

# 아미노산 불균형(Unbalance) 이 근육에 미치는 영향



김 성 규  
(한국사료 향미양행)

## I. 동물에서 아미노산의 중요성

동물 체조직의 구성성분이며 가축의 성장, 비육, 생산에 필요한 단백질은 체내에서 다른 영양소로 대체가 불가능하고 아미노산도 양적으로도 많이 요구되고 중요하기 때문에, 단백질의 구성요소인 아미노산은 단백질의 품질을 결정하는 매우 중요한 영양소로서 연구가 꾸준히 진행되고 있는 실정이다.

사료에 함유되어 있는 필수아미노산이 너무 많거나 부족되지 않고 요구량에 알맞게 들어 있을 때 전체 단백질의 이용효율이 가장 높다.

사료속에 함유되어 있는 아미노산들 중에서 요구량에 미치지 못하거나 요구량을 초과하게 되면 각각 아미노산들 간의 균형이 깨어지는데, 이러한 경우를 아미노산의 불균형이라고 한다.

아미노산 균형이 파괴되면 결과적으로 아미

노산 미균형, 아미노산 길항작용, 심하면 독성까지 나타나게 되어 정상적인 생명현상이나 성장을 유지하기 어렵다.

### 1) 아미노산 미균형 (imbalance)

동물의 유지나 성장에 제한요소가 되는 아미노산 이외의 다른 아미노산이 과잉 공급되면 더욱 심한 역효과가 생긴다(Harper, 1967).

아미노산의 부족 또는 결핍은 다른 아미노산은 적정량이 공급되지만 특정 아미노산만이 요구량에 부족되는 경우이고, 미균형이란 특정 아미노산은 적정량 공급되었지만 다른 아미노산들의 과다 공급에 의해서 나타나는 상대적인 결핍증세인데 모두 아미노산 불균형(unbalance)의 범주에 속하는 것이다.

어떤 아미노산이라도 과다 공급되면 아미노산의 균형이 파괴되어 성장을 감소, 사료 섭취량

감소, 혈중 아미노산의 증가 등을 야기시키는 데, 이는 아미노산 미균형에 의해서 사료의 기호성이 저하되었거나 혈중 아미노산 패턴 변화에 의해 사료 섭취량 조절증추가 영향을 받았기 때문일 것이다.

## 2) 아미노산 중독(toxicity)

아미노산의 중독현상이란 특정 아미노산의 과잉 공급에 의해서 그 분해산물이 체내에 과잉으로 존재하게 되고 다른 영양소의 정상적인 대사가 저해되어 나타나는 현상이다.

## II. 아미노산 미균형(imbalance)

아미노산 미균형이라는 용어는 개별적인 아미노산을 과량 함유하고 있는 사료의 아미노산 패턴을 설명하는데 사용되어 왔다(Hier et al, 1944).

나이아신이 결핍된 사료에(카제인 함유) 트레오닌 혹은 젤라틴을 첨가하는 것은 나이아신 또는 트립토판 공급에 의해서 방지됨을 표를 통해 알 수 있다.

최대성장을 하기 위해서 충분한 단백질을 함유하는 사료를 급여할 때 쥐의 성장율은 혼합

표 1. 트레오닌 또는 젤라틴과 카제인 8% 함유하는 사료를 성장중인 쥐에 급여했을 때 나이아신과 트립토판 효과

젤라틴 (%)	DL-트립토판 (%)	나이아신 (mg/100mg)	L-트립토판 (%)	체중증가 (g/2주)
-	-	-	-	15
6.0	-	-	-	5
6.0	-	2.5	-	27
6.0	-	-	0.1	32
-	0.36	-	-	4
-	0.36	2.5	-	35
-	0.36	-	0.1	32

\*참조: M. A. Morrison et al. (1960).

\*모든 사료는 0.3% DL-메티오닌을 함유한 것임.

표 2. 성장중인 쥐에 적정사료를 급여할 때 젤라틴의 효과

0.3% DL-메티오닌을 함유하는 사료			체중증가 (g/2주)
카제인 (%)	젤라틴 (%)	DL-트립토판 (%)	
12	4	-	80
12	15	-	70
12	15	0.3	83

\*참조: Harper와 Kumta (1959).

아미노산을 대량 첨가할때 현저히 감소됨을 나타내주고 있다.

표 3에서는 피브린 함량보다는 메치오닌 또는 페닐알라닌의 함량이 없거나 적을 때보다는 많

표 3. 페닐알라닌과 메치오닌에 의해서 성장감퇴 원인이 된 사료의 피브린 함량 효과

사 료			체중증가 (g/2주)
피브린 (%)	DL-메티오닌 (%)	DL-페닐알라닌 (%)	
6	-	-	35
6	0.2	0.3	22
10	-	-	61
10	0.2	0.3	64
10	0.6	0.9	65

\*참조: Kumta와 Harper (1960a).

