

식품공장 폐수 活性汚泥의 사료화에 관한 연구

—제1보 : 맥주공장 汚泥의 화학조성에 관하여—

奇 宇 京 · 朴 澤 奎*

慶尙大學 食品加工學科

*建國大學校 化學科

(1977년 9월 20일 수리)

Studies on the Activated Sludge of Food Industries for Animal Feed

Part 1. Chemical composition of Brewery's Activated Sludge

by

Woo-Kyung Ki and Taek-Kyu Park*

Dept. of food processing Kyung Sang National University, Jin-Ju.

*Dept. of chemistry, Kon-Kuk University, Seoul, Korea.

(Received, September 20, 1977)

Summary

Some chemical analysis of brewery's activated sludge were carried out in order to utilize it for animal feed. And results obtained were as follows.

1. Brewery's sludge, sun-dried for 3 days, contained 15.4% of water, 40.47 of crude protein, 4.02% of crude fiber, 13.3% crude ash and 19.4% nitrogen-free extract.
2. Total amino acid content of the brewery's sludge was 38% of its dry basis. The amounts of all essential amino acids contained except tryptophan was enough for chicken growing and, especially, among the essential amino acids, the contents of leucine, isoleucine, phenylalanine, tyrosine, glycine and serine were two or three times as much as its need.
3. Other minerals contents except Magnesium and Cupper, were considerably low for animal feed.

緒 論

活性汚泥에 의한 廢水 處理는 여러 연구자 들에 의해 이루어 졌는데 菌學的⁽¹⁻³⁾으로나 sludge 처리 조건⁽⁴⁻⁷⁾등이 차례로 규명되어 각종 폐수의 처리에 이용되고 있다. 그러나 우리나라의 경우 대부분의 중소기업 규모의 생산공장에서는 막대한 경비 때문에 실제로 이러한 방법을 이용하지 못하고 있다. 그런데 이러한 活性汚泥法에 의해 처리한 경우 막대한 양의 잉여 汚泥는 아직까지는 유기질 비료⁽⁸⁾로서 만이 일부 이용되고 있을 따름이다. 1950년대 高田⁽⁹⁾·深野, Firth와 Johnson,⁽¹⁰⁾ Hurwitz⁽¹¹⁾ 등은 이러한 Sludge를 가축의 사료중 Vitamin B₁₂의 급원으로서 검토한 바 있었고

1969년 Hoshino⁽¹²⁾ 등은 도시하수등 각종 폐수의 Sludge를 分析하여 그중 조단백질 함량이 높고 아미노산 조성이 양호한 Sludge가 있음을 확인하여 이것을 사료로서 이용한다면 폐수 처리에 따르는 막대한 시설비와 운용비를 보상할 수 있을 것이라고 보고한바 있다. 그러나 여러가지 廢水에는 특히 중금속등의 혼입 위험성이 많다. Smith⁽¹³⁾ 등은 어떤 하수 Sludge의 경우 rat 사양에 문제점이 없다고 하였으나 Kienholtz⁽¹⁴⁾ 등은 채내 축적을 확인한 바도 있으므로 사료화에 대한 시도는 식품공장에서 생산되는 Sludge 이용에서부터 시작하는 것이 좋으리라 생각되어진다. 물론 이밖에도 여러가지 생체독성 물질이나 병원성 세균 등이 문제가 되겠지만 최근 사료자원의 개발에서 가축의 사료폐기

물⁽¹⁵⁾, 糞⁽¹⁶⁾, Poultry Waste⁽¹⁷⁾의 이용에 대해서도 여러가지 연구가 진행되고 있고 이것의 사료화가 시도되고 있으며 나아가서 糞便 대장균이 活性汚泥 처리 과정에서 제거 된다는 Howe⁽¹⁸⁾ 등의 결과를 고려하면 사료 제조와 이의 제조 관리상의 문제점 만 해결한다면 Sludge의 飼料化는 가능하리라 생각된다.

