

MS미생물복합군에 의한 음식폐기물의 양돈사료화를 위한 적정처리공정*

이정채¹⁾ · 정우진 · 임계택^{1)*} · 김태환

¹⁾전남대학교 생물공학연구소 생물방어물질그룹 · 전남대학교 농과대학 동물자원학과

Processing and Fermentation of Food Wastes with MS Microorganism Complex for Swine Feeds

Jeong-Chae Lee¹⁾, Woo-Jin Jung, Kye-Taek Lim^{1)*} and Tae-Hwan Kim (^{1) Biodefensive Substances Group, Institute of Biotechnology, Chonnam National University, Kwangju, 300 Youngbong-Dong, 500-757, Korea Department of Animal resource, Chonnam National University, Kwangju, 300 Youngbong-Dong, 500-757, Korea E-mail : ktlim@chonnam.ac.kr})

ABSTRACT : In order to investigate the proper processing of food wastes with miraculous soil-microorganisms (MS) for final use of swine feeds, calory, amino acid and fatty acid in food wastes were determined in relation with fermentation process with MS microorganism complex. Aflatoxin test was also performed to check safety of the fermented food wastes. Calory of food wastes was determined in average $7.60 \text{ Kcal} \cdot \text{g}^{-1}$ D.W. In finally processed food wastes, total content of amino acid was $93.0 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ D.W., showing 18.5% of increase by the anaerobic fermentation. Essential and non-essential amino acids were measured at respectively 34.43 and $58.56 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ D.W. Leucine, phenylalanine, isoleucine and threonine of essential amino acids and proline and glutamic acid of non-essential amino acids were highly composed as compared to others. The composition of fatty acid in food wastes was also increased by anaerobic fermentation for 3 weeks. Palmitic acid, oleic acid and palmitoleic acid were more important in quantity. Present results indicate that food wastes properly processed with MS have enough calory and are safe from aflatoxin, and that anaerobic fermentation with MS microorganism in an efficient process for hydrolyzing protein and lipids in food wastes.

Key words : Food wastes, Miraculous soil-bacteria, Calory, Aflatoxin, Fatty acid, Amino acid

서 론

오늘날 세계적인 추세로서 모든 생산제반구조의 상황은 자연환경친화적 산업으로의 기술도입과 개발이 체계적으로 자리잡아가고 있지만 우리나라의 경우 경제고도화 추구에 몰두한 나머지 공업적, 농업적 생산활동으로부터는 물론 각종 생활오폐수로부터 환경오염방지를 위한 대책은 너무나 미흡한 실정이었다. 그 중에서도 음식폐기물은 그 배출량이 98년기준 11,618/톤으로 수분함량이 높아 소각에 의한 처리가 용이하지 않고, 방치나 토양매립 시 발생되는 악취, 병원균의 전파, 침출수에 의한 지하수 오염, 호수 및 수자원의 부영양화 등의 커다란 문제를 야기시키고 있다^{1,2,3)}.

환경처의 조사결과를 근거로 할 때 분리수거 등 전반적인 국민의식개선으로 생활폐기물의 발생은 다소 감소추이에 있으나 음식폐기물의 대부분을 차지하는 채소류, 육류 및 어패류의 발생량은 아직도 많이 발생되고 있는 실정이다^{4,5)}. 최근들어 이러한 음식물 쓰레기 중 일부는 축산업자들에 의해 양돈사료로서, 그리고

몇몇 연구기관과 산업체에서 퇴비화로서 재활용되기도 했으나^{6,7)} 처리 및 재활용에 따른 제반 기술수준이 미비하여 안전성과 효율성에 대한 많은 문제점들이 제기되고 있는 실정이다. 뿐만 아니라 음식폐기물의 재활용율이 21.3% (98년기준)에 그치고 있어 대부분이 매립되거나 방치상태로 있기 때문에 환경오염 및 처리에 따른 경제적 손실이 야기되고 있어 이에 대한 문제해결이 시급한 때이다.

