



# 未利用 資源에 의한 食飼料 資源開發



鄭 東 孝

(中央大 教授)

## 1. 綠葉蛋白質

녹엽류의 단백질함량은 건물로 환산하면 30~40%로 상당히 높다. 더욱 목초류, 알파라과 등의 草資源이 세계 단백질공급 가능량의 대부분을 차지하며 축산업의 기반을 이루고 있다. 草資源을 잘 이용하는 가축은 반추동물이지만 닭, 돼지 등의 농후배합사료의 단백질 자원으로써 이용하고자 초자원에서 가용성단백질을 추출분리하고 있다. 殘渣의 펄프질을 粗飼料로서 소에게 공급하고 綠葉蛋白質(leaf protein)도 개발하여 영국이나 미국에서는 큰 처리공장을 가동하고 있는 실정이다.

녹엽단백질의 제조법은 녹엽의 加水와 기계적으로 세포를 파쇄하고 착즙하여 조섬유 부분이 많은 고탄분과 액즙을 분리한다. 이 주유스에는 가용성의 단백질과 현탁성의 엽록체가 함유되어 있으므로 이 주유스를 직접 건조분말화시키는 방법과 가열응고, 등전침전 용제침전 등의 방법으로 단백질을 분리하고 있다. 이와같이 하여도 주유스에서 단백질을 분리한 다음에도 가용성 성분을 많이 함유하며 또 작

중의 성장인자를 함유하고 있으므로 농축하여 소위 사료첨가제로 하기도 한다.

이상의 제조방법에서 가장 기술적인 문제점은 주로 Scale up이지만 파쇄법, 분리법등을 들수 있다. 이와같이 분리된 단백질을 직접 식용화하기에는 색, 냄새, 유해물질(glycoside alkaloid, inhibitor) 등의 문제점을 해결 하지 않으면 안된다. 알파알파 1ha당 단백질생산량은 온대에서 1.4ton, 열대에서 3ton이고 단위 경지면적당의 단백질의 생산량이 다른 모든 작물에 비하여 월등히 높다.

## 2. 미생물 단백질

현미경적인 존재인 생물인 효모, 세균방사선균, 곰팡이, 조류, 원생동물등의 미생물은 인류와는 여러가지 관계를 맺어왔다. 어떤 미생물은 사람에게 감염하여 질병이나 중독의 원인이 되지만 어떤 것은 소화기관에서 서식하면서 인체에 필요한 영양을 보급하는 것도 있고 또 자연계에 존재하는 각종 미생물은 그의 생화학적인 기능에 따라 분해정화작용으로 자연의 물질순환에 큰 공헌을 하고 있다. 이와

같이 자연의 생태라는 것은 미생물의 활동 없이는 일시도 유지될 수 없을 것이다.

미생물은 선사시대부터 알코올발효, 젖산발효 등도 식생활과 끊을 수 없는 관계를 맺어왔고 특히 동양에서는 麴菌을 이용한 양조식품의 제조가 고대로부터 행해져 온 것으로 보아 미생물이 식료자원으로서의 이용은 수천년의 역사를 가진 것은 사실이다.

미생물균체의 量産은 당밀을 원료로 하여 빵효모의 제조법이 세계각국에서 보급되었고 이를 가공한 yeast extract는 가공식품소재로서 사용하고 있다.

1963년 British petroleum(B.P) 회사가 석유의 中沸點留分인 gas oil을 원료로하여 사료용단백질자원등 생산자원을 생산하는 소위 石油蛋白質의 공업화를 발표한 이래 化石에너지 원료를 이용하여 증식하는 미생물의 菌體蛋白質을 대량 생산하여 세계의 식량자원 특히 사료용 단백질자원을 보충하자는 관심이 더욱 높아지게 되었다.

세계가 직면하고 있는 단백질 위기에 대하여 각 나라에 대한 구체적인 문제해결의 방안을 모색하고 있는 국제연합의 단백질자문 위원회(PAG)는 곡류의 아미노산강화, 油糧단백질의 식용화, 어분등의 고도이용, 열록단백질의 개발등의 단백질 자원확보를 위하여 여러방면으로 연구를 추진하고 있으나 이 중에서도 미생물단백질자원은 농경지가 없어도 새로운 단백질자원을 생산할 수 있으므로 큰 기대를 걸고 있다.