식품공정의 sludge 사료화는 Gota⁽¹⁹⁾의 육우사양 시험과 Esvelt⁽²⁰⁾의 숫소사양 시험보고가 있었고, 5~10% 정도 他 농후 단백질사료 자원과 대체가 가능하다는 결과가 보고되었다. 막대한 양의 사료를 직접 간접으로 수입하는 우리나라의 경우 폐수처리 시설의 자발적인 설치를 권장하고 나아가서 도입의산의 사료원료를 폐수중에서 얻은 원료로 대체함으로써 자원개발을 도모할 필요성은 매우 크다. 이러한 목적으로 맥주공장의 汚泥를 가축의 사료화에 이용하려는 연구의 일부로서 sludge의 몇 가지 화학적 조성을 분석확인하였기에 보고하는 바이다.

實驗方法

1. 活性 汚泥 試料

1977년 6월 하순에 생산된 동양 맥주의 活性 汚泥를 實驗材料로 하여 이것은 탈수기에서 탈수하고 3일간 천일건조 시키고 마쇄 한다음 시료로 하였다.

2. 一般分析

A.O. A.C⁽²¹⁾의 사료 分析法에 따랐다. 즉 수분을 100°C에서 건조하여 측정하였고 조회분은 600°C에서 회화시켰으며 crude protein은 질소계수를 6.25로 하여 환산하였다. 가용성 무질소물은 이상의 성분과 조지방, 조섬유의 함량을 뺀 나머지를 각각 %로 표시하였다.

3. 아미노산 分析

분말시료에 6N-HCl를 가하고 110°C에서 24시간 진공 상태에서 3회 중발 건조 시킨 다음 pH 2.2의 Buffer solution으로 묽게 하였다. 이것을 시료로 해서 Amino acid autoanalyzer (Beckman Model 116)로 아미노산 함량을 측정하였다. 이때 분석조건은 다음과 같다.

산성, 중성 아미노산은 pH. 3.28의 sodium citrate Buffer로 85분간, pH 4.25의 같은 Buffer로 175분간 Matrix resin(Beckman) AA-IS로 채운 Short Column에서 Buffer solution의 유속을 68ml/hr로 하여 통과시켰다. 또한 Ninhydrin 속도는 30ml/hr, bath tank의 온도는 55.5°C, reaction tank의 온도는 100°C로 하였다

4. 무기물 分析

550°C~600°C에서 회화시킨 시료에 C-HCl을 가하여 용해시킨 다음 Atomic Absorption Spectrometer(HITACHI-207)를 사용하여 얻은 흡수 파장으로 정량하였다.

結果 및 考察

1. 일반 분석

천일 건조한 시료의 일반성분을 분석한 결과는 Table 1과 같다.

Table 1에 나타난 바와 같이 85% 수분을 함유한 sludge를 3일간 천일건조 한 다음 얻은시료의 수분함량은 15.4%이다. 이러한 수분함량은 여러가지로 건조방법을 달리함으로써 조절할 수 있으며 저장관리문제와 관련지어서 앞으로 연구할 과제라 생각된다.

조단백질의 함량은 무수물로 환산하여 54.9%로 평균함량이 50.39%인 국산어분(중급분)이나 비교적단백질 함량이 높은 추출 대두박⁽²²⁾ 50.15%보다 높았다. 이러한 결과는 Hoshino⁽¹²⁾가 보고한 sludge중 최고의 조단백질은 함유하는 것과 유사하였고 그 밖의 여러 연구자^(6,13,14,20)들의 결과보다 조단백질 함량이 높았다. 조지방의 함량은 1.81%인데 Sado⁽⁸⁾의 경우 2.22%, Gota의 경우에는 0.9%로 보고되었으며 한편 Hoshino 등의 결과와 비교할 때 sludge에서는 조지방 함량이 낮은 것으로 생각된다. 조섬유의 경우 상당량의 맥아 박이 시료에 혼입 된 것을 확인 하였는데 본시료의 경우 4.75%이었다. 특수한 Alcohol에액⁽⁹⁾의 경우 그 함량이 29%에 이르는 것도 있어서 시료에 따라 그 함량이 다르게 나타난다. 조회분의 경우 Hoshino의 연구보고에 따르면 시료에 따라 10~55%에 이르는 함량치를 나타내므로 무기질의 급원으로 가능하다고 하였으나 본실험에서는 조회분의 함량이 15.56%로서 무기분의 함량은 높지 않았다. 그 밖에 본시료는 가용성 무질소물의 함량이 22.94%였는데 Gota⁽¹⁹⁾의 경우와 같이 이중에서 65±23.2%가 소화성 물질이라면 어느 정도 Energy원으로서 이용 될 수 있으리라 생각되었다