식품폐기물을 사료화하는데 가장 큰 문제는 음식폐기물의 수분 함량 및 염분농도가 매우 높다는 것이다. 따라서 가축의 사료로서 이용되기 위해 수분함량을 줄이고 염분함량을 조절하고 가축의 기호성을 고려하여 사료의 영양적 균형을 맞추기 위해 적절한 처리와 가공기술이 중요하다. 또한 식품 폐기물에는 단백질, 지방, 전분질 공급원 및 각종 필수아미노산과 미지의 성장인자 같은 가축의 사료로서 이용가치가 높은 주요 영양소가 다량 함유되어 있을 것으로 보여져 사료화에 의한 재활용은 우리나라의 경제적, 산업적 측면에서도 중요하다고 보여진다⁸⁾.

또한 진정한 의미의 음식폐기물의 사료자원화는 폐기물처리

차원에서 벗어나 효율적이고 집약적인 생물공학적 테크닉의 도입으로 고품질, 고기능성의 상품개발의 개념을 포함해야 될 것이다. 즉 생물학적 분해에 의한 안정적인 처리공정과 사료영양소가 균형있게 공급될 수 있는 과학적이고 체계적인 사료화 공정 확립이 중요하다고 보여진다^[9,10].

따라서 본 연구실에서는 '98년도부터 농림부의 지원에 의해 음식폐기물의 양돈사료자원화에 대한 연구의 일환으로 성상과 조성분 및 광물질 분석을 실시한 결과, 양돈사료로서 충분한 영양성분을 함유하고 있으며, 적절한 발효공정을 통하여 사료로서의 합당한 성상으로 전환할 수 있었다. 유해 중금속은 함유되어 있지 않거나, 배합사료내 허용치보다 훨씬 낮은 수준으로 함유되어 있어 그 안전성을 확인할 수 있었다^[11].

음식폐기물의 보다 과학적이고 효율적인 이용을 위해선 사료성상 및 조성분함량 뿐만 아니라 필수 영양소의 과부족을 파악하여 기존 사료의 대체율 또는 침가율을 설정하고, 음식폐기물의 효율적 발효처리, 기술공정의 체계화를 위한 기초자료의 확보가 요구된다.

따라서, 본 연구에서는 한국 MS균 연구소에서 분양받은 MS균(Miraculous soil-microorganisms)에 의한 음식폐기물의 발효처리공정에 따른 열량 및 아미노산과 지방산의 구성 및 함량과 유해물질로서 아플라톡신의 잔존여부를 분석하여 음식폐기물의 양돈사료자원으로서의 가치를 평가하고자 한다.

재료 및 방법

시약

Thorium nitrate, HCl, HClO₄, NaOH, SiO₂, K₃PO₄, KI, Na₂CO₃, Al₂O₃, Caprilalcohol, Nitric acid 등은 Aldrich사로부터 구입하였으며, TLC plate는 Merck사로부터 그리고 Amino acids와 Fatty acids standard는 Sigma사로부터 구입하였다. Miraculous soil-bacteria(MS균)는 한국 MS균 연구소로부터 분양받았으며, aflatoxin은 식품의약품 안정청에서 개인적으로 얻었다. 그 외의 시약은 높은 순도를 가진 것을 사용하였다.

공시재료

본 연구에 사용된 음식폐기물은 광주광역시 광산구 음식쓰레기 처리 집하장에서 수집되었으며, MS균에 의한 실험실 차원의 발효공정을 통해 얻어진 음식폐기물들은 각 분석을 위한 시료로서 준비하였다.

MS균의 처리와 속성발효

MS균 발효과정은 3단계로 구분되어 실시되었는데, MS균에 의한 1차 저온발효는 수집된 음식폐기물에 소량의 MS균을 살포하고 그물망 탈수 및 이물질을 선별한 후 음식폐기물 100 kg당 1 L의 MS균을 첨가하여 40℃에서 12시간 저온발효 시켰다. 2차

혐기숙성발효는 쌀겨 10%(W/W)와 어분 5%(W/W)를 1차 발효가 끝난 음식폐기물에 각각 혼합하여 수분을 조절한 다음 40℃에서 5시간 동안 교반시킨 후 3주간 혐기발효를 시켰다. 3주 동안 혐기숙성발효된 시료의 보관성과 다른 사료원과의 혼합을 용이하게 하기 위해 80℃에서 12시간 건조시킨 다음 분쇄하였다.

