

계절별 및 배출원별 남은 음식물의 영양적 가치 평가

정승헌 · 이상락 · 권윤정¹

건국대학교 영양자원학과, ¹건국대학교 섬유공학과

A Study on the Nutritional Values and Variations of Food Wastes according to Seasons and Sources

S. H. Chung, S. R. Lee and Y. J. Kwon¹

Department of Nutrition Resources, Konkuk University, ¹Department of Textile Engineering, Konkuk University

ABSTRACT : An experiment was conducted to determine the nutritional values and variations of food wastes according to seasons and sources. Food wastes were sampled monthly from Feb. to Aug. at gathering sites from home kitchens, school restaurants and Korean food restaurants. Chemical analyses revealed that crude fiber and NaCl contents were in the range of 5.41~10.36 and 3.67~5.40%, respectively, and the variations were especially high in summer. Ash content was highest in spring. With regard to the sources, the wastes from Korean food restaurants was highest in ash, calcium and phosphorus. On the other hand, crude fiber and fat were highest in the waste from house kitchens and NaCl in those from school restaurants.

(Key words : food wastes, seasons, sources, feed values)

서 론

인구의 증가, 도시화, 산업화에 따른 인구집중과 소비추구의 성향으로 인하여 생활 폐기물이 급격히 증가하고 있어 1990년 초반부터 환경오염과 공해의 심각성을 인식하여 정부나 범사회적 차원에서 적극적으로 환경보호와 환경오염 방지를 위한 방안을 제시, 개선함으로써 생활 폐기물은 점차 감소하고 있으나 생활 폐기물 중에서 남은 음식물이 차지하는 발생비율은 매년 증가하고 있다. 남은 음식물은 1991년 26,311톤/일이 발생하여 전체 생활폐기물의 28.5%를 차지하였으나 1995년에는 15,075톤/일이 배출 (환경부, 1996)되어 생활 폐기물의 약 32%로 계도와 홍보에도 불구하고 계속 증가하는 추세에 있다.

남은 음식물의 처리는 매립이나 소각에 의존하고 있으나, 매립시 매립지 확보, 침출수와 악취 등의 문제가 발생하고, 소각시 낮은 발열량과 높은 수분함량 등으로 소각 효율이 저하되어 남은 음식물 1톤당 83ℓ의 보조연료를 사용함으로써 처리비용의 증가와 발암성 물질인 다이옥신 등이 배출 (이, 1996)되어 국민건강에 치명적인 결과를 가져올 수 있어 최근 그 가동이 재검토되고 있다.

Draper (1945), Soliman 등 (1978a, b), Hoshii 등 (1981)과 Lipstein (1984, 1985)들은 남은 음식물이 육계, 산란계의 사

료자원으로 영양적 가치가 있다고 보고하고 있고, 우리나라도 오래 전부터 남은 음식물을 가축의 사료로 이용하여 왔으며, 일부 농가에서는 음식점에서 남은 음식물을 수거하여 가축에게 급여하고 있다. 김 (1997)의 조사에서 남은 음식물의 영양적 함량이 단백질 27.34%, 조섬유 2.83% 및 조회분 7.56%로 매우 좋은 영양적 성분을 가지고 있다고 하였다.

이에 본 연구에서는 우리나라에서 배출된 남은 음식물을 계절별 및 배출원별로 영양성분 및 유해성분을 분석하여 사료적 가치와 안전성을 규명하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 시료채취 기간, 장소 및 방법

시료채취는 배출원별로 가정, 단체급식소 및 대중음식점으로 구분하여 매주 2~3회씩 채취하였다. 가정 음식물 쓰레기는 수도권 소각장에서 9대의 음식물 쓰레기 수거차량으로부터 무작위로 1점씩 채취 후 혼합하여 시료로 사용하였다. 단체급식소 음식물 쓰레기는 서울 강남 소재 초등학교에서 채취하였고, 대중음식점 음식물 쓰레기는 서울 소재 한식 전문 식당에서 채취하였다. 남은 음식물 건조발효물은 단체급식소에서 고속건조발효기를 이용하여 제조한 것을 총 28회 수집하여 분석하였다.

2. 남은 음식물의 외관적 성상에 따른 분류

남은 음식물의 외관적 성상에 따른 분류는 위에서 채취한 남은 음식물 중에서 2kg을 수작업으로 육골류, 곡류 및 채소류 등으로 분류하여 비율을 조사하였다.

