

단미 · 보조사료의 제조가공법과 그 사료적 가치

(Ingredient Processing Affects Feed Nutritional Values)

오 상 집 교수

강원대 사료생산공학과

연 사 약 력

- 1973 ~ 1977 강원대학교 농학 학사
- 1977 ~ 1981 서울대학교 가축영양학 석사
- 1982 ~ 1986 미국 Kansas State University Feed Processing Ph. D.
- 1987 ~ 현재 강원대학교 조교수, 부교수, 교수
- 1994 ~ 1996 강원대학교 동물자원공동연구소 소장
- 1997 ~ 1998 미국 캔사스주립대 방문연구교수
- 1998 ~ 2000 강원대학교 동물자원과학대학 부학장

단미·보조사료의 제조가공법과 그 사료적 가치

(Ingredient Processing Affects Feed Nutritional Values)

오 상 집 / 강원대학교 사료생산공학과 교수

I. 서 언

세계적으로 전통적인 사료원료가 부족하게 되고 산업생산과정에서의 부산물 발생량이 증가함에 따라 사료로 활용되는 원료(물질)의 종류도 다양하게 되었으며 이들이 최종 배합사료의 가치에 미치는 영향도 증대되고 있다. 따라서 이렇듯 다양한 단미사료들을 어떻게 제조하느냐 또는 가공처리 하느냐 등이 사료가치 결정에 중요한 영향요인으로 등장하게 되었다.

더군다나 식품 및 농수산 재료의 가공목적이 다양해지고 가공기술도 새로이 개발됨에 따라 단미사료의 종류도 다양해지고 그 생산과정도 점차 다양해지고 있다. 여기에다 최근들어 폐기물을 최소화하고 오염물질 배출량을 감소시키기 위한 친환경적 제조방법이 도입되고, 위생적이고 안전한 축산물을 생산하려는 노력이 제도화 됨에 따라 단미사료의 제조과정도 이에 상응하는 제조공정과 품질관리가 필요하게 되었다.

이러한 추세는 앞으로도 더욱 강화될 것으로 보이며 이는 단미보조사료→ 배합사료→ 축산물로 연결되는 품질관리의 연쇄축에서 단미·보조사료의 품질이 축산물 품질 결정의 중요 요인중의 하나로 인식되고 있음을 의미한다.

우리 나라에서도 단미사료(Feed ingredients) 및 보조사료(Supplements)의 범위는 점차

확대되어 가고 있다. 또한 이들을 제조하는 또는 부수적으로 생산하는 공정도 더욱 다양해지고 있기 때문에 이들 단미사료의 품질 또한 제조 방법에 따라 매우 가변적이다. 본 고에서는 우선 단미사료 중 동물성 단백질 사료를 중심으로 일반적인 제조공정을 소개하고 그 제조방법에 따른 단미사료의 품질상의 차이를 살펴보면서 영양소 함량이나 사료적 가치를 극대화시킬 뿐 아니라 제조과정에서 폐기물의 발생량을 극소화시키며 또한 위생적이고 안전한 단미사료를 생산하는 제조공정과 그 품질관리 방법에 관하여 서술하고자 한다.

II. 동물성 단백질 원료의 제조과정과 그 품질

1. 어분의 제조과정과 그 품질

1) 어분의 특성

어분은 대표적인 동물성 단백질 원료사료로서 그 품질 또한 우수하여 가장 널리 활용되고 있는 동물성 사료이다. 그러나 전세계적으로 어획량이 감소하고 어자원 또한 부족하게 됨에 따라 어분의 제조 및 생산량도 감소하게 되었다. 뿐만 아니라 전통적인 어분의 제조과정에서 악취나 폐기물의 발생이 심하여 환경오염 감소나 민원발생예방 차원에서 어분의 생산이나 사용이 제한되고 있는 추세이다.

그럼에도 불구하고 어분의 제조를 통한 어자원의 처리과정은 자원활용측면에서 또는 우수한 단백질 자원의 생산측면에서 계속될 것으로 판단된다. 특히 <그림 1>에서 보는 바와 같이 가금이나 어류 등 특정 동물의 효율적 생산을 위해서는 앞으로도 어분의 사용량은 현 수준을 유지할 것으로 판단된다.

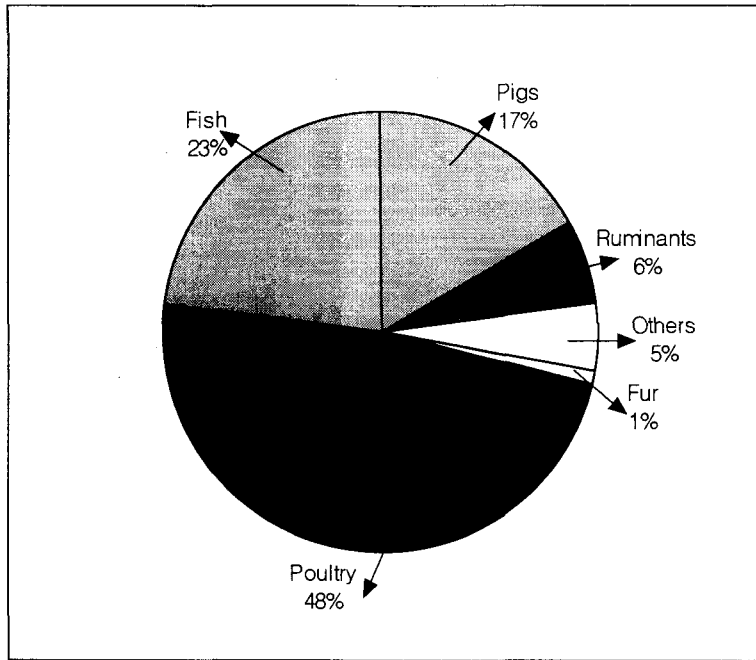


Fig. 1. Estimated fish meal consumption by animal species for the year 2010

2. 어분의 제조방법과 그 품질

어분이 제조방법은 원료 어류에 있는 지방성분(어유)을 어떻게 분리해 내느냐에 따라 크게 4종류가 있다.