아플라톡신 분석

Aflatoxin의 정성분석은 Anonymous(1972)의 방법^[12]에 따라 준비된 분말시료 100 g을 300 mL의 70% (v/v) methanol로 추출한 다음 진공 여과시켰다. Separatory funnel에 100 mL의 여과액과 30 mL의 benzene를 넣고 잘 혼든 후 200 mL의 중류수를 첨가하여 정치시킨 후 aflatoxin이 녹아있는 상층액을 건조시켰다. 이 때 aflatoxin의 순수한 정제를 위해 건조된 10 g의 시료를 50 mL의 용액(10 g의 sodium sulfate와 5g의 green basic cupric carbonate)에 용해시켜 여과한 후 건조하여 -20 ℃에서 저장하였다. 건조된 시료를 0.5 mL의 benzene에 넣어 용해시켜 50 μL씩 filter paper(whatman No. 4)에 포말하여 건조시킨 후 UV light 하에서 푸른 형광색의 발현정도를 대조구와 비교하여 aflatoxin의 유무를 판정하였다. 또한 각각의 시료 100 g에서 얻어진 추출물을 0.5 mL의 benzene에 녹여 각각 25 μL 및 50 μL씩 TLC plate에 떨어뜨린 후 건조 시켜 대조구와 비교 분석 하였다. 이 때 대조구는 각각 10, 20, 40, 60, 80 및 100 ppm의 아플라톡신을 50 μL의 benzene에 용해시켜 UV light 하에서 각 농도에 대한 형광 발색되는 직경의 크기를 기준으로 하였으며, 시료의 그것과 비교 측정하여 시료내 아플라톡신 함유정도를 평가하였다.

열량측정

MS균에 의한 발효과정에 따른 음식폐기물의 에너지값을 평가하고자 calorimeter (PARP Instrument Company, INC Moline, Illinois, USA)를 이용하여 ANSI/ASTM 방법에 의해 열량을 측정하였다^[13]. Calorimeter의 에너지상수는 °C 마다 2,514를 적용하였고, E₃에 대한 fuse wire 상수는 2.3으로 계산하였으며 식(1)과 같다.

$$H_k = \frac{(T_a - T_b)W - E_1 - E_2 - E_3}{m} \quad (1)$$

T_a = temperature at time of firing

T_b = final maximum temperature

W = energy equivalent of calorimeter in calories per degree Celsius (centigrade) (=2,514)

E₁ = correction in calories for heat of formation of nitric acid

E₂ = correction in calories for heat of formation of sulfuric acid

E₃ = correction in calories for heat of combustion of fuse wire
(2.3 X z cm)

아미노산 조성 분석

MS균에 의해 발효된 음식 폐기물의 아미노산 구성 및 함량을 분석하기 위해 2차 협기숙성발효시킨 시료와 건조 및 분쇄를 거친 시료를 각각 질소충전하에서 110°C에서 24시간 동안 6N HCl로 산 기수분해를 시켰다. 기수분해된 용액을 Vacuum evaporation한 후 Sodium citrate buffer (pH 2.2) 용액으로 희석하여 아미노산 자동분석기 (Pharmacia)로 분석하였다. 이 때 사용된 표준아미노산(Sigma)은 cyteine(5 nM)을 제외한 다른 아미노산은 10 nM로 하여 40 μL를 loading 하였다. 시료내 각 아미노산의 농도는 표준아미노산의 적분면적에 대비하여 아래의 식(2)와 같이 계산하였다^[4,15].

$$\text{Concentration of Amino acids} = A \times C \times \text{M.W.} \times B / 1,000,000 \quad (2)$$

(mg · g⁻¹, D.M.)

