2	145.7	141.3
12개월령	257.7	282.7	288.0	292.6
일당증체량	0.61	0.72	0.79	0.84
1일 사료섭취량(kg)				
농후사료	3.1	3.2	3.2	3.3
조사료	2.9	3.9	4.3	10.0
농후사료 요구율(kg/증체 kg)	5.1	4.5	4.1	3.9

자료 : 한우사육집잡이(2002)

벼짚을 조사료로 사용하였을 때보다 담근먹이나 건초를 이용했을 때 일당증체량이 많았으며 육질을 좌우하는 근내지방도는 21개월령이나 24개월령에서 벼짚급여구에 비하여 양질조사료

급여구가 월등히 높았으나 27개월령까지 비육시에는 비슷한 경향을 보였다. 뿐만 아니라 도체 등급과 지육단가에서도 양질조사료를 비육우에 사용하여 높은 등급과 가격을 받을 수 있다.

〈표-8〉 거세한우 비육시 담근먹이 급여효과

구분	벧짚	담근먹이		
		옥수수	호맥	이탈리안라이그라스
개시시 체중(kg)	200.8	198.5	200.0	196.0
종료시 체중(kg)	535.8	560.0	547.8	540.1
일당증체량(kg)	0.70	0.75	0.72	0.72
농후사료 요구율(kg/증체 kg)	5.9	5.6	5.8	5.6
도체율(%)	61.3	61.6	61.1	61.1
육질등급(1:2:3)	5:0:0	5:0:0	2:3:0	1:2:1
근내지방도	4.6	4.8	4.2	4.5
육량등급(A:B:C)	0:5:0	0:5:0	0:5:0	0:3:1

자료 : 농촌진흥청(2007)

거세 한우에 옥수수 담근먹이를 급여하는 것이 벧짚이나 다른 담근먹이를 급여하는 것보다 발육속도가 빠르고 농후사료 소요량도 가장 적다. 도체의 육질등급 판정시 가장 중요한 요인인 근내지방도는 4.2~4.8로 모두 좋은 결과를 나타내지만 지방색의 경우 담근먹이의 급여로 황색 및 연지방이 발생하여 호맥과 이탈리안라이그라스 담근먹이를 섭취한 소들에서 육질등급이 다소 떨어졌다. 그러므로 비육후기(체중 450kg 이상)에는 담근먹이 급여를 중단하고 건초를 급여하는 것이 바람직하다.

〈표-9〉 농후사료와 조사료 급여 비율에 따른 비육효과

구분	조농비율		
	2:8	3:7	4:6
개시시 체중(kg)	203.4	212.4	208.3
종료시 체중(kg)	466.4	485.6	465.0
일당증체량(kg)	0.84	0.88	0.82
사료섭취량(kg)			
농후사료	1,871	1,748	1,496
조사료			
건초	466	756	944
엔실리지	393	408	422
사료요구율(kg/증체 kg)			
농후사료	7.1	6.3	7.8
조사료	2.2	3.1	4.1
도체율(%)	62.9	63.0	60.5

조사료의 품질이 나쁘게 되면 쇠고기의 생산 능력에 필요한 영양소를 공급하기 위하여 농후사료의 급여 비율이 많아지게 된다. 그러나 장기간에 걸쳐 지나친 농후사료의 과다급여는 위산과다증과 같은 대사성 질병을 유발시키는 원인이 되며, 또한 주요한 에너지원으로 농후사료에 다량 함유되어 있는 전분의 소화율이 낮아지게 되는 등 위 내에서 에너지의 이용도 정상적으로 이루어지지 못한다.

또한 소는 반추가축으로서 되새김 운동 및 위 내에서 미생물의 활동과 같은 소화관 내에서의 기능이 정상적으로 유지되기 위해서는 최소한의 조섬유가 공급되어야만 되는데 농후사료와 조사료의 적정 급여 비율은 양질의 조사료인 경우 7:3의 비율이 적당하며 조사료의 질이 낮을 경우에는 농후사료의 급여 비율이 증가되어야 한다.

〈표-10〉 거세한우 농후사료 제한급여 효과

구분	자유채식	제한급여
개시시 체중(kg)	119.9	122.6
종료시 체중(kg)	551.4	551.0
비육기간(일)	580.0	570.0
일당증체량(kg)	0.74	0.75
육성기	0.89	0.66
비육전기	0.66	0.76
비육후기	0.67	0.97
농후사료 요구율(kg/증체 kg)	8.64	7.78
도체율(%)	62.07	60.27
거래정육률(%)	62.54	67.72
근내지방도	4.7	4.2
체지방(%)	20.3	16.0
등심단면적(cm ²)	76.3	78.2
등지방두께(mm)	14.3	8.4
육량등급(A:B:C)	0:1::6	0:5:1
육질등급(1:2:3)	7:0:0	4:2:0

자료 : 농촌진흥청(2007)

육성기에 농후사료를 제한급여하는 것은 조사료의 섭취량을 늘리는 효과를 기대할 수 있는데 육성기에 조사료 섭취량을 늘려야만 소화기관의 충분한 발달은 물론 골격을 발달시켜 비육기에도 지속적인 증체가 가능해 출하체중 증대와 고급육 생산이 가능해진다. 또한 조기 과비를 막아 도체에 등지방 등 불가식 지방의 침착을 감소시켜 육량등급도 개선시킬 수 있다.

1.2. 육성기 사료급여 기준

생후 4~11개월까지 양질의 건초를 자유채식시켜 조사료 섭취량을 증가시키고 반추위 발달을 촉진하여 일당증체량은 0.7~0.8kg을 유지하여야 한다. 농후사료(CP 16~14%, TDN 68~70%)는 체중의 1.5~1.6% 수준에서 제한하여야 한다. 이 시기에 충분한 양의 조사료를 섭취하지 못하면 제1위를 포함한 소화기관의 발달이 부진하여 비육기에 소화기 장애, 요석증 등과 같은 대사성 질병이 발생하기 쉽고 비육후기에 사료섭취량이 늘어나지 않으므로 증체가 둔화되어 목표 체중까지 사육할 수 없으며 충분한 에너지 공급이 어려워 근내지방의 축적도 기대하기 힘들게 된다.

〈표-11〉 거세한우 육성기 사료급여 기준

구분			월령							
			4	5	6	7	8	9	10	11
장 · 단기 (4~11개월)	체중(kg)		112	137	159	183	212	234	257	280
	일당증체량(kg/일)		0.7~0.8							
	사료급여량 (kg/일)	농후사료	1.5	2.0	2.5	3.0	3.0	3.5	3.9	4.3
		건초	2.0	2.0	2.5	2.8	3.0	3.5	4.0	4.0

자료 : 국립축산과학원(2007)

따라서 육성기에는 지나치게 살이 찌는 것을 막으면서 소화기관과 골격을 발달시켜 튼튼한 비육밀소로 키우는 것이 가장 중요한데 농후사료는 제한하여 급여했는지, 조사료는 목표대로 섭취하였는지, 증체는 잘되었는지, 환경관리는 잘했는지, 소의 건강상태는 좋은지 등을 검토하여 목표에 미치지 못할 때에는 문제점과 원인을 분석하여 개선시켜야 한다.

2. 비육전기 사양관리

비육전기는 육성기에 잘 육성된 비육밀소가 비육이 시작되는 단계이며 근육의 발육과 지방의 축적이 주로 이루어지는 시기이다. 따라서 발육과 지방의 축적이 잘 이루어질 수 있도록 적당한 농후사료가 급여되어야 하고 조사료도 일정량의 섭취가 될 수 있도록 해 주어야 한다.

2.1. 비육전기 사료급여 기준

고급육을 생산하기 위해서는 농후사료의 무제한 급여에 비해 비육우의 증체속도가 낮고 일당증체량도 다소 떨어지더라도 사료급여 기준에 맞추어 제한급여 후 비육 중·후기에 농후사료를 증량시켜야 한다.

〈표-12〉 거세한우 비육전기 사료급여 기준

구분			월령					
			12	13	14	15	16	17
단기 (12~17개월)	체중(kg)		304	329	356	384	413	445
	일당증체량(kg/일)		0.8~1.0					
	사료급여량 (kg/일)	농후사료	4.8	5.4	6.2	6.9	8.2	8.8
		건초	4.0	2.0	1.5	1.0		
		벧짚	—	2.0	2.1	2.2	1.8	1.6
장기 (12~16개월)	체중(kg)		304	329	355	382	410	
	일당증체량(kg/일)		0.8~1.0					
	사료급여량 (kg/일)	농후사료	4.8	5.4	6.2	6.9	7.7	
		건초	4.0	2.0	1.5	1.0		
		벧짚	—	2.0	2.1	2.2	2.2	

자료 : 국립축산과학원(2007)

비육전기는 조사료 위주로 육성비육된 비육밀소가 본격적인 근육성장을 하면서 체지방도 함께 증가되는 기간으로 육성기 농후사료의 제한급여에 따른 보상성장이 이루어져 일당증체량이 가장 많은 시기이다.

따라서 이 기간은 건초를 벧짚으로 교체하면서 지나친 불가식 지방의 증가를 막고, 비육중기의 증체와 근내지방 증가를 준비하는 완충기의 의미가 있다. 또한 성장호르몬의 성장촉진 작용을 나타내는 성장인자인 IGF- I의 혈중농도가 가장 높고 흉곽과 흉심의 성장이 가장 왕성한 시기이다. 따라서 이 기간 동안 증체량을 너무 추구하여 과도하게 농후사료를 급여하게 되면 피하지방이 두꺼워지는 부작용이 있으므로 농후사료(CP 13~12%, TDN 72%)는 체중의 1.6~1.9% 수준에서 제한급여를 하는 것이 바람직하다.

