KOREAN J. FOOD SCI. TECHNOL.
Vol. 27, No. 1, pp. 63~67(1995)

닭폐기 부산물 Silage와 소맥피 혼합 및 오븐건조에 따른 일반성분과 미생물 총균수 변화

차상협 · 조재휘 · 정건섭* · 장판식** · 이영현**

한일식품주식회사, *한국식품개발연구원 생물공학연구부
**서울산업대학교 식품공학과

Proximate Composition and Microbial Content Change of Broiler Waste Silage by Mixing with Wheat Bran and Oven-drying

Sang-Hyup Cha, Jae-Huy Cho, Kun-Sub Chung*, Pahn-Shick Chang** and Young-Hyoun Yi**

Hanil Foods Co., Ltd.
**Division of Food Biotechnology, Korea Food Research Institute*
***Department of Food Engineering, Seoul National Polytechnic University*

Abstract

Broiler processing waste(offal) was homogenized and treated with the combination of acids. The offal was autolyzed(ensiled) at 25℃ for 72 hrs and analyzed for pH and fatty acid profile. The proximate composition and microbial content change of the autolyzed offal by mixing with wheat bran and oven-drying were evaluated. The initial pH value of the homogenized offal, 6.52 came down to 2.75 within 5 min after acidification and increased silightly to 3.06~2.92 during autolysis. The proximate composition and fatty acid profile of the autolyzed offal were not substantially different from the unautoylzed offal. However, the log CFU(colony forming units)/g of total plate counts and fungal counts decreased from 7.45 and 7.11 to 3.39 and 2.03 after autolysis, respectively.

Key words: offal, acidified autolysis, pH, fatty acid profile, proximate composition, microbial content.

서 론

육계(肉鷄) 도계와 가공처리시 나오는 불가식 및 폐기 부산물은 폐기물로 처리되거나 가공하지 않은 채 특수 사료(여우 밍크 사료 등)로 이용되거나 또는 rendering (고온 고압 건조 분쇄) 공정을 거쳐 사료 원료로 사용된다. 폐기물로 처리될 경우 혈액 등은 주된 수질오염원이며[1,2] 이를 처리하기 위해서는 폐수처리시설과 운영경비가 필요하다. 특수사료로 이용할 경우 높은 수분함량에 따른 운송비 증가와 도로 환경오염 그리고 냉장이나 냉동운반 설비 미비로 인한 사료원료로서 품질저하 등의 문제가 발생한다. Rendering은 비싼 시설설비비와 운영비 그리고 가열에 따른 많은 에너지가 필요하다. 또한 높은 온도로 가열해서 병원성 세균을 죽이고 수분함량을 줄이기 때문에 제품의 영양소 파괴나 손실이 생기게 된다.

현재의 육계 불가식 및 폐기부산물 처리방법의 단점을 보완하기 위한 방법으로서 silige가 검토되었다. Silage 기원은 A.I. Virtanen이 녹색 나무잎 등을 저장하기 위하여 황산과 염산으로 처리한 1920년경으로 거슬러 올라간다[3]. 이 방법을 Edin[4]은 1930년경부터 생선 가공 폐기물 저장에 응용하였다. 생선 silage는 지난 수 십년간 Denmark에서 연간 60,000 M/T을 생산하였으며 Norway에서는 수산가공공장에서 얻어지는 생선 내장 및 폐기물을 de-oiling 공정설비를 갖춘 공장에서 처리하여 silage를 상업적으로 생산하고 있다[3]. 근래 동남아에서는 생선 폐기부산물, 잡어 및 과다하게 잡힌 생선의 silage에 관한 연구가 진행중이다[5].

불가식 부산물을 사료 원료로 재활용하기 위한 안전하며 경제적인 방법으로서 *Lactobacillus* 발효가 연구되었다[6-9]. Wooley 등[6]은 마쇄한 불가식 부산물에 상업적인 siliga 배양 mix와 sucrose를 첨가하여 점도와 좋지 않은 냄새를 크게 줄였다. 발효를 하게 되면 낮은 온도에서 부산물의 병원균 수가 줄어들고 안정화되었다. 따라서 취급하기 편리하고 양질의 영양소를 보유한 사료원료 생산이 가능했다. Russell 등[9]은 육계가공 폐기물의 알맞은 젖산 발효조건, 발효에 의한 이 화학적 변화와 일반성분 및 지방산 조성을 조사했다. 발효에 의해서 단백질은 조금 감소한 반면 지방은 거의 변화가 없었다. 개개의 지방산 함량에 약간 변화가 있었으나 전체적인

Corresponding author: Young-Hyoun Yi, Department of Food Engineering, Seoul National Polytechnic University, 172 Kongnung-dong, Nowon-gu, Seoul 139-743, Korea

포화지방산과 불포화지방산의 조성비에는 거의 변화가 없는 것으로 나타났다.