A = ratio of area (sample area/standard area)

B = ratio of dilution [1,000/x (mg)] × [y(mL)/z(mL)]

x = weight of sample

y = sodium citrate

z = volume of loading

C = Concentration of amino acid

지방산 분석

지방산 분석은 Firestone 방법^[16]에 따라 1차 저온발효 및 2차 협기숙성발효된 시료내 지방산을 methylation한 후 가스크로마토그라프(Varian, Star 3400 CX, USA)로, column은 Carbowax (Stabilwax-DA) analytical capillary column을 사용하여 칼럼 온도 180°C, 주입온도 220°C, 검출기온도 250°C에서 FID detector로 분석하였다. 결과는 각 peak의 면적을 standard와 비교분석하여 건물 g당 mg으로 나타내었다.

결과 및 고찰

MS균에 의해 발효된 음식폐기물내 아플라톡신 유무 분석

MS균 첨가 후 발효과정에 따른 음식폐기물내 아플라톡신의 잔존유무를 분석한 결과는 Table 1에 나타낸 바와 같다.

정성분석 결과 MS균 첨가 후 각 발효과정의 모든 시료에 아플라톡신은 함유되지 않은 것으로 나타났으며, 아플라톡신 표준용액과 비교한 대략적인 정량분석에 있어서도 대조구는 각 포말농도(10 ~ 100 ppm in 50 μL benzene)에 따라 TLC plate내 형광 발색되는 지름의 크기가 0.1 cm에서 0.7 cm 까지 아플라톡신의 농도에 따라 비율적으로 나타났으나, MS 처리 후 발효된 모든 시료에서는 아플라톡신에 의한 형광은 전혀 발견되지 않았다 (Table 1). 따라서 본 실험결과를 볼 때 MS균 처리를 통해 발효 건조된 음식폐기물에는 아플라톡신이 함유되어 있지 않는 것으로 판정된다.

Table 1. Detection of aflatoxin in food wastes after serial process with MS microorganisms

Concentration of aflatoxin (ppm)	Color Size (cm)	Diameter of blue color through fluorescence on TLC plate (cm)		
		Fermentation at low temperature*	Anaerobic fermentation**	Drying and grinding after anaerobic fermentation
0	0	X	X	X
10	0.1	X	X	X
20	0.15	X	X	X
40	0.3	X	X	X
60	0.4	X	X	X
80	0.5	X	X	X
100	0.7	X	X	X

X denotes non-detection of aflatoxin(B family)

* : Fermentation with 1%(w/v) MS at 40°C for 12 hrs.

** : Anaerobic fermentation for 3 weeks after mixing with 10% rice bran and 5% fish meal.

MS균에 의해 발효된 음식 폐기물의 열량분석

MS균에 의한 음식폐기물 발효과정에 열량을 측정한 결과는 Table 2와 같다. MS균에 의한 발효과정 중 채취한 시료의 수분함량을 고려하여 열량을 측정했을 때 (F.W base), 1차 저온발효, 2차 협기숙성발효 및 최종 건조 분쇄의 열량은 각각 2.554, 4.015 및 6.715 kcal · g⁻¹으로 발효과정 중 시료가 포함하고 있는 수분함량에 따라 열량에 있어 큰 차이를 보였으나, 80°C에서 재건조하여 준비된 시료의 열량은 각각 7.096, 7.179 및 7.599 kcal · g⁻¹. D.M으로 MS균에 의한 발효과정 동안 열량 손실이 거의 일어나지 않을 것을 알 수 있었다 (Table 2). 생체중 10 kg에서 100 kg까지의 육성돈의 가소화에너지 요구량이 급여 사료 kg 당 3,300에서 3,500 Kcal^[17] 정도임을 고려할 때 MS균에 의해 발효처리된 음식폐기물은 양돈사료의 열량 공급원으로서 충분하다고 판단되었다.

Table 2. Calory determination of food wastes after serial fermentation with MS microorganisms.

Calory (Kcal · g ⁻¹)	Process of fermentation	Fermentation at low temperature	Anaerobic fermentation	Drying and grinding after anaerobic fermentation
Fresh base		2.554	4.016	6.725
Dry base		7.096	7.179	7.599

Table 3. Amino acid composition of food wastes as affected by the methods of fermentation and processing.

