

살균·숙성된 남은 음식물의 공정별 미생물 분포 및 Pepsin과 *In vitro* 소화율 평가

백용현·지경수·곽완섭

건국대학교 자연과학대학 생명자원환경과학부 축산학전공

Changes of the Microbial Population and Determination of Pepsin and *In vitro* Digestibilities of Pasteurized and Cured Food Wastes

Y. H. Baik, K. S. Ji and W. S. Kwak

Animal Science, School of Life Resource and Environmental Science, College of Natural Sciences, Konkuk University, Danwol-dong 322, Chung-Ju, Chung-Buk, Korea 380-701

Summary

This study was conducted to evaluate changes of microbial population, pepsin digestibility of protein and *in vitro* digestibility of nutrients of food waste mixture pasteurized and cured using a rotary drum system. A pasteurization process (30 min at 80°C) tended to decrease microbial populations and eliminated ($P<0.05$) molds in food waste mixture. The subsequent curing process increased ($P<0.05$) lactic acid bacteria counts which were reduced by the heated pasteurization process. The heated pasteurization process decreased ($P<0.05$) pepsin digestibility of protein in food waste mixture. *In vitro* digestibilities of dry matter and organic matter were high in the order of bakery by-product, wheat bran, food waste (=barley bran). These results indicate that food waste mixture pasteurized and cured using a semi-dehydration rotary drum system may be an effective animal feed resource.

(Key words : Food waste, By-product, Microbial population, Feed)

서 론

남은 음식물의 사료화는 벌써 오래 전부터 현장 양돈가들에 의해서 행해져 오는 방법이

있었으나, 최근에 대량으로 배출되는 남은 음식물의 처리 문제가 환경적으로 심각한 사회 문제로 대두되자 이의 효과적인 재활용 방법, 특히 사료화 방법에 대한 과학적 연구

본 연구는 2001년도 환경부의 환경기술개발사업의 연구비 지원에 의해 수행되었음.

Corresponding Author: Kwak, W. S., School of Life Resources and Environmental Sciences, College of Natural Sciences, Konkuk University, Chung-Ju, Chung-Buk, 380-701, Korea
Tel : +82-043-840-3521, Fax : +82-043-851-8675, E-mail : wsk@kku.ac.kr

의 필요성이 다시금 높아지게 되었다. 남은 음식물 사료 제조에 관한 기계, 설비 등에 대한 하드웨어적 개발은 주로 관련 환경업체와 환경 또는 기계 공학자들에 의해 상당히 진행되어져 왔으며, 이에 발맞추어 제조된 사료의 효과적인 급여 체계 등의 사양 프로그램의 개발은 남은 음식물 사료화 기술의 성공적인 현장 적용과 폭넓은 보급을 위해서 필수적으로 요구되어지고 있다.

남은 음식물의 사료화를 위해서는 사전에 병원성 미생물의 전파에 의한 질병 예방을 위해서 반드시 열처리를 하여야 한다. 우리나라에서는 유해사료의 범위와 기준(농림부 고시 제 2001-61호, 2001. 10. 5)에 의해 남은 음식물은 100℃에서 30분 이상 가열 처리하여야 하며, 돼지 사료로 사용할 경우에는 80℃(심부온도 기준)에서 30분 이상 가열 처리하도록 규정하고 있다. 미국은 Swine Health Protection Act에서 양돈 사료화 시 100℃에서 30분 이상 가열하도록 규정하고 있다(U.S. Congress, 1980). 이러한 열처리는 남은 음식물의 미생물 분포와 화학적 조성에 영향을 미칠 수 있을 것이다.

최근에 국내외적으로 남은 음식물의 화학적 특성에 대한 기초 연구들(Lipstenin, 1985; Westendorf, 1996; 이 등, 1998; 배, 1999; 정 등, 1999; 임 등, 2000; 김 등, 2001)이 활발히 행하여져 왔다. 그러나 발효 건조기를 이용한 경제적인 반건식 발효사료 제조 및 이의 효과적인 양돈 사료화 노력과 연구는 매우 미흡한 편이다.

