

가열시간에 따른 닭뼈용출액 중의 유리아미노산과 무기질에 관한 연구

박희옥 · 이해정
경기전문대학 식품영양과

A Study on the Free Amino Acid and Minerals of Chicken Bone Extracts by Boiling time

Hee Ok Park and Hei Jung Lee
Dept. Food & Nutrition, Kyung Ki Junior College

Abstract

This study was carried out to investigate the free amino acid content, the free amino-nitrogen content and minerals such as Ca, P and Fe of chicken bone stock. The results were as follows. 1. In chicken bone stock, glutamic acid was the most abundant amino acid, lysine, alanine, cysteine and glycine were followed orderly and these free amino acids seemed to be the most intensive flavor compounds. 2. The free amino acid-nitrogen content of chicken bone stock was increased after 3 hours boiling and began to decrease after 4 hours boiling. 3. After 3 hours boiling, Ca, P were 5.0 mg/100 g chicken bone and 42.5 mg/100 g chicken bone, respectively and began to decrease after 4 hours boiling. The ratio of Ca:P was about 7.8. Fe was increased after 4 hours boiling and began to decrease after 5 hours boiling. These results revealed the low effectiveness of Ca, P and Fe utilization of chicken bone stock, because of the very low extraction of minerals. But these results revealed the significant correlation of free amino acid, free amino-nitrogen contents and brothy flavor. So chicken bone stock on heating at 90-95°C for 3-4 hours seemed to be the most intensive brothy flavor.

I. 서 론

Sole mornay, chicken alaking 등의 서양요리에서는 생선과 닭뼈를 우려 sauce를 만들어 섭취하는 등 뼈를 이용하여 뼈에서 용출되는 각종 아미노산, 핵산, 무기질 등으로 맛과 영양성분을 활용함으로써 기호성 높은 음식을 만들고 있다. 우리나라에서는 총계탕, 용봉탕, 금중탕, 고제탕 등과 백숙, 수증계, 도리탕 등 고기와 국물을 주로하는 요리가 전하여져 왔으며¹⁾, 여기에 찜, 구이, 튀김 등의 요리가 만들어지고 있으나 닭뼈 용출액의 이용은 거의 전무한 상태이다.

현대사회는 산업화로 인하여 닭을 이용한 편의 식품과 냉동식품 등의 개발과 함께 부수적으로 닭뼈가 부산물로 얻어지고 있다. 따라서 이를 이용하여 정미성분을 용출해내어 맛성분으로 이용한다면 기호성과 경제성을 모두 충족시킬 것으로 생각한다. Chi 등²⁾은 양념을 했거나 하지 않은 chicken broth에 MSG와 NaCl를 첨가함으로써 맛이 증가한다고 하여 닭국물의 맛에 관한 연구를 하였다. Spanier 등³⁾은 70°C가 되면 육수에 풍미를 내게하는 저분자의 peptide들이 크게

증가하기 시작한다 하였으며, Cambero 등⁴⁾은 쇠고기 육수를 만들때 75°C 이하나 95°C 가열보다는 85°C에서 60분 가열했을 때 풍미가 가장 좋다고 하고 조리온도와 free amino acid(FAA), carnosine, 5'-IMP함량과 상관관계가 있다고 하였다. Nishimura 등⁵⁾은 FAA와 peptides함량이 증가하면 육수의 맛이 상승한다고 하였다. 따라서 육수 제조시에 가열온도와 시간이 정미성분에 영향을 주고 있음을 알 수 있다.

본 연구에서는 요리책에 소개된 stock 조리법⁶⁾을 토대로 닭뼈 용출액을 만들고 유리아미노산과 수증 무기질의 함량을 측정하여 닭뼈 용출액의 추출 및 사용시에 기초자료를 제공하고자 한다.