3. 일반화학적 성분 및 유해성분 분석

남은 음식물의 화학적 성분은 AOAC (1990)방법에 의하여 수분, 조단백질, 조지방, 조섬유, 조회분, Ca, P, NaCl 등을 구하였으며, Salmonella는 Salmonella Screening Test Kit 인 Locate (Rhone-Poulenc Diagnostics Ltd., Scotland)로 조사하였고, *E. coli*는 test kit인 Colilert(Idexx Laboratories, Inc.)로, aflatoxin은 Aflascan (Aflatoxin Testing System; Rhone-Poulenc Diagnostics)으로 조사하였다.

결과 및 고찰

1. 계절별 남은 음식물의 영양적 성분

발생시기에 따른 남은 음식물의 영양성분 변화에 대한 화학적 성분을 Table 1에 나타내었다. 남은 음식물의 조단백질 함량은 건물기준으로 21~27%로 큰 차이가 없었고, 겨울철에 약간 높은 반면 여름철에 다소 낮아지는 경향을 보였다. 조지방 함량은 8.66~11.94%로 계절별로 차이가 없으며, 3월과 4월에 다소 낮게 나타났다. 그러나 일반 사료자원에 비하여 높은 수치를 나타냈으며(El Boushy 등, 1994), 이는 에너지 공급측면에서 좋은 효과를 기대할 수 있으나 하절기에 산패로 인한 변질로 사료적 가치 저하가 일어날 수 있다고 생각된다.

조섬유 함량은 5.41~10.28%로 3, 4월에 감소하다 하절기

로 갈수록 점점 증가하고 있으며, 과일류의 소비가 증가하는 8월에 가장 높은 수치를 보였다. 조섬유 함량은 과일류와 야채류의 생산량 증감에 의한 소비량의 변화, 또는 계절과 김장철 등 계절차 및 특수현상으로 변화가 심하게 나타났다. Kornegay 등 (1965)은 계절별로 남은 음식물의 조섬유 함량이 다른 계절보다 여름철에 높게 나타났다 ($p < 0.05$)고 하였고, 이는 조섬유 함량이 높은 과채류의 소비증가로 보고하여 본 실험과 유사한 경향을 보였다.

조회분 함량은 11.67~25.21%로 큰 변이를 나타냈으며, 4, 5월에 높게 나타났다. Kornegay 등 (1965)은 여름철에 조회분 함량이 높았다고 보고하여, 본 실험과 다소 차이를 나타냈다. 높은 조회분 함량은 사료효율 및 생산성에 부정적인 영향을 미칠 수 있으므로 이에 대한 주의가 요구된다.

Ca는 0.27~8.02%로 변이가 크며 4, 5월에 높게 나타났고, 여름철에 낮게 나타났다. P의 함량은 0.82~1.86%로 7월에 높게 나타났고, 5, 8월에 낮게 나타났다. Ca, P 등 무기물 함량은 각각 4%와 1.5% 내외의 비교적 높은 함량을 보여주고 있으나 단위가축에 있어서는 식물체 P의 생체이용률이 낮은 것을 감안하면 요구량의 일부를 무기태 인으로 공급하는 것도 바람직할 것으로 생각된다.

남은 음식물 내 NaCl 함량은 3.67~5.40%로 매우 높았다. 이는 한국인의 나트륨섭취 권장량이 8.7g (한국영양학회, 1995)으로 미국 6g (NRC, 1989) 보다 높으며, 임의로 음식에 첨가하는 Na량도 전체 소금 섭취량의 72.8% (김 등, 1987)로 미국의 35~40% (Fregly, 1983)보다 높아 짜게 먹는 식습관 때문인 것으로 생각된다. 특히 여름철에 NaCl의 함량이 더욱 높게 나타나 하절기에 많은 NaCl을 섭취하는 식습관을 유추해 볼 수 있었다. Scott 등 (1982)은 썩에 대한 실험에서 사료내 NaCl 함량이 4% 이상이 되면 높은 폐사율

Table 1. Seasonal variations in the chemical composition of food wastes¹

Month	n	DM	CP	EE	CF	Ash	Ca	P	NaCl
		% of DM							
Feb	15	17.22	27.09	11.58	7.35	14.46	2.82	1.46	3.89
Mar	22	18.71	25.81	9.04	5.41	18.31	4.07	1.72	3.67
Apr	11	16.56	25.81	10.01	5.46	25.21	8.02	1.83	4.04
May	17	18.13	23.62	10.94	7.39	20.45	4.78	1.74	3.84
Jun	20	18.71	24.56	10.76	7.92	11.67	0.18	0.82	4.65
Jul	11	18.00	25.97	13.74	9.31	18.90	0.51	1.86	4.52
Aug	5	13.15	21.49	8.66	10.36	14.54	0.27	0.93	5.40
Mean		17.80	25.26	10.71	7.21	17.41	3.09	1.49	4.14
SE		±0.50	±0.61	±0.49	±0.33	±1.17	±0.44	±0.18	±0.17

¹ Abbreviation are CF, crude fiber; CP, crude protein; DM, dry matters; EE, ether extracts and SE, standard error.