2. 活性 汚泥의 Amino acid 조성

분석된 Amino acid는 tryptophan을 제외한 17종으로 조단백질의 72.53%에 해당되었다. 다른 단백질 사료

Table 1. Chemical composition of brewery's activated sludge

Constituent	Sun-dried sample	Dry matter
Water	15.40	0
Crude protein	46.47	54.94
Crude fat	1.57	1.81
Crude fiber	4.02	4.75
Crude ash	13.12	15.56
Nitrogen-free extract	19.41	22.94

unit; %

Table 2. Amino acid contents of Activated sludge and Other protein-supplement feeds

(dry weight basis)

Amino acid %	Brewery's sludge	soy-bean, ²³⁾ solv-extrd.	fish, coo- ²²⁾ ked mech-extrd.
Lysine	1.99	3.32	—
Methionine	1.046	0.69	1.97
Threonine	2.213	1.94	0.09
Phenylalanine	2.098	2.52	2.67
Valine	2.756	2.74	4.54
Isoleucine	1.981	2.86	2.85
Leucine	3.536	3.89	3.81
Arginine	1.984	3.66	—
Serine	1.848	—	—
Glutamic acid	5.579	—	—
Proline	1.556	—	—
Glycine	2.536	—	—
Alanine	3.388	—	—
Histidine	0.633	—	—
Tyrosine	1.426	—	—
Cystein	trace	—	—

나 Hoshino등이 보고한 경우 보다 상당히 낮은 값을 나타냈는데 건조과정에서 Ammonia로서 발산되었거나 그밖의 다른 원인에 기인하는 것인지 계속 검토해야 할 과제라 생각되었다. 그러나 sludge 건물 중의 전체 Amino acid 함량은 Gota⁽¹⁹⁾의 결과 보다 높은 수치를 나타냈는데 Leucine과 Arginine를 제외하고는 Amino acid 함량이 비슷한 경향이였다.

sludge 건물의 Amino acid 함량을 비교적 단백질 함량이 높은 대두박과 국산 어분 중급품과 비교하면 Table 2와 같다.

Table 2에 나타난바와 같이 대두박과 비교하면 특히 Methionine, Threonine의 함량이 많았다. 그밖의 다른 Amino acid 함량도 크게 뒤떨어 지지 않는 결과를 나타냈다. 한편 이 아미노산 함량을 사료중 Amino acid 요구율이 많은 병아리 육추⁽²³⁾의 6주까지의 사료의 아미노산 함량과 비교하면 분석하지 않은 Tryptophon을 제외하고 모든 아미노산 함량이 필요량을 훨씬 능가 하였으며 특히 Isoleusin, Leucine, Phenylalanine, Tyrosin, Glycin, Serine등은 필요량의 2~3배를 함유하고 있음을 알 수 있었다.

3. 무기물

사료중의 무기물⁽²³⁾ 함량은 Table 3에서 보는 바와 같이 Mg와 Cu는 충분하나 그밖의 Na, K는 부족하며 특히 Ca은 상당히 부족한 것으로 생각된다.

Table 3. Mineral contents of Activated sludge

minerals	mg%/Dry weight	minerals	mg%/Dry weight
K	483.0	Cu	31.4
Na	192.5	Fe	27.1
Ca	48.6	Zn	27.1
Mg	202.0	Mn	33.5

이상의 분석결과로 미루어 본 시료는 단백질 보충제로서 효과가 클 것으로 생각되며 부족되는 무기물은 다른 사료자원으로서 보충하는것이 좋을것으로 생각되었다.