따라서 본 연구는 남은 음식물에 수분흡수제 또는 영양 보충제로 유기성 부산물인 제과부산물, 밀기울, 맥강, 육계분 등을 혼합한 후 rotary drum 방식으로 반건식 살균처리 및 호기적 숙성 과정 별 혼합사료 내의 미생물 분포 및 사료단백질 pepsin 소화율과 *in vitro*

영양소 소화율을 측정하여 실제 동물 급여 시의 효능을 사전 예측하고자 실시하였다.

재료 및 방법

1. 남은 음식물 혼합사료 제조

현장 사료 제조 실험은 2002년 1월 22일~2002년 5월 3일까지 총 4회 걸쳐서 실시되었고, 실험 장소는 경기도 포천 소재 한손엔지니어링(주) 부설연구소에서 실시하였다. 1차 사료 제조 시행에서 이용된 남은 음식물은 서울시에 소재하는 횃집과 식당에서 수거하였고, 2, 3차 사료 제조시의 남은 음식물은 경기도 포천군 이동면에 소재하는 갈비식당에서 수거하였으며, 4차 시행은 서울시에 소재하는 식당에서 수거하였다. 여기에 제과부산물, 밀기울 또는 맥강, 육계분을 혼합하여 전체적인 혼합물의 함수율을 40~50% 정도로 맞추어 살균 및 숙성 처리 하였으며, 구체적인 사료 제조 공정 및 절차는 백 등(2005)이 기술한 바와 같다.

사료 제조는 수분 함량(혼합물의 개시 함수율을 50% 정도)과 육계분 영양소 요구량(NRC, 1998)을 고려하여 남은 음식물, 제과부산물, 육계분의 배합비를 설계하였으며 'Z'균(*Bacillus* sp. 주성분의 호기발효균, Deplus Engineering, Korea)을 총 무게의 0.04% 수준에서 첨가하였다. 이때 투입된 육계분은 수분조절제의 역할과 함께 광물질의 첨가제로 사용되었으며, 제과부산물은 육계분의 낮은 에너지 보충용 및 혼합사료의 수분조절제로 이용되었다.

시행별 혼합사료의 원료사료 배합비(wet 기준)는 시행 1에서는 남은 음식물 50%, 제과부산물 30%, 퇴적발효육계분 20%이었고, 시행 2에서는 남은 음식물 33%, 제과부산물

23%, 밀기울 23%, 퇴적발효육계분 21% 이었고, 시행 3에서는 남은 음식물 45%, 제과부산물 22.5%, 맥강 22.5%, 퇴적발효육계분 10% 였으며, 시행 4에서는 남은 음식물 45%, 제과부산물 25%, 밀기울 20%, 퇴적발효육계분 10% 이었다.

2. 공정 단계별 미생물 분포 실험

가. 시료 준비

남은 음식물 원료와 살균, 숙성 단계별 혼합사료의 미생물 분포를 관찰하기 위해 시료 채취는 2002년 1월 22일~2002년 5월 3일까지 총 4회에 걸쳐 채집하였다. 분석을 위하여 증류수 495 ml에 시료 5 g을 Homogenizer (DIAX 900, Heidolph, Germany)를 이용하여 분쇄한 후, 121℃, 1.5 기압에서 15분간 멸균한 증류수에 단계별로 희석하였다.

나. 미생물 생균수 분석

단계별로 희석된 희석액 0.1 ml을 취하여 정해진 배지에 삼각병으로 도말한 후 48시간 배양 후 colony의 수치를 측정하는 평판도말법을 사용하였다. 분석된 균별로 사용한 배지의 조성 및 배양 온도는 Table 1에 제시된 바와 같다. 이용된 배지는 효모(yeast)는 YM (Yeast-malt), *Bacillus* spp.는 NA(Nutrient agar), lactic acid bacteria는 MRS(Lactobacilli MRS agar), 사상균(molds)은 PDA(Potatodextrose agar) 이었다.

3. 사료단백질의 pepsin 소화율

단위가축 위에서의 단백질 소화율을 예측

하기 위하여 원료 사료와 발효 전, 발효 후, 발효·숙성 후 및 원료 사료의 pepsin 소화율을 AOAC(1990)의 방법에 따라 분석하였다. 남은 음식물, 밀기울, 맥강, 육계분, 제과부산물과 혼합사료의 *in vitro* 영양소 소화율 분석을 위하여 총 4차에 걸쳐 실시된 사료 제조 시마다 시료를 채취하였다.