이 나타나는 것으로 보고하고 있어 본 실험에서 배출원에 따라 계절적으로 5%가 상회할 때도 있는 점을 감안할 때 과다 급여나 급수 관리가 잘못 이루어지면 NaCl 중독이 나타날 수 있다고 생각된다.

2. 배출원별 남은 음식물의 영양적 성분

배출원별 남은 음식물의 영양적 성분을 Table 2에 나타냈으며, 전반적으로 배출원에 따른 남은 음식물의 영양적 성분은 큰 차이가 없었다. 그러나 단체급식소 남은 음식물에서 조단백질 함량이 27.82%로 가정, 대중음식점보다 높게 나타났고, NaCl은 4.85%로 타 배출원에 비해 크게 높았으며, 조회분, Ca, P 함량은 타 배출원에 비해 낮았다. 이와 같이 NaCl 함량이 높은 것은 식품에 NaCl 함량이 높은 가공식품 (Sanchez-Castillo 등, 1987a, b)을 많이 사용하기 때문이라고 생각된다.

가정의 남은 음식물은 조단백질 함량이 타 배출원에 비해 낮았고, 조지방과 조섬유 함량은 각각 12.58%와 9.47%로 타 배출원에 비해 높게 나타났으며, Kornegay 등 (1965)도 조섬유 함량이 8.4%로 타 배출원보다 높다고 보고하였다.

대중음식점 남은 음식물은 조지방 함량이 타 배출원보다 높게 나타났고, 조회분과 Ca, P의 함량은 타 배출원보다 높게 나타났다. 이는 대중음식점의 경우 남은 음식물 중에 뼈의 함량이 높기 때문으로 생각된다. Soliman 등 (1978a)에 의하면 대중음식점에서 배출되는 남은 음식물의 조단백질 함량은 식단의 영향으로 24.6%에서 19.9%로 많은 차이가 나타난다고 하였으나, 본 실험에서는 대중음식점 배출원을 한식 전문 식당으로 고정하였기 때문에 조단백질 함량은 24% 내외로 계절적으로 큰 차이가 없었다.

단체급식소에서 배출된 남은 음식물을 이용하여 만든 발

효건조된 남은 음식물의 영양소 성분은 단체급식소의 원 남은 음식물의 영양 성분과 유사하였다. 1997년 하반기부터 대중음식점 또는 단체급식소에 배출되는 남은 음식물의 처리에 대한 규제가 강화되고 있어 발효건조된 남은 음식물량이 상당량 발생되고 있으나 대부분 퇴비로 활용되거나 매립되고 있으며 재활용율이 상당히 낮은 상태이다. 발효건조된 남은 음식물은 폐자원의 재활용적 측면에서 훌륭한 단백질 자원으로 활용될 수 있으므로 사료화 연구가 가속화되어야 할 것으로 생각된다.

3. 남은 음식물의 외관적 성상에 따른 분류

남은 음식물의 외관적 성상에 따른 분류를 Table 3에 나타내었다. 남은 음식물의 대부분은 채소류로 40~60%를 차지하고 있으며, 육류가 30% 내외의 함유되어 있고 에너지를 공급할 수 있는 곡물류도 30% 가까이 되어 훌륭한 사료차원으로 이용될 수 있을 것으로 생각된다. 단지 계절적으로 채소류가 대량 발생되는 하절기나 동절기 김장철 등에는 사료가공시 추가적인 영양소 보충이 필요할 것으로 생각된다.

4. 원료성분 간이 측정법 도출

남은 음식물은 배출 특성상 성분의 변이가 매우 크므로 사용 전 매 번 분석을 필요로 한다. 따라서 성분 분석에 많은 부하가 걸리게 되는 데 이 부하를 줄일 수 있는 방안으로서 특정의 성분 분석만으로 다른 성분의 함량을 유추할 수 있는 방안을 강구하였다. 현재 확보된 남은 음식물(430건) 및 유기성폐자원(150건)의 성분 분석 자료로 database를 구축하고 각 성분 간의 correlation coefficients를 조사하여 Table 4에 나타내었다.