그 이유는 단세포단백질은 농산물, 축산물, 수산물과 달라 토지, 기후등과 같은 생산의 제약, 즉 자원의 고갈에서 오는 제한을 받지 않고 단백질 생산을 할수 있기 때문이다. 즉 장치에 의한 공업적생산 방법이므로 농지를 필요로 하지않고 적당한 기상조건의 에너지로

서 조업을 가능케 할수 있고, 또 잘 관리하면 일정품질을 자동화의 공정으로 필요의 수량을 언제나 안정적으로 공급가능한 것이 최대의 잇점이다. 한편 미생물의 자기증식속도는 고등동물에 비할 수 없을 정도로 빠르고 생산성도 높다. 만일 전세계에서 연소되는 석유의 10%를 단백질화 한다면 세계의 단백질 수요량이 될 것이라 한다.

세계각국에서 미생물 단백질생산의 연구개발로 어분, 대두박에 완전히 대체될 수 있는 가능성이 있게 되었다. 이와 같은 새로운 기술은 농경지를 벗어나서 식량자원을 생산하는 것으로 하나의 역사적인 혁명으로 받아드려야 할 것이다.

미생물단백질의 생산에는 에너지 자원이 되는 그러한 자원을 필요로 한다. 이 에너지를 어떻게 구했는가에 따라 미생물단백질은 다음의 네 가지로 생각할 수 있다.

#### (1) 에너지 물질에 의한 미생물단백질

사료원료로서 미생물단백질을 생산하는 plant는 경제성으로 보아 그 생산규모가 연간 6만톤 이상이 아니면 안된다고 한다. 미생물 단백질생산을 위하여 대량의 원료를 안정하게 공급될 수 있는 것은 化石에너지 원료뿐이다. 현재로서는 석유와 천연가스이다. 미생물단백질로서 탄화수소효모 즉 석유효모(石油酵母)가 최초로 각광을 받은 것은 이와같은 경제성의 요인이 있었기 때문이다. 금후 미생물단백질의 원료로서는 석유에서 부터 천연가스 메탄올(석탄), 수소가스가 될 것이다.

1) 탄화수소: 탄화수소에서 미생물단백질생산의 기술은 거의 확립되어 프랑스 20,000ton, 영국 4,000ton, 소련 20,000ton(각년간)이 이미 생산을 행하고 있으나 이탈리아에서는 B.P와 일본의 기술에 의하여 연간 10만톤의 생산규

모 공장을 설립하려고 1972~1974년 EC 각국은 B.P의 탄화수소효모를 사료로서 인가하고 적어도 구라과각국은 송아지용 milk replacer로서 이용하기 시작하였다. 이상의 균체효모가 사료로서의 안전성은 구라과 각 시험기관에서 10년 이상을 거쳐 동물의 계대사육시험을 실시하였고, 소련에서는 국가적인 과업으로서 조직적인 안정성 시험이 실시되었다.

한편 닭에서 탄화수소 효모사료로 생존율, 산란율, 수정율, 부화율 등에 관하여 6세대 계대 사육시험을 행한바 어번 대두박을 그대로 투여한 것보다 좋았고 안전성도 좋았다.

2) 천연가스 : 化石에너지로서 천연가스를 직접 미생물단백질의 생산에 이용하는 기술은 아직까지는 연구개발의 단계이다.

메탄가스를 자화하는 미생물은 세균이나 1966년까지는 메탄자화세균은 겨우 몇 균주만 분리되었지만, 1966년 이후 100여종의 새로운 미생물이 발견되어 메탄미생물에 의한 단세포 단백질생산 공정이 확립되어 産油國의 폐기가스 이용에도 큰 공헌을 할 것으로 예상된다.

3) 메탄올 : 석유화학의 발전이래 메탄올은 석탄에서 코크스, 수성가스를 거쳐 제조되고 있다. 오늘날에는 LPG를 원료로 하거나 지하에서 산출되는 가스에서도 메탄올을 생산하고 있다. 원유값 인상으로 메탄올 값도 크게 변동이 심하지만 천연가스에서 메탄올을 생산할 수 있다면 그 값은 일정하게 유지시킬 수 있을 것이다. 특히 영국에서는 위와 같은 가스로부터 메탄올을 생산하고 아울러 메탄올자화성세균을 이용하는 공정이 개발되어 연간 1,000ton의 균체를 생산하였고 안전성은 검토되어 탄화수소효모에 이어 실용화될 수 있는 자원일 것이다. 메탄올을 자화할 수 있는 미생물은 세균이외에도 효모도 있다.

4) 합성 에탄올 합성초산 : 석유화학의 ethyle-

ne plant에서 생산되는 에탄올과 초산에서 효모단백질을 생산하는 공정이 개발되었다. 이미 합성초산에서 화학조미료의 발효원료로서 이용되고 있는 실정이고 원료의 안전성은 전혀 문제가 없다고 한다. 빵효모나 Torula 효모는 이런 기질을 이용할 수 있으며 미국에서는 이들 원료로부터 생산되는 효모를 효모엑기스로 하여 식품재료로서 시도하고 있다.