2.2. 근내지방 축적을 위한 비타민 C 급여

비타민 C는 항산화 효과를 지니며 생체 내 콜라겐의 구성물질로서 스트레스 제어에 효과적이다. 비육우 사료에 비타민 C를 첨가 급여하면 체내 지방분화를 촉진시켜 근내지방도를 향상시킬 수 있어 고품질 쇠고기 생산이 가능하다. 비육 전 기간 동안 급여하는 것보다는 지방 대사가 활발히 이루어지는 시기에 급여하는 것이 중요하고 반추위 분해로부터 보호 가능한 형태의 비타민 C의 공급이 필수적이다. 반추위 보호 비타민 C의 첨가 급여 시 근내지방도는 5.6~6.3으로 무첨가의 3.9보다 증가되어 육질 1등급 이상 출현율이 증가될 뿐만 아니라 1+ 등급 이상 출현율도 60%나 된다.

〈표-13〉 반추위 보호 비타민 C 급여 시 도체특성 변화

구분	대조구	13~29		16~29	
		(40mg)	(80mg)	(40mg)	(80mg)
육량특성					
생체중(kg)	696.7	727.3	709.8	647.7	680.3
등지방두께(mm)	12.5	11.5	9.6	11.5	10.0
등심단면적(cm ²)	64.6	65.8	67.3	85.0	91.1
육질특성					
근내지방	3.9	6.3	6.3	5.6	6.3
육질등급(1++:1+:1:2:3)	1:2:0:7:0	4:2:4:0:0	3:2:3:1:0	2:4:3:0:1	2:5:2:1:0

자료 : 국립축산과학원(2007)

2.3 비타민 A 조절 급여

비타민 A는 시각기능이나 생식 등에 있어서 중요한 영양소로서 체내에서 성장호르몬의 분비를 촉진시켜 생체의 발육을 유도하고 지방 전구세포가 지방세포로 분화되는 것을 억제한다. 비육우의 경우 지방분화가 본격적으로 일어나는 시기에 비타민 A의 급여 수준을 조절해 줌으로써 고급육 생산을 유도할 수 있다.

비육중기에는 지방교잡을 유도하기 위해 결핍(혈중 비타민 A 함량 33 IU/dl) 증상을 일으키지 않을 정도에서 최저 수준(혈중 50 IU/dl, 필요량의 30% 정도)을 유지하고 비육후기에는 지방교잡에 미치는 영향이 상당히 적으므로 증체를 위해 충분히 급여(체중 1kg당 42.4 IU) 함으로써 증체와 육질을 동시에 개선시킬 수 있다.

〈표-14〉 비타민 A 제한 급여와 육질 개선

구분	일당증체량(kg)	근내지방도	육색	등심내지방함량(%)
대조구	0.89	2.8	4.8	16.2
처리 1	0.75	4.7	4.3	24.1
처리 2	0.72	6.8	4.3	33.6

자료 : 九州農業試驗研究所(1999)

대조구 : 전기간 2개월 간격으로 비타민 A 100만 IU 근육주사

처리 1 : 12개월부터 비타민 A 제한, 18개월 이후 2개월 간격으로 비타민 A 투여

처리 2 : 12개월부터 비타민 A 제한, 22개월 이후 2개월 간격으로 비타민 A 투여

3. 비육중기 사양관리

3.1 비육중기 사료급여 기준

비육중기는 등심단면적의 증가와 근내지방의 축적이 왕성하게 일어날 뿐만 아니라 일당증체량도 많은 시기로서 점진적으로 농후사료 섭취량의 증가를 유도해 주는 동시에 조사료(벼짚)의 섭취량은 감소시켜 에너지 공급량을 증가시켜 주어야 한다.

그러나 비육중기 동안에도 비육전기와 마찬가지로 과도하게 농후사료를 급여하게 되면 피하지방이 두꺼워지는 부작용이 있으므로 농후사료(CP 13~12%, TDN 72~73%)는 체중의 1.7~1.9% 수준에서 급여하는 것이 바람직하다. 이 시기는 근내지방 축적이 활발하게 일어나지만 조사료 섭취량 감소와 농후사료 섭취량 증가로 대사성 질병인 요석증과 같은 질병이 발생할 우려가 있으므로 예방차원에서 1개월 간격으로 염화암모늄 20g을 4일간 연속 투여하는 것이 좋다. 또한 충분한 급수로 요석증을 예방하고 발병 시에는 조기에 치료할 수 있도록 지속적인 관찰이 필요하다.

〈표-15〉 거세한우 비육중기 사료급여 기준

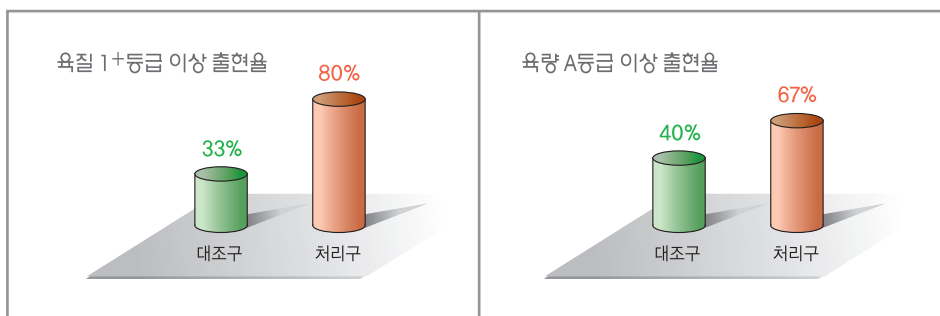
구분			월령				
			17	18	19	20	21
장기 (17~21개월)	체중(kg)		439	469	499	529	557
	일당증체량(kg/일)		0.8~1.0				
	사료급여량 (kg/일)	농후사료	8.0	8.5	9.2	9.5	9.5
		건초					
		벼짚	2.0	2.0	2.0	1.8	1.5

자료 : 국립축산과학원(2007)

3.2. 반추위 보호 아미노산(라이신, 메티오닌)과 보호지방산 급여효과

비육우의 생산성 향상은 에너지와 아미노산의 전략적인 공급을 통해 가능하기 때문에 다양한 에너지 사료 및 단백질 사료들이 이용되어 왔다. 추가적인 에너지 공급을 목적으로 식물성 유지를 이용하여 제조한 반추위 보호 지방산의 첨가는 메탄 생성 감소에 기인해서 에너지 효율과 지질의 정미 에너지 이용성을 개선시키며, 지방 합성의 대사경로에서 지방산의 직접적인 이용이 가능하기 때문에 비육후기 비육우에서 근내지방 증진을 위한 이용가치도 높다.

비육우의 소장에서 이용되는 아미노산 공급원은 미생물 체단백질과 사료로부터 유래되는 아미노산으로 구분될 수 있으며, 최근까지 다양한 사료가 비육우의 아미노산 공급원으로 이용되어 왔다. 그러나 대부분의 사료는 한 가지 이상의 필수아미노산이 결핍되어 있으며, 특히 거세 비육우에서 라이신과 메티오닌은 제한아미노산으로 분류되고 있기 때문에 반추위 보호 형태의 라이신과 메티오닌의 공급이 중요하다.



자료 : 국립축산과학원(2007)

〈그림 9〉 보호 지방산과 제한아미노산의 동시 공급에 따른 거세한우의 육질 및 육량 등급 변화

식물성 보호지방산(75%)과 제한아미노산(라이신 16%, 메티오닌 8% 이상)을 거세한우의 비육 중·후기(생후 17개월령 전·후~출하 시) 동안 배합사료 급여량의 1.0% 수준(100g/일 이내)으로 급여 시 지방산과 제한아미노산의 동시 공급으로 에너지와 아미노산의 상호작용 효과에 의해 육질 1+등급 이상 출현율은 33%에서 80%, 육량 A등급 출현율은 40%에서 67%로 향상되어 농가 소득이 24% 정도 증가된다.

4. 비육후기 사양관리

비육후기의 증체는 주로 체지방 축적에 의한 증가이며, 이 시기는 육질이 개선되고 비육이 마무리 되는 기간이다. 따라서 지방축적이 잘 이루어질 수 있도록 충분한 에너지의 공급과 육질 개선에 도움이 되는 사료의 공급이 필요하다.

4.1. 비육후기 사료급여 기준

비육후기 동안에는 농후사료(CP 12~11%, TDN 73%)를 자유채식시켜 최대한 섭취량을 많게 하여 주는 것이 중요하다. 특히 이 시기는 급여사료의 종류에 따라 육질이 달라지므로 조사료는 최소한의 양(전체 사료급여량의 10% 미만)만 제한적으로 급여하고 에너지 함량이 많은 농후사료의 섭취량을 최대한 늘려야 근내지방도가 개선되어 좋은 육질등급을 받을 수 있다.

육질 개선을 위해 보리를 급여하거나 농후사료를 최대한 많이 먹을 수 있도록 사료급여 횟수를 늘려주는 등의 사양관리를 해 주어야 한다. 또한 담근먹이나 청초를 급여하면 지방색이 황색으로 변하여 육질등급에 나쁜 영향을 미칠 수 있으므로 되도록 조사료원으로 벳짚을 급여하는 것이 바람직하다.

〈표-16〉 거세한우 비육후기 사료급여 기준

구분			월령											
			18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
단기 (18~25개월)	체중(kg)		478	512	543	570	596	619	640	661				
	일당증체량(kg/일)		0.8~0.6											
	사료급여량 (kg/일)	농후사료	자유채식											
		벳짚	1.8	1.5	1.0	0.8	0.8	0.6	0.6	0.6				
장기 (22~29개월)	체중(kg)						583	605	627	646	665	683	700	716
	일당증체량(kg/일)		0.8~0.6											
	사료급여량 (kg/일)	농후사료	자유채식											
		벳짚					1.2	1.0	1.0	0.8	0.8	0.6	0.6	0.5

자료 : 국립축산과학원(2007)

4.2. 보리 급여

비육후기 동안 보리의 급여는 지방색을 개선하고 경지방을 생산하게 되어 비육후기 사료에 보리를 첨가 급여하면 육질개선에 효과를 볼 수 있다.