- ① 습식추출법 : 가수상태에서 가열
- ② 건식추출법 : 수분을 가하지 않고 간접적 열을 활용한 가열
- ③ 유기용매법 : hexane 과 같은 유기용매로 지방을 추출
- ④ 효소분해법 : 효소를 활용한 단백질 분해법

상기 방법중 습식 추출법의 경우 생산시설비가 저렴하다는 장점은 있으나 유기폐수 (stick water)의 발생량이 많고 수용성 단백질의 손실량이 높다는 단점 때문에 현재는 거

의 활용되지 않는 방법이다. 건식추출법의 경우 폐수의 발생량은 매우 적거나 없으나 잔유량이 높을 가능성과 직열처리식의 경우 가열과정중 과열처리의 가능성이 상존한다는 단점이 지적되고 있다. 그러나 간접적 열처리시설, 우수한 교반시설, 우수한 착즙(착유)시설을 갖춘 경우 그 단점이 보완될 수 있으므로 현재 산업적으로 가장 널리 활용되고 있는 방법이다. 유기용매법이나 효소분해법의 경우 어취를 감소시킬 뿐 아니라 품질이 우수한 고단백 어분을 생산할 수 있다는 장점이 있으나 생산설비, 유지관리비 등이 고가이어서 현재 식품용 어분이나 어단백 생산에 주로 활용되는 방법이다.

따라서 현재 널리 산업적으로 활용되는 방법은 일종의 반건식법으로서 전형적 공정은 <그림 2> 와 같다. <그림 2> 를 살펴보면 비교적 다수분 상태의 어류에 존재하는 수분이 잔존하는 상태에서 착즙을 실시하여 착즙효율을 높이고 그 후 수분을 증발시켜 어유를 회수하는 공정으로서 현재 전 세계적으로 널리 활용되고 있는 방법이다.

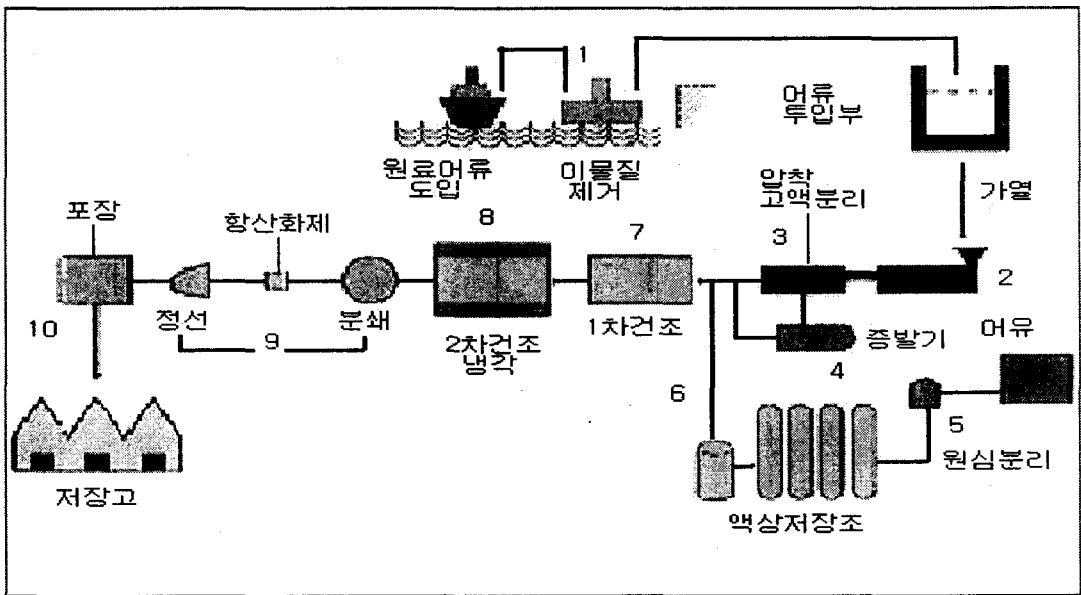


Fig. 2. 어분의 일반적 제조공정

현재 널리 활용되는 어분제조과정에서 어분의 품질을 좌우하는 요소는 무엇보다도 원료어류의 품질이라고 할 수 있다. 즉 어류의 단백질 또는 지방 함량, 어종의 크기, 어류

의 이물질 함량, 신선도 등은 현재의 규격화 된 어분제조 공정에서 어분의 품질을 결정하는 가장 중요한 요소이다. 그 중에서도 어종이 결정된 항목이라고 한다면 어분의 품질은 원료내 이물질 함량과 어류의 신선도에 의하여 결정된다고 할 것이다.

원료어류의 품질이 어분의 품질에 미치는 영향을 살펴보면 그 영향이 막대함을 알 수 있다. <표 1> 을 보면 원료어류의 품질 등급에 따라 어분의 단백질 함량, 회분의 함량 등에서 큰 차이가 나는 것을 볼 수 있다. 일반적으로 고단백 저지방 어종이고 어종의 평균 크기가 클수록 그로부터 생산되는 어분의 단백질 함량이 높고 회분 함량이 낮은 결과를 나타낸다.

Table 1. Average protein and ash, and price of fish meal categories

Grade ¹⁾	Raw material	Crude protein %	Ash %	Price(\$/mt) ²⁾
High	Herring, capelin, sand eel	70~72	10~11	750
Medium	Anchovy, horse mackerel	65	15	650
Low	Menhaden	60~62	17	550
Poor	Fish processing waste	55~60	18~24	500
Special	White fish meal	65	16	650

¹⁾ Grades are for illustration only. Within grades, fish meal from different sources can vary greatly in quality

²⁾ Average FOB prices as of February, 1996

어류의 신선도는 객관적으로 평가하기가 매우 어려우나 부패한 어류일수록 악취가 심하고 그로부터 생산되는 어분의 경우 <표 2> 와 같은 특정 성분의 함량이 증가하게 된다. 이들 특정 성분 또는 어분의 신선도가 이를 섭취한 가축에 어떠한 영향을 미치는가는 명쾌하지 않으나 일반적으로 TVN(총 휘발 질소량)으로 평가된 부패어분의 경우 단백질 조직의 와해로 <그림 3> 에서 보는 바와 같이 반추위 분해 속도가 빨라져 단백질의 반추위 통과 효과는 감소한다는 결과가 보고된 바 있다.