동물 불가식 부산물에 유기산이나 무기산을 첨가하는 silage는 부산물의 영양소를 보존하는 경제적인 방법으로 알려져 있다[6,10]. 산으로 처리하는 대부분의 silage 연구는 잡어나 생선 부산물을 silage 원료로 사용하였다[3-5,11]. Machin 등[11]은 가금 불가식 부산물(머리, 발, 피, 내장)에 산을 첨가한 silage를 육계와 돼지 사료 원료로 이용하였다. Mahendrakar 등[12]은 닭 내장을 산으로 처리한 후 자가분해에 따른 pH 변화, 일반성분, 단백질 분해정도 그리고 미생물 총균수 변화 등을 보고하였다.

닭 폐기부산물을 산으로 처리한 자가분해과정 중 지방산 조성변화에 관한 보고는 드물다. 또한 자가분해산물(autolysate, AO)과 탄수화물 filler의 혼합과 혼합물의 오븐건조에 따른 일반성분과 미생물 총균수 변화에 관한 연구도 드문 편이다.

본 실험에서는 닭 불가식 및 폐기부산물의 사료자원화 가능성을 검토하기 위하여 부산물에 산을 첨가한 뒤 자가분해(autolysis)중 일어나는 pH 및 지방산 조성 변화 그리고 자가분해산물과 탄수화물 filler인 소맥피(wheat bran, WB)의 혼합과 혼합물의 오븐(oven) 건조에 따른 일반성분과 미생물 총균수 변화를 조사하였다.

재료 및 방법

시료준비

상업적인 가금가공공장(한일식품주식회사, 경기도 화성군 태안읍 안녕리)에서 나오는 육계 부산물 중 rendering에 사용되는 창자, 간, 콩팥 그리고 폐기처분되는 혈액을 육계 자체 구성성분과 비슷하게 Table 1과 같이 도계 즉시 수집하였다.

수집된 부산물은 meat chopper(한국후지공업주식회사, 경기도 화성군 태안읍 진안리)로 마쇄하였으며 마쇄한 부산물(ground offal, GO)의 자가분해[12] 및 자가분해산물과 탄수화물 filler와의 혼합 그리고 건조[13]는 Fig. 1의 방법에 따라 행하였다. 산 첨가에 의한 자가분해의 경우 미생물 총균수는 첨가된 산의 종류와 상관없이 pH값에 의해서만 좌우되므로[12] 여러 가지 방법중 경제적인 85.0 % formic acid(Junsei Chemical Co., Ltd., Tokyo , Japan) 0.75%(v/w), 95.0% sulfuric acid(Hori Pharmaceutical Co., Ltd., Osaka, Japan) 0.50%(v/w), 그리고 99.0% propionic acid(Junsei Chemical Co., Ltd., Tokyo, Japan) 0.50%(v/w)를 조합해서 사용하였다. 산과 마쇄한 부산물과의 원할한 혼합을 위하여, 선택한 산과 같은 부피의 증류수를 섞어서 마쇄한 부산물에 첨가하였다. 산이 첨가된 마쇄한 부산물을 25℃ 에서 72시간 자가분해 시켰다. 자가분해산물 건조를 쉽게 하기 위해서 탄수화물 filler인 소맥피(한일사료공업주식회사, 경기도 용인군 기흥읍 하갈리)를 5 : 4(w/w)로 혼합하였다. 자가분해산물과 소맥피 혼합물(mixture of autolysate and wheat bran, MAW)을 얇은 tray에 깔고 건조 오븐에서 50℃로 20시간 건조시켰다. 건조된 자가분해산물과 소맥피 혼합물(dried mixture of autolysate and wheat bran, DM)을 멸균된 막자사발에서 마쇄한 후 polyethylene 봉지(대륭화학, 경기도 화성군 향남면 송곡리)에 넣었다. 제조된 모든 시료를 −10℃ 에서 보관했다가 ice chest에 넣어 한국식품개발연구원(경기도 성남시 분당구 백현동) 식품분석실과 생물공학연구부로 옮겨 실험 때까지 −10℃로 보관하였다.