4. *In vitro* 소화율 실험

가. 시료준비

시료를 105℃ dry oven에서 24시간 건조시키고, 각각의 원료를 Willey Mill(KNIFETEC 1095, Tecator, Sweden)에서 1 mm 크기로 분쇄하고, 이를 체(청계상공사, 한국)질을 통하여 0.5~1 mm 크기의 균일한 시료를 50 ml test tube에 각각 0.5g 씩 넣어 분석에 이용하였다.

나. McDougall's Buffer 용액 제조

McDougall's buffer method(1948)를 이용하여 용액을 제조하였으며, 그 Formula는 Table 2와 같다.

다. Rumen Inoculum

반추위액은 도축장(주식회사 meat mart-충주소재)으로부터 한우의 도축 직후 반추위로부터 약 20 kg 정도의 내용물을 보존병에 넣어 실험실로 운반하여 실험실에서 4겹의 gauze로 걸러내어, 반추위액을 분리하였다. 이 과정은 모두 39℃를 유지시킨 상태에서 이루어졌으며, 공기의 유입을 최대한 막기 위해 신속하게 이루어졌다. 주입통은 CO₂

Table 1. Composition of various media and culture conditions for isolation of microorganisms

Microorganism	Medium	g/L, ingredient	Culture condition
Molds	PDA	10, dextrose 5, peptone 1, KH ₂ PO ₄ 0.5, MgSO ₄ · 7H ₂ O 0.035, rose bengal 20, agar	실온, 48hr
<i>Bacillus</i> spp.	NA	3, beef extract 5, peptone 15, agar	37°C, 48hr
Lactic acid bacteria	MRS	10, peptone 10, beef extract 5, yeast extract 20, dextrose 1, polysorbate 2, ammonium citrate 5, sodium acetate 0.1, magnesium sulfate 0.05, manganese sulfate 2, dipotassium phosphate 15, agar	37°C, 48hr
Total bacteria	TPC	5, pancreatic digest of casein 2.5, yeast extract 1, dextrose 15, agar	37°C, 48hr
Yeast	YM	3, yeast extract 3, malt extract 5, peptone, 10 dextrose 20, agar	37°C, 48hr

gas로 충전시켜 공기의 유입을 방지하고, 39°C의 water bath(한국종합기기제작소, 한국)에서 온도를 유지시켰다. McDougall's buffer

solution과 rumen fluid는 4:1의 비율로 희석하여 McDougall-rumen fluid solution을 제조하였다.

Table 2. Composition of McDougall's buffer

Item	Quantity
NaHCO ₃ (g/L)	9.8
KCl (g/L)	0.57
CaCl ₂ (g/L)	0.04
NaHPO ₄ · 12H ₂ O (g/L)	9.3
NaCl (g/L)	0.47
MgSO ₄ · 7H ₂ O (g/L)	0.12
Distilled H ₂ O (L)	1

라. 배양

배양은 Tilley와 Terry(1963)의 방법과 신과 박(1980)의 방법을 혼용하여 실시하였다. Sample이 들어 있는 50 ml의 test tube에 희석한 McDougall-rumen fluid solution을 40 ml씩 주입하고, 유리관이 달린 고무마개를 빠지지 않도록 잘 막은 후 바로 shaking incubator(한국종합기계제작소, 한국)에 넣어 39℃에서 100 rpm으로 교반하면서 배양하였으며, 배양 시간은 0, 12, 24, 48시간 동안 실시하였고, 반복수는 3이었다. 그리고 0시간 시료는 바로 얼음 속에 넣어 반응을 정지시킨 후 분석에 이용하였다.

배양 진행 과정에서 주어진 시간대 별로 test tube를 shaking incubator에서 꺼내서 아이스박스에 담긴 얼음 속에 꽂아 배양을 정지시킨 후 polyester dacron bag으로 옮겨 담은 후 흐르는 수돗물을 이용하여 rumen fluid solution이 모두 씻겨나갈 때까지 24시간 동안 세척하였다. 그 후 65℃ dry oven에서 48시간 동안 건조시킨 후, 건물과 유기물 소화율을 계산하였다.