II. 실험 재료 및 방법

1. 시료 및 시료의 조제

시중에서 유통되고 있는 2 Kg 정도의 닭을 구입하여 껍질, 지방 및 근육조직을 거의 제거하고 골수가 노출되도록 뼈를 분쇄하여 닭뼈와 물의 비율을 10:85로하여 스텐레스 냄비(세프라인)에 넣고 90-95°C가

되도록 약한불로 가열하였다. 시료는 2시간, 3시간, 4시간, 5시간 가열한 것을 2점 거즈에 걸른 것으로 하였다.

2. 실험방법

(1) 유리아미노산의 정량

시료 100 ml를 0.2 μ l membrane filter로 여과하여 150배 희석한 후 Sep-Pak cartridge(silica)로 처리하여 Methanol conditioning하였다. 이 용액을 10 μ l씩 auto sampler에 주입하여 ninhydrin방법에 따라 아미노산 자동분석기(Hitachi L-8500)로 정량하였다. 기기분석조건은 Table 1과 같다⁷⁾.

(2) 아미노태 질소

시료 2 g을 250 ml 비이커에 넣고 증류수 100 ml를 가한 후 1시간동안 교반하여 충분히 혼합한 다음 0.1 N 수산화나트륨 용액으로 pH 8.4까지 적정하였다. 이 액에 중성 포르말린용액 20 ml를 가한 다음 다시 0.1 N 수산화나트륨 용액으로 pH 8.4까지 적정하여 다음식에 따라 아미노태 질소함량을 측정하였다⁸⁾.

$$\text{아미노태질소(\%)} = \frac{(A-B) \times 1.4 \times F \times 100}{\text{시료량(g)}}$$

A: 0.1 N 수산화나트륨 용액의 소비 ml

B: 0.1 N 수산화나트륨 용액의 공실험 소비 ml

F: 0.1 N 수산화나트륨 용액의 농도계수

3. 무기질의 정량

시료 100 ml를 탕육 중에서 증발 건조한 다음 55°C 회화로에서 20시간 회화한후 3.5% HCl 용액으로 용해하여 여과지(Whatman 42)에 여과시킨후 100 ml로 정용하여 원자흡광광도계(Jobin Yvon Emission Spectrometer)로 정량하였으며⁹⁾, 기기분석조건은 Table 2와 같다.

Table 1. Analysis condition of amino acid

System:	Amino acid analyzer Hitachi L-8500A
Detector:	UV/VIS
Column:	Standard column Hitachi #2622SC I.D. 4.6×60 mm *ion exchange resin
Reagent:	Buffer solution Wako L-8500Set Ninhydrin Wako L-8500Set
Standard:	Ajinomoto amino acid Calibration mixture
Injection vol:	10 μ l

4. 관능검사

잘 훈련된 여자대학생 6인을 관능검사요원으로 선정하여 색도, 풍미 그리고 전체적인 수용도를 9점법으로 측정하였다. 색도의 경우 매우희다 1점에서 매우진하다 9점까지, 풍미는 매우 약하다 1점에서 매우 강하다 9점까지 그리고 전체적인 수용도 매우 나쁘다 1점에서 매우 좋다 9점까지로 표현하게 하였다. 관능검사 결과는 Duncan의 다중범위검정으로 유의수준 5%수준으로 하여 통계처리를 하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 유리아미노산 및 아미노태질소의 함량