## (2) 농산물·폐기물에 의한 미생물단백질

1) 아황산펄프폐액 : 아황산펄프폐액에 Torula 효모를 배양하여 BOD를 제거함과 동시에 효모균체를 생산하는 공정은 세계각국에서 이루어지고 있어 그 제품의 안정성은 긴 세월의 경험으로도 입증을 받고 있다. 최근 핀란드에서 PEKILO process라는 새로운 미생물단백질 생산기술이 개발되어 연간 1만톤이 Jams-ankoski의 펄프공장에서 조업되고 있다. 이때 사용되는 균은 Paecilomyces 속의 곰팡이로서 돼지, 소, 닭, 잉어등의 사료시험으로 사료의 가치가 실증되어 정부에서도 이를 사료로서 인가를 하였다.

2) 녹말폐액 : 감자가공폐품을 만들 공장의 전분폐액을 처리하기 위하여 스웨덴의 Swedish sugar Co는 Symba process를 개발하였다. 감자 가공공장에서는 박피등의 공정에서 원료의 10%이상에 상당되는 녹말이 유실된다. 이 유실량을 모아 여기에 amylase 생성균과 생성당류를 자화하여 증식하는 torula 효모와의 혼합배양으로 BOD의 제거와 효모균체를 회수하는 공정이다.

이 공정은 활성오니법에 비하여 고농도의 폐액을 회석함이 없이 직접처리할 수 있으며 N, P등의 제거율이 아주 높다. 이때 생산된 효모는 사료로서 이용하거나 일부 식품가공에도 이용된다.

### (3) 광합성조류

1) *Spirulina*: 아프리카 호수가의 원주민이 고대부터 상식하여온 단세포의 조류인 *Spirulina*는 프랑스의 연구자에 의하여 대량배양의 기술을 확립하고 프랑스정부의 국가적인 과제로 추진중이다. 또 멕시코의 어느 호수에서도 5,000m<sup>2</sup>의 호수면(湖水面)을 이용하여 일산 1ton을 생산할 수 있는 규모로 시도 하고 있다. 멕시코 정부는 이미 식품으로서 인가하고 있다.

*Spirulina*에 대표되는 광합성미생물 단세포 단백질의 양산(量産)은 ① 광에너지를 효율적으로 이용 설계된 장치 ② 값싼 탄산가스 자원의 이용과 물질이동의 효율화 ③ 바다물의 이용 ④ 균체의 소화성의 개선등 여러 문제점이 있다.

이들 여러 문제점은 유전공학적 아프로치에 의하여 해결되어야 될 것이다.

2) 클로렐라(*Chlorella*): 클로렐라의 배양은 오랜 역사를 가진다. 그러나 아직도 사료단백질자원으로서 경제성이 없는 것은 ① 탄산가스의 값싼 보급 ② 균체회수에 의한 원심분리의 동력비 ③ 강고한 세포벽의 소화성 등을 들 수 있다.

*Spirulina*나 *Chlorella*와 같이 광합성조류의 자원적 의의는 화석(化石) 에너지에 의존하지 않고 태양 에너지를 직접 고정하므로 중요시 되어야 하며 앞으로 우주여행 식량으로서도 주목을 끌고 있다.

## 3. 미이용 탄수화물자원

### (1) 합성탄수화물

화학적으로 합성되는 formaldehyde를 적당한 조건으로 중합시키면 각종 복합한 당류의

혼합물(formose)이 생성될 것이다.

이 formose중의 glucose는 몇 %에 지나지 않는다.

위의 복합반응이 어떤 방법으로 제어할 수 있다면 영양가치가 있는 당류를 생산할 수 있으므로 사료칼로리 자원으로서 이용할 수 있을 것이다.

### (2) 미생물생산의 다당류

어떤 종류의 세균류는 메탄, 메탄올 또는 수소 가스등을 원료로 할 때 균체생산 이외에 도 많은 양의 다당류를 분비생산한다. 이것을 이용하면 에너지물질에서 탄화수소의 생산이 가능하고 사료칼로리 자원으로 이용될 수 있을 것이다.

세균다당류는 거의 식품첨가물로서 사용할 수 있다.

### (3) 섬유소 폐기물의 식료자원화

지구상의 식물로서 고정된 태양에너지는 대부분 식물체의 구성성분으로 섬유소 또는 섬유질물질(주로 hemicellulose)로 전환되어 이들 물질은 영양적으로 다시 이용할 수 없다.