뿐만아니라 부패어분에 다량으로 존재하는 histamine은 열처리 과정에서 lysine과 결합하여 gizzerosine이라고 하는 유독물질을 만들어 낸다. Gizzerosine은 난분해성 amine으로

서 동물체내에서의 작용은 밝혀지지 않았으나 특히 가금류에서 근위(gizzard)의 침윤을 유발하거나 궤양, 심지어 폐사에까지 이르게 하는 유독 물질이다. 따라서 상기 사항을 고려할 때 일정 수준의 어분제조시설에서 어분의 품질을 좌우하는 가장 큰 요소는 원료어류의 신선도라고 할 수 있을 것이다.

Table 2. Amines and ammonia nitrogen levels in meal produced from batches of herring at various stages of decomposition when processed¹⁾(Pike, 1991)

	Fresh	Moderately fresh	Stale
Histamine (ug/g)	< 30	440	830
Cadaverine (ug/g)	330	1000	1600
Putrescine (ug/g)	30	230	630
Tyramine (ug/g)	< 30	400	800
NH ₃ -N (g/16gN)	0.12	0.16	0.18
TVN (mg/100g) ²⁾	22	26	143

¹⁾ Fresh = produced immediately at delivery, after 12 hours of holding on ice;
 moderately fresh = produced 48 hours after delivery;
 stale = produced after 7 days of holding at 70°C

²⁾ TVN measurements made on raw material

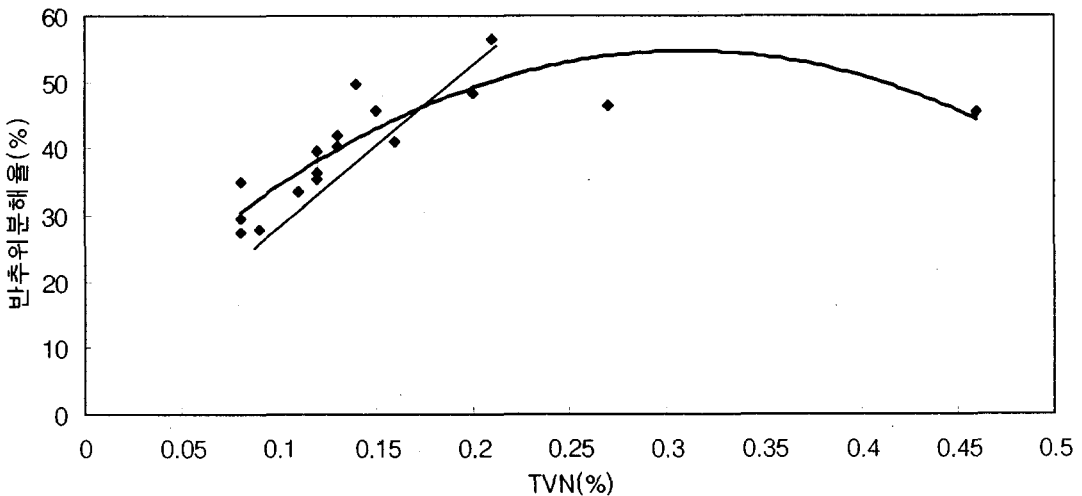


Fig. 3. 원료 어류의 신선도가 반추위내 어분단백질 분해율에 미치는 영향

그 밖에 어분제조 과정에서 공정의 주 변화 요인은 착즙과정에서 분리된 어즙(수분)의 처리과정이라고 할 수 있다. 어즙처리나 그 생산량 자체는 어분의 품질에 직접적 영향을 미친다고 할 수 없겠으나 어즙에는 상당한 량의 수용성 단백질이 포함되어 있어서 이를 그대로 폐수로 내보내기에는 단백질 손실뿐 아니라 환경처리비용도 높아지는 이중의 손실을 입게 된다. 또한 이들을 농축 또는 건조시켜 어즙분을 생산하는 방법은 건조시 소요되는 에너지 비용이 과다하다는 단점을 안고 있다. 따라서 상당수 어분제조 과정에서 유출된 어즙을 고품분 처리과정으로 환원시켜 어분으로 함께 건조·제조하게 된다.

<그림 4>는 어분 제조시 어즙의 환원정도가 어분의 품질에 미치는 영향을 나타낸 것으로 어즙 환원율이 높아지면서 어분단백질의 반추위 분해속도가 점증하는 결과를 나타내고 있다. 또한 어즙 환원율이 증가할수록 어분의 신선도가 떨어지는 것과 유사한 영향이 나타나는 것으로 보고되고 있어 지나친 어즙 환원 공정은 자제할 필요가 있다.

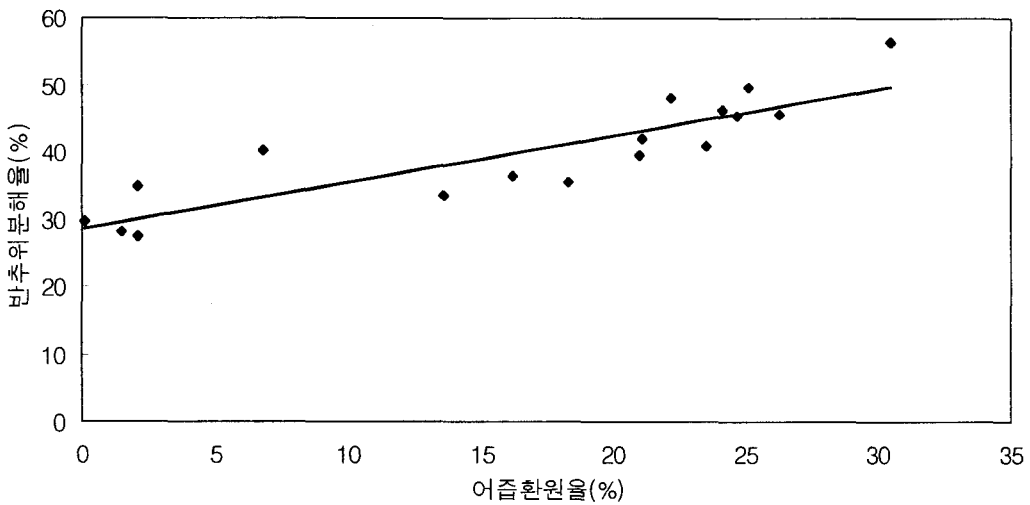


Fig. 4. 어즙환원율이 반추위내 어분단백질 분해율에 미치는 영향

최근들어 어분의 품질 평가 과정에서 유의하여야 할 사항의 하나는 환경 홀몬의 일종인 dioxin 오염이다. 이는 해양의 오염과 연관된 문제로서 특히 인근연안 어종을 원료로 어분을 제조할 경우 dioxin에 대한 오염여부도 추가적으로 분석할 필요가 있는 것으로 판단된다.