닭뼈를 물과 함께 가열하였을 때 가열시간이 지남에 따라 유리아미노산과 아미노태 질소의 추출이 많아져 농도가 높아졌으나, 시간이 증가함에 따라 수분이 증발하여 전체 용량이 감소하여 유리 아미노산과 아미노태 질소의 농축효과도 크게 나타났다. 따라서 유리아미노산의 함량과 아미노태질소의 함량은 닭뼈 100 g에서 용출된 양으로 환산하여 나타내었다. 2시간, 3시간, 4시간 그리고 5시간 동안 100 g의 닭뼈에서 추출된 유리아미노산의 종류 및 총합량은 Table 3과 같다. 유리아미노산은 aspartate, threonine, serine, glutamate, glycine, alanine, valine, cysteine, methionine, isoleucine, leucine, tyrosine, phenylalanine, lysine, histidine, arginine, prolamine 등이 검색되었는데, 박¹⁰⁾이 사골 용출액 중에서 검색한 유리아미노산과 비교하였을 때 검색되지 않았던 cysteine과 prolamine이 검색되었다. 유리아미노산의 총합량은 2시간 가열시 425.4 mg/100 g chicken bone, 3시간 가열시 463.2 mg/100 g chicken bone 이 추출되었으며 4시간 가열시료의 경우 549.5 mg/100 g chicken bone로 가장 많았다. 5시간 가열시료의 경우 4시간 가열의 경우와 비교했을 경우 오히려 약간 감소하여 5시간 이상 가열이 큰 효과가 별로 없는 것으로 나타났다. 가열시간 증가에 따라 유리아미노산의 용출량이 증가하였으나 아미노

Table 2. Operating conditions of atomic absorption apparatus

power	1 Kw for aqueous
nebulizer pressure	3.5 bars for Meinhard type C
aerosol flow rate	0.3 l/min
sheath gas flow	0.3 l/min for multielement analysis of aqueous solutions, 0.6 l/min for alkali determinations
cooling gas	14 l/min

산 조성비율은 비교적 일정한 수준을 유지하였다. 닭 뼈 추출물에서 가장 많이 함유되어 있는 아미노산은 특이한 단맛 즉 감칠맛을 가진 것으로 알려진 glutamic acid로 총 유리아미노산 함량의 약 20%를 차지하였다. 다음으로는 lysine, alanine, cysteine, glycine 순이었는데 이들 아미노산은 유황화합물 맛을 내는 cysteine을 제외하고는 대체로 정미성분 중 단맛을 나타내는 것으로 알려져 있어 이들 아미노산이 닭 뼈 추출물의 정미성분으로서 중요한 역할을 할 것으로 사료된다. 또한 lysine은 무미의 정미성분으로 알려져 있으나 glutamate 다음으로 많은 양이 용출되어 제1제한 아미노산이 lysine인 곡류를 주식으로 하는 우리에게 대단히 중요한 의미를 제시하고 있다. 가장 적은양이 용출된 유리아미노산들은 valine, methionine, histidine이었다. 박¹⁰⁾은 사골용출액 중에는 glycine, glutamate, alanine, serine이 많이 함유된 유리아미노산으로 정미성분으로 작용할 것으로 예측하였으며, 반면 isoleucine, tyrosine, phenylalanine, arginine 등이 적게 함유된 유리아미노산이라고 하였다. 이러한 결과로부터 닭 뼈 용출액과 사골 용출액을 비교하여 볼 때 glutamate, glycine 및 alanine 등이 공통으로 많은 양을 함유하고 있으며 특별히 닭 뼈 용출액 중에 lysine이 많이 함유되어 있음을 알 수 있었다.

100 g 닭 뼈에서 추출된 아미노태질소의 총합량은

Table 3. Analysis of amino acid in chicken bone stock
(mg/100 g chicken bone)

amino acid	samples			
	a	b	c	d
aspartate	24.2	29.7	35.8	31.8
threonin	27.4	25.8	24.7	22.9
serine	27.4	30.6	35.4	31.7
glutamate	85.3	90.6	109.1	96.8
glycine	27.6	29.3	37.2	37.0
alanine	34.2	38.7	46.4	43.7
valine	2.7	3.0	3.3	2.5
cysteine	30.8	37.5	39.9	35.7
methionine	8.2	9.9	10.7	9.4
isoleucine	9.7	12.6	12.7	11.7
leucine	21.7	27.3	30.0	26.4
tyrosine	21.5	19.2	25.8	23.3
phenylalanine	26.4	21.0	28.7	25.8
lysine	32.8	36.6	50.3	45.2
histidine	5.7	6.0	7.2	6.6
arginine	17.3	18.9	22.1	19.6
prolamine	22.5	26.0	30.2	26.4
total	425.4	462.7	549.5	496.5

*a, b, c and d: 2, 3, 4 and 5 hours boiling of chicken bone stock, respectively.

