

## 麥酒工場 Sludge의 飼料的 價値에 關하여

第二報 식품공장 活性汚泥의 飼料化에 關한 연구

奇 宇 京 · 安 炳 弘 · 朴 澤 奎\*

慶尙大學 食品加工學科 · 建國大學校 化學科\*

(1978년 11월 24일 수리)

## Studies on the Activated Sludge of Food Industries for Animal Feed

### Part 2. Nutritive Value of Brewery's Activated Sludge

Woo-Kyung Ki, Byung-Hong Ahn\* and Tack-Kyu Park\*\*

*Dept. of Food Processing and Dairy Sciences\**

*Kyung-Sang National University, Jin-Ju*

*Dept. of Chemistry,\*\* Kon-Kuk University, Seoul*

(Received November 24, 1978)

#### Abstract

This experiment was carried out to investigate the nutritive value of brewery's activated sludge on the performance and nutrients utilization of egg type chicken of babcock fed the different levels of sludge. The chemical composition, content of amino acids and mineral in brewery's activated sludge were also analyzed. 3, 6, 9 and 12% of brewery's activated sludge were supplemented with basal ration as a substituted ingredient to soybean oil meal in experimental ration. The results obtained were as follow:

#### 1. Chemical composition analysis

- 1) Brewery's activated sludge had 42.50% of crude protein on the air dried basis, and had 15.69 % of crude ash, and had 2,060 kcal of metabolizable energy per kg of sludge.
- 2) Total amino acid content of brewery's activated sludge was 42.50% and 99% crude protein of brewery's activated sludge was a true amino acid, and brewery's activated sludge contained especially more methionine and threonine that those of soybean oil meal.
- 3) In case of mineral content of brewery's activated sludge, phosphorus, magnesium, copper and iron were plentifully included. However, calcium content in brewery's activated sludge was very low.

#### 2. Feeding trial

- 1) Body gain of chicken fed the different levels of sludge was decreased in proportion to increasing level of sludge was decreased in proportion to increasing level of sludge. However, no statistical differences were found out between treatments.
- 2) Diet intake of chicken fed the different levels of sludge was significantly ( $p < 0.05$ ) increased as the supplementation level of sludge in ration increased.

3) Feed conversion of chicken fed the different levels of sludge was high in proportion to increasing level of sludge in ration. However, there were no significant differences between treatments.

3. Digestion trial

1) Utilization of dry matter of chicken fed the different levels of sludge was decreased as the level of sludge in ration increased. However, no statistical differences were found out between treatments.

2) Utilization of crude protein of chicken fed the different levels of sludge was significantly ( $p < 0.01$ ) increased as the level of sludge was higher. Utilization of crude protein of control treatment and of sludge 3% treatment was higher than that of other treatments.

3) Utilization of crude ash of chicken fed the different levels of sludge was significantly ( $p < 0.05$ ) decreased in proportion to increasing level of sludge in ration.

4) Utilization of NFE of chicken fed the different levels of sludge was slightly decreased in proportion to increasing level of sludge in ration. However, no statistical differences were found out between treatments.

Therefore according to this experiment, it may be concluded that brewery's activated sludge can be supplemented with chicken ration by 6~9%.

대한 시설비와 운용비를 총당<sup>(6)</sup>하리라 전망된다.

序 論

材料 및 方法

우리나라도 경제가 성장함에 따라 공해규제를 보다 엄격히 하게 되어 廢水의 경우 일정기간에 배출되는 BOD 전체량으로 규제하게 됨에 따라 회석등에 의해 배출 폐수 자체 BOD를 낮추는 방법등이 통용되지 못하게 되었으며 원천적인 廢水 自體의 유기물을 감소시키는 活性汚泥法<sup>(1,2)</sup> 등에 의하지 않고는 안되게 되었다. 그러나 活性汚泥法에 의한 廢水處理는 막대한 시설비와 운용비를 부담해야 되는 실정 때문에 몇개의 큰 기업을 제외하고는 利用하지 못하고 있는 실정이다.