한우 비육 시 보리첨가 수준을 40%, 60%로 하여 시험한 결과를 살펴보면 일당증체량은 0.85kg 내외로 비슷하였으며 사료요구율 역시 8.3kg 내외로 비슷하였지만 보리 첨가로 인해 육질이 개선되는 경향을 나타내었을 뿐만 아니라 지방색에서 개선효과가 뚜렷하였다.

〈표-17〉 보리의 사료적 가치

(단위 : %)

구분	수분	조단백질	조지방	조섬유	조회분	가소화 조단백질	TDN
보리	12.3	11.0	2.0	4.5	2.6	7.1	74.4
비육후기사료	13.0	11.0	3.1	3.1	4.0	7.3	73.0

자료 : 장 등(2007)

보리의 사료가치는 비육후기 사료와 비슷함.

〈표-18〉 보리급여에 의한 육질개선

구분	보리배합수준(육성기:비육전기:비육후기), %			
	0:0:40	0:0:60	0:20:40	0:20:60
개시시 체중(kg)	99.4	100.1	99.0	99.2
종료시 체중(kg)	591.5	614.6	609.3	606.2
일당증체량(kg)	0.82	0.86	0.85	0.85
농후사료 요구율(kg/증체 kg)	8.6	8.2	8.3	8.3
도체율(%)	61.4	59.7	59.5	59.6
거래정육률(%)	70.3	70.1	72.8	69.8
체지방(%)	17.6	18.3	15.1	20.1
등심단면적(cm ²)	80.5	87.8	82.3	85.2
등지방두께(cm)	0.9	1.1	0.6	0.9
근내지방도	3.8	3.2	2.8	3.6
육 색	4.8	3.8	4.2	3.8
지방색	3.5	3.4	3.0	3.0
전단력(kg/cm ²)	7.6	7.4	7.1	6.8
육량등급(A:B:C)	0:4:0	0:3:2	0:4:0	0:5:0
육질등급(1:2:3)	1:3:0	2:3:0	0:4:0	4:1:0

자료 : 장 등(2007)

한편 생후 19개월령부터 28개월령까지 거세한우의 육질을 향상시키기 위한 보리의 적정 가공형태를 조사한 결과 사료의 기호성과 섭취량이 가장 많았던 압편 보리구가 종료 시 체중은 가장 많았지만 근내지방도 면에서는 분쇄 보리구가 우수하였다.

〈표-19〉 육질 향상을 위한 보리의 적정 가공형태

구분	대조구	분쇄보리	압편보리	분쇄+압편
개시시 체중(kg)	489.2	496.1	486.5	503.1
종료시 체중(kg)	664.9	674.6	683.0	653.3
일당증체량(kg)	0.63	0.64	0.70	0.54
1일 농후사료 섭취량	8.6	8.8	9.0	8.7
등심단면적(cm ²)	84.6	92.5	77.6	85.0
육량등급(A:B:C)	3:4:3	3:5:2	4:5:1	5:3:2
근내지방도(1~7)	5.0	5.5	4.9	5.3
육질등급(1*:1:2)	4:4:2	6:3:1	4:5:1	5:3:2
소득지수	100	124	135	102

자료 : 장 등(2007)

또한 비육전기 · 후기의 농후사료 가공 형태에 따른 생산성과 육질개선 효과를 보면 비육전기 일당증체량은 처리별 0.70~0.76kg이었으며 비육후기는 0.86~0.98kg으로 비육전기에는 가루사료, 비육후기에는 후레이크 사료를 급여하는 것이 발육이 좋았다.

한편 도체율은 비슷하였으나 거래정육률은 비육 전기에 가루사료, 비육후기에는 후레이크 급여구가 54.1%로 높았고 체지방은 비육전 · 후기 후레이크 사료 급여구가 제일 높았다. 근내 지방도는 비육전 · 후기 가루사료 급여구가 높았으며 소득에서는 비육전 · 후기 가루사료 급여보다 비육후기에 후레이크 사료를 급여할 경우 4~8% 많았다.

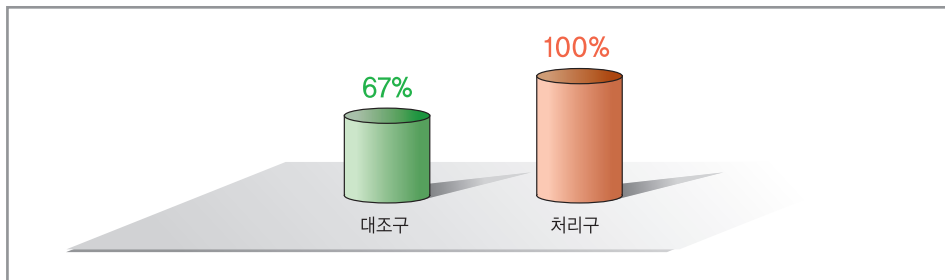
〈표-20〉 비육후기 농후사료 형태별 일당증체량과 도체성적

구분	가 루 → 가 루	가 루 → 후레이크	후레이크 → 후레이크
일당증체량(kg)			
비육전기	0.70	0.72	0.76
비육후기	0.86	0.98	0.91
농후사료 요구율(kg/증체 kg)	9.3	8.6	8.6
도체율(%)	62.5	63.3	62.9
거래정육률(%)	52.3	54.1	51.2
체지방(%)	24.3	24.0	25.5
근내지방도	3.62	3.44	2.98
등지방두께(cm)	1.39	1.29	1.44
소득(지수)	100	108	104

자료 : 국립축산과학원(1998)

4.3. 셀레늄(selenium) 급여

셀레늄이 항산화 기능에 중요한 역할을 한다고 보고된 이후 셀레늄에 대한 관심이 증가되어 셀레늄의 생리적인 기능에 많은 연구가 진행되고 있고 셀레늄이 함유된 고기, 계란, 우유 등 셀레늄 함유 축산물을 생산하기에 이르렀다.



자료 : 장 등(2005)

〈그림 10〉 유기 셀레늄 제제의 급여에 따른 거세한우의 육질 1등급 이상 출현율 변화

버섯 폐배지는 균사체의 대사작용에 의해 유기셀레늄으로 축적되므로 유기셀레늄을 근육 조직으로 전이시켜 셀레늄이 강화된 기능성 쇠고기의 생산이 가능하며 비육우의 근육 내 함유되어 있는 셀레늄은 인체 내에서 생리적 이용성이 높은 형태이다.

비육후기 거세한우를 대상으로 버섯 폐배지를 이용하여 셀레늄 농도를 0.1, 0.3, 0.6, 0.9ppm(건물기준)으로 달리하여 12주간 급여한 결과, 셀레늄 수준이 건물섭취량, 증체량 및 도체특성에는 영향을 미치지 않았으나 혈장, 근육 및 간의 셀레늄 농도가 유의적으로 증가하였기 때문에 유기성 폐자원인 버섯 폐배지를 사료로서 활용하여 셀레늄이 강화된 쇠고기의 생산이 가능하다.

한편, 비육후기 거세한우를 대상으로 유기 셀레늄 제제 1.0ppm을 4개월간 급여한 결과에서는 유기 셀레늄 제제의 급여가 육량등급에 미치는 영향은 없었지만 육질 1등급 이상 출현율이 67%에서 100%로 향상되어 고급육 생산에 있어서 이용가치가 높다.

4.4. 육색 개선을 위한 비타민 E 급여

자연 항산화제인 비타민 E는 지방산화를 감소시켜 지방색 및 육색의 변화를 방지하며 아직까지 정확한 작용기전이 밝혀지지 않았으나 활성산소(free radical)에 의해서 유발되는 산화

적 세포손상을 방지하는 것으로 알려져 있다.

비타민 E는 지질의 과산화작용을 억제시키고 체액성과 세포성 면역의 강화와 호중구 기능이 증가되어 대식세포의 탐식작용으로 세균 침입을 방지한다. 이와 같이 비타민 E와 같은 항산화제는 면역체계의 중요한 요소로서 외부에서 침입한 감염균에 대항하여 세포를 보호하는 화학반응에 필요하다.

거세한우 및 외국 육우를 대상으로 한 실험들에서 비타민 E를 출하 6개월 전부터 500IU/두/일 정도, 출하 3개월 전부터는 1,000~2,000IU/두/일 정도 급여하면 육색 안정, 육질등급 향상 및 도체의 지방산패도 지연에 도움이 된다. 또한 비타민 E의 처리 효과를 높이기 위해 비타민 C를 함께 급여해 주면 이들 비타민들의 상호작용 효과로 항산화 작용이 상승되고 생산성 향상 효과가 증진되므로 비타민 E의 단독 이용보다는 비타민 C와의 병행 이용도 가능하다.

5. 출하적기

육질 1등급 이상 생산율을 증가시키기 위해서는 사육기간의 연장이 필요하지만, 장기비육에 따른 육량등급 전하 등의 단점이 우려되기 때문에 고급육 생산을 위한 적정 출하시기를 고려해야 한다.

거세한우 비육 시 육질 향상을 위해서는 비육기간이 중요하다. 최근 들어 비육기간이 점차적으로 연장되어 30개월령 이상까지 비육하는 농가들도 늘어나는 추세지만, 보편적으로 24~30개월령 사이 체중이 650~700kg 전후에서 출하가 많이 이루어지고 있다. 비육기간의 연장은 등심단면적, 근내지방도, 육질등급, 연도, 다즙성, 풍미 등이 개선되지만 필요 이상으로 비육기간을 연장하면 등지방두께와 같은 일부 형질은 오히려 불리해질 수도 있다.