5. 통계처리

결과는 SAS package(1995) 상에서 General Linear Model Procedure를 이용하였고, 처리구 별 평균 간의 비교는 Tukey's multiple range test를 통해 실시하였다.

결과 및 고찰

1. 남은 음식물의 공정 단계별 미생물에 관한 연구

회전드럼 처리전의 남은 음식물에 있어서 yeast 6.7 log CFU/ml, bacillus spp. 6.9 log CFU/ml, lactic acid bacteria는 5.3 log CFU/ml 수준이었고, 곰팡이는 양성적으로 나타났다(Table 3). 회전드럼에서 80℃에서 30분간의 가열을 실시함으로써 yeast, bacillus spp., lactic acid bacteria 수는 유의성은 없었으나 (P>0.05) 감소하는 경향을 나타내었고, 곰팡이(mold)는 완전 사멸되었다. 호기적 숙성 과정을 거친 후에는 lactic acid bacteria 수는 다시 증가하는(P<0.05) 현상을 보였다. 이는 남은 음식물에 함유되어져 있는 유산균이 열에 대하여 endospore를 형성 하였거나 일부 사멸된 후 다시 발효를 통하여 증가된 것으로 사료되었다.

따라서 남은 음식물의 미생물 분포 변화는 열을 가함에 따라 전반적으로 줄어들었다가, 연이은 숙성 과정에서 특히 유산균은 다시 증식하는 현상을 보였다. 남은 음식물의 유산균 발효는 부패성 세균과 독성 세균의 성장을 저해하고 남은 음식물의 보존과 탈취를 향상시키는 것으로 보고된 바 있다(Wang 등, 2001).

Table 3. Change in microbial population(Log CFU/ml) according to the processing phases^{1), 2)}

Microorganism	Raw FW	Pasteurized FWM	Cured FWM	SE
Yeast	6.7	5.8	5.9	0.4
Bacillus spp.	6.9	6.6	6.7	0.3
Lactic acid bacteria	5.3 ^{ab}	4.8 ^b	5.8 ^a	0.3
Mold	4.2 ^a	0 ^b	0 ^b	0.1

¹⁾ Means of 3 observations.

²⁾ FW=food waste, ³ FWM=food waste mixture.

^{ab} Means with different superscripts in the same row are significantly different (P<0.05).

2. 원료 사료와 제조된 최종 사료에 대한 pepsin 소화율

각 사료원료의 pepsin 소화율은 남은 음식물 81.8%, 제과부산물 88.8%, 맥강 87.7%, 밀기울 90.1%, 퇴적발효육계분 76.7% 이었으며 (Table 미제시), 본 실험에서 이용된 제과부산물, 맥강, 밀기울과 비교해서 남은 음식물 단백질의 pepsin 소화율은 낮은 편이었다(P<0.05).

남은 음식물 혼합사료의 제조 공정별 단백질의 pepsin 소화율 변화는 Table 4에 제시되어 있다. 각 실험에 따른 제조 공정간 단

백질 소화율을 보면 1차 실험을 제외한 다른 실험들은 살균과 숙성과정을 거치면서 단백질의 소화율은 감소하였다(P<0.05). 이러한 원인은 회전드럼내의 80℃에서 30분간 가열에 의한 단백질의 열변성(heat denaturation) 때문인 것으로 사료되어진다. 단백질의 열변성은 일반적인 구조나 성질 면에서 용해성이 높은 단백질은 이용성을 하락시키고, 구조상으로 단단한 구조나 세포벽물질 등과 결합된 단백질은 열변성으로 단백질의 사료가치가 향상된다. 따라서 과도한 열처리나 부족한 열처리는 단백질의 사료가치를 결정하는 중요한 요인이다. 특히 갈변화 반응 과정에서

Table 4. Pepsin digestibilities (DM basis) of crude protein of feed ingredients and processed food waste mixtures^{1), 2)}

	Raw FW	Pasteurized FWM	Cured FWM	SE
Trial 1	81.1	79.6	80.0	0.6
Trial 2	84.8 ^a	81.2 ^b	78.4 ^b	1.0
Trial 3	86.6 ^a	85.1 ^{ab}	83.5 ^b	0.5
Trial 4	84.8 ^a	77.7 ^b	78.3 ^b	1.3

¹⁾ Means of 3 observations.