그리고 부산물로서 생산되고 있는 活性汚泥도 아직 대부분 폐기되고 있고 일부 토양 매립제<sup>(3)</sup> 내지 유기질 비료<sup>(4)</sup>로서 밖에 이용되지 못하고 있는 실정임에 저자들은 계1보<sup>(5)</sup>에서 우선 이러한 活性汚泥가 良質의 蛋白質이고 상당한 탄수화물 유사물질을 함유하므로 사료로서 利用할 가능성을 검토하였고 다시 이러한 活性汚泥의 사료로서 利用에 따르는 몇가지 문제점을 검토해서 보완하고 또한 사료로서 표준화 하기 위하여 이를 다시 분석하여 前報의 결과와 비교하였다. 또한 이를 사료에 대두박대신 첨가 하며 병아리를 사육 시험한 결과 상당량 단백질 사료로서 첨가 할 수 있다는 가능성을 얻었다.

이러한 實驗은 外國에서 막대한 사료를 도입하는 우리나라의 실정에서 資源難 해결은 물론 폐수처리에 관한 효율적<sup>(6-8)</sup>인 대책을 강구하고 영세 기업의 경우 막

1. 成分 分析 試驗

(1) 活性 汚泥 試料

1978年 5月 상순에 D 맥주(株) 영등포 공장에서 생산된 신선한 脫水活性汚泥를 운반 즉시 3日間 天日乾燥시키고 마쇄한 다음 시료로 하였다.

(2) 一般 分析

活性 汚泥의 一般 分析은 AOAC<sup>(10)</sup>(1970)法에 의하여 分析하였으며 分析方法을 前報와 同一 하게 하였다. 즉 水分은 100°C에서 건조하여 測定하였고 粗灰分은 600°C에서 灰化 시킨후 求하였다. 粗蛋白質은 micro-Kjeldahl method에 의했고 粗脂肪은 ether로 추출하여 계산하였다. 粗纖維는 1.25% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>와 NaOH로 분해후 구하였으며 NFE는 100 에서 이상의 모든 성분울 공제하여 구하였다.

(3) 아미노산 分析

酸 加水分解한 試料를 前報<sup>(5)</sup>에서와 같이 아미노산 자동분석기에 의하였으나 tryptophan의 경우 Spies<sup>(11)</sup>法에 의하였다.

(4) 無機物 分析

550°C~600°C에서 회화시킨 試料를 진한 HCl을 加하여 atomic absorption spectrophotometer (Hitachi-207)를 사용하여 얻은 흡수 파장으로 경량 하였다.

2. 飼養試驗

(1) 供試 動物

慶南 種畜場에서 生産된 畜試 742號 숫 병아리를 供試하였다.

(2) 試驗 期間

豫備 試驗 期間: 1978년 5월 23일~5월 29일(1주간)

本 試驗 期間: 1978년 5월 30일~7월 30일(8주간)

(3) 試驗 設計

天日 乾燥한 sludge를 3%간격으로 12%까지 두어 다음 Table 1과 같이 配置하였다.

Table 1. Experimental design

Items	Supplementation level of sludge, %				
	0	3	6	9	12
No. of chicken	10	10	10	10	10
Replicate	3	3	3	3	3
Total	30	30	30	30	30
Crude protein %	20	20	20	20	20
ME. kcal/kg	2900	2900	2900	2900	2900

(4) 試驗 場所

慶尙大學 家畜 營養學 教室에서 實施하였다.

(5) 試驗 飼料

本 試驗에 使用한 모든 單味飼料는 農協 中央會 釜山 配合 飼料工場에서 購入하였으며 試驗 飼料 配合時는 sludge를 大豆粕과 代置하여 다음 Table 2 와 같이 配合하였다.