표 4. 트립토판과 나이아신이 결핍된 아미노산 사료를 급여할 때 쥐의 성장에 제 2 제한 아미노산이 미치는 영향

기 본 조 성	사 료			체중증가 (g/4주)
	L-라이신 (%)	DL-바린 (%)	나이아신 (mg/100g)	
아미노산혼합-라이신	0.4	-	-	45
	1.0	-	-	13
	1.0	-	2.5	57
아미노산혼합-바린	-	0.8	-	23
	-	2.0	-	9
	-	2.0	2.5	61

\*참조: Henderson et al (1953).

을 때 2 주후 체중증가가 상당히 변화 되었음을 나타내 준다.

또한 표 4에서는 라이신 또는 바린 함량도 중요하다지만 그 균형역할로 나이아신이 첨가되었을 때 증체율이 향상됨을 알 수 있다.

표 5에서는 밀 글루텐과 라이신 함량이 적을수록 체중증가가 양호함을 보여준다.

표 5. 쥐의 최대성장을 위해서 라이신 요구에 있어서 사료에 들어있는 밀-글루텐의 효과

사 료 조 성		체 중 증 가 ( g / 2 주)	라이 신 섭취 ( g / 2 주)
밀글루텐 (%)	총라이신 (%)		
30	0.9	73	1.3
30	1.0	83	1.4
47	1.05	71	1.4
47	1.10	79	1.5
53	1.05	70	1.4
53	1.15	76	1.6
53	1.20	79	1.6

\*참조: Munaver와 Harper (1959).

표 6에서 질소균형 실험의 가장 현저한 양상은 급격히 사료섭취(식욕)가 감소되었다는 것이다.

표 6. 성숙한 쥐에서 단백질균형이 손상되고 질소부족시 아미노산 미균형이 미치는 영향

사 료	3 일	보류된질소 (%)
	질소섭취 (mg)	
6% 피브리 <sup>b</sup> (ad libitum)	483	60
6% 피브리 <sup>b</sup> +0.6% DL-메치오닌 +0.9% DL-페닐알라닌 (ad libitum)	228	44
6% 피브리 <sup>b</sup> (pair-fed)	228	33

\*참조: Kumta et al (1958).

표 7에서는 사료섭취후 시간이 경과될수록 혈청 아미노산 농도가 각각 루우신, 아이소 루우신, 바린, 히스티딘은 감퇴되는 것을 나타낸다.

표 7. 단일사료를 쥐에 급여할 때 혈청아미노산에서 페닐알라닌과 메티오닌의 첨가로 인한 아미노산 미균형의 효과

사료섭취 후 시간	사 료	혈청아미노산농도 ( $\mu M / 100 m l$ )			
		루우신	아이노루우신	바린	히스티딘
1	대조구	6.0	3.7	7.8	8.2
	미균형	4.8	4.0	5.6	5.9
3.5	대조구	6.2	4.4	8.0	7.0
	미균형	4.5	3.8	4.8	5.6
6.5	대조구	5.6	4.2	7.6	6.8
	미균형	4.2	3.4	4.5	5.5

\*참조: Harper (1962).

표 8은 일정한 카제인 함량에서는 트립토판만 단독 첨가했을때 독성정도가 크게 증가함을 보여준다.

표 8. 타이로신을 쥐에 과량 급여했을때 독성의 정도와 성장에 미치는 트레오닌의 영향

사 료			체중증가 ( g / 2 주)	독성정도 (최대10)
카제인 (%)	트립토판 (%)	트레오닌 (%)		
6	-	-	33	0
6	3	-	7	6
6	3	0.2	11	5
6	3	0.8	19	0

\*참조: Alam과 Harper (1963).

표 9. 성장중인 쥐에 메치오닌과 글리신을 급여했을때 미치는 영향

사 료			20일후체중변화
카제인 (%)	메치오닌 (%)	글 리 신 (%)	
12	-	-	7
12	4.8	-	-37
12	-	4.8	-1
12	4.8	4.8	-1

\*참조: Allison (1949).

표 9에서도 카제인을 12%로 고정된 후 메치오닌을 4.8% 급여했을때 20일후 체중이 현저히 감소함을 볼 수 있다.

표10에서는 여러가지 아미노산 중에서 5% 페닐알라닌과 40% 카제인 처리구가 체중증가가 높다는 것을 나타내 주고 있다.