Table 4에 나타낸 바와 같으며 가열시간이 3시간이 될 때까지 증가하다가 4시간 이후부터 감소하기 시작하였다. Nishimura 등³⁾은 유리아미노산과 펩타이드가 증가하면 고기국물맛이 증가한다고 하였으며, Cambero 등⁴⁾은 소고기 국물을 만들때 85°C에서 60분 가열시에 가장 국물맛이 강하다 하였다. 즉 85°C 가열시 glutamine, alanine, glycine, taurine, proline, ornithine, serine, β-alanine 등의 유리아미노산이 풍부하며 관능검사 결과 맛이 가장 강하게 나타났다고 하였다. 그러나 95°C 가열시엔 potential amino acid와 ATP metabolite가 더 많이 용출되었다 하였다. 본 연구에서는 닭 뼈를 3시간 가열시에 아미노태질소가 가장 많았고 4시간 가열시에 유리아미노산의 함량이 가장 많이 추출된 것으로 나타났다. Spanier 등³⁾은 70°C부터 저분자의 펩타이드가 증가하기 시작하는데 이것들이 강력한 풍미성분이라고 하였고, Bowers 등¹¹⁾은 가열하면 단백질은 거의 변성하며 온도를 증가시키면 고기국물맛이 증가하고 피맛, 금속맛, 그리고 시큼한 맛이 감소한다고 하여 온도의 중요성을 지적하였다. 따라서 본 연구는 이러한 연구들을 토대로하여 90-95°C에서 정미성분이 추출될 수 있도록 하였으며 이러한 결과들로부터 닭 뼈에서의 정미성분인 아미노산과 아미노태질소의 열수 추출은 3-4시간 정도가 적당할 것으로 사료된다.

2. 무기질 함량의 분석

닭 뼈의 열수추출용액내 Ca, P 및 Fe의 함량을 닭 뼈 100 g당 mg단위로 Table 5에 나타내었다. Ca/P의 비율은 1:7.1-8.6정도로 식사중 이상적인 Ca과 P의 비율

Table 4. The free amino-nitrogen contents of chicken bone stock
(mg/100 g chicken bone)

samples	a	b	c	d
free amino nitrogen	86.7	151.2	86.0	71.0

Table 5. Ca, P and Fe contents of chicken bone stock
(mg/100 g chicken bone)

sample	minerals		
	Ca	P	Fe
a	5.1	36.3	0.6
b	5.0	42.5	1.0
c	3.6	30.8	1.1
d	3.4	25.9	0.4

*a, b, c and d are equal to Table 3.

이 1:1-1.5일 때 Ca이용율이 가장 이상적이라고 한¹²⁾ 사실과 비교해 볼 때 닭뼈 추출물의 Ca이용율은 좋지 않은 것으로 나타났다. 사골뼈의 Ca용출율은 설 등¹³⁾이 0.02-0.03%, 박 등¹⁴⁾이 0.01-0.04%, 그리고 박¹⁰⁾이 가열 20시간째 0.29%라 하여 매우 낮은 편으로 뼈 추출물은 Ca이용면에서 볼 때 효과적이지 않다고 하였다. 이러한 사실을 박¹⁰⁾은 골격내의 Ca이 비교적 안정되고 치밀한 결정상태인 hydroxy apatite로 존재하기 때문이라고 설명하였다. 이에 따라 뼈에 존재하는 Ca의 용출을 높이기 위하여 뼈에 산처리를 하여 Ca과 P의 추출량을 증가시켰으나 맛이 변질되는 것이 문제라는 연구보고들이 많다^{10,15,16)}. 박¹⁴⁾은 초산 용액을 첨가하였을 때 약 3배 정도의 Ca증가율을 보였으나 역시 Ca용출은 저조하다고 하고 산처리가 무기질의 충분한 이용효과가 있다고 볼 수 없다고 결론지었다. 이 등¹⁶⁾은 닭뼈를 시간별로 가열처리하였을 때 닭뼈 100g에서 2시간 2.82 mg, 4시간 2.98 mg 그리고 8시간 후 4.1 mg이 용출되었다 하고 6-8시간 가열할 것을 제안하였다. 그러나 본 연구논문에서는 3시간 정도에서 높은 용출율을 보이고 이후는 오히려 감소하는 경향을 나타냈다. 박 등¹⁷⁾은 삼계탕 용출액 중 무기질 함량에 관한 연구에서 180분 동안 가열시 Ca, K, Mg, Zn가 최대 용출량을 보였으며 Ca/P의 비율은 1:3.58-4.68을 나타냈다 하면서 P이 가열시간이 증가할수록 더 많이 용출된다하여 본 논문과는 일치하지 않았다.