(6) 飼養 管理

飼料와 물은 自由로히 먹게 하였으며 體重과 飼料攝取量調査는 10일 간격으로 正午에 實施하였고 供試병아리는 cage에 넣어 飼育하였으며 其他는 一般 慣行法에 準하였다.

3. 代謝 試驗

試驗飼料의 消化率을 調査하기 위하여 飼養試驗을 마친 병아리중 各處理區에서 평균체중에 가까운 병아리를 3수씩 15隻를 供試하여 飼養試驗에서 各 사용한 飼料를 급여 하였다. 시험기간은 예비시험을 공시 병아리가 시험사료 및 cage에 익숙케 하기 위하여 실시하였고 예비시험은 1978년 8월 1일부터 1978년 8월 4일 간 그리고 본시험은 1978년 8월 5일부터 1978년 8월 10일 실시하였으며 급여한 사료량과 糞을 精量 조사하고 사료와 糞의 성분도 AOAC(1970)法에 의해 구하여 시험사료의 고형물 利用率(消化率) 粗蛋白 利用率 조 회분 이용율 가용성 무질소물의 이용율 등을 계산하였다. 이때 병아리 飼養 管理는 供試 병아리를 각각 한 마리씩 metabolism cage이 들어서 각 처리구마다 3반복씩

Table 2. Formula and chemical composition of experimental diet (%)

Ingredients	Supplementation level of sludge %				
	0	3	6	9	12
Yellow corn	60	60.5	60.5	61	61
Wheat flour	4	3	4	4	4
Wheat bran	9	9	8	7	7
Fish meal	12	12	12	12	12
Soybean oil meal	13	10.5	7.5	5	2
Sludge	0	3	6	9	12
Oyster shell meal	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Salt	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Fat soluble vitamin*	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Water soluble vitamin**	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Trace element***	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Chlorotetracycline	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Chemical composition					
Crude protein %	20.32	20.28	20.24	20.21	20.20
ME,**** kcal/kg	2920	2931	2929	2928	2918

\* 지용성 비타민 함량 : A: 500만 IU, D<sub>3</sub>:100만 IU, E: 2000IU

\*\* 수용성 비타민 함량 : B<sub>1</sub>: 1,000mg, B<sub>2</sub>:7,000mg, B<sub>6</sub>: 3,000mg, B<sub>12</sub>: 15mg, Choline: 95mg, Pantothenic: 10,000mg, Niacin:18,000mg, Ascorbic acid: 10,000mg

\*\*\* 미량광물질 : Manganese: 20,000mg, Zinc: 20,000mg, Fe: 10,000mg, Cu: 1,000mg, I: 500mg, Co: 50mg,

\*\*\*\* ME:Metabolizable energy

하였으며 사료는 병아리가 충분히 먹을 수 있는 양을 공급하였다. 그리고 사료와 糞은 dry oven에서 105°C로 24시간 건조한 후 분석에 사용하였다. 그리고 其他의 方法은 慣行법에 準하였다.

Ⅲ. 結果 및 考察

1. 活性汚泥의 成分

(1) 一般 分析

麥酒 工場의 廢水處理에서 副産되는 活性汚泥를 3일 간 天日乾燥한 후 成分分析을 한 결과 粗蛋白質 含量은 Table 3과 같이 42.50%였고 固形物 狀態에서는 47.70%였다. 이러한 含量은 中級品 國産 魚粉의 蛋白質 含量

Table 3. Chemical composition of brewery's activated sludge(%)

Item	Air dried	DM basis
Moisture	10.91	0
Crude protein	42.50	47.70
Crude fat	1.57	1.76
Crude fiber	5.25	5.89
Crude ash	15.69	17.61
NFE	24.08	27.03
ME, kcal/kg	20.60	