표10. 성장하는 쥐에서 다양한 아미노산을 여러 가지 높은 수준으로 급여할 때 미치는 영향

첨 가	체중증가 (g/ 1 주일)	
	6% (카제인)	40% (카제인)
무 첨 가	20	44
5%트레오닌	15	-
5%라이신	13	-
2%메치오닌	12	20
5%히스티딘	5	-
5%트립토판	4	28
5%페닐알라닌	3	43

\*참조: Sauberlich (1961).

표11에서는 카제인과 히스티딘-HCl 과의 관계를 나타낸 것인데 카제인 단독 12% 처리구가 현저히 체중 증가가 높다.

표11. 쥐의 성장에서 상이한 단백질과 히스티딘의 효과

사 료		체 중 증 가 ( g /2주)
카 제 인 (%)	히스티딘-HCl (%)	
6	-	25
6	2.0	10
9	-	41
9	3.0	25
12	-	70
12	4.0	44
12	2.0	58

표12에서는 카제인+메치오닌+트레오닌의 상승작용이 우수하여 체중증가가 높은 것을 설명하고 있다.

바린, 루우신, 아이소 루우신을 필요 이상으로 과잉 공급했을때, 카제인과 루우신을 공급했을 때 체중증가가 가장 적다는 것을 보여준다.

표12. 과량의 히스티딘을 급여할 때 성장을 감퇴하는 제한 아미노산의 첨가효과

카제인 (%)	사 료			체 중 증 가 ( g /3주)
	히스티딘-HCl (%)	메치오닌 (%)	트레오닌 (%)	
6	-	-	-	27
6	2	-	-	12
6	2	0.2	-	24
6	-	0.2	-	56
6	2	0.2	0.54	47
6	-	0.2	0.54	69

\*참조: Becker (1961).

표13. 바린, 아이소루우신, 루우신을 과량공급했을 때 성장을 감소시키는 영향

카제인 (%)	사 료			체 중 증 가 ( g /2주)
	루우신 (%)	아이소루우신 (%)	바 린 (%)	
9	-	-	-	36
9	3	-	-	4
9	3	1.2	-	16
9	3	-1.2	1.2	31

\*참조: Benton et. al. (1956a).

표14에서는 트레오닌은 사료에서 가장 제한 아미노산으로 작용되기 때문에 트레오닌 농도가 낮으며 루우신이 과량 첨가되었을때 아이소 루우신과 바린은 트레오닌보다 더 큰 비율로 떨어진다 것을 보여주고 있다.

표15에서는 루우신 함량이 높고 염분이 낮으며 인슐린이 적게 들어 있을 때 페사율이 가장 높고 인슐린이 높을 때 페사율이 낮음을 나타내

준다.

지금까지는 생체내에서 아미노산 반응을 주로 실험용 쥐를 통해 조사한 것을 설명하였다.

그러므로 단백질을 충분히 공급하여 아미노산 조성을 충분히 조절하고 품질이 좋은 단백질과 충분한 에너지를 충족시켜 줌으로써 보다 우수한 성장과 생산, 양질의 살코기를 생산할 수 있을 것이다.

표14. 단일사료를 쥐에 급여했을때 각각 아미노산의 혈청농도에서 과잉 루우신이 미치는 영향

아미노산	(평균 3, 5, 8시간 가치) 급속농도퍼센트	
	9%카제인	9%카제인+5%루우신
루우신	77	240
트레오닌	73	83
라이신	100	83
아이소루우신	80	37
바린	93	37

\*참조: Rogers et al (1962).

표15. 루우신을 과량 급여한 쥐의 사료섭취에 인슈린을 주사한 영향

루우신함량 (%)	살아있는 쥐의 체중증가 (g / 2주)		인슈린으로 인한 폐사율 (%)
	염분	인슈린 (1단위/일)	
3	27	39	40
5	11	29	80
7	2	25	85

\*참조: Spolter와 Harper (1961).

### Ⅲ. 근육 생산과 단백질 전환

인간의 식단에서 고기의 총지방 함량을 낮추려는 연구는 앞으로 계속될 것으로 전망된다.

근육의 축적을 및 그 효율은 장래 육종선발계

획의 주요 목표가 될 것이다. 그렇다면 성장중인 돼지로 부터 고기의 물리적, 화학적 조성을 추정하는 새로운 방법이 필요하게 될 것이다.

이러한 방법은 컴퓨터 X-ray 단층 촬영술이나 핵자기 공명 촬영술 같은 새로운 기술의 발명으로 부터 실현될 수 있을 것이다. 살코기의 합성은 단백질 축적과 다른 한편으로는 분해사이의 균형이다. 축적을 뿐만아니라 분해율도 살코기가 많은 가축에 있어서 증가한다는 강력한 근거가 있다.