Fe의 함량은 가열시간 증가에 따라 4시간까지는 증가하였으나 그 이후로는 오히려 감소하였다. 박 등¹⁷⁾은 Fe이 냄비에서는 180분 동안 까지 계속 증가하는 추세를 보인 반면 압력솥을 이용하였을 때 120분에서 최대 용출량을 보인후 이후 감소하기 시작했다고 하였다. Fe이 일정시간이 지난 후 용출량이 감소하는 경향은 설¹³⁾의 결과와도 일치한다.

이상의 결과에서 보듯이 뼈에서 Ca, P, Fe 같은 무기질의 용출은 매우 낮은 편으로 무기질 섭취면에서 효과적이지 않은 것으로 나타났으며, 또한 Ca에 비해 P의 비율이 너무 높아 Ca흡수면에서도 좋지 않은 것으로 나타났다. 따라서 닭뼈 추출물은 유리아미노산과 아미노태 질소로 인한 정미성분 이용 측면에서 이용하여야 할 것으로 사료된다.

3. 관능검사

닭뼈를 2, 3, 4, 5시간 물과 함께 가열한 후 관능검사를 행한 결과는 Table 6과 같다. 색은 5시간 가열한 경우 유의적으로 진하다고 하였는데 수분 증발로 인한 농축효과도 있을 것으로 생각된다. 그러나, Wass-

Table 6. Sensory evaluation of chicken bone stock.

samples	color	brothy flavor	total acceptability
a	5.0 ^a	3.2 ^a	3.0 ^a
b	4.2 ^a	5.0 ^b	7.0 ^b
c	4.3 ^a	4.7 ^b	6.0 ^b
d	6.9 ^b	3.7 ^a	6.3 ^b

*a,b, c and d are equal to Table 3.

**Values in the same vertical line with differents superscripts are significantly different (p < 0.05) from each other.

erman¹⁸⁾은 갈변이 90°C에서 일어나기 시작하며 시간과 온도가 증가함에 따라 증가한다고 하였으며, Spanier 등³⁾은 펩타이드와 유리아미노산이 풍미의 원인 물질이면서 Maillard반응을 위한 전구체라 하여 시간이 지날수록 색이 진해지는 현상을 설명할 수 있다. 국물의 풍미는 3-4시간 가열시에 가장 강하게 나타났다가 5시간 이후 감소하는 추세를 보였다. Nishimura 등³⁾은 유리아미노산과 펩타이드가 증가하면 고기국물맛이 증가한다고 하여, 3시간 이상 가열시 유리아미노산의 양이 증가하였고 또 관능검사에서 고기국물맛이 강하다고 한 본연구 결과를 설명할 수 있겠다. 관능검사결과 3시간 이상 가열시에는 전체적인 수용도에서 유의적인 차이를 보이지 않았다.