Table 1. Composition of broiler processing waste for acidified autolysis by weight base

Part	Content(%)
Intestine	30.21
Blood	28.49
Liver	23.90
Kidney	17.40

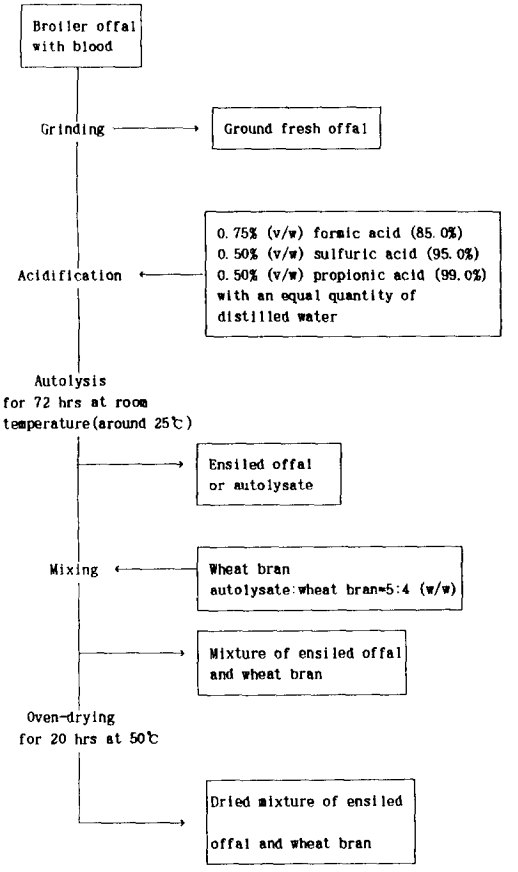

Fig. 1. Flow sheet for drying mixture of ensiled offal and wheat bran.

pH 측정

자가분해 과정 중 일어나는 pH변화는 pH meter(Ciba Corning Diagnostic KK, Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였다.

일반성분 분석

조단백, 조지방(ether extract), 회분 그리고 수분함량은 AOAC(Association of Official Analytical Chemists)[14] 방법으로 분석하였다.

지방산 조성

Bligh와 Dyer[15] 방법으로 지방을 추출하였고 Firestone[16] 방법으로 methylation시켜 gas chromatography용 시료로 만들었다. 지방산 분석을 위하여 Hewlett-Packard 5890 II gas chromatography와 Hewlett-Packard FFAP column(25 m×0.32 mm i.d.)을 사용하였다. 오븐 온도는 210℃로 하고 주입부와 검출기의 온도는 각각 230℃와 250℃로 하였다. 주입부에서 분할비는 1 : 30으로 하였고 운반기체는 He을 사용하였으며 불꽃이온화 검출기(flame ionization detector, FID)로 column에서 분리된 물질을 검출하였다. 각 지방산은 PUFA II (Matreya Inc., USA) 표준품의 retension time과 비교하여 확인하였고 전체 지방산에 대한 비율(%)로 나타내었다.

미생물 검사

마쇄한 닭 폐기부산물, 부산물의 자가분해산물, 소맥피, 자가분해산물과 소맥피를 5 : 4(w/w)로 섞은 혼합물 그리고 건조된 혼합물의 총균수와 진균수를 측정했다. 각 시료 30g을 270 cm^3의 희석액과 함께 균질화시켜 표준평판배양 방법[17]에 따라 균질화된 시료를 2개씩 연속희석하였다. 희석액으로는 Tween 80(Difco)을 첨가한 0.1% Bacto-Peptone(Difco) 용액을 사용하였다. 총균수 측정은 Plate Count Agar(Difco) 배지를 사용하고 진균수 측정은 Potato Dextrose Agar(Difco)에 10% tartaric acid를 첨가하여 pH 3.5로 조정한 배지를 사용하여 각각 37℃와 30℃에서 2일간 배양한 후 나타난 colony를 CFU (colony forming units)/g로 표시하였다.

통계처리

실험에서 얻어진 data는 Steel과 Torrie[18]의 방법에 따라 정리하였고 유의성 검정이 필요할 때는 Duncan's new multiple range test[19]를 이용하였다.