²⁾ FW=food waste; FWM=food waste mixture.

^{abc} Means with different superscripts in the same row are significantly different (P<0.05).

생성된 Amadori 구조와 lysine의 결합으로 인한 lysine의 이용성 저하, 기타 cystine, arginine, tryptophan, histidine 등의 복합체 구성이나 파괴 등은 단백질의 사료가치를 저해한다(Hurrell, 1990). 미국에서의 연구(Myer 등, 1999)에서도 남은 음식물의 장시간 건조 시 단백질의 pepsin 소화율은 현저히 감소한 것으로 보고한 바 있다.

호기적 숙성 과정은 살균 시와 비교해서 pepsin 소화율의 변화는 미미하였다($P>0.05$).

3. 사료 원료와 최종 혼합사료의 *In vitro* DM, OM 소화율

사료 원료의 *in vitro* 건물 소화율에 있어서 0시간 경과 시 밀기울의 소화율이 40.4% 수준으로 다른 시료에 비하여 가장 낮게 나타났으며($P<0.005$), 남은 음식물, 계분, 맥강은

유의적인 차이를 나타내지 않았다(Table 5). 그러나 배양 12시간이 경과하면서 밀기울의 소화율이 77.1% 수준으로 높게 나타났으며, 육계분의 소화율은 60.4%로 다른 원료에 비해 낮게 나타났다($P<0.05$). 24시간이 경과하면서 제과부산물의 소화율이 90.4% 수준으로 가장 높았으며($P<0.0005$), 48시간 경과시 제과부산물, 밀기울, 남은 음식물에 있어서는 24시간과 비슷한 경향을 나타내었다.

유기물의 *in vitro* 소화율은 0시간 경과에 있어서 남은 음식물의 소화율이 70.8% 수준으로 나타났으며, 12시간 경과 시 육계분에 있어서 소화율이 70.8% 수준으로 가장 낮게 나타났으며($P<0.0005$), 24시간 경과에서 제과부산물의 소화율이 94.3% 수준으로 나타났고, 지속적인 소화 현상은 48시간까지 계속 되어졌다($P<0.001$).

이러한 각 원료에 대한 소화율에서 전체적

Table 5. *In vitro* dry matter (DM) and organic matter (OM) digestibility of feedstuffs used in this experiment^{1), 2)}

Incubation time, hr	FW	DBL	BW	WB	BB	SE
 %					
DM digestibility						
0	56.6 ^{ab}	52.4 ^{ab}	50.9 ^b	40.4 ^c	62.1 ^a	3.1
12	70.3 ^a	60.4 ^b	72.0 ^a	77.1 ^a	68.2 ^{ab}	2.8
24	74.0 ^a	72.3 ^a	90.4 ^b	82.9 ^c	75.5 ^{bc}	2.4
48	72.8 ^{ab}	70.1 ^b	89.8 ^c	83.3 ^{ac}	74.8 ^{ab}	3.3
OM digestibility						
0	70.8 ^a	62.5 ^{bc}	61.3 ^{bc}	54.8 ^c	68.9 ^{ab}	2.5
12	80.3 ^a	70.8 ^b	80.3 ^b	83.2 ^a	83.7 ^a	1.2
24	84.9 ^a	82.2 ^a	94.3 ^b	89.8 ^c	81.8 ^a	1.2
48	84.1 ^{ab}	82.1 ^b	93.9 ^c	88.1 ^a	81.1 ^b	1.7

¹⁾ Means of 3 observations.

²⁾ FW=Food waste, DBL=deepstacked broiler litter, BW=bakery waste, WB=wheat bran, BB=barley bran.

^{ab,c} Means with different superscripts in the same row are significantly different ($P<0.05$).