2. 육(골)분의 제조와 그 품질

1) 육(골)분의 특성

육(골)분(meat meal / meat and bone meal)이란 동물체, 도축부산물, 육가공 부산물 등에 존재하는 단백질을 사료로 활용하기 위하여 상기 원료들로부터 열을 활용하여 지방과 수분을 제거하는 과정(rendering)을 통하여 생산된 양질의 고단백 원료사료이다.

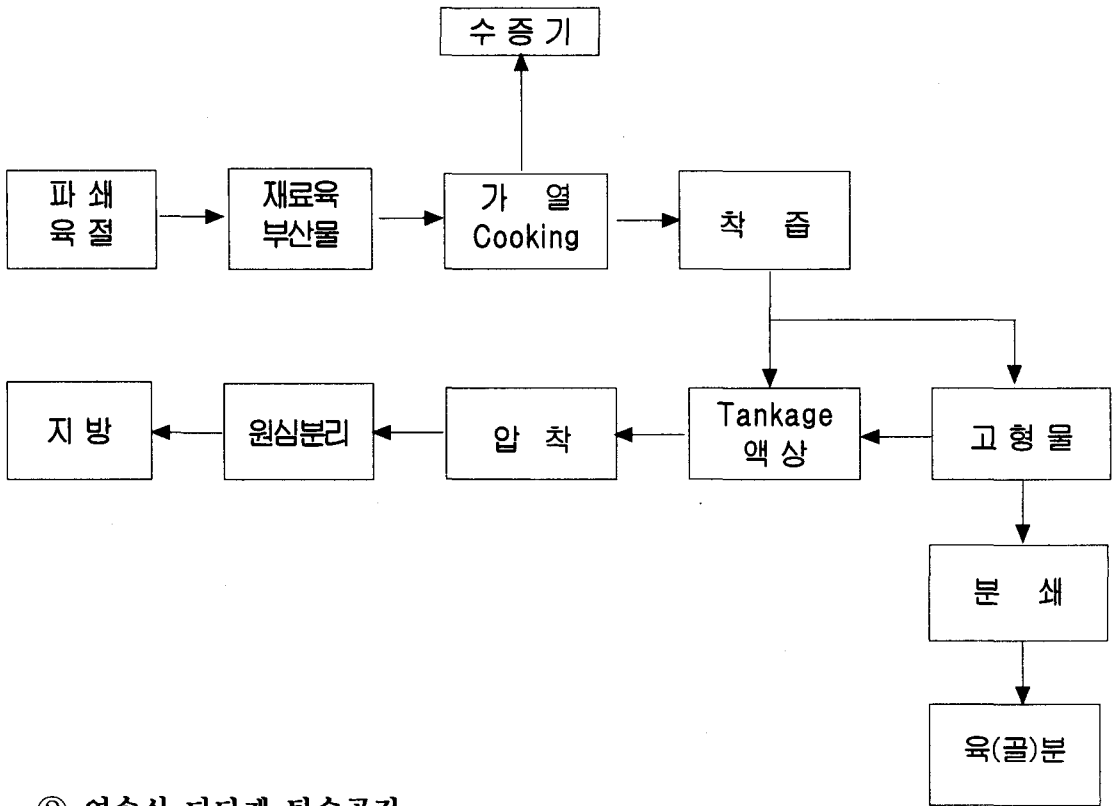
육(골)분의 제조산업은 동물성 부산물 자원의 활용가치를 높여준다는 측면에서 환경 친화적이나 최근 들어 동물자체 성분으로부터 유래되는 BSE나 그 밖에 환경오염과 연관되어 있는 dioxin 오염문제 등으로 현재는 심각한 난관에 빠져있는 산업이다. 육분은 어분에 버금가는 우수한 동물성 단백질 공급원이며 소화이용율도 우수하며 제조공정도 비교적 친환경적 이어서 이제까지 널리 활용되어 왔으나 최근의 사태로 주요국의 범적인 규제가 강화됨에 따라 전반적으로 산업자체가 상당히 위축되고 있는 실정이다.

2) 육(골)분의 제조방법과 그 품질

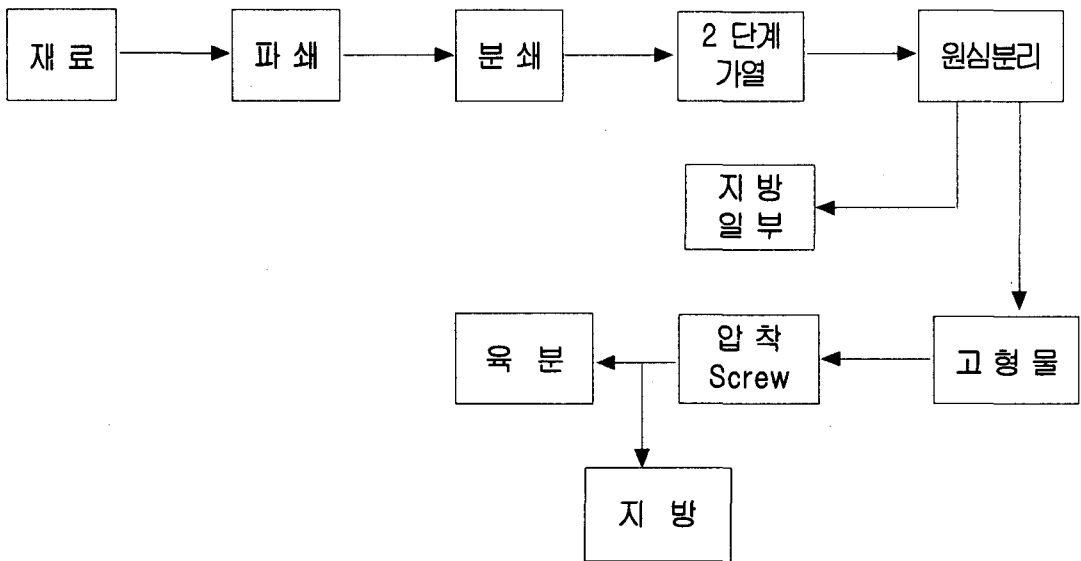
육(골)분의 제조방법은 원칙적으로 어분의 제조방법과 동일하다. 단지 투입원료의 지방 함량은 원료의 혼용율, 사전 전처리 과정 등을 통하여 조절이 가능하므로 제조공정의 변동은 주로 수분의 제습(탈습) 공정에 의하여 이루어진다.