Ash함량과 Ca 및 P의 함량 사이에 비교적 높은 상관계수

Table 2. Variations in the chemical composition of food wastes from different source¹

Items	Sources			
	Household	Korean food restaurant	Elementary school	Fermented food waste
	% of dry matter			
CP	23.35±0.71	24.68±0.9	27.82±1.3	28.15±0.3
EE	12.58±0.8	9.15±0.8	10.14±0.8	10.38±0.6
CF	9.70±0.6	5.81±0.4	5.70±0.4	5.58±0.1
Ash	18.18±1.6	26.09±2.4	8.79±0.6	10.26±0.3
Ca	3.13±0.6	5.67±1.1	0.69±0.2	1.26±0.1
P	0.83±0.1	3.28±0.4	0.57±0.1	0.67±0.1
NaCl	3.66±0.3	3.93±0.3	4.85±0.3	4.14±0.1

¹ Abbreviation are CF, crude fiber; CP, crude protein and EE, ether extracts.

를 나타내었으나 여타 성분은 아직 낮게 나타나 보다 많은 data를 적용할 필요가 있는 것으로 판단되며, 계속 data를 축적할 필요가 있다고 생각된다.

5. 남은 음식물의 유해성분

남은 음식물에 대한 유해성분을 Table 5에 나타내었다. 유해 중금속류의 지표로 분석한 Cr은 0~4.5ppm 수준으로 나

Table 3. Seasonal variations in characteristics of food wastes

Months	n	Meats and bones	% of DM	
			Grains	Vegetables
Feb	13	18.90	21.76	59.34
Mar	24	29.36	29.96	40.67
Apr	12	33.92	33.09	32.99
May	15	28.55	29.31	42.14
Jun	19	22.23	32.09	45.68
Jul	9	22.98	34.06	42.96
Aug	2	30.34	18.07	51.59
Mean		26.33	29.69	43.97

Table 4. Pearson's correlation coefficients and probabilities among each nutritional component¹

	CP	EE	CF	ASH	CA	P
EE	0.20364 0.0401					
CF	0.00790 0.9306	0.45158 0.0001				
ASH	-0.22738 0.0101	-0.16124 0.1054	-0.03803 0.6749			
CA	-0.29045 0.0009	-0.15871 0.1111	-0.22676 0.0113	0.81766 0.0001		
P	-0.12082 0.1760	-0.17483 0.0788	-0.14059 0.1194	0.82079 0.0001	0.64878 0.0001	
NaCl	0.31206 0.0004	0.07031 0.4826	0.29120 0.0010	0.26982 0.0021	-0.40944 0.0001	-0.26898 0.0021

¹ Abbreviation are CF, crude fiber; CP, crude protein and EE, ether extracts. The data were obtained from the results of 430 observations.

Table 5. Seasonal variations of toxic substances in food wastes¹

Months	n	Heavy metal	Pathogens		Mycotoxin
		Cr concentration >100 ppm	Salmonella detected	<i>E. coli</i> >10,000Mpn/ml	Aflatoxin >20ppb
Feb	13	-	-	-	-
Mar	24	-	-	-	-
Apr	12	-	1	-	-
May	15	-	-	-	-
Jun	19	-	-	-	-
Jul	9	-	-	-	-

¹ See the Materials and Methods section for the details of analyses.

타나 사료관리법 시행령 제 12조 관련 유해사료로 평가되는 크롬의 허용기준인 100 ppm보다는 매우 낮았다.

Salmonella의 경우 사료의 공정규격상 불검출 항목으로 본 조사에서는 온도가 상승하기 시작하는 4월 단 1건만이 검출되었으며, 대부분의 시료에서는 확인되지 않아 남은 음식물의 관리만 정확히 하면 큰 문제가 없을 것으로 판단되었다. 대장균은 계절과 배출원에 관계없이 최저 2에서 최고 540MPN/ml로 대부분의 남은 음식물에서 검출되었으며, 남은 음식물을 사료자원으로 활용시 반드시 살균과정을 거쳐야만 위생적인 사료제조가 가능할 것으로 사료된다 (Baird 등, 1973). 본 실험에서 조사된 남은 음식물의 Aflatoxin B1은 사료의 안전한계 수준인 50ppb 이하로 신속한 수거 체계와 가공처리를 거치면 문제가 없을 것으로 생각된다.