〈표-21〉 비육전업형 거세한우 출하월령별 도체특성

구분	출하월령				
	26	27	28	29	30
생체중(kg)	619	639	710	724	738
등심단면적(cm ²)	87.3	87.5	91.3	96.7	100.6
등지방두께(mm)	8.2	8.8	12.6	11.2	13.3
육량등급(A:B:C,두)	8:7:0	8:7:0	3:9:3	5:8:2	4:8:3
근내지방도	5.9	5.7	5.4	6.4	6.7
육질등급(1*:1:2,두)	10:4:1	9:4:2	6:6:3	13:2:0	13:2:0
1등급 이상 출현율(%)	93.3	86.7	80.0	100	100

자료 : 국립축산과학원(2003)

출하월령이 증가할수록 도체중, 등심단면적과 육질을 결정하는 근내지방도는 증가하지만 등지방두께도 증가하여 육량등급에서 C등급의 출현율이 많아지게 된다.

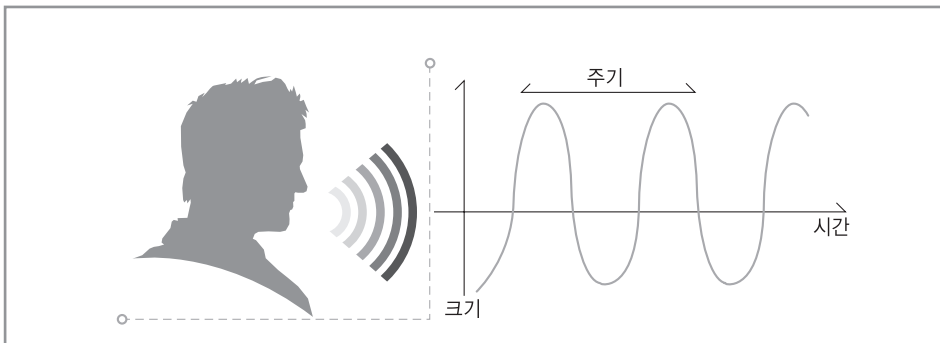
따라서 고급육 생산을 위한 적정 비육기간은 비육말소의 유전적인 육질능력, 출하여건(노동력, 우사 등), 사료비, 시장가격 동향 및 전문경영형태(일관사육, 비육전업) 등을 종합적으로 검토하여 결정하는 것이 바람직하다.

Ⅳ. 초음파 생체단층촬영 이용기술

1. 초음파 원리

진동하는 모든 물체는 소리를 발생하는데 소리의 높낮이는 물체가 진동하는 주파수에 의해 결정되며 넓은 소리의 범위 가운데 사람이 들을 수 있는 범위는 제한되어 있다.

소리는 그 주파수에 따라 구분되는데 사람이 들을 수 있는 범위는 1초에 20번 진동하는 소리에서부터 20,000번 진동하는 소리까지이고 이를 가청 주파수($20\text{Hz}\sim 20,000\text{Hz}$)라 한다. 초음파도 일종의 소리이고 사람이 들을 수 있는 주파수 범위 이상의 진동수를 갖는 소리로 정의된다. 보통 $20,000\text{Hz}\sim 30\text{MHz}$ 까지를 초음파라 한다. 이 중 인체 진단에 이용되는 소리인 진단용 초음파는 보통 $1\text{MHz}\sim 20\text{MHz}$ 까지를 의미한다. 그리고 초음파 영상 진단기에 상용화된 초음파는 $2\text{MHz}\sim 10\text{MHz}$ 이나 소의 육질진단에 이용되는 것은 $2\text{MHz}\sim 3.5\text{MHz}$ 이다. 이렇게 높은 주파수를 가지면서도 그 세기가 약하기 때문에 인체에는 무해하다. 비파괴 검사나 초음파 선택기 등에 이용되는 초음파는 주파수가 낮은 반면 그 세기를 강하게 만들어 사용한다.



〈그림 11〉 주파수의 성질

소리의 속도는 소리를 전달하는 물체의 딱딱한 정도에 비례하는데 모든 초음파 진단기는 기본적으로 생체 내부의 속도를 $1,540\text{m/초}$ 라 가정하고 제작된다. 하지만 지방(fat)에서의 속도는 $1,450\text{m/초}$ 로 가정한 속도와 차이가 있으므로 장기 내부가 잘 보이지 않거나 보여도 오

차를 갖게 되는 원인이 되기도 한다(표 22). 초음파 영상 진단기는 인체에 초음파를 발사한 후 인체에서 되돌아오는 반사파를 검출하여 적절한 신호처리를 해서 화면에 보여주는 장치이다.

초음파가 물체를 통과해서 전달되기 어려운 정도를 나타내는 척도로 전기저항(impedance)을 사용하는데 이 전기저항은 생체 조직마다 서로 다른 값을 갖는다. 전기저항이 서로 다른 장기나 조직은 만나는 경계면이 생기고 이 경계면에서 반사나 굴절 등이 발생한다. 산란은 장기의 내부에서 산란체 역할을 하는 실질에 의해 발생하고 반사는 초음파가 생체 내부에서 장기와 장기 또는 서로 성질이 다른 조직의 경계면에 직각으로 부딪혔을 때 직각으로 되돌아오는 것을 말하며, 두 조직 또는 두 장기 사이의 전기저항 차가 클수록 반사되는 양이 많아진다.

뼈를 통해 초음파가 침투하지 못하는 가장 큰 이유는 조직과 뼈 사이에서 대부분 반사되기 때문이다. 경계면에 초음파가 직각이 아닌 다른 각으로 입사되면 일부는 입사각과 같은 각으로 반사되어 나가고 일부는 투과되는데, 이때 투과되는 음파가 일직선상에서 벗어나 휘어지는 현상을 굴절이라 한다. 주파수가 높을수록 감쇠량이 많아지며 이 때문에 고주파 탐촉자를 이용하는 경우 깊은 곳까지 초음파의 투과가 이루어지지 않는다.

〈표-22〉 초음파의 음속 및 음향변이

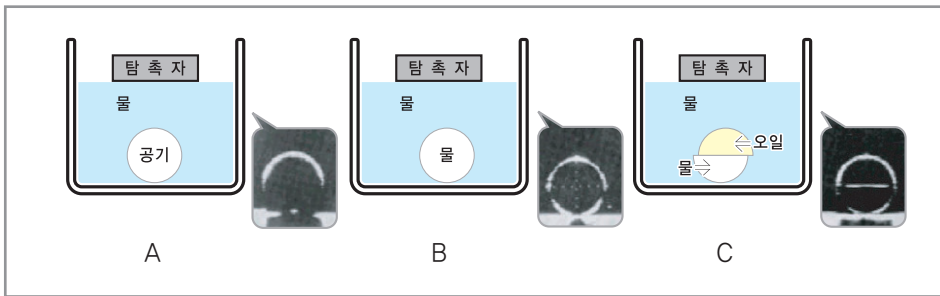
구분	음속(m/sec)	1MHz의 감쇠계수 (dB/cm)	음향 임피던스 x108(kg/m ² .s)
공기	330	12	0.0004
혈관	1,570	0.2	1.62
뇌	1,540	0.2	1.60
지방	1,450	0.8	1.35
연부조직(평균)	1,540	1.0	1.00
위장	1,560	0.9	1.62
두피골	4,080	13	7.80
물	1,480	0.002	1.52

탐촉자는 초음파 진단기에서 가장 중요한 부분인데 수정, 전기석, 세라믹 등 압전 효과를 갖는 소자로서 표면에 직각으로 힘을 가하면 전기가 발생하고 반대로 전기 신호가 가해지면 진동하는 성질을 가진 소자를 말한다. 초음파를 발생시키기 위해 변환기를 이용한다. 초음파 진단기는 변환기에 전기 신호를 가해 초음파를 발생시키고, 인체에서 되돌아오는 반사파에

따라 변환기에서 발생하는 전기 신호를 검출한 후 이 전기 신호의 세기에 따라 화면의 해당 위치에 밝기로 영상을 표시한다.

육질 판정용에 주로 사용되는 것은 선형 탐촉자인데 압전소자를 직선으로 배열해 둔 형태로서 화면에 표시되는 영상은 직사각형으로 탐촉자의 길이에 비례하는 크기를 가진다. 초음파가 탐촉자의 표면에서 직선으로 발사되기 때문에 영상을 얻고자 하는 부위에 공기나 뼈 등의 장애물이 없어야 좋은 영상을 얻을 수 있다.

가축을 초음파로 진단하기에 앞서 초음파 성질에 대해서 간략하게 설명하면 위쪽은 수조 밑에 고무공을 고정하고 각각에 공기, 물, 오일과 물을 채워놓고 초음파를 측정한 그림이고 아래쪽은 이때 나타난 각각의 초음파 화상이다.



자료 : HARADA(1996)

〈그림 12〉 초음파 화상의 기본원리

모든 고무공의 윗부분의 윤곽, 즉 물과 고무공의 위쪽 경계면에서의 반사파가 탐촉자에서 깊이에 대응하여 반사파가 강하게 곡선 형태로 확인된다. 그러나 공기가 들어 있는 고무공에 대해서는 아래 부분의 윤곽은 확인할 수 없으나(A) 물이 들어 있는 고무공에 대해서는 동전 같은 원을 얻을 수 있고(B) 한편 오일과 물 2층으로 된 고무공에서는 그 경계면이 뚜렷하게 나타난다(C). 위 사항을 살펴보면 중요한 것을 확인할 수 있는데 초음파는 성질이 다른 2개의 매질 경계면에서 반사되고 그 반사파가 화상에서 하얗게 나타나며 하얗게 비친 것이 고무, 기름 또는 물이라는 것까지는 나타나 있지 않으나 같은 매질에서는 반사가 일어나지 않아 화상에서 검게 나타남을 알 수 있다. 또한 초음파는 액체 혹은 고체에서는 전파가 진행되지만 공기에서는 전파하지 않는다는 것을 알 수 있다. 또한 고무공의 양쪽 측면과 같이 반사파가 되돌아오기 힘든 면의 윤곽은 흐리하게 나타나므로 경우에 따라서는 화상을 얻을 수 없는 경우도 있다.