〈그림 5〉에는 주로 수분의 건조나 지방의 유리효율을 높이기 위한 측면에서 몇가지 변형된 육골분 제조공정을 도식하였다. 그림에서 보는 바와 같이 수증기 증발과 압착효율을 높이기 위한 예열처리 또는 건조방법에 차이가 있는 것을 볼 수 있는데, 일반적으로 비열처리의 경우 육골분내 지방이 높아지는 경우가 많고 과열처리의 경우 단백질의 열변성으로 소화율이 감소하는 경우가 많다.

① 회분식 건식공정



② 연속식 다단계 탈습공정



③ 연속식 예열형 탈습과정

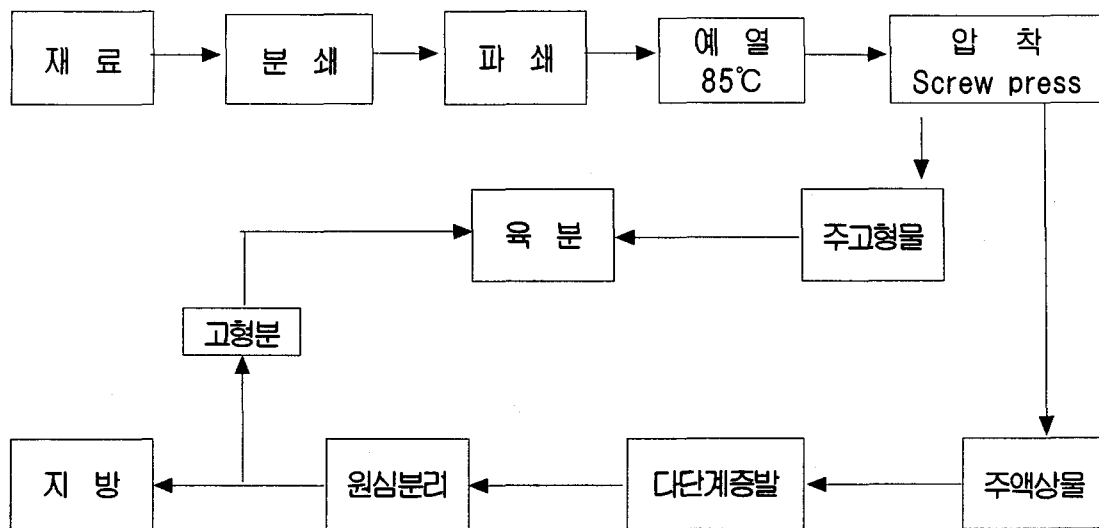


Fig. 5. Rendering의 일반적 공정

<표 3> 을 살펴보면 문헌상에 나타난 어분의 아미노산 소화율을 나타내고 있는데 현대적 기술이 접목되면서 과열처리현상이 현저히 감소하면서 육골분의 아미노산 소화율이 서서히 개선된 것을 보여주고 있다.

Table 3. Digestibility coefficients of selected amino acids in meat and bone meal as reported in the literature since 1984.

Amino acid	1984 ^a	1989 ^b	1990 ^c	1995 ^d
Lysine (%)	65	70	78	92
Threonine (%)	62	64	72	89
Tryptophan (%)	-	64	65	-
Methionine (%)	82	-	86	91
Cystine (%)	-	-	-	71

^a Jorgensen et al.(1984) - determined at the ileum of pigs.

^b Knabe et al.(1989) - determined at the ileum of pigs.

^c Batterham et al.(1990) - determined at the ileum of pigs.

^d Parson(1995) - high quality meat and bone meal in poultry using the precision fed cockerel balance assay.

육(골)분의 품질에 영향을 미치는 중요한 요소는 역시 어분과 마찬가지로 원료육의 신선도, 혼용정도, 단백질(지방) 함량, 이물질 혼입정도 등을 들 수 있다. 원료의 이물질 함량이 적고, 고단백 저지방 부위를 주로 활용하고, 지방 추출이 원활하게 이루어질 경우 육분의 단백질 함량은 높아진다. 또 이와 반대로 지방성분의 물리적 분리가 불가능하고 열적 분리가 어려운 결착 조직인 경우 육분의 지방 함량은 증가하게 된다. <표 4> 및 <표 5>에는 단백질 및 지방 함량에 따른 육분의 가소화 조단백질 함량을 나타낸 것으로 일반적으로 고단백질 육분의 경우 단백질의 소화율도 높아지는 것으로 나타나 있다. 특히 고지방 육골분의 경우 단백질 함량에 차이가 없음에도 불구하고 상대적으로 가소화 단백질 함량이 낮은 것은 지방의 추출이 잘 이루어지지 않는 비교적 강한 조직의 원료가 사용되었기 때문인 것으로 판단된다.

Table 4. 육분의 지방 함량이 단백질 소화에 미치는 영향

항 목	단백질 함량 (%)	가소화단백질 함량 (%)	지방 함량 (%)
저지방 육골분	68	60	3
고지방 육골분	61	45	15

Table 5. 육분의 단백질 함량이 단백질 소화에 미치는 영향

항 목	단백질 함량 (%)	가소화단백질 함량 (%)	지방 함량 (%)
저단백 육분	58	36	11
고단백 육분	73	70	12

육(골)분의 제조과정 중 열처리 정도는 단백질의 이용성 특히 라이신과 같은 주요 제한 아미노산의 이용성에 큰 영향을 미친다. <표 6>은 열처리 시간과 온도를 조절하여 열처리 정도를 미열, 중등, 과열로 차별화 하여 열처리한 육골분의 라이신 이용성으로서

4가지 평가방법 모두 열처리가 격심해질수록 라이신 이용성이 현저히 하락함을 보여주고 있다.