결과 및 고찰

산 첨가 및 자가분해에 따른 pH 값

산이 첨가되기 전의 마쇄한 육계 불가식 및 폐기부산물 pH평균값은 6.52로서(Table 2) Mahendrakar 등[12]의 5.9~6.0보다 약간 높은 것으로 나타났다. 부산물 pH는 부산물 구성 부위와 조성성분 중 단백질과 회분함량에 따라 영향을 받는데[3] 기인하는 것으로 여겨진다. 산 첨가직후 pH가 2.75로 내려갔다가 약간 증가해서 일정한 수준(2.92~2.93)을 유지하는 형태는 다른 연구결과[11,13]와 유사하였다(Table 2). 마쇄한 육계 가공부산물은 마쇄한 고기처럼 덩어리 등이 보였으나 자가분해 24시간 후에는 반죽(paste) 상태가 되었다. 또한 산 첨가직전이나 직후에는 나지않던 시큼한 냄새가 자가분해 24시간 후에는 났다.

Table 2. pH values of broiler processing waste silage[1,2]

Day	pH value
Before acidification	6.52[a]
0[3]	2.75[d]
1	3.06[b]
2	2.93[c]
3	2.92[c]

[1]Each number is a mean of three observations.
[2]Means, not followed by the same letter are significantly different ($p<0.05$).
[3]Within 5 min after acidification.

일반성분

마쇄한 가공부산물, 산으로 72시간 자가분해시킨 부산물, 탄수화물 filler인 소맥피, 자가분해된 부산물과 소맥피가 5 : 4(w/w)로 섞인 혼합물, 그리고 건조된 이 혼합물의 조단백, 조지방, 회분 그리고 수분함량을 Table

Table 3. Proximate composition in ground fresh offal (GO), autolyzed offal (AO), wheat bran (WB), mixture of autolyzed offal and bran (MAW), and dried mixture of autolyzed offal and wheat bran (DM)[1]

Source	Wet weight basis (%)				Dry weight basis (%)		
	Protein	Fat	Ash	Water	Protein	Fat	Ash
GO	13.11± 0.07	8.78± 0.15	1.04± 0.00	73.25± 0.09	49.01	32.82	3.89
AO[2]	13.10± 0.18	9.71± 0.13	1.05± 0.01	74.73± 0.54	51.84	38.43	4.16
WB	14.50± 0.05	3.82± 0.04	4.71± 0.01	12.36± 0.03	16.54	4.36	5.37
MAW	13.69± 0.03	6.23± 0.04	2.63± 0.02	49.28± 0.13	26.94	12.26	5.18
DM	25.84± 0.10	11.19± 0.03	4.74± 0.00	6.35± 0.01	27.60	11.95	5.06

[1]Mean value± standard deviation for three measurements.
[2]After 72 hrs of acidified silage.

Table 4. Comparision of the fatty acid methyl ester, reported as percentages of total fatty acid content, of the ground fresh offal (GO) and autolyzed offal (AO) with average values for the oil fraction of lactic acid fermented broiler processing waste and chicken fat samples

Fatty acid	Sample			
	GO[1]	AO[1]	Oil fraction[2]	Chicken fat[3]
$C_{12:0}$			1.23	0.00
$C_{14:0}$	0.81	0.83	1.19	1.40
$C_{16:0}$	25.59	25.58	20.46	17.80
$C_{16:1}$	5.33	5.14	8.74	6.20
$C_{18:0}$	8.24	8.89	5.03	9.00
$C_{18:1}$	38.72	39.39	39.37	36.70
$C_{18:2}$	16.47	16.79	20.82	25.70
$C_{18:3}$	0.81	0.83	0.00	1.60
$C_{20:1}$	0.49	0.35	1.53	0.00
$C_{20:2}$	0.18			
$C_{20:3}$	0.27	0.29		
$C_{20:4}$	1.31	1.41		
$C_{22:4}$	0.27			
$C_{22:6}$	0.26			

[1]Each number is a mean of two observations.
[2]Russell *et al.*[9]
[3]USDA[20]

Table 5. Microbial population (CFU/g) of ground fresh offal (GO), autolyzed offal (AO), wheat bran (WB), mixture of autolyzed offal and wheat bran (MAW), and dried mixture of autolyzed offal and wheat bran (DM)[1]