Amino acids	Process of fermentation	Fermentation with low temperature (mg · g ⁻¹ D.W)	Anaerobic fermentation ^{**} (mg · g ⁻¹ D.W)	Dry and grinding after anaerobic fermentation (mg · g ⁻¹ D.W)
Essential A.A(EAA)				
Threonine		4.041	4.427	4.487
Valine		2.103	4.017	4.117
Methionine		2.949	2.894	2.990
Isoleucine		4.087	4.688	4.487
Leucine		6.048	6.256	6.148
Phenylalanine		4.949	6.402	6.487
Lysine		2.852	5.642	5.712
Total		27.029	34.326	34.428
Non-essential A.A (NEAA)				
Cystine		1.770	2.893	2.799
Arginine		4.278	7.426	7.510
Histidine		2.628	3.344	3.332
Aspartic acid		5.825	5.987	6.012
Serine		3.914	3.993	3.998
Glutamic acid		9.261	9.582	9.604
Proline		9.494	10.305	10.294
Glycine		3.732	4.616	4.559
Alanine		4.338	5.439	5.443
Tyrosine		3.667	4.827	5.010
Total		48.907	58.412	58.561
EAA/NEAA		0.553	0.587	0.588
Total-AA		75.936	92.738	92.989
NH ₃		0.821	0.823	0.822

* : Fermentation with 1%(w/v) MS at 40°C for 12 hrs.

** : Anaerobic fermentation for 3 weeks after mixing with 10% rice bran and 5% fish meal.

아미노산 조성

MS균에 의해 발효된 음식 폐기물의 아미노산 구성 및 함량을 분석한 결과는 Table 3과 같다. 아미노산의 구성비율에 있어서 MS균 발효과정에 따른 차이점이 나타나지 않았으며, glutamic acid, glycine 및 alanine은 각각 총 구성아미노산의 약 10% 정도로 가장 높은 비율로 함유되어 있었고, leucine, phenylalanine, aspartic acid, serine 및 arginine 등의 구성비율이 다음으로 높았으며 다른 아미노산은 5%미만으로 구성되어 있었다.

필수아미노산 구성으로서는 탈수 후 40°C에서 저온 발효만 시켰을 때(1차 저온발효)는 필수아미노산중에서 leucine이 6.05 mg · g⁻¹ D.M으로 가장 높았으며 다른 필수 아미노산의 함량은 2 ~ 5 mg · g⁻¹ D.M의 범위로 다소 낮거나 유사하였다. 그러나 쌀

겨(10%)와 어분 (5%)을 혼합한 후 MS균을 투입하여 혼기조건에서 2차 숙성발효 시켰을 때(2차 혼기숙성발효)는 필수아미노산중 valine, leucine, phenylalanine 및 lysine 등의 함량이 증가하였다. 2차 혼기발효 후 건조 분쇄된 시료에서도 비슷한 경향을 보여주었다. 한편 필수아미노산의 총 함량은 1차 저온발효 후 27.03 mg/g D.M에서 2차 혼기숙성 발효 후에는 34.33 mg/g D.M으로 증가하여 쌀겨와 어분의 첨가 후 혼기숙성발효과정을 통해 약 21.3%의 필수아미노산이 증가되었음을 알 수 있었다.

비필수아미노산의 경우에 있어서는 cystine이 가장 낮은 수준인 반면, glutamic acid와 proline이 각각 9 ~ 10 mg · g⁻¹ D.M으로 가장 높은 함량이었다. 비필수아미노산 역시 1차 저온발효의 시료에 비해 쌀겨와 어분을 혼합하여 혼기 숙성 발효시켰을 때 그 함량이 상대적으로 증가하였다. 특히 cystein, arginine, proline, alanine 및 tyrosine에서 증가가 뚜렷하였다. 그리고 비필수아미노산의 총 함량은 1차 저온 발효 후 48.91 mg · g⁻¹ D.M에서 2차 혼기숙성 발효 후에는 58.41 mg · g⁻¹ D.M으로 증가하여 쌀겨와 어분의 첨가 후 혼기숙성발효과정을 통해 약 16.3%의 비필수아미노산이 증가되었음을 보여주었다. 아마도 이러한 결과는 혼기적 조건하에서 MS균에 의한 단백질의 가수분해가 더욱 활발하게 일어나기 때문인 것으로 추론된다⁷⁾.