Table 6. Effects of temperature on lysine availability coefficients for meat and bone meal processed at atmospheric pressure ^a

Heat treatment	Indirect	Direct	Rats	Chicks
Low ^b	0.81	0.80	0.67	1.00
Medium ^c	0.74	0.75	0.58	0.86
High ^d	0.55	0.52	0.26	0.54

^a Taken from Batterham et al.(1986)

^b Fresh raw material heated to an end-point of 125°C and removed.

^c Fresh raw material heated to an end-point of 125°C for 4 hours.

^d Fresh raw material heated to an end-point of 125°C for 4 hours then heated to 150°C and held for an additional 4 hours.

그러나 최근 육골분 등 rendering 산물의 품질에 결정적 영향 요인으로 등장한 것은 바로 BSE 원인물질과 dioxin의 오염문제이다. Prion으로 명명된 BSE 원인물질의 경우 아직 까지 어떻게 감염되고 전파되는지 알려지지 않았으나 이 물질이 주로 반추가축 중 BSE 환축, 특히 양의 스크래피(scrapie) 환축에서 유래하는 것으로 추정됨에 따라 유럽지역의 경우 이제 모든 육부산물의 사료화를 규제하려는 단계에 돌입하였다. 미국의 경우에도 FDA가 이에 관한 종합적인 검토에 돌입하여 최소한 양육부산물을 소재로 한 육(골)분 및 rendering 산물의 유통은 금지될 것으로 보인다. 따라서 rendering 업계의 경우 향후 업계의 존속을 위해서는 돼지 부산물이나 가금부산물을 가공 소재로 하거나 그렇지 않을 경우 비감염 반추가축 부산물을 소재로 하되 상기 원인물질의 오염이 전혀 없다는 사실을 과학적으로 증명하여야 할 것으로 판단된다.

또한 가축 사육환경이 오염됨에 따라 육부산물내 dioxin의 오염 가능성도 매우 높아지고 있다. Dioxin의 경우에도 그 위험수준, 오염경로 등이 불명확한 경우가 많으나 향후 육(골)분 품질 평가시 주요지표의 하나가 될 것은 거의 확실하므로 원료의 선정시 최대한 주의를 기울여야 할 것이다.

3. 혈분의 제조방법과 그 품질

1) 혈분의 특성

혈분(blood meal)은 도축과정에서 수거된 신선혈에서 이물질을 제거하고 이를 건조시켜 분말화한 고단백질 사료이다. 혈분은 특히 라이신의 함량이 높고 단백질의 반추위 통과율이 우수하다.

따라서 혈분의 제조방법은 수분 함량이 높은 신선혈을 어떻게 건조시키느냐에 따라 좌우되는 경우가 많으며 가급적 열처리 정도를 최소화시키되 에너지 소모량도 최소화시키는 공정이 가장 우수한 혈분의 생산공정이라고 할 수 있다.

2) 혈분의 제조방법과 품질

일반적으로 혈분의 제조방법은 건조방법에 따라 드럼건조, 쿠키건조, 분사건조, 링건조, 단계식 건조법 등이 있으며 일반적으로 드럼건조와 쿠키건조법은 설비가 저렴한데 비하여 과열처리 가능성이 높고, 분사건조, 링건조, 단계식 건조법의 경우 건조비용은 높으나 열처리로 인한 단백질 소화저해는 적은 편이다. <표 7>은 몇 가지 건조법에 따른 혈분 내 라이신의 이용성을 비교한 것인데 링건조법이나 분사건조법으로 제조한 혈분의 라이신의 이용성이 우수한 것으로 나타났다.

혈분의 경우 동물성 부산물이라고는 하나 현 시점에서는 prion 감염이 거의 없는 것으로 나타나 이 점에 있어서는 우수한 단백질 자원으로서 향후 그 수요가 더욱 증진될 것으로 판단된다.

Table 7. 제조방법별 혈분의 라이신 함량과 그 생물학적 이용성

평가항목	Cooker 건조법	Spray 건조법	Ring 건조법
Lysine 함량 (%)	8.0	8.5	9.1
생물학적 이용성 (%)	34	75	85

4. 피혁분, 우모분의 제조와 품질

피혁분(leather meal)이나 우모분(feather meal)은 각각 동물체의 부산물인 가죽 부산물이나 가금의 깃털 등을 사료화 한 제품이다. 이들 모두 고수준의 단백질을 함유하고 있으나 단백질의 구조상 소화이용율이 현저히 낮은 것이 단점이다. 따라서 이들의 경우 단백질의 구조를 파괴시킬 수 있는 고압·고열처리에 의한 가수분해법에 의하여 사료화를 시도하고 있다.

피혁분의 품질은 고압·고열처리에 의하여 단백질의 소화율을 얼마나 개선시켰느냐가 관건이며 이밖에 크롬의 제거공정 등이 주요한 품질 결정 요인이다. 우모분의 경우에도 단백질의 소화율이 가장 중요한 품질 결정요인이며 이를 위해서는 효과적인 열처리 공정은 물론 원재료의 이물질 제거 공정이 효율적이어야 한다.

이 밖에 가수분해를 돕기 위한 효소제나 기타 화학물질을 첨가하였을 경우 이에 대한 중화과정도 품질 결정의 중요 요소이며, 물리적으로는 피혁분이나 우모분의 입자도도 품질을 좌우하는 요인이다. 뿐만 아니라 피혁분이나 우모분의 경우도 역시 동물유래 부산물이므로 피혁분의 경우 prion 및 dioxin의 오염여부를 검사하고 이를 차단하는 것, 우모분의 경우 dioxin의 오염을 차단하는 것 등이 앞으로 품질 합격 여부의 관건이 될 것이다.

Ⅲ. 동물성 단백질 사료의 제조 관리

위생적이고 안전한 축산물에 대한 소비자의 요구가 급증하고 이에 관한 종합적인 대책이 법제화 됨에 따라 가축에 공급하는 사료의 안전성과 위생도 매우 중요한 품질 관리의 포인트가 되고 있다. 따라서 단미사료의 안전성과 위생성을 향상시키기 위한 제조공정 관리체계 또한 매우 중요하게 되었다.