Source	Log CFU/g	
	Total plate count	Total fungal count
GO	7.45± 0.10	7.11± 0.11
AO[2]	3.39± 0.09	2.03± 0.09
WB	5.90± 0.03	5.76± 0.09
MAW	4.36± 0.10	3.48± 0.11
DM	4.01± 0.21	3.65± 0.17

[1]Mean value± standard deviation for four measurements.
[2]After 72 hrs of acidified silage

3에 나타내었다. 산 자가분해에 따른 일반성분 조성은 조지방과 수분함량 증가를 제외하고는 크게 변화가 없는 것으로 나타났다. 조지방 증가는 Russell 등[9]의 보고와 유사하게 자가분해 중 지질의 가수분해로 ether 추출이 용이하게 된 것과 수분함량 증가는 산과 함께 혼합된 증류수 첨가에 기인하는 것으로 여겨진다. 자가분해산물과 소맥피의 혼합 및 혼합물의 건조에 따른 일반성분 조성도 큰 변화가 없었다.

지방산 조성

마쇄한 닭 가공부산물과 자가분해된 부산물의 지방산 조성 및 젖산발효한 육계 가공부산물과 닭 지방의 지방산 조성을 Table 4에 나타내었다. 마쇄한 육계 가공부산물과 자가분해된 부산물의 총지방산 합은 각각 98.93%와 99.50%였다. 젖산발효 후 지방산조성에 약간의 변화가 있으나 전체적인 포화지방산과 불포화지방산의 조성비율이 큰 차이가 없듯이[9,20] 자가분해 후 각각의 지방산 조성에 약간의 변화가 있었으나 자가분해 전과 후의 포화지방산과 불포화지방산의 비는 각각 0.54(64.8% 불포화지방산)와 0.55(64.5% 불포화지방산)로 큰 변화가 없었다. 지방의 안정성과 구성성분에서 자가분해된 지방이 자가분해되지 않는 지방과 큰 차이가 없는 것으로 나타났으며 이러한 결과로부터 자가분해가 지방산 조성에 큰 영향을 미치지 못하는 것으로 여겨진다.

총균수와 진균수

마쇄한 폐기부산물 g당 초기총균수와 진균수의 log CFU는 각각 7.45와 7.11(Table 5)로 Mahendrakar 등[12]의 연구결과 보다 낮았다. 이는 시료 준비 환경 차이에 기인하는 것으로 여겨진다. 산 첨가직후 미생물 수는 급격히 줄어들었고 자가분해중 일정하게 낮은 수준으로 유지된 것[3,12]과 같이 산이 첨가된 72시간 후 자가분해 산물의 log CFU/g 총균수와 진균수는 Table 5와 같이 각각 3.39와 2.03으로 크게 줄어들었다. 자가분해산물과 log CFU/g 총균수와 진균수가 각각 5.90과 5.76인 소맥피를 혼합하였을 때 혼합물의 log CFU/g 총균수와 진균수는 4.36과 3.48이었다. 건조(50℃ 20시간)에 따른 혼합물의 미생물 수 변화는 크게 없는 것으로 나타났으나 수분을 제외한 건량 1g당 미생물 수를 비교한다면 건조에 따른 변화를 알 수 있었다.

자가분해는 닭 폐기부산물의 일반성분 및 지방의 안정성과 성분보존에 효과적이었으며 미생물에 의한 품질저하 방지와 악취 제거에 도움을 주었다. 본 공정은 제품안정성을 위해서 수분함량을 줄이는데 필요한 온도를 낮출 수 있을 뿐만 아니라 낮은 pH 때문에 병원균을 제거하는데 필요한 온도도 낮출 수 있기 때문에 가열에 따른 영양소 파괴나 손실을 감소시킬 수 있다. 따라서 부산물 자가분해는 새로운 닭 가공부산물 처리방법으로서의 가능성을 보여주었다.

요 약

닭 가공부산물의 재활용 가능성을 조사하기 위하여 부산물에 산을 첨가하여 자가분해(autolysis)시켰다. 자가분해 중 일어나는 pH와 지방산 조성변화 그리고 자가분해산물(autolysate)과 소피맥의 혼합과 혼합물 건조에 따른 일반성분과 미생물 총균수 변화를 조사하였다. 마쇄한 부산물의 초기 pH 6.52는 산 첨가 직후(5분 내) 2.75로 급격히 낮려갔다가 자가분해 중 약간 증가해서 3.06~2.92를 유지하였다. 일반성분과 지방산 조성은 자가분해에 따른 영향을 크게 받지 않았으나 미생물 총균수와 진균수의 log CFU/g은 각각 7.45와 7.11에서 자가분해 후 3.39와 2.03으로 크게 줄어들었다. 자가분

해는 닭 가공부산물의 사료자원화 가능성을 보여주었다.