(50.7%)보다는 떨어지나 代表的인 植物性 蛋白質飼料인 콩깍묵의 粗蛋白質 含量<sup>(12)</sup>(42.8%)과는 同一하였다 이러한 결과는 Hoshino<sup>(9)</sup>等(1969)이 報告한 도시하수 취급고지의 粗蛋白質含量 보다는 좀 적으나 須藤降一의 알콜페액의 sludge(건물당 41.38%)나 Kienholtz<sup>(13)</sup>等(1976) Smith<sup>(14)</sup>等(1976)이 보고한 수지와 비슷하며 Goto<sup>(15)</sup>(1974)等이 발표한 日本의 맥주공장 sludge의 경우 보다는 約 10% 높다. 本研究에서 分析한 1977년의 분석치 보다는 7% 정도 낮은데 이는 sludge의 건조 때까지의 지체 시간에 상당한 차이와 건조시간에 기인한 것으로 생각된다. 粗脂肪 含量은 1.57% 인데 須藤等 알콜페액 sludge<sup>(4)</sup>(2.22%)나 Goto<sup>(15)</sup> 등의 0.9%등을 비교할때 sludge에는 비교적 粗脂肪 含量이 낮은 것으로 추정된다. 粗纖維는 5.25%로서 작년의 4.75%와는 약간의 차이가 있으며 須藤<sup>(4)</sup> 등의 alcohol 廢液(1966)의 경우는 29%로서 使用되는 原料에 따라 많이 차이가 있는데 本 活性汚泥의 粗纖維<sup>(12)</sup> 含量은 穀類(2~4%)보다는 높으나 糠皮類(7~11%)보다는 낮아 一般的으로 粗纖維 含量은 높은 편이 아니다. 粗灰分의 含量은 15.69%로서 相當히 높은 편이고 NFE의 含量은 24.08%였다. sludge의 代謝 energy 向量 2060kcal/kg로서 곡류의 代謝 energy 含量(2500~3500kcal/kg)보다는 相當히 떨어지나 강피류의 ME 含量(1100~2000kcal/kg)보다는 相當히 많으며 들깨묵이나 어문 肉粉, 肉骨粉과 비슷하여 곡류 粕類 다음의 Energy 飼料로서도 利用될 수 있을 것으로 생각된다.

(2) 活性 汚泥의 아미노산 組成

맥주공장 폐수에서 얻어지는 汚泥의 아미노산 組成은 Table 4에 나타낸 바와 같이 總 아미노산 含量이 乾物 基準로 47.42%로서 粗蛋白質 含量(47.70%)의 99%가 純아미노산 임을 알수 있다. 이는 Hoshino<sup>(9)</sup> 등의 各種 汚泥의 80~90%나 Goto<sup>(15)</sup>의 91.1%보다 훨씬 높은 결과이다.

또한 sludge의 아미노산 含量은 면실박, 채종박, 들

Table 4. Amino acid content of brewery's activated sludge (%)

Amino acid	Activate sludge		Activated sludge of last year <sup>(6)</sup>
	Air dried basis	DM basis	DM basis
Lysine	1.9275	2.1635	1.990
Histidine	0.7804	0.8760	0.633
Arginine	2.1109	2.3694	1.984
Tryptophan	1.4367	1.6126	—
Aspartic acid	4.8093	5.3982	3.900
Threonine	2.7494	3.0861	2.213
Serine	2.1922	2.4607	1.848
Glutamic acid	5.6758	6.3709	5.578
Proline	1.8270	2.0507	1.556
Glycine	2.6752	3.0028	2.536
Alanine	3.2631	3.6627	3.388
Valine	2.6153	2.9356	2.756
Methionine	1.3236	1.4857	1.046
Isoleucine	1.7043	1.9130	1.981
Leucine	3.4843	3.9110	3.536
Tyrosine	1.5804	1.7739	1.426
Phenylalanine	2.0883	2.3440	2.098
Total		47.4168	38.0500
Crude protein	42.50	47.70	54.94

깨묵과 참깨묵의 아미노산 含量보다 一般的으로 풍부하였고, 特히 必須아미노산 含量도 풍부하였다.