적 요

우리나라에서 배출된 남은 음식물을 계절별 및 배출원별로 영양성분 및 유해성분을 분석하여 사료적 가치와 안전성을 규명하고자 본 실험을 실시하였다. 계절별 남은 음식물의 영양적 성분은 여름철에 조섬유, Ca, P와 NaCl의 함량이 높았고, 4월과 5월에 조회분 함량이 높았다. 배출원별 남은 음식물의 영양적 성분은 큰 차이가 없었으나, 단체급식소 남은 음식물에서 NaCl 함량이 높았고, 가정의 남은 음식물에서 조섬유 함량이 높았으며, 대중음식점 남은 음식물에서 조회분 함량이 다른 배출원보다 높게 나타났다. 남은 음식물의 대부분은 채소류로 43.97%를 차지하고 있고, 육골류가 26.33%, 에너지를 공급할 수 있는 곡물류가 29.69% 함유되어 있다. 남은 음식물의 유해 성분과 미생물중 Cr, Salmonella는 사료내 허용기준치보다 낮게 검출되었으며, Aflatoxin은 4월에 1건만 검출되었으나 E. coli는 계절에 따라 배출원별 변이가 심하여 위생적인 사료제조를 위해 반드시 멸균과정을 거치는 것이 필요할 것으로 판단된다.

(색인어 : 남은 음식물, 계절, 배출원, 사료가치)

인용문헌

- AOAC 1984 Official methods of analysis of the association (14th ed). Association of Official Analytical Chemistry, Inc.
- Baird DM, Young CT 1973 Food waste makes high energy swine diet. Feedstuffs 45:20~23.
- Draper CI 1945 Processed garbage meal in the chick ration. Poultry Sci 24:442-445.
- Boushy El, Van der Poel 1994 Poultry feed from waste. Chapman and Hall.
- Fregley MJ 1983 Estimates of sodium and potassium intake. Ann Intrem Med 98:792~799.
- Hoshii H, Yoshida M 1981 Variation of chemical composition and nutritive value of dried samples of garbage. Jpn Poultry Sci 18:145-150.
- Kornegay ET, Van der Noot GW, Barth KM, MacGrath WS, Welch JG, Purkhiser ED 1965 Nutritive value of garbage as a feed for swine. I. Chemical composition, digestibility and nitrogen utilization of various types of garbage. J Amin Sci 24:319-24.
- Lipstein B 1984 Evaluation of the nutritional value of treated kitchen waste in broiler diets. Proc of the 17th World Poultry Science Cong Helsinki, pp.372-374.
- Lipstein B 1985 The nutritional value of treated kitchen waste in layer diets. Nutr Rep Int 32:693-698.
- National Research Council 1989 Recommended Dietary Allowances 10th ed National Academy of Science. Washington DC.
- Sanchez-Castillo CP, Branch WJ, James WP. 1987b A test of the validity of the lithium-marker technique for monitoring of dietary source of salt in men. Clin Sci 72: 87~94.
- Sanchez-Castillo CP, Warrender S, Whitehead TP, James WP. 1987a An assessment of the sources of dietary salt in a British population. Clin Sci 72:95~102.
- Scott ML, Nesheim MC, Young RJ 1982 Nutrition of the Chicken. ML Scott & Associates, Ithaca, New York, p562.
- Soliman AA, Hamdy S, Khaleel AA, Abaza MA., Akkada AR, El-Shazly K 1978a The use of restaurant food waste in poultry nutrition. I. Effect on growing chicks. Alex J Agric Res 26:489-499.
- Soliman AA, Khaleel AR, Hamdy S, Abaza MA, El-Shazly K, Abou Akkada AR 1978b The use of restaurant food waste in poultry nutrition. II. Effect on laying hens. Alex J Agric Res 26:501-514.
- 김남천 1997 음식물쓰레기의 사료화 방안. 축산저널 5:147~155.
- 김남천 1997 음식물쓰레기의 사료화 방안. 축산저널 6:130

~132.

- 김영선 백희영 1987 우리 나라 성인 여성의 Na 섭취량 측정 방법의 모색. 한국영양학회지 20:341~349
- 이강화 1996 음식물찌꺼기 축산 사료자원화를 위한 살균와 류 건조사료화 시스템. 월간폐기물.
- 인병훈 1997 공정제어인자가 음식물쓰레기와 정원폐기물의 혼합퇴비화에 미치는 영향. 건국대학교 환경공학과 석사 논문.
- 전용대 1996 유기성 폐기물의 퇴비화 증진방안 연구. 건국대학교 행정대학원 석사논문.
- 정광용 1996 음식물 쓰레기 퇴비화의 문제점과 대책. 월간 폐기물.
- 정준교 1995 음식쓰레기 퇴비의 숙성도 평가. 건국대학교 환경공학과 석사 논문.
- 한국인 영양 권장량. 제 6차 개정. 1995. 한국영양학회 p88~90.
- 환경부 1996 전국 폐기물 발생 및 처리현황('95). 12000-67502-26-24.