2. 초음파 진단

2.1. 진단 전 준비 작업

소를 대상으로 초음파로 진단하기 전에 반드시 숙지하여야 할 점은 우선 측정하는 사람과 기계의 안전을 최우선적으로 생각하여야 한다. 소의 성질이 온순하거나 사납거나 항상 만일의 사태에 대비를 하여야 하는데 아무리 소를 잘 보정하였다 하더라도 언제 돌발적인 상황이 벌어질지 모른다는 것을 항상 염두에 두어야 한다. 농가에서 측정할 때 우형기나 보정틀이 제대로 갖추어져 있지 않아 우사 내에서 측정하는 것이 대부분이기 때문에 진단자는 반드시 자신의 발을 보호할 수 있는 안전화나 장화를 신어야 한다. 또한 기계는 소로부터 최대한 멀리 하여 소뿔이나 꼬리에 닿아서 탐촉자가 망가지는 일이 없도록 최대한 주의를 기울여야 한다. 겨울철에는 오일이 얼어 점도가 많이 떨어지므로 따뜻한 물에 오일을 데워 소의 몸 온도에 맞추어 주어야 제대로 된 초음파 영상을 얻을 수 있으며 여름철에는 기계의 내부온도가 너무 높으면 기계에 무리를 줄 우려가 있으므로 송풍시설을 갖추는 것도 고려하여야 한다.

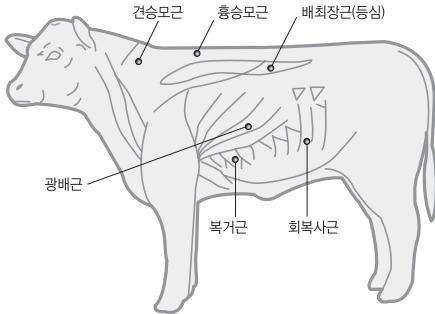
2.2. 소의 보정

초음파 진단 시 중요하게 고려해야 할 사항은 소가 움직이지 않도록 보정시키는 것인데 소가 움직이면 정확하고 뚜렷한 영상을 얻을 수 없다. 소를 보정틀 또는 우형기에서 움직이지 못하도록 보정을 시키거나 이러한 시설이 없는 우사의 경우에는 목 부위를 단단히 잡아 맨 후 2~3분쯤 충분히 안정을 시킨 후에 진단하도록 한다. 소의 자세는 평탄한 자리에서 다리를 곧게 펴고 소의 머리와 등이 일치하게 하여 바르게 서 있는 상태에서 진단하여야 좋은 화상을 얻을 수가 있다.

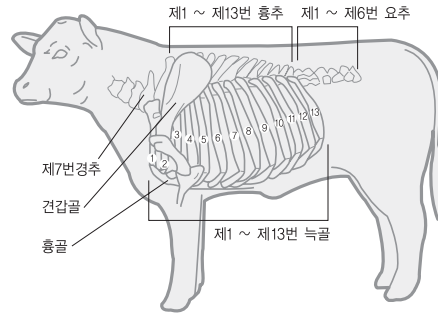
2.3. 진단 위치

진단 부위는 마지막 갈비와 첫 번째 요추 사이를 조사하는데 등심 하단부의 경계를 잡기가 어려워 초심자의 경우 마지막 갈비 위에 탐촉자를 대고 진단하는 경우도 있으나 이 경우 정확한 등심단면적을 계산할 수 없고 근내지방도의 판정에도 오차가 발생할 수 있다.

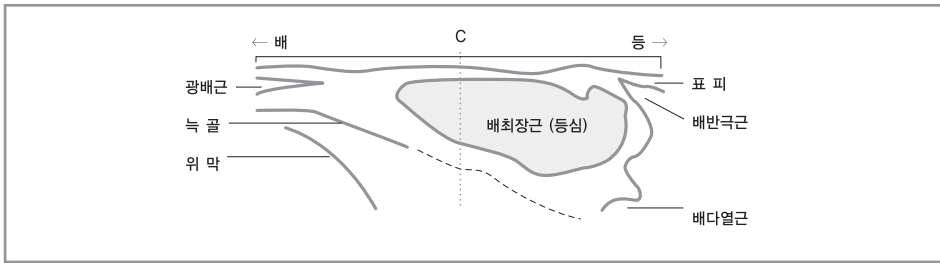
정확한 부위 및 화상은 다음의 그림 13, 그림 14 및 그림 15와 같다.



〈그림 13〉 소 근육의 위치 및 측정부위



〈그림 14〉 소의 골격

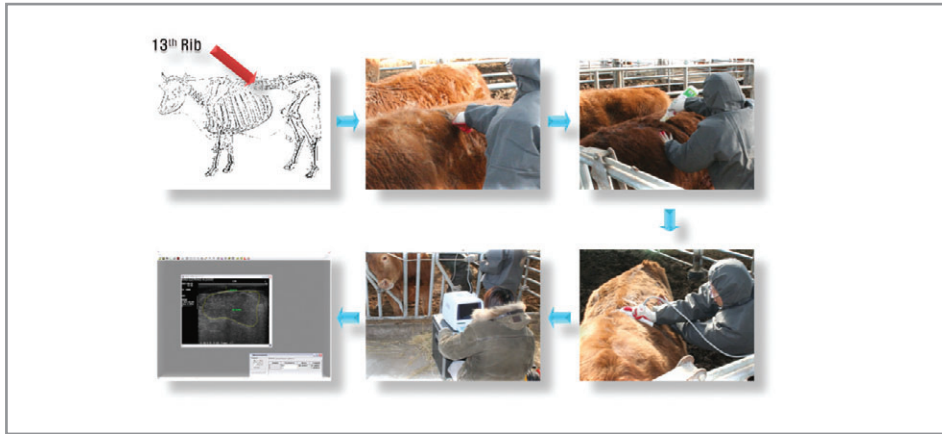


〈그림 15〉 제13흉추 배최장근 횡단면 중앙부

2.4. 초음파 진단

소를 보정한 후 복부 좌측의 진단부위에 대하여 털을 깎아 주는데, 특히 톱밥우사에서 비육한 소의 경우에는 털 사이에 톱밥 등 이물질이 끼여 좋은 화상을 얻을 수 없다. 여름철의 경우에는 털이 짧으나 겨울철의 경우 털이 거칠어 이물질 제거와 동시에 기름을 적당히 바른 후 등 굽개로 긁어 주는 것이 좋다.

어린 소이거나 진단부위의 요철이 심할 경우 탐촉자 접촉용으로 시판되고 있는 실리콘 종류의 물질을 쓰기도 하지만 감쇠가 일어나기 쉬워 투과력이 다소 저하되는 결점이 있다. 탐촉자는 두 손을 이용하여 움직이지 않도록 하며 소의 위 허구리 꼭짓점을 기준으로 등 중심선에 대하여 직각이 되게 하여 진단을 하고, 정확하고 선명한 화상을 얻었을 때 화상을 정지시키고 저장시킨다. 암소나 약간 마른 소의 경우 등 쪽이나 배 쪽이 뜨지 않도록 약간의 눌러주는 것은 무방하나 너무 세게 누르지 않도록 한다.

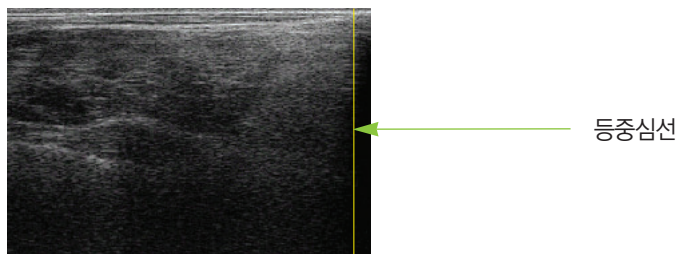


〈그림 16〉 초음파 진단 장면

3. 초음파 화상판독

3.1. 등중심선

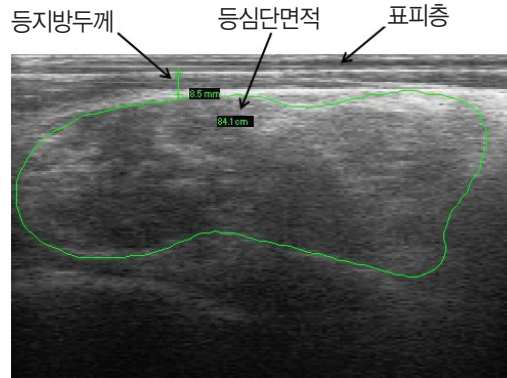
등중심선은 극돌기의 중심부분에 대한 반사파를 얻지 못하므로 비교적 알기 쉽다. 피하지방층과 배최장근 상연부의 경계를 나타내는 위에서 3번째 강한 반사파선(흰색)이 계속 이어지지 않게 되어 가까운 주변의 반사파가 좌우 대칭되는 부위의 중심이 등중심선이다. 배최장근 가까운 부분과 극돌기 간에 생기는 약한 반사파와의 관련에서 등중심선을 결정하는데 이 등중심선이 화면에 많이 들어가면 배최장근 좌측 부분이 많이 잘려나감으로써 등심 크기를 재기가 곤란하므로 등중심선은 화면에 최소한으로 비칠 만큼만 보이면 된다.



〈그림 17〉 등 중심선의 화상

3.2. 표피

초음파 화상의 제일 위에 연속적으로 검은 층이 표피를 나타내는데 표피의 두께는 5mm 이내로 거의 일정하게 나타난다.