Table 6. *In vitro* dry matter (DM) and organic matter (OM) digestibility of pasteurized and cured food waste mixtures for each trial¹⁾

Incubation time, hr	Trial				SE
	1	2	3	4	
 %				
DM digestibility					
0	64.4 ^a	45.8 ^b	52.3 ^c	57.5 ^d	0.7
12	80.9 ^a	68.6 ^b	68.4 ^b	77.6 ^c	0.9
24	86.5 ^a	78.7 ^b	80.4 ^b	89.2 ^c	0.6
48	86.8 ^a	80.7 ^b	80.0 ^b	86.7 ^a	0.9
OM digestibility					
0	74.5 ^a	58.0 ^b	63.4 ^c	66.8 ^d	1.0
12	88.4 ^a	86.0 ^b	77.1 ^c	84.4 ^b	0.5
24	92.9 ^a	86.5 ^b	87.0 ^c	92.6 ^a	0.1
48	93.4 ^a	88.5 ^b	84.6 ^c	92.0 ^d	0.1

¹⁾ Means of 3 observations.

^{a,b,c,d} Means with different superscripts in the same row are significantly different (P<0.05).

으로 제과부산물의 소화율이 가장 높게 나타났으며(P<0.05), 제과부산물은 건물과 유기물 소화율이 높아서 남은 음식물 사료의 에너지 수준을 보강하는데 매우 효과적인 사료인 것으로 나타났다.

각 시행별 살균 숙성된 혼합사료의 건물 소화율은 Table 6에 제시된 바와 같이 시행1 사료가 64~86.8% 수준으로 소화율이 가장 높았으며(P<0.0001), 시행 2와 3 사료가 소화율이 80.7%, 80.0% 수준으로 낮게 나타났다(P<0.0001). 2차, 3차 시행 시의 혼합사료의 소화율이 낮은 원인은 육계분, 맥강, 밀기울의 총 조섬유소 함량이 1차와 4차 시행의 경우 각각 9.7%과 6.3% 수준으로서 2차, 3차의 10.7%, 11.6%의 수준이 훨씬 높은 원인(Table 미제시) 때문인 것으로 판단되며, 섬유소의 함량이 소화율에 유의한 영향을 미치는 것으로 사료되어졌다. 따라서 남은 음식물의 혼

합사료화에 있어서 수분조절제의 영양적 특성을 고려하여야 하며, 맥강 보다는 밀기울이 혼합된 사료의 소화율이 더 높은 경향을 나타내었다.

유기물 소화율(Table 6)에 있어서 시행1, 시행4, 시행2, 시행3 처리 구의 순서로 소화율이 높게 나타났으며(P<0.0001), 유기물 소화율도 비교적 부형제의 혼입이 적었던 시행1에서 93.4% 수준으로 높게 나타났으며, 시행4 혼합사료는 92.0% 수준으로 나타났으며, 맥강을 첨가한 시행3 혼합사료의 소화율은 84.6% 수준으로 실험구 중에서 가장 낮은 것으로 나타났다(P<0.0001).

결 론

남은 음식물 혼합사료의 회전드럼에서의 80℃에서 30분간의 살균 처리 공정은 전반적

으로 균수를 감소시키는 경향과 곰팡이를 사멸시키는 효과가 있었으며, 연이은 숙성과정은 lactic acid bacteria의 증가 등 바람직한 효과를 유도하였다. 살균 공정은 남은 음식물 혼합사료 단백질의 pepsin 소화율을 감소시키고, 이은 숙성 과정은 별다른 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 이와 같이 pepsin 소화율의 감소 현상으로서 실제 동물 급여 시 체내에서의 단백질 소화율은 낮아질 것으로 예측되며, 동물의 적정 급여량 이상의 단백질 급여 조치가 있어야 할 것으로 사료되었다.

적 요

본 연구는 남은 음식물에 수분흡수제 또는 영양 보충제로 유기성 부산물인 제과부산물, 밀기울, 맥강, 육계분 등을 혼합한 후 rotary drum 방식의 반건식 살균처리 및 호기적 숙성 과정 별 혼합사료 내의 미생물 분포 및 사료단백질 pepsin 소화율과 *in vitro* 영양소 소화율을 측정하여 실제 동물 급여 시의 효능을 사전 예측하고자 실시하였다. 살균 처리 공정(80℃에서 30분간)은 전반적으로 균수를 감소시키는 경향과 곰팡이를 사멸시키는 효과가 있었으며($P<0.05$), 연이은 숙성 과정은 살균과정에서 감소된 lactic acid bacteria를 증식시키는 효과가 있었다($P<0.05$). 열처리 살균 공정은 혼합사료 단백질의 pepsin 소화율을 감소시켰다($P<0.05$). 사료원료 건물 및 유기물의 *in vitro* 소화율은 제과부산물>밀기울>남은 음식물=맥강 순으로 높았다. 상기한 연구 결과는 반건식 남은 음식물 혼합사료의 동물 급여시 중요한 기초 자료로 활용될 것이다.