한편 MS균에 의한 발효과정에 따른 필수아미노산과 비필수아미노산의 비율 및 암모니아 농도에는 큰 변화가 없었다. 이러한 결과는 1차 저온발효나 2차 혼기숙성발효과정은 구성 아미노산의 농도에는 영향을 미치지 않으나 위에서 언급 한 바와 같이 MS균에 의한 2차 혼기숙성발효과정은 음식폐기물내의 단백질의 가수분해를 촉진시키는데 매우 중요한 의미가 있는 공정단계인 것으로 사료된다.

지방산조성

MS균에 의한 음식폐기물의 발효과정에 따른 지방산 조성을 분석한 결과는 Table 4에 나타낸 바와 같다. 지방산의 총 함량에 대한 각종 지방산의 구성비율은 MS균에 의한 1차 저온 발효나 2차 혼기발효에 따른 차이를 나타내지 않았다. Palmitic acid의 비율이 평균 25.6%로 가장 높았고, oleic acid (20.5%), palmitoleic acid (12.0%) 순으로 높았다. 포화지방산의 비율은 총 함량은 1차 발효 시료의 경우 34.9%에서 2차 혼기발효 후에는 37.4% 약간 증가하였으나 불포화 지방산의 비율은 혼기발효 후 약 2.4% 감소하였다. 1차 저온발효 후 총 지방산 함량은 30.93 mg/g D.M에서 2차 혼기발효 후에는 54.00 mg · g⁻¹ D.M으로 증가하였다. 이러한 2차 혼기발효에 따른 함량의 증가는 특히 palmitic acid, palmitoleic acid 및 oleic acid에서 뚜렷하였다.

이상의 결과들은 MS균에 의해 음식폐기물을 발효처리하였을 때 양돈사료원으로서 아플라톡신의 유해성으로부터 안전하며, MS균에 2차 혼기발효과정은 단백질 및 지방의 가수분해 촉진에 효율적인 처리공정임을 잘 보여준다.

Table 4. Fatty acid composition of food wastes as affected by the methods of fermentation and processing.

Fatty acid	Process of fermentation	Fermentation with low temperature (40°C)		Anaerobic fermentation (mg · g ⁻¹ D.W)
		%	(mg · g ⁻¹ D.W)	
C14:0		5.85	1.81	5.42
C15:0		0.86	0.33	0.92
C16:0		24.37	7.52	26.89
C16:1		10.63	3.33	13.34
C18:0		3.83	1.21	4.12
C18:1		19.64	6.01	21.27
C18:2 ω6		1.46	0.52	1.31
C20:1		1.45	0.41	1.22
C20:2 ω6		2.44	0.80	1.34
C20:4 ω6		1.13	0.33	1.05
C20:5 ω3		6.78	2.10	5.17
C22:5 ω3		1.46	0.43	1.03
C22:6 ω3		9.99	3.03	6.80
Unknown		10.12	3.10	10.11
Total		100	30.93	100
Saturated		34.91	10.70	37.35
Unsaturated		54.97	16.83	52.54
				54.00