〈그림 18〉 초음파 화상의 경계

3.3. 등지방두께

위에서 2번째로 나타나는 검은 층이 등지방층인데 이 두께는 등심 우측(등 방향)에서 얇고 좌측(복부 방향)으로 내려감에 따라 두꺼워지는 것이 일반적이다. 등지방층과 등심 경계에서 또 다른 연속적인 반사가 나타날 경우가 있는데 이는 등지방이 두껍거나 비육된 암소에서 가끔 나타나는 제2지방층이다. 이 경계에 생기는 반사파는 근막의 두꺼운 부분(등 방향)이 가장 강하고 좌측(복부 방향)으로 감에 따라 약하게 됨과 동시에 불연속으로 나타나는 경우가 많다. 등지방과 등지방 내층이 인접한 부위는 강한 반사파가 나타나기 때문에 조금만 숙달되면 비교적 용이하게 판별할 수 있다. 등지방두께는 등심을 가로로 3등분하여 등쪽에서 2/3되는 지점에서 진단한다.

3.4. 등심단면적

3.4.1. 등심 좌측(복부방향) 경계

등심좌측에서 반사파가 불연속적으로 나타나는데 등심 하단부를 향하여 반원 형태로 하강

하는 윤곽을 볼 수 있다. 반원 형태는 늑골 위에 있는 장늑근의 바로 우측을 통합으로 경계를 알 수 있다.

3.4.2. 등심 하단부의 경계

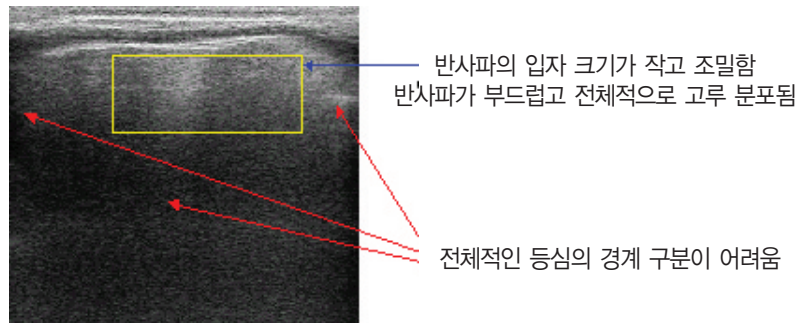
등심 하단부의 중앙에서 다소 우측(등 방향)에 걸쳐 횡돌기에서의 강한 반사가 보이는데 이 반사파가 등중심선과 거의 수직으로 통한다는 것을 알 수 있다. 또한 등심 경계의 아래로 강한 반사가 연속적으로 나타나는데 이는 흉벽에서 반사된 것이다.

3.4.3. 등심 우측(등 방향)의 경계

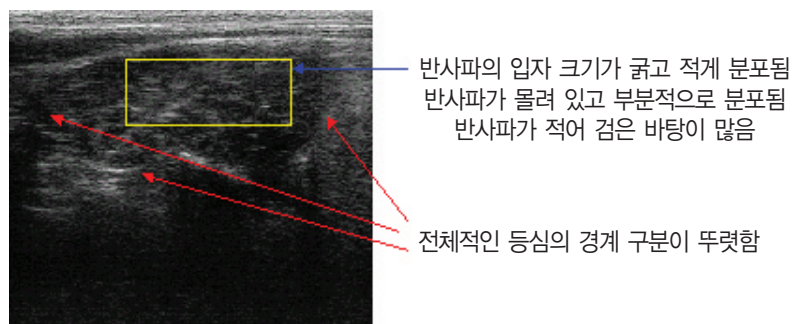
배다열근과 횡돌간근의 좌측이 배최장근의 경계가 된다. 그러나 이들의 근육은 초음파 화상에서는 명확한 반사가 되어 돌아오지 않을 때가 많은데, 특히 근내지방도가 높은 경우에 많이 나타나며 경계를 작도할 때에 가장 주의를 요하는 부위이다. 등심 우측 경계는 배다열근 및 횡돌간근과 인접하기 때문에 역 S자 모양을 하고 있다.

3.5. 근내지방도 판독

등심단면 내에 나타난 반사파의 크기와 출현율 및 분포 정도를 함께 고려하여 근내지방도를 평가한다. 반사파의 크기는 작고 부드러우며 전체적으로 넓게 고루 분포된 것이 근내지방도가 높은 개체이다. 또한 근내지방도가 높을수록 등심 내 지방에서의 초음파 통과가 어렵고 대부분 근육 내에서 초음파가 감쇠되어 등심 아래의 경계면을 확인할 수 없는 경우가 대부분이다. 반대로 반사파가 크고 굵게 나타나고 균일하지 못하며 등심 내 검은 부분이 많이 나타나는 것은 근내지방도가 낮은 개체이다. 또한 근내지방도가 낮으면 등심에서 초음파가 아무런 저항 없이 쉽게 통과하여 아래 부분의 경계가 뚜렷하게 나타남을 알 수 있다.



〈그림 19〉 근내지방도 높은 화상

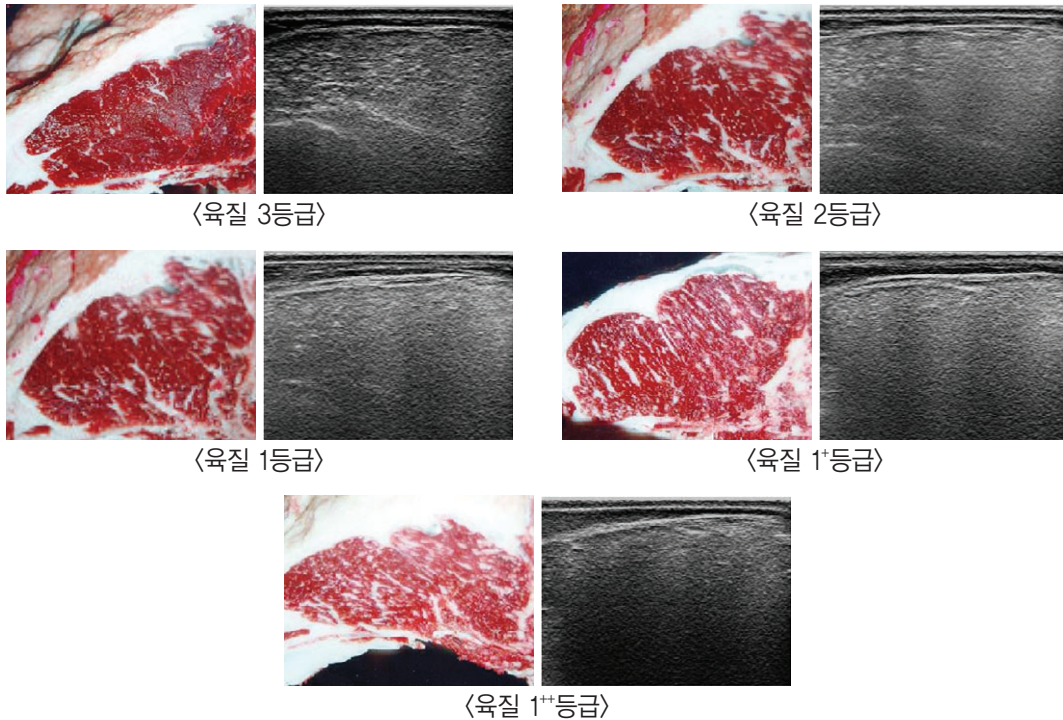


〈그림 20〉 근내지방도 낮은 화상

3.6. 육질등급별 초음파 화상

그림 21과 같이 육질 3등급은 등심 내 반사파가 적어서 전체적으로 검은색의 비율이 많고 부분적으로 밝은 흰색의 반사파가 모여 있으며 등심하단부의 경계가 확실하게 나타난다. 육질 2등급은 등심 내 검은 바탕이 3등급보다 적고 부분적으로 모여 있는 반사파가 줄어들며 등심하단부의 경계가 확실하게 나타난다. 육질 1등급은 등심 내 검은 바탕보다 흰색의 비율이 늘어나고 부분적으로 강한 반사파가 많이 줄어들며 등심 하단부 경계가 희미하게 나타난다. 육질 1+등급은 등심 내부가 전체적으로 흰색의 비율이 많고 부분적으로 모여 있는 반사파가 거의 없으며 등심하단부 경계가 보이지 않는다.

육질 1+등급은 등심 내부가 전체적으로 흰색의 비율이 많고 1+ 등급보다 부드러우며 부분적으로 모여 있는 반사파가 없으며 등심 하단부 경계가 보이지 않는다.



〈그림 21〉 육질등급별 도체 사진 및 초음파 화상

3.7. 초음파 진단을 통한 육량 추정

현행 도체등급제에서 육량도 가격 결정에 중요한 요인으로 작용하는데 초음파 진단으로 육질뿐만 아니라 육량도 비교적 정확하게 추정할 수 있다.

한우의 등급판정 시 사용되는 육량지수 산정식은 다음과 같은데,

$$\text{육량지수} = 68.184 - [0.625 \times \text{등지방두께(mm)}] + [0.130 \times \text{배최장근단면적(cm}^2\text{)}] \\ - [0.024 \times \text{도체중량(kg)}] + 3.23$$

A 등급 67.50 이상, B 등급 62.00 이상~67.50 미만, C 등급 62.00 미만

위 육량지수식에서 초음파 진단으로 등지방두께와 배최장근단면적은 추정할 수 있으나 도체중량은 알 수 없다. 그러나 소를 키우는 사람이라면 정확하지는 않지만 눈대중으로 소의 생체중은 추정할 수 있다. 거세우의 경우 도체중은 생체중의 약 60% 수준임을 감안하여 도체중

량을 환산할 수 있는데 예를 들어 700kg 정도 되는 소의 도체중량은 420kg으로 추정할 수 있다. 초음파 진단으로 얻어진 등지방두께와 배최장근단면적 그리고 추정된 도체중을 육량지수식에 대입시켜 계산하게 되면 얻어지는 지수를 이용하여 육량등급을 알 수 있게 된다.