특히 산업발전과 환경오염으로 인하여 환경으로부터의 위해요인(hazards)이 증가함에 따라 단미사료의 제조과정에서 주의를 기울여야 할 위해요소도 병원성 미생물 뿐 아니라

곰팡이 독소, 각종 화학물질, 약품, prion, dioxin 등 매우 다양하다. 실제 <표 8, 9, 10> 에서 보는 바와 같이 동물성뿐 아니라 중요 식물성원료 기타 보조사료에 이르기까지 위해요소가 범재하고 있음을 알 수 있다. 따라서 각 동물성 단미사료의 제조과정에서도 오염을 차단하거나 감소시키기 위한 대책으로서 종합적인 제조 관리가 필요하게 되었고 이는 HACCP, 또는 GMP, GRAS 등으로 점차 구체화, 제도화되고 있다.

Table 8. 식물성 원료사료의 오염원

	수확 전	수확 후	가공 후
곡물과 부산물	A, B, D	A	A
Oilseeds와 부산물	A, B, D	A, B, D	A, B, C, D
당밀	B, D	...	A(possible)
뿌리와 줄기	B, D	A	A
마초	A, B, C, D	A, C	A, B
조사료	...	A, B, C	...
지방과 유지	B

* A-곰팡이 독소, B-농업용 화학물질, C-미생물병원체, D-금속

Table 9. 동물성 원료사료의 오염원

	가공 전	가공 후
포유동물 단백질육분	B, C, D, E, F	C
가금육분	B, C, D, E	C
어분	B, C, D	A, C
지방 및 유지	B	...

* A-곰팡이 독소, B-농업용화학물질, C-미생물 병원체, D-금속, E-잔류약품, F-TSEs

Table 10. 기타 보조사료의 오염원

	가공 전	가공 후
미네랄		
인, 칼슘, 나트륨	D	...
프리믹스 미량원소	D	...
비영양성 흡착물질	D	...
미생물		
효모, SCP(단세포 단백질)	C, D	D
기 타		
식품잔반	A, C	A, C
동물분뇨	C, D	C

* A-곰팡이 독소, B-농업용 화학물질, C-미생물 병원체, D-금속

1. 원료(재료)의 정선 관리

동물성 단백질 사료인 어분이나 육골분의 제조과정에서 각종 위해요소의 오염을 차단하기 위해서는 우선 원재료로부터의 오염차단이 가장 중요하다. 이를 위해서는 원재료의 물리적 정선시설이 우선 완벽하게 구비되어야 함은 물론이지만 어분 재료나 육골분 재료의 경우 무엇보다도 신선도의 평가에 세심한 주의를 기울여야 한다. 왜냐하면 대부분의 동물성 단백질 원료의 품질은 신선도와 밀접하게 연관되어 있기 때문이다. 재료의 신선도 평가는 색이나 조직감 등을 평가하는 물리적 방법도 가능하나 보다 정확한 것은 특정 성분을 신속하게 분석하여 판별하는 화학적 방법이 견비되어야 한다. 화학적 평가방법은 분석의 정확도가 무엇보다도 중요하나 산업현장에서는 NIR이나 Electronic nose 등을 통한 신속한 평가도 매우 중요하다. 분석의 정확성을 높이기 위해서는 새로운 방법의 도입에 적극적이어야 하며 우수한 분석 시설을 확보하고 분석 전문인을 양성하여야 한다.

그 밖에 원료 정선 및 품질 향상을 위해서는 원료수집·구매 단계에서 원 재료별 특성이나 유래를 자세하게 기록하여 품질관리가 용이하도록 하여야 한다.

2. 제조과정의 환경관리

동물성 단백질 단미사료의 제조과정에서는 전통적으로 악취나 폐수 발생량이 많은 것으로 알려져 있다. 이는 최근 제조업의 관리목표중 하나인 청정관리, 폐기물 최소화 관리를 접목하는데 상당한 어려움이 있을 수 있음을 의미한다. 그럼에도 불구하고 친환경적인 제조업으로 전환하는 것은 빠를수록 바람직하다. 왜냐하면 친환경 관리 방법은 대부분 신기술이나 새 공정이 아니라 접목하는데 실제 시간이 많이 소요되기 때문이다.

친환경관리의 기본적 원칙은 대부분 제조업에서 동일하며 그 개요는 아래와 같다.

- ▶ 원재료의 사용량을 감소시킨다.
- ▶ 재사용 과정을 증대시킨다.
- ▶ 폐기물을 중화 또는 완전 소멸 시킨다.
- ▶ 폐기물의 매립을 완벽하게 한다.

대부분 단미사료 생산과정에서는 많은 양의 유기폐기물이 취급되고 있고 또한 배출되고 있다. 따라서 단미사료의 제조과정 자체가 유기폐기물의 재활용이라는 친환경 제조관리법이라는 자부심을 가지고 환경관리에 최선을 다하여야 한다.

동물성 단백질 사료의 제조과정에서는 또한 상당량의 물이 사용된다. 예를 들면 일반적인 어분제조 과정에서는 대략 원재료 처리 톤당 1~3m³의 물이 사용된다. 이는 식용어류의 처리과정과 비교할 때 많은 양은 아니지만 물의 사용량을 줄이는 것도 결국 폐수의 발생량을 감소시키는 친환경 관리라는 측면에서 물의 사용량을 줄이도록 하여야 한다. 물의 사용량은 대개 아래와 같은 기본적인 사용량 기록 유지와 단순 시설 교환 및 교육만으로도 약 40%를 줄일 수 있다.

- ▶ 물의 사용량, 사용처의 기록 유지
- ▶ 자동 절수·잠금장치 시설
- ▶ 말단 급수 조절장치 보급
- ▶ 분사 세척장치 보급
- ▶ 재활용수 적극 활용
- ▶ 폐기물 세척 운반 지양
- ▶ 무수 청소장치(공기, 흡입, 마쇄) 적극 활용

그 밖에도 먼지의 발생을 줄이고 특히 각종 악취의 제거장치를 시설하여 미생물, 해충이 서식할 수 있는 환경을 제공하지 않도록 하여야 한다.

3. 제품의 품질관리

동물성 단백질 사료의 품질에 영향을 미치는 직접적 공정은 물론 제조과정중 품질관리 공정이라고 할 수 있다. 물론 품질 관리 과정은 전체 제조공정이라고도 할 수 있으나 여기서는 최종 제품이 생산되기까지의 그 품질의 평가와 유지에 관련된 관리가 가장 중요한 품질관리 공정이라는 사실을 인식하고 보다 세심한 주의를 기울여야 함을 의미한다.