이러한 결과는 奇<sup>(5)</sup>等(1977)의 粗蛋白質中 總아미노산의 비율인 72.53%보다 27%나 높은 수치이다. 이는 작년도 汚泥의 경우 신선한 것을 사용하지 못하였고 또한 일기 관계로 신속히 건조하지 못한 결과로 腐化에 의한 차이로 추정 된다. 이는 crude protein 含量이 今年의 시료보다, 7% 가까이 높으나 總아미노산 含量은 9%정도 낮은 것으로 이러한 Amino態의 變소가 腐化에 의해 無機態 질소로 변한 때문인 것으로 생각된다. 그리고 本 汚泥에 含有되는 대부분의 amino 산의 含量이 Goto의 경우보다 높으며 특히 methionine 함량이 2배 이상인 점과 tryptophan의 경우 4배 이상 많은 것이 특징 이었다.

(3) 無機物

맥주공장 폐수 活性汚泥의 無機物 含量은 表 5에서 보는 바와 같이 P, Mg, Cu, Fe 등은 充分하나 그밖의 K, Na 등은 부족하며 특히 Ca는 p에 비해 상당히 부족하다. 이상의 분석 結果로 미루어 麥酒工場 廢水 活性汚泥는 蛋白質 및 에너지 補充劑로서는 效果가 클 것으로 생각되나 無機物은 다른 飼料資源으로 補充 하는

Table 5. Mineral content of brewery's activated sludge

Mineral	mg%/Ash	Mineral	mg%/Ash
Ca	112.9	Mn	10.3
P	228.0	Cu	179.3
Mg	73.5	Fe	137.3
K	33.8	Zn	14.2
Na	10.3	Ni	2.3

것이 좋을 것으로 생각된다.

2. 飼養 試驗

麥酒工場 廢水에서의 活性汚泥를 병아리 飼料에 大豆粕 대신 첨가하여 산란용 병아리에게 급여 하였을때 Table 6과 같은 結果를 얻었다. Table 6에 나타난 바와 같이 增體量은 sludge를 大豆粕 대신 9% 까지 병아리 사료에 첨가하였을 때에는 대조구(大豆粕 12%첨가)에 비하여 差異가 없었으나 12% 첨가 하였을 때에는 대조구에 비하여 增體量이 약간 떨어졌으며 sludge 6% 첨가가 增體量이 제일 높았으나 各處理區 間의 統計的인 有意性은 없었다. 飼料 攝取量은 sludge의 添加水準이 높아 질수록 相當히 ( $p < 0.05$ ) 높아졌는데 대조구와 3%區 間 3%, 6% 및 9%區 間, 6%, 9% 및 12%區 間은 사료 섭취량에 統計的인 有意性은 없었으며 sludge 12% 添加區가 他 處理區에 비하여 飼料 攝取量이 가장 높아 병아리 飼料에 sludge를 첨가 할수록 攝取量이 늘어나는 것을 알 수 있었다. 飼料要求率은 sludge의 添加水準이 높아 질수록 漸次的으로 높아졌으나 各 處理區 間에는 統計的인 有意性은 찾아 볼 수 없었다. 이러한 結果는 sludge의 添加水準이 증가할수록 供試動物의 飼料攝取量도 매우 증가한다는 Goto<sup>(15)</sup>等 (1974)과 Esvelt 等<sup>(16)</sup> (1976)의 報告와도 一致 한다. 汚泥 中에는 물론 毒性物質<sup>(13)</sup>이 含有될 경우

Table 6. Effect of the different levels of brewery's activated sludge on the performance of chicken

Item	Supplemental level of sludge (%)				
	0	3	6	9	12
Initial body wt.g	61	61	61	61	60
Final body wt.g	1039	1042	1055	1940	1034
Body gain.g	978	981	994	979	974
Feed intake.g	2689	2760 <sup>a, b</sup>	2838 <sup>b, c</sup>	2886 <sup>b, c</sup>	2934 <sup>c</sup>
Feed conversion	2.75	2.82	2.86	2.95	3.01

Significant difference at 5% level between different letters.