4. 초음파 이용 비육우 관리

초음파를 이용한 생체 정보의 수집은 한우 개량의 측면에서는 생체 육질 정보를 조기에 획득하여 활용함으로써 도축하지 않고도 육질 및 육량을 진단하여 개량의 속도를 배가시킬 수 있고 농가 경영 측면에서도 출하시기 및 사육방법의 조절로 농가 수익 향상에 일조할 수 있는 중요한 핵심 기술이다.

우리나라에서 초음파 육질진단이 널리 이용되고 있는 곳은 비육우 산업분야인데 비육우를 마치고 출하하기 직전에 초음파 진단을 통하여 계통출하를 할 것인지 또는 인근 우상인에게 판매를 할 것인가를 결정하는 데 많이 이용되고 있다. 다행히 소를 잘 키워 초음파 진단 결과 육질능력이 모두 우수하면 계통출하로 높은 소득을 올릴 수 있겠으나 그중 능력이 좋지 않은 소를 우상인에게 계속 판매할 경우 다음부터는 우상인과의 매매가 이루어지지 않고 소의 판로가 어렵게 된다. 따라서 비육우의 경우 비육전기부터 시작하여 2~3개월 간격으로 초음파를 진단하면서 근내지방도 및 등지방두께의 변화 과정을 살펴보면서 적절한 사양관리를 해야지만 고품질의 고기를 생산하는 목적을 이룰 수 있다고 하겠다.

농가에서는 출하 전 초음파 육질진단을 통한 출하시기 결정이 이루어지고 있으나 단순히 출하에 임박해서 초음파 육질진단이 주로 이루어짐으로 인해 근내지방도, 등심단면적 및 등지방두께의 유전적인 특성을 고려한 비육후기 사료급여 관리 및 출하시기 결정이 미흡한 실정이다.

비육후기 개시전(생후 20개월령 전후)에 초음파 단층촬영 후 등지방두께가 7.0mm 이상인 개체 중에서 근내지방도 양호한 축군과 미흡한 축군으로 우군을 분리하여 개체관리를 실시한 결과 근내지방도가 양호한 축군의 경우 비육후기 동안 농후사료를 체중대비 1.7%, 근내지방도가 미흡한 축군의 경우에는 1.5%로 급여하였을 때 농가의 소득 증대에 유리하게 나타났다.

〈표-23〉 비육 개시 전 초음파 진단에 의한 근내지방 축군별 발육 및 사료이용성

구분	근내지방 양호 축군		근내지방 미흡 축군	
	1.7%	1.5%	1.7%	1.5%
개시시 체중(kg)	520.4	520.0	532.3	526.8
종료시 체중(kg)	687.7	696.8	720.0	712.8
일당증체량(kg)	0.70	0.73	0.79	0.78
사료요구율(kg/증체kg)				
농후사료	12.2	10.7	11.3	10.3
벼짚	3.5	3.6	3.1	3.8

자료 : 국립축산과학원(2006)

〈표-24〉 비육 개시 전 초음파 진단에 의한 근내지방 축군별 도체특성 및 경제성

구분	근내지방 양호 축군		근내지방 미흡 축군	
	1.7%	1.5%	1.7%	1.5%
육량특성				
등심단면적(cm ²)	88.8	85.0	83.0	85.2
등지방두께(mm)	11.5	9.3	17.2	11.8
육량등급(A:B:C)	4:6:0	6:4:0	0:5:5	2:8:0
육질특성				
근내지방도	7.3	5.7	3.9	3.4
육색	4.9	5.0	4.9	5.0
육질등급(1 ⁺⁺ :1 ⁺ :1 ⁻ :2:3)	5:4:1:0:0	3:2:2:3:0	0:3:2:5:0	1:0:3:5:1
소득지수(%)	100.0	91.1	100.0	111.7

자료 : 국립축산과학원(2006)

표 25는 단순히 초음파 육질진단 결과만을 이용하여 예를 들어 출하방법의 선택과 사육기간의 연장 측면을 살펴보고자 한다.

예 1과 예 2의 경우 각각 현재 생후 25개월령에 1B와 2B로 판정되었지만 모두 산지시장 가격과 도매시장 가격을 비교하여 유리한 쪽으로 출하를 하는 것이 바람직하다. 그 이유는 현재 도매시장에서 선호하는 체중대가 650kg이나 이 체중을 기준으로 할 것이 아니라 등지방두께 15.5mm와 육량지수 66.5를 눈여겨 보아야 한다. 즉 증체 50kg과 근내지방도 4~5를 기대하다가는 자칫 육량이 C등급으로 떨어지는 경우가 발생할 수 있기 때문이다. 특히 예 2의 경우 연장 비육을 통하여 1C를 받으면 되지 않느냐고 할 수 있지만 실질적으로 도매시장에서의 1C나 1⁺C의 경락가격은 2A나 2B보다 못할 경우가 있을 수 있다는 점을 고려해야 한다. 예 3과 예 4

의 경우 역시 각각 현재 생후 25개월령에 2A와 1B로 판정되었지만 모두 산지시장 가격과 도매시장 가격을 비교하여 유리한 쪽으로 출하를 하여야 할 것이다. 예 3의 경우 조금만 더 키우면 비육 육량등급이 B로는 떨어질 수 있지만 근내지방도가 4로 향상되어 육질이 1등급으로 올라설 수 있기 때문이다. 예 5의 경우 현재 생후 25개월령에 생체중 600kg, 육량지수 69.4 그리고 근내지방도 3~5이면 모두 연장비육을 해 주어야 할 것이다. 체중이 더 증가하여야 하고 근내지방도가 향상되어 각각 4 이상과 6 이상이 출현될 가능성이 높기 때문이다.

〈표-25〉 초음파 육질진단 결과 사례

구분	월령	생체중(kg)	등지방두께(mm)	등심단면적(cm ²)	육량지수	근내지방도(NQ)	추정등급
예 1	25	600	15.5	86.4	66.5	4	1B
예 2	25	600	15.5	86.4	66.5	3	2B
예 3	25	670	8.5	88.2	69.0	3	2A
예 4	25	670	15.5	88.2	69.0	4	1B
예 5	25	600	8.5	88.2	69.4	3/5	2A/1A

5. 초음파 이용 암소 개량

현행의 암소 선발은 주로 혈통과 외모 중심으로 진행되고 있으나 농가에서 우수한 밀소 생산을 위한 암소 개량은 대부분 정액에 의존하고 있어 개량의 속도를 높일 수 없다. 육질능력이 우수한 암소를 선발하기 위해서는 생산된 송아지를 비육시켜 출하된 후 도체 성적을 이용하여 암소의 유전능력을 평가할 수 있는데 이를 위해서는 5년 이상 오랜 시간이 소요되기 때문에 번식우로 선발된다고 하더라도 이용기간이 짧아진다. 따라서 생축의 육질과 관련된 자질을 판단하는 수단으로서는 초음파 진단이 아주 유용하게 이용되고 있다. 초음파 진단으로 육질이 우수한 암소를 조기에 선발하여 번식에 이용하면 우수한 정액과 교배를 시켜 자질이 우수한 밀소를 생산해 냄으로써 농가의 암소집단 개량속도를 한층 가속화시킬 수 있다.

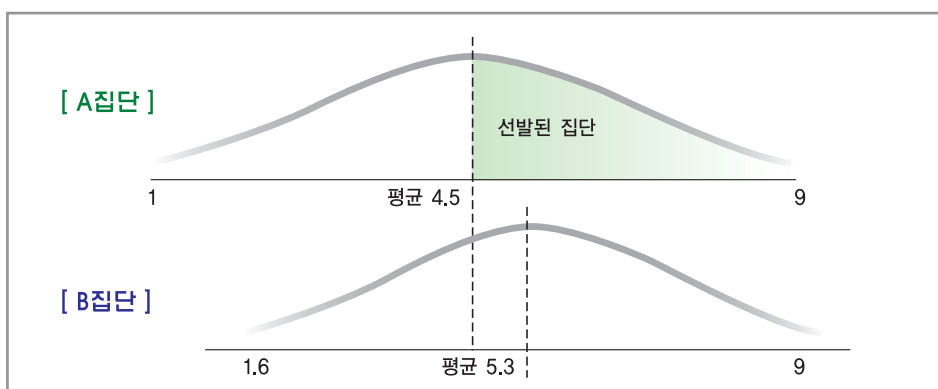
한우 수소 위주로 개량을 하고 있는 체계와 초음파 기술을 이용하였을 때 근내지방도의 개량효과를 나타내고 있는데 세대간격은 5.2년에서 3년으로 단축시킬 수 있고 연간 유전적 개량량을 기존체계의 0.16에서 0.28로 크게 증가시킬 수 있다. 여기에는 암소의 선발 효과는 배제되고 분석된 자료인데 초음파에 의해 능력이 우수한 암소가 선발되어 개량에 이용된다면 개량량은 2배 이상 증가하게 된다.