요 약

토양미생물군인 Miraculous soil-Microorganisms (MS군) 제제를 음식폐기물에 처리 후 발효공정에 따른 아플라톡신의 잔존 유무 분석, 열량, 아미노산 및 지방산 조성분석을 통해 양돈사료화를 위한 효율적 처리방법에 대한 자료를 얻고자 실시하였다. 음식폐기물의 MS군 발효 후 calorimeter를 이용한 열량측정 결과 건물 1g당 평균 7.599 Kcal D.M 정도의 높은 열량을 가지는 것으로 나타났으며, MS군 첨가 후 각 발효공정의 모든 시료에서 아플라톡신은 검출되지 않았다. 음식폐기물내 총 아미노산의 함량은 쌀겨 (10%) 및 어분 (5%) 첨가 후 MS군에 의한 3주간 혼기발효 하였을 때 92.99 mg · g⁻¹으로 저온 발효 후 보다 약 18.5%의 아미노산 함량이 증가되었다. MS군에 의한 최종 발효 후 필수아미노산 함량은 34.43 mg · g⁻¹ D.M 이었으며, leucine, phenylalanine, isoleucine 및 threonine이 높은 구성비율을 보였다. 비필수아미노산 함량은 58.66 mg · g⁻¹ D.M이었고 proline과 glutamic acid의 함량이 상대적으로 높았다. 지방산 조성에 있어서는 palmitic acid, oleic acid 및 palmitoleic acid의 함량이 상대적으로 높았으며, 지방산 함량 역시 혼기숙성 발효에 의해 증가되었다. 이상의 결과들은 음식폐기물을 MS군에 의해 발효처리하였을 때 양돈사료로서의 충분한 열량을 함유하고 있으며, 아플라톡신으로부터 안전함을 보여주며, MS군에 의한 혼기발효를 통해 음식폐기물내 단백질 및 지방의 가수분해를 촉진시킬 수 있음을 잘 보여주었다.

감사의 글

이 논문은 1998년도 농림부 농림기술개발 연구비에 의해 수행되었음.

참 고 문 헌

- Hong, S.C. (1997) Biological treatment of leachate from municipal refuse landfill. *J. Korea Solid Wastes Engineering Society*. 14:822-831.
- Symposium for recycling of food waste (1996) The Environmental Daily News Press. Seoul, Korea. pp. 34-38.
- Koh, S.C., Y.C. Song, and I.S. Kim (1997) Efficient treatment of food wastes by EM(Effective Microorganism) and their recycling. *J. Korea Solid Wastes Engineering Society*. 14:729-740.
- '96 Statistical investigation of whole wastes in Korea (1997) The Military of Environment Press. Seoul, Korea.
- '98 Major operation situation (1998) A Seoul Environment Government Official Press. Seoul, Korea.
- Park, K.Y. (1998) Problem and utility of food wastes. Green Suncheon 21 Press. Suncheon, Korea. pp 20-34.
- Kim, M.S. (1998) Miraculous soil-bacteria (MS). Institute of MS, Press, Changsung, Korea. pp. 4-13.
- Jung, J. C. (1996) Treatment of waste. Sinkwang Ltd. Co. Press, Seoul, Korea. pp. 19-45.
- Recycling of food wastes (1998) The Monthly Waste News. pp. 39.
- Westendor, M.L. Z.C. Dong, and P.A. Schoknecht (1998) Recycled cafeteria food waste as a feed for swine: Nutrient content, digestibility, growth and meat quality. *J. Ani. Sci.* 76:2976-2983.
- Report on development of high functional agriculture bio-substances by fermentation of food waste with a soil-bacteria mixture (1999) Agricultural Technique Development Research Center Press, Chonnam National University, Korea.
- A.O.A.C. (1995) Aflatoxins in food and feeds. In *AOAC Official Methods of Analysis*. 16th ed. Vol. 2, Chapter 49, p5-6.
- ANSI/ASTM method D 1242. (1972) pp. 8 - 20.
- Mang, W.J., K.R. Youn, H. T. Shin, and D. J. Kim (1987) Feed Analysis Experiment. Sunjin Ltd. Co., Press. pp. 126-154, 259-301.
- Analytical methods of standard feed component. (1996) Institute of Animal Science Technique Press, Chonnam

- National University, Korea, pp. 1-20.
16. Firestone D., and W. Horwitz (1979) IUPAC gas chromatographic method for determination of fatty acid composition. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* 62 : 709.
17. NRC Feeding Standard (1978) Nutrient Requirements of swine, pp. 1-56.