섬유소를 영양원으로서 이용할 수 있는 생물은 소와 같은 반추동물이다. 이것은 반추위(反芻胃, rumen)중에 존재한 미생물이 섬유소를 분해하여 주로 균체단백질등으로 전환하기 때문이다. 이와같은 Rumen 작용을 할 수 있게 장치화시킨 공정이 미국에서는 개발되어 *Cellomonas* 속균으로 섬유소 폐기물과 도시쓰레기의 분해로 균체단백질의 생산을 시도하고 있다.

Rumen의 작용을 완전히 장치화 시키는 것은 미생물생태계가 너무나 복잡하여 아직은 성공되지 않고 있다.

한편 섬유소의 단위 구성성분이 포도당이므

로 섬유소를 미생물효소적으로 완전히 분해시켜 이것을 칼로리자원으로 전환시키는 것은 앞으로 가능한 과제이다. 섬유소는 폐기물로서 그 양이 거의 무한 양이므로 강력한 섬유소 분해효소를 발견한다면 무엇보다 큰 의의를 가질 것이다.

#### 4. 축산폐기물의 이용

최근 선진국의 축산은 다두우(多頭羽) 사육의 경향이다.

고로 가축배설물의 집중적인 배출로 축산공해가 많이 일어나게 되었다.

가축의 배설물중 10~16%가 조단백질이므로 이를 새로운 자원으로 개발하여 다시 가축에게 재이용한다면 자료의 효용을 높일 수 있을 것이다.

건조처리만으로는 糞의 경우는 일반적으로 소화율이 낮고(30~50%) 기호성도 떨어지므로 다량으로 사료에다 혼합하기는 어렵다. 가

축 배설물을 활성오니법(活性汚泥法)으로 처리한 경우 생긴 잉여(剩餘)오니를 사료로 하는 경우도 건조분(乾燥糞)의 경우와 거의 같으므로 돈분(豚糞)을 처리한 다음 잉여오니를 돈육의 사료에 5%혼입할 수 있다고 한다.

이와같이 가축배설물의 재이용의 효율을 향상시키기 위하여 사료가 가축의 소화관에서 일어나는 소화와는 다른 형태의 소화처리 보기로써 반추동물의 분(糞)에 대하여 호기적 분해처리를 실시하는등 생물학적, 화학적 처리가 필요하다.

금후 이런 목적에 알맞는 시설들이 개발연구되어야 할 것이다.

한편 실용적인 면에서는 원료분(原料糞) 조성의 불균일성과 병원성분의 집적, 저장 운반 재이용등을 위한 처리 비용(코스트)의 절감등 기술적인 문제의 해결이 앞서야 될 것이다.

가축의 배설물로 사육하여 생산된 것이나 고기 알등의 식용으로 공급될 때 소비자의 심리적인 문제도 등한시되어서는 안될 것이다.



이 분산되어 있는 상태다. 크리임을 버터로 변화시키는것을相의 전환이라고 한다.

◎ **샐라마군디**: 옛 영국의 음식을 담은 형식으로 비모 플로 잘라 신선한 소금에 절인 육류와 삶은 계란·핏클스·향신료를 모두 섞어 셀러드 위에놓는 음식이다.

◎ **수메트(Suet)**: 황소와 양

의 콩팥에서 만들어진 지방을 말한다.

◎ **아비딘(Avidin)**: 달걀흰자위의 단백질로서 biotin과 결합하여 非有效 형태로 만든다 加熱調理로 不活性化된다.

◎ **중성 리아드**: 돼지脂肪의 최고급품으로 토마넨 재료를, 50°C이하의 물과 뒤섞어서 얻은 것이다. 콩팥脂肪에서는, No.1 품질의 것이, 등에 붙은脂肪에선 No.2 품질의 것이 얻어진다.

◎ **커스터드 파우더**: 옥수수 전분에 색소와 향료를 섞어 만든다.

◎ **타피(Tottee)**: 과포화된

설탕 용액에 작은 脂肪球를 분산시킨 설탕과자. 지방·밀크 설탕·제과용' 글루코오스에서 만들어진다.

타피와 캐러멜이 다른것은 타피가 260-270°C에서, 캐러멜이 250°C-260°C에서 끓이는 차이밖에 없다.

◎ **트랜스페린**: 철·탄산·단백질 복합체로 철이 혈장속에서 수송되는 형태다.

◎ **티오크롬**: 비타민 B<sub>1</sub>이 산화되어 생긴 화합물로 자외선에 강한 청색의 螢光을 말한다. 이것은 비타민 B<sub>1</sub> 含量에 사용된다.