〈표-26〉 초음파기술 이용시 한우개량 효과

구분	근내지방도 유전력	선발강도	세대간격	선발정확도	연간 유전적 개량량
기존개량체계	0,35	2,44	5,2년	1,0	0,16
초음파기술 이용 체계	0,35	2,44	3년	0,1	0,03
				0,4	0,11
				0,6	0,17
				0,8	0,23
				1,0	0,28

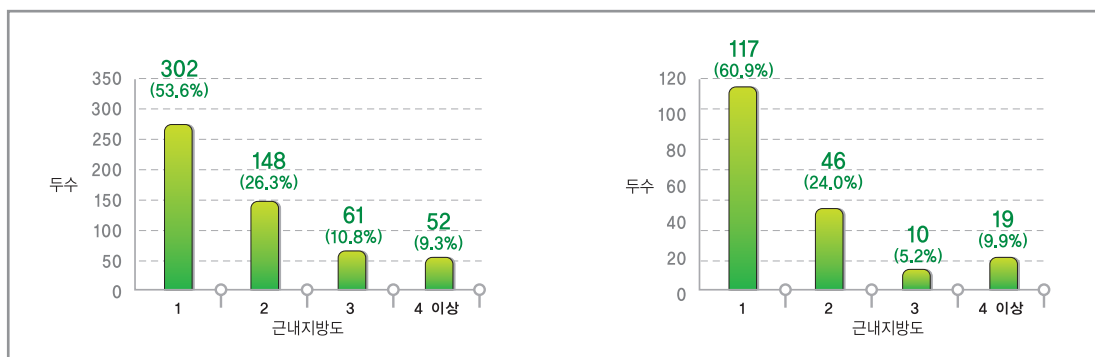
자료 : 국립축산과학원(2001)

한우에서 근내지방도를 향상시키기 위한 개량 방법을 아래에 그림으로 나타내었는데, 그림의 A집단에서 사육하고 있는 농가 한우 암소 집단은 근내지방도 평균이 4.5로 완만한 곡선의 정규분포를 나타내고 있다고 가정하자. 여기에서 초음파에 의한 근내지방도 추정 수치를 이용하여 빗금 친 부분의 근내지방도 평균 4.5 이상의 선발된 암소 집단을 이용하여 우수한 종모우와 교배를 시키면 다음 세대는 그림의 B집단과 같은 정규분포를 나타내게 되는데 근내지방도 평균이 4.3으로 A집단보다 0.8 향상된 집단을 형성하게 된다. 이러한 상황을 계속 반복하게 되면 근내지방도의 평균이 9까지는 되지 않겠지만 전체적으로 9에 가깝게 분포가 이루어질 것이 예상된다. 따라서 농가사육 한우의 육질이 처음에는 좋은 것에서부터 좋지 않은 것까지 다양하게 나타나게 되지만 선발된 집단을 이용하여 지속적으로 개량해 나간다면 어느 시점에서는 육질 능력이 아주 균일한 집단으로 변화되어 초음파 진단을 하지 않고 출하를 하더라도 1등급 이상의 도체성적을 얻을 수 있는 집단으로 변해 있을 것이다.



〈그림 22〉 선발에 의한 근내지방도 향상 효과

여름철 방목 위주로 사양관리를 한 암소를 대상으로 초음파 진단에 의한 근내지방도의 분포를 살펴보았는데 근내지방도 2 이상이 46.4%로 나타나서 이들 축군을 표현형적으로 선발하여 계획교배를 시킬 경우 개량을 가속화시킬 수 있을 것이고 추후 이에 대한 연구는 지속적으로 수행되어야 할 것이다. 뱃짚 위주로 우사 내에서 사육하고 있는 농가의 암소를 대상으로 조사한 것인데 근내지방도 2 이상이 39%로 방목 위주의 사양관리 암소보다는 능력이 떨어진다고 볼 수 있으나, 이들을 선발하여 번식우로 지속적으로 이용할 경우 개량의 효율은 높일 수 있을 것으로 사료된다.



〈그림 23〉 방목 집단 암소의 초음파 근내지방 분포 〈그림 24〉 뱃짚 급여 암소의 초음파 근내지방 분포

근내지방도별 임신우의 분포를 나타내었는데 근내지방도가 높으면 인공수정 시 생식기 주변에 지방이 많다고 하여 수태율이 저하된다고 하는 주장이 있는데 본 연구에서의 수태율은 근내지방도가 높고 낮음에 관계없이 35~40% 수준으로 큰 차이가 없음을 나타내었다. 따라서 근내지방도가 높은 개체를 선발하여 번식우로 활용하여도 수태율 저하의 문제없이 육질 방면으로의 개량 속도를 한층 증가시킬 수 있을 것으로 나타났다.

〈표-27〉 초음파에 의한 근내지방도별 임신우 분포

초음파 근내지방도	1	2	3	≥4
조사두수(두)	321	205	44	30
임신두수(두)	111	76	18	11
비율(%)	34.6	37.1	40.9	36.6

자료 : 국립축산과학원(2008)

- 고급육 생산을 위해서는 한우 체조직의 발육특성을 이해하고, 이에 걸맞는 적절한 사양관리가 필요합니다.
- 거세는 수컷의 정소를 제거하여 융성호르몬(테스토스테론)의 분비 감소로 운동량 및 공격성을 감소시켜 관리가 용이할 뿐만 아니라 육질을 개선시킬 수 있습니다.
- 거세시기는 생후 3~5개월령에 송아지의 발육 상태를 고려하여 실시하는 것이 바람직하며, 늦어도 6~7개월령 이내에 실시하는 것이 고급육 생산을 위해 중요합니다.
- 거세한우의 비육단계를 최소 3단계 이상으로 구분하여 성장단계별 사료 영양관리(에너지 수준 : 육성기 68~70%, 비육전기 72%, 비육중기 72~73%, 비육후기 73~74%)를 충실히 해 주어야 합니다.
- 육성기에는 조사료 위주로 사육을 해 주어야 소화기관과 골격이 충분히 발달되어 비육기에 지속적인 증체가 가능하기 때문에 출하 체중 증대와 고급육 생산이 가능합니다.
- 농후사료 급여량이 많은 비육기에는 요석증 등의 대사성 질병의 발생에 주의해야 하며, 특히 비육후기에는 육질개선을 위해 보리를 급여하거나, 지방색을 황색으로 변화시킬 수 있는 담근먹이나 청초보다는 벳짚을 이용하는 것이 바람직합니다.
- 고급육 생산을 위한 적정 비육기간은 비육밀소의 유전적인 육질능력, 출하여건(노동력, 우사 등), 사료비, 시장가격 동향 및 전문경영형태(일관사육, 비육전업) 등을 종합적으로 고려하여 결정해야 합니다.
- 초음파 생체 육질 진단을 잘하려면 움직임이 적게 소를 잘 보정시키고, 사람이 다치지 않고 기계가 손상되지 않도록 안전하게 작업이 진행되어야 합니다.
- 초음파는 판독보다 표준화상이 잡히도록 잘 찍는 것이 가장 중요한데, 잘못 찍힌 화상으로 판독을 잘한다고 해도 아무 소용이 없습니다.
- 초음파를 잘 이용하려면 많이 찍고(초음파 화상), 많이 보고(도체 사진), 많이 비교해야 합니다. 초음파 기종별로는 정확도에 큰 차이가 없기 때문에 보유 중인 기계를 많이 사용해서 숙련도를 높이는 것이 중요합니다.
- 초음파는 비육우에만 쓰이는 것이 아니고 자질이 우수한 암소를 조기에 선발하는 데 사용하는 것이 더욱 바람직합니다.

참 고 문 헌

- 가학현, 김희발, 서강석, 이창규, 장종수, 진동일, 한재용. 2009. 가축의 개량과 번식. 한국방송통신대학출판부.
- 김동훈, 정다운, 성하균. 2005. 유기셀레늄 혼합제 급여가 비육말기 거세한우의 성장, 도체성적, 체내 셀레늄 분포 및 경제성에 미치는 영향. 한국동물자원과학회지. 47:975-984.
- 김형철, 김시동, 서강석, 윤호백, 최연호, 정재경, 송영한. 2002. 한우개량을 위한 초음파기술 활용. 농촌진흥청 국립축산과학원.
- 농림수산식품부, 국립축산과학원, 농협중앙회. 2002. 한우사육 길잡이.
- 농촌진흥청 국립축산과학원. 1998. 축산시험연구보고서.
- 농촌진흥청 국립축산과학원. 2001. 축산시험연구보고서.
- 농촌진흥청 국립축산과학원. 2002. 축산시험연구보고서.
- 농촌진흥청 국립축산과학원. 2003. 축산시험연구보고서.
- 농촌진흥청 국립축산과학원. 2006. 축산시험연구보고서.
- 농촌진흥청 국립축산과학원. 2007. 축산시험연구보고서.
- 농촌진흥청 국립축산과학원. 2007. 한국사양표준. 한우.
- 농촌진흥청 국립축산과학원. 2008. 축산시험연구보고서.
- 박범영, 조수현, 김진형, 이성훈, 황인호, 김동훈, 김완영, 이종문. 2005. 유기셀레늄강화버섯 폐배지의 급여수준에 따른 거세한우 채끝육의 육질특성. 한국동물자원과학회지. 47:277~282.
- 이성훈, 박범영, 여준모, 김완영. 2006. 셀레늄강화 버섯폐배지의 급여기간이 비육후기 거세한우의 혈중 글루타티온 과산화효소활성 및 조직 내 셀레늄축적에 미치는 영향. 한국동물자원과학회지. 48:897-906.
- 장선식, 오영균, 김경훈, 홍성구, 권웅기, 조영무, 조원모, 은정식, 이상철, 최성호, 송만강. 2007. 보리의 사료가치평가와 한우 거세우 급여에 의한 발육 및 육질개선효과 구명. 한국동물자원과학회지. 49:801~818.
- 하종규, 이성실, 문양수, 김창현. 2005. 반추동물영양생리학. 서울대.
- 九州農業試験研究推進會議. 1999. 九州지역 중요신기술연구성과. No.33. 비타민 A 적정제어에 있어 고품질우육 생산기술의 개발. 28.
- Liu, Q., Lanari, M. C. and Schaefer, D. M. 1995. A review of dietary vitamin E supplementation for improvement of beef quality. J. Anim. Sci. 73: 3131-3140.
- Hiroshi HARADA. 1996. Application of ultrasound for estimating carcass traits of beef cattle and pigs. Anim. Sci. and Tech., 67(7):651~666.
- Hossner, K. L. 2005. Hormonal regulation of farm animal growth. CABI Publishing.