도 있으나 本試料의 경우 食品工場의 排水이므로 重金屬 등의 毒性의 위험<sup>(14, 15)</sup>은 없으며 生체 毒性 物質 등의 위험을 完全히 배제 할 수 없으나 外國에서 가축 사료 폐기물<sup>(17)</sup> poultry waste,<sup>(18)</sup> 糞<sup>(19)</sup> 등의 利用 그리고 活性 汚泥 처리 과정중 糞便 大腸菌<sup>(20)</sup> 감소의 結果와 實驗 結果를 고려하면 充分히 飼料<sup>(21)</sup>로 사용할 수 있으리라 생각된다.

3. 代謝 試驗

麥酒工場 廢水 活性汚泥를 병아리에게 표2와 같은 飼料을 급여하였을 때 營養素 利用率<sup>(22)</sup> (消化率)에 미치는 영향을 보면 表 7에 나타나 있는 바와 같이 固形物 利用率은 一般的으로 sludge의 添加水準이 높아질수록 약간씩 떨어지는 경향을 나타내며 대조구의 固形物 利用率이 가장 높고 sludge 添加區 中에서는 9%區가 다른 처리구에 비하여 固形物 利用率이 높았고 12%區가 가장 낮았다. 그러나 處理區 상호간에는 統計的인 유의성은 認定 할 수 없었다.

粗蛋白質 利用率은 sludge의 添加水準이 증가할수록 매우 ( $p < 0.01$ ) 떨어졌는데 대조구는 sludge 3%구와는 비슷했으나 기타 處理區 보다는 粗蛋白質 利用率이 매우 높았고 sludge 添加區에서는 3%區가 sludge 6% 9% 12%區에 비하여 粗蛋白質 利用率이 매우 높았다. 그러나 sludge 6%, 9%, 12%區 상호간에는 粗蛋白質 利用率에 큰 차이가 없었다. 한편 粗灰分 利用率도 粗蛋白質 利用率 처럼 sludge의 添加水準이 증가할수록 매우 ( $p < 0.05$ ) 감소되었는데 대조구는 sludge 3% 구의 粗灰分 利用率이 비슷했으나 기타 처리구 보다는 매우 높았다. 한편 sludge 添加區 間에는 灰分 利用率에 큰 차이가 없었다. NFE 利用率은 一般的으로 sludge의 添加水準이 증가할수록 약간 감소되는 경향이어서 대조구 및 sludge 6% 添加區가 NFE 利用率이 가장 높고 sludge 12% 添加區가 NFE 利用率이 가장 낮았다. 그러나 各 處理區間에 統計的인 有意性은 없었다.

Table 7. Digestibility of the different levels of brewery's activated sludge ration (%)

Item	Supplementation level of sludge %				
	0	3	6	9	12
DM %	73.1	70.7	68.1	72.9	67.2
C. protein	42.5	38.7	29.1	30.2	29.7
C. Ash	29.8	25.3	21.6	20.4	22.5
NFE	93.0	91.8	93.3	90.0	88.5

要 約

麥酒工場廢水 活性汚泥의 飼料的 價値를 究明하기 위하여 병아리 飼料에 活性汚泥를 3% 간격으로 12% 까지 添加하여 本試驗을 實施하였던 바 다음과 같은 結果를 얻었다.

1. 成分分析 試驗

① 活性汚泥의 粗蛋白質 含量은 42.50%였고 粗灰分은 15.69%였으며 ME 含量은 kg當 2060 kcal였다.

② 活性汚泥의 總아미노산 含量은 42.24%로서 粗蛋白質含量의 99%가 純아미노酸 이었고 特히 methionine 과 threonine이 많이 들어 있었다.

③ 活性汚泥의 無機物含量은 P,Mg, Cu, Fe等은 充分하나 Ca는 상당히 부족했다.