인 용 문 헌

1. AOAC. 1990. Official Methods of Analysis (15th Ed). Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C.
2. Hurrell. R. F. 1990. Influence of the maillard reaction on the nutritional value of feeds. The Maillard Reaction in Food Processing, Human Nutrition and Physiology. Birkhanser Verlag, Basel, Switzerland.
3. Kwak, W. S. and Kang, J. S. 2005. Effect of feeding food waste-broiler litter and bakery by-product mixture to pigs. Bioresource Technology 96: In press.
4. Lipstenin, B. 1985. The nutritional value of treated Kitchen waste in layer diet. Nutr. Rep. Int. 32:693-698.
5. McDougall, E. I. 1948. Studies on ruminant saliva. 1. the composition and output of sheep's saliva. Biochem. J. 43:99.
6. Myer, R. O., Brendemuhl, J. H. and Johnson, D. D. 1999. Evaluation of dehydrated restaurant food waste products as feedstuffs for finishing pigs. J. Anim. Sci. 77:685-692.
7. National Research Council. 1998. Nutrient Requirements of swine(10th Ed). National Academy Press. Washington, D. C.,USA.
8. Statistix7. 2000. User's Manual. Analytical Software, Tallahassee, FL, USA.
9. Tilley, J. M. A. and Terry, R. A. 1963. A two stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. J. Br. Grass Soc. 18:104-111.
10. U.S. Congress. 1980. Swine Health Protection Act. Public Law 96-468, USA.
11. Wang, Q., Yamabe, K., Narita, J., Morishita, M., Ohsumi, Y., Kusano, K., Shirai, Y. and Ogawa, H. I. 2001. Suppression of

- growth of putrefactive and food poisoning bacteria by lactic acid fermentation of kitchen waste. *Process Biochemistry* 37: 351-357.
12. Westendorf, M. L., Zirkel, E. W. and Gordon, R. 1996. Feeding food or table waste to livestock. *Prof. Anim. Sci.* 12: 129-137.
 13. 김창혁, 송영한, 채병조, 이영철. 2001. 돈분-남은음식물 혼합 Extrusion 사료의 급여가 브로일러의 사양성적, 체조성 및 섭식행동에 미치는 영향. 43(1):91-100.
 14. 배동호. 1999. 음식물쓰레기의 사료화를 위한 발효처리시 수분조절제, 발효방법 등이 화학적 조성분 및 소화율에 미치는 영향. 음식물쓰레기 자원재활용 심포지움. 109-129. 영남대학교 유기성폐기물 자원화연구회.
 15. 백용현, 지경수, 서인준, 곽완섭. 2005. 반건식 방법으로 살균·숙성된 남은 음식물의 공정별 화학적 성분 변화 및 최적의 양돈 사료배합비 도출. 한국축산시설환경학회지 10(1):61-70.
 16. 신형태, 박윤창. 1980. 화학적 처리에 의한 볏짚의 사료가치 증진연구. 한국축산학회지 6(2):1-5.
 17. 이규호, 이상곤, 김영권, 차영호, 정완태. 1998. 건조된 음식물쓰레기 사료의 화학 조성(I). 한국영양사료학회지. 22(2):87-94.
 18. 임계택, 이정채, 정진형, 정우진, 김태환. 2000. MS 발효 잔반사료가 청둥오리의 육질에 미치는 영향. 한국환경농학회지. 19(4):332-339.
 19. 정기환, 장기호, 박영준, 홍영송, 신형태. 1999. 남은 음식물을 이용한 사료자원이 흰쥐의 성장과 사료효율에 미치는 효과. 7(2):65-71.