그러므로 살코기 생산율과 효율을 개량하기 위한 한가지 방법은 단백질 전환율을 낮추는 것이다. 근육조직내의 단백질이 끊임없이 합성되었다가 분해된다는 것은 새로운 환경에 대한 적응력을 키우고 체성장에 따른 체형의 변화를 위해 새로운 단백질을 합성하기 위해서 아미노산 공급이 필요불가결한 데 이것을 단백질의 전환이라고 한다.

돼지에 있어서 중요한 요건은 성장율, 사료효율, 살코기 함량, 도체율, 산자수 등을 들 수 있고 특히 가축의 근육내에 단백질의 축적을 높이고 근육조직의 성장발달을 증대시키는 것은 비육사업을 목적으로 하는 기업양돈에서는 매우 중요한 일이다.

근육조직의 성장발달은 단백질의 축적, 근육세포의 증식으로 분류되고 각각 단백질 합성과 분해, 태아세포와 위성세포 증식으로 나뉘고 축적을 높이는 것이 무엇보다 중요한 문제이다.

### Ⅳ. 단백질이 근육축적에 미치는 영향

사료내의 에너지 함량수준이 증가할수록 등지방 두께가 두꺼워지고 살코기의 비율과 배장근 단면적이 감소한다. Hale등(1968)의 실험에서도 알 수 있듯이 사료 kg당 GE 함량이 3,970~3,985Kcal 수준에서 4,410~4,446Kcal 수

표16. 사료내 에너지함량이 성장율, 사료효율 및 증체내용에 미치는 영향(3~8주령, 5.4~20kg)

DE (kcal / kg, 풍건상태)	3,245	3,410	3,640	3,750	3,940
단 백 질*(%)	20.9	21.7	23.1	24.1	25.3
일 당 증 체 량(g)	332	388	414	416	412
지 방(g)	47.5	56.7	63.2	64.5	64.4
근 육(g)	151	175	191	193	194
뼈 (g)	41.5	46.9	50.9	49.0	48.9
근 육 / 지 방	3.09	3.09	3.02	3.01	3.03
사 료 효 율	2.38	2.02	1.84	1.77	1.70
1 일사료섭취량(g)	792	781	762	735	700

\*단백질수준은 에너지/단백질 비율을 고려하여 변화시킨 것임.

준까지 증가시킬 때 에너지 수준이 증가함에 따라 등지방층이 두꺼워지고 배장근 단면적과 살코기 무게, 그리고 도체장이 적어지는 대신 일당 증체량, 사료효율과 도체율이 개선된다.

그러므로 사료내의 에너지 함량이 높으면 성장속도가 빨라지고 사료효율이 향상되는 것은 널리 알려진 사실이다(표16).

표16에서도 볼 수 있듯이 사료의 단백질과 에너지 수준이 증가함에 따라 증체량도 증가되고 사료효율도 개선되는 경향을 보이나 사료 kg당 DE가 3,640Kcal 이상일 때에는 더 이상 증체량 개선 효과와 사료효율 개선도 기대할 수 없음을 알게 된다.

양질의 돼지고기란 지방 축적이 적고 정육의 비율이 높아야 하므로 근육과 골격의 발달과 함께 체지방으로의 합성을 줄이는데 역점을 두고 있다.

돼지의 성장단계는 3 단계로 구분되는데 최대 골격 성장기, 근육 최대 성장기, 지방 최대 축적기로 되며 근육 최대 성장기에 고열량 사료를 급여하고 지방 최대 성장기에 저열량사료를 급여하게 되면 결국 근육이 많고 지방이 적은 정육을 생산할 수 있으며, 만일 급여사료의 순서를 바꾸게 되면 근육이 적은 고지방의 도체를

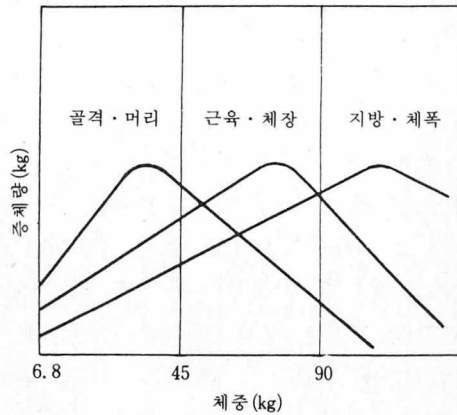


그림 1. 돼지의 성장단계별 체성분 변화

생산하게 된다(그림 1).

그러므로 일반 양축가는 이러한 점들을 참조하여 이론과 실제 경험에 의해 얻어진 값진 기술로 집약된 합리적인 양돈경영이 실현될때 축산업은 보다 안정된 기반위에서 발전을 할 수 있을 것이며, 국민 식생활 향상과 보람있는 생활을 창조할 것으로 확신한다. \*