2. 飽養 試驗

① 병아리의 成長은 活性汚泥의 添加水準이 증가할 수록 감소되는 경향이였으나 各處理間에 統計的인 有意性은 없었다.

② 飼料攝取量은 活性汚泥의 添加水準이 증가할 수록 매우(p<0.05) 증가했다.

③ 飼料要求率은 活性汚泥의 添加水準이 증가할 수록 증가했으나 各處理間에 統計的인 有意性은 없었다.

3. 代謝試驗

① 固形物 利用率은 活性汚泥의 添加水準이 증가할 수록 감소되는 경향이였으나 各處理間에 統計的인 有意性은 없었다.

② 粗蛋白質 利用率은 活性汚泥의 添加水準이 증가할 수록 매우 (p<0.01) 감소되어 대조구 및 3%區가 6, 9, 12%區에 비하여 粗蛋白質利用率이 높았다.

③ 粗灰分 利用率은 活性汚泥의 添加水準이 증가할 수록 매우 (p<0.05) 감소되었다.

④ NFE 利用率은 活性汚泥의 添加水準이 증가할 수록 약간 감소되는 경향이였으나 各處理區間에 統計的인 有意性은 없었다.

따라서 本試驗에 의하면 麥酒工場廢水 活性汚泥를 병아리 飼料에 6~9%정도 添加할 수 있을 것 같다.

本 研究는 1978年 문교부 학술연구조성비에 依한 것이다.

文 獻

1) Ross, R. D.: *Industrial waste disposal*; Van Nast

Randren Hold press, 99~189 (1968)

2) 植村定治郎: 醱酵と微生物 Ⅱ, 朝倉書店 135-195 (1970)

3) 特會昭 46-18562 (日本)

4) 須藤降一外: 微生物の利用, 應用技術資料集 722-736 (1975)

5) 奇 守京, 朴 澤奎: 韓國食品科學會誌, 9, 291 (1977)

6) Heukelekian, H. Orford, H, E, and Manganelli, R; *Sewage and Industrial waste*, 23 (8), 934 (1951)

7) Dias, F. F. Bhat, J. V.; *Applied Microbiology* 12 (5), 412, (1964)

8) Horawa, I.: *J. water works and sewage* (Japan) 55, 189 (1950)

9) Hoshino, N., Matao, T. and Ono, H.: *J. Food Sci. and Technol.*, (Japan) 16 (2), 87 (1969)

10) Willam, H.: A.O.A.C. Ded, *Official method of Analysis*, 122 (1970)

11) Spies, J. R. and Chambers, D. C.; *Anal. Chem.*, 21, 1249 (1949)

12) 韓仁圭等 飼養管理렌드북, 韓國營養飼料研究會 419-458 (1978)

13) 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)

14) Smith, G.S. and Charlic, B.: *Abstracts of papers for presentation at the. 68th annual meeting of the American Society of Animal Science* (1976)

15) Goto, I., Masuda, Y. and Senuki, M.: *Sci. Bull. Fac. Agr. Kyushu.*, 28, 2, 115 (1974)

16) Firth, J. A. and Johnson, B. C.: *J. Agr. and Food Chem*, 3, 795 (1955)

17) Oltien, R. R. and Dinius, D. A.: *J. Animal science*, 43(1), 201 (1976)

18) Hinkson, R. S.: Varga' Jr. G., Daviea, C. K. and Grong, H. G.: *Abstracts of papers for presentation 67th annual meeting of the american society of animal science.* (1975)

19) William, L.B.: *Abstracts of papers for presentation 67th. Annual meeting of the ameerican society of animal science.* (1975)

20) Howe, R. H. L.: *Process Biochem.*, 16. 1, 18 (1976).

21) National Research Council: *Nutrient Requirement of Poultry*, Sixth revised edition, National Academy of Science, Washington. D.C. 15: 34 (1971)

22. 한 인규, 최 성식, 이 영철: 가축 영양학, 문운당. 227~231 (1975)