要 約

맥주공장의 폐수 汚泥를 가축의 사료로 이용하기 위하여 그 화학성분을 분석한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 3일간 천일건조한 sludge의 일반성분을 분석한 결과 수분 15.4%, 조단백 46.47%, 조지방 1.57%, 조섬유 4.02%, 조회분 13.12%, 가용성 무질소물 19.41% 이었다.

2. Amino acid 의 분석 결과 확인된 17종의 총 아미노산 함량은 건물의 38.05%이었고 병아리 육추의 경우에 필요한 필수 아미노산은 전량이 충분하였으며 특히 그중 Isoleucine, Leucine, Phenylalanine, Tyrosine Glycine 그리고 Serine은 필요량의 2-3배에 달했다.

3. 무기물은 병아리 육추의 표준사료와 비교 했을때 Mg와 Cu는 충분하였으나 그 밖의 성분은 상당량 부족하였다.

文 獻

- 1) Dias, F.F. and Boat J.V.: *Appl. microbial.*, 12, 5, 412(1964)
- 2) Kiuchi, K., Kuraishi H. and Murooka H., Koaida, T. Uemura T.: *J. Gen. Appl. microbial.*, 14, 387-409(1968)
- 3) Ross, E.M. and Russel, G.W.: *Appl. microbial.*, 1, 259(1953)
- 4) Heukelekian, H., Orford, H.E. and Manganella, R.: *J. Sewage and industrial waste.* 23, 8. 945-957(1951).
- 5) Helmers, E.N., Frame, J.D., Greenberg, A.E. and Sawyer, C.N.: *Jour. Sewage and industrial waste (Japan)* 23, 7. 884-898(1951)
- 6) Takiguchi, Y.: *J. Ferment, Technol.*, 56, 5 331-342(1972)

- 7) Dazai, M., Yoshida, Y. and Ogawa, M., Ono, H.: *J. Ferment, Technol.*, 42 635—643(1964).
- 8) 須藤隆一外: 微生物の 利用, 應用技術資料集 722—736(1975)
- 9) 高田亮平, 深野美知子: Vitamin 7. 660—661(1954)
- 10) Firth, J.A. and Johnson, B.C.: *J. Agr. and Food Chem.*, 3 (795—796) (1955).
- 11) Hurwits, E.: *Waste Engineering*, 28, 388—393 (1957)
- 12) Hoshino, N., Matao, T. and Ono, H.: *J. Food Sci. and Technol.*, (Japan) 16 2, 87—93(1969)
- 13) Smith, G.S. and Charlic, B.: *Abstracts of papers for presentation at the 68th annual meeting of the American Society of Animal Science*(1976)
- 14) Kienholtz, E.W., Ward, G.M. and Johnson, D.E.: *Abstracts of papers for presentation at the 68th Annual meeting of the American Society of Animal Science.*(1976)
- 15) Oltien, R.R. and Dinius, D.A.: *J. Animal Science* 43, 1 201—208(1976)
- 16) William, L.B.: *Abstracts of papers for presentation 67th. Annual meeting of the American Society of Animal Science.*(1975)
- 17) Hinkson, R.S.: Varga, Jr. G., Davies, C.K. and Grang, H.G.: *Abstracts of papers for presentation 67th annual meeting of the American Society of Animal Science.*(1975)
- 18) Howe, R.H.L.: *Process Biochem.*, 16, 1, 18—19 (1976)
- 19) Gota, I., Masuda, Y. and Senuki, M.: *Sci. Bull. Fac. Agr. Kyushu.*, 28, 2, 115—118(1974)
- 20) Esvelt, L.A., Hart, H.H. and Heinesmann, W.W.: *J. Water Poll. Control.*, 48, 2778—2790(1976)
- 21) Willam, H.: *A.O.A.C.* 7ed, 122(1970)
- 22) 한인규: *Reserch Bull.* 70—2, 1—37(1970)
- 23) National Reserarch Council: *Nutrient Requirement of Poultry*, sixth revised edition, National Academy of Science. Washington.D.C. 15 : 34(1971)