품질관리에서 가장 중요한 것은 제품의 주요 품질을 정확하게 평가하는 것이다. 예를 들면 동물성 단백질 사료인 경우 단백질의 함량, 나아가 단백질 이용율, 나아가 필수 아미노산의 이용율 등으로 제품의 특성을 가장 정확히 평가할 수 있는 기구가 필요하다. <표 11>은 육분 및 혈분의 라이신 이용성을 다양한 방법으로 표시한 것이다. 표에서 보면 육(골)분의 종류와 혈분의 종류에 따라 라이신의 이용성에 큰 차이가 나는 것을 볼 수 있는데 이는 육골분이나 혈분의 경우 제품의 종류가 달라지면서 품질의 차이가 크게 나타날 수 있음을 보여준다. 뿐만 아니라 라이신 이용성의 평가 방법에 따라서도 차이가 커서 적절한 평가 방법을 선정하는 것도 매우 중요하다는 것을 시사하고 있다.

Table 11. Lysine availability coefficients for various animal protein meals determined by chemical and slope-ratio assays^a

Meal	FNDB Assay		Slope-Ratio Assay		
	Indirect	Direct	Pigs	Rats	Chicks
Meat meal					
1	0.79	0.80	0.48	0.68	0.68
2	0.84	0.90	0.59	0.62	0.73
3	0.77	0.78	0.87	0.49	0.76
4	0.82	0.84	0.88	0.74	0.71
Meat and bone meal ^b					
1	0.78	0.79	0.66	0.67	0.76
2	0.88	0.93	0.74	0.78	0.86
3	0.87	0.93	-	0.88	0.83
4	0.85	0.92	-	0.73	0.88
Blood meal ^c					
1	0.91	0.97	1.03	0.81	1.07
2	0.87	0.88	1.13	0.80	1.02

^a Taken from Batterham et al. 1986.

^b Batch or continuous dry rendered. ^c Ring dried.

품질의 평가 방법은 단미사료의 종류에 따라서도 달라져야 한다. <표 12> 를 살펴보면 육골분의 라이신 소화율을 간접적으로 평가하기 위한 처리제의 종류 및 용량 등에 따라 예측 정확도가 크게 차이가 나는 것을 보여주고 있다. 이는 공인된 방법이라고 해서 다 정확한 것은 아니며, 특정 단미사료 가치를 정확하게 평가하기 위해서는 독자적인 방법이 필요할 수 있음을 보여주고 있다.

Table 12. *In vitro* assays as predictors of meat and bone meal quality for chicks

Assay	Correlation coefficient	Comment
Pepsin digestibility	Predicting lysine digestibility	
0.2% pepsin	0.25	AOAC, procedure
0.02% pepsin	0.70	
0.002% pepsin	0.60	
K-KOH solubility	0.08	Good for oil seed meals
K-Multi-enzyme pH	0.10	
Predicting protein efficiency ratio(PER)		
Ash	-0.80	Reflects amino acid balance
Crude protein	0.69	

Parson, 1996.

그 밖에도 기존의 평가 방법이 전혀 실제 가치를 나타내지 못하는 경우도 있음을 인정하여야 한다. <그림 6>은 일반적으로 산패정도를 평가하는 PV(과산화물가)가 육분의 저장과정에서 나타나는 실제 변화와 상이하게 나타날 수 있음을 보여주고 있다. 이는 관행적으로 평가되던 방법으로 제품의 품질을 막연히 평가할 수 없다는 것을 의미한다. 따라서 항상 제품의 사료적 가치를 정확하게 판별할 수 있는 평가방법을 수립하고 이에 따라 꾸준하게 품질관리를 실시하는 것이 바람직하다고 할 것이다.

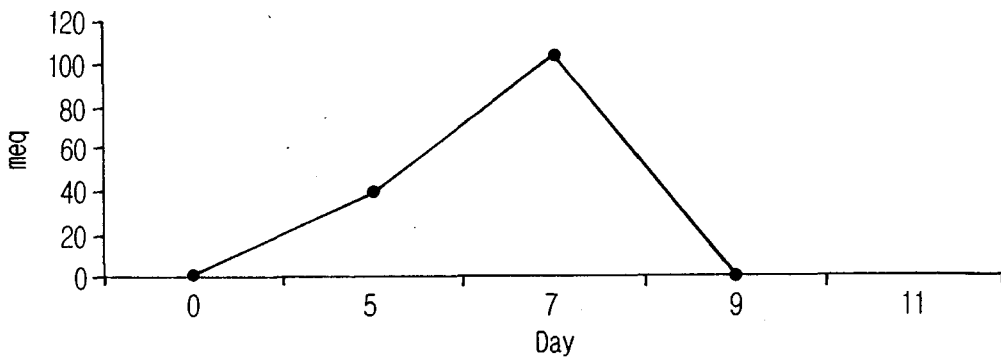


Fig. 6. 육분저장중 PV(과산화물가)의 변화

IV. 결 언

이상으로 단미사료중 품질의 변이가 격심한 동물성 단백질 사료의 제조방법이 그 품질에 미치는 영향과 어분이나 육분의 품질을 향상시키고, 위생적이고 안전한 제품으로 제조하기 위하여 필수적으로 요구되는 품질관리 체계에 대하여 알아보았다.

최근 동물성 단백질 단미사료의 제조 및 활용이 다양한 이유로 인하여 여러 가지 어려운 위기에 직면해 있다. Prion이나 dioxin의 오염 여부가 새로운 품질관리 요건으로 대두되면서 또는 폐수와 악취처리 등의 친환경 처리문제가 현안으로 대두되면서 사료로서의 품질관리도 매우 복잡하게 되었다. 그러나 동물성 폐기물로부터 양질의 단백질 자원을 생산하는 것은 자원의 재활용 측면에서 친환경적인 과정이며 아울러 자원 경제적인 과정이라는 점을 인식하여야 할 것이다.

앞으로 새로운 품질 기준에 적합한 동물성 단백질 사료를 개발하고 그 규격을 완성하는 과정도 필요하리라 판단된다. 동물성 단백질 업계 특히 rendering 업계는 보다 과학적인 지식을 바탕으로 이 과정에 대비하여야 할 것이다. 그러나 무엇보다도 단미사료의 안전성, 품질, 위생성 등은 결국 공정(process)에 충실하고 품질관리에 충실할 때 이루어진다는 점을 간과해서는 안 될 것이다.