감사의 글

본 연구는 서울산업대학교 '94 교수산업체현장연구비 지원으로 이루어진 결과이며 이에 감사드립니다.

문 헌

1. Chen, T.C., Hill, J.E. and Haynes, R.L.: Quality characteristics of raw and treated effluents from Mississippi poultry processing plants, *Poultry Science,* **55**, 2390 (1976)
2. Chen, T.C., Hill, J.E. and Haynes, R.L.: Characteristics of wasteloads of poultry processing wastes. *Mississippi Agricultural & Forestry Experiment Station Research Report,* 7(2), 1 (1982)
3. Raa, J. and Gildberg, A.: Fish silage, *CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition,* 16(4), 383 (1982)
4. Edin, H.: Undersökningar angaande importavstengningens äggviteproblem. *Nord. Jordbr. Forsk.,* 22, 142 (1940) [*CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition,* 16(4), 383 (1982)]
5. Fatima, R. and Quadri, R.B.: Studies on the preparation on fish silage. *Trop. Sci.,* 27, 1 (1987)
6. Wooley, R.E., Gilbert, T.P., Whitehead, W.K., Shotts, E.D., Jr. and Dobbins, C.N.: Survival of viruses in fermented edible waste materials. *Am. J. Vet. Res.,* 42, 87 (1981)
7. Tibbetts, G.W.: Evaluation of poultry viscera ensiled with *L. acidophilus* for growing and finishing swine. *Ph.D. Dissertation,* Univ. of Georgia, Athens, GA, USA (1985)
8. Tibbetts, G.W., Seerly, R.W. and McCampbell, H.C.: Poultry offal ensiled with *Lactobacillus acidophilus* for growing and finishing swine diets. *J. Anim. Sci.,* 64, 182 (1987)
9. Russell, S.M., Fletcher, D.L. and Merka, W.C.: Lactic acid fermentation of broiler processing waste: physical and chemical analysis. *Poultry Science,* 71, 765 (1992)
10. Norman, G.A., Silverside, D., Hector, D.A. and Francis, S.: The acid treatment of animal by-products, *Trop. Sci.,* 21, 221 (1979)
11. Machin, D.H., Hector, D.A., Capper, B.S. and Carter, P.M.: The utilization by broiler chickens of poultry offal hydrolyzed in formic acid. *Anim. Feed Sci. Technol.,* 11, 247 (1984)
12. Mahendrakar, N.S., Khabade, V.S., Yashoda, K.P. and Dani, N.P.: Chemical and microbiological changes during autolysis of fish and poultry viscera. *Trop. Sci.,* 31, 45 (1991)
13. Mahendrakar, N.S., Khadabe, V.S., Rao, R.J., Latha, R. and Dani, N.P.: Influence of fish and poultry viscera silages to broiler chickens on their performance and meat quality. *International J. Anim. Sci.,* 6, 19 (1991)
14. A.O.A.C.: *Official methods of Analysis,* 14th ed., Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, USA. 152 (1984)
15. Bligh, E.G. and Dyer, W.J.: A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physio.,* 37, 911 (1959)
16. Firestone, D.: *Official Methods and Recommended Chemist's Society,* 4th ed., American Oil Chemist's Society, IL, USA Ce 2-66 (1990)
17. 보건사회부 : 식품공전. 한국식품공업협회 p.738 (1994)
18. Steel, R.G.D. and Torrie, J.H.: *Principles and Procedures of Statistics,* 2nd ed., McGraw-Hill Book Co., Inc., New York, NY, USA p.1 (1980)
19. Duncan, D.B.: Multiple range and multiple F tests. *Biometrics,* 11, 1 (1955)
20. U.S.D.A.: *Composition of Foods. Poultry Products Raw, Processed, Prepared.* Agricultural Handbook, United States Department of Agriculture, Science and Education Administration, United States Government Printing Office, Washington, D.C., USA Number 8-5 (1979)

(1994년 9월 30일 접수)