IV. 요 약

본 연구는 90-95°C에서 물과 함께 가열하여 닭뼈 용출액을 만들고 유리아미노산과 아미노태질소 및 Ca, P, Fe의 함량을 측정된 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 닭뼈 용출액에 가장 많이 함유된 아미노산은 glutamic acid로 총 유리아미노산의 약 20%를 차지하였으며 다음으로 lysine, alanine, cysteine, glycine이 풍부하여 이들이 닭뼈 용출액의 주요 정미성분으로 인식되었다.
2. 닭뼈 용출액 중의 아미노태질소의 함량은 3시간 가열시까지 증가하였으며 4시간이후부터 감소하기 시작하였다.
3. Ca과 P은 3시간 가열시 각각 5.0 mg/100 g chicken bone과 42.5 mg/100 g chicken bone이었다가 4시간 가열 이후 감소하기 시작하였으며 Ca/P의 비율은 대체로 1:7.1-8.6정도로 P의 함량이 Ca에 비해 매우 높은 편이었다. Fe은 가열시간 증가에 따라 4시간까지는 증가하였으나 이후 감소하였다.
4. 관능검사 결과 닭뼈 용출액의 색은 5시간 가열시

에 유의적으로 색이 진해 졌으며, 풍미는 3-4시간 가열 시에 강하게 나타났다. 또한 전체적인 수용도는 3시간 이상 가열시에는 유의적인 차이를 보이지 않았다.

이상의 결과 닭뼈에서 Ca, P, Fe 같은 무기질의 용출은 매우 낮아서 닭뼈 용출액이 무기질 섭취면에서 별로 효과적이지 않은 것으로 보이나 유리아미노산과 아미노태질소로 인한 정미성분으로서의 이용은 매우 바람직한 것으로 나타났으며, 이들 정미성분의 이용을 위해서는 90-95°C에서 3-4시간 정도의 가열이 적당할 것으로 사료된다.

참고문헌

1. 이성우, 한국요리문화사, 교문사 (1985).
2. Chi, S.P. & Chen, T.C., Prediction optimum monosodium glutamate and sodium chloride concentrations in chicken broth as affected by spice addition, *J. Food Pro. and Preser.*, **16**(5): 313 (1992).
3. Spanier, A.M., McMillin, K.W. & Miller, J.A., Enzyme activity in beef: Effect of postmortem aging and end-point cooking temperature, *J. Food Sci.* **55**: 318 (1990).
4. Cambero, M.I., Seuss, I. & Honikel, K.O., Flavor compounds of beef broth as affected by cooking temperature, *J. Food Sci.*, **57**(6): 1285 (1992).
5. Nishimura, T., Rhue, M.R., Okitani, A. & Kato, H., Components contributing to the improvement of meat taste during storage, *Agri. Biol. Chem.*, **52**: 2323 (1988).
6. 진양호, 현대서양요리, 형설출판사 (1990).
7. Hand book amino acid analysis theory & laboratory techniques, Pharmacia LKB, *Biotechnology, AB* (1987).
8. 山形誠, 水産生物化學-食品學實驗書, P281, 恒生社厚生閣版, 東京都 (1974).
9. Osborne, D.R. and Voogt, P., The analysis of nutrients in foods, Academic (1984).
10. 박동연, 사골용출액 중의 무기질, 총질소, 아미노산의 함량변화, *한국영양식량 학회지*, **15**(2): 243 (1986).
11. Bowers, J.A., Craig, J.A., Kropf, D.H. and Tucker, T. J., Flavor, color and other characteristics of beef, longissimus muscle heated to seven internal temperatures, between 55 and 85, *J. Food Sci.*, **2**: 533 (1987).
12. 이기열, 이양자, 고급영양학, 신광출판사 (1992).
13. 설인형, 장명숙, 사골뼈 용출액 중의 무기질 성분에 관한 연구, *한국조리과학회지* **6**(4), 21 (1990).
14. 박영주, 산 및 압력남비가 사골과 돼지무릎뼈의 영양 성분 용출량 변화에 미치는 영향, 서울대학교 석사학위논문 (1984).
15. 박동연, 이연숙, 소의 사골 중의 영양성분 용출에 대한 산, 알칼리 처리효과, *한국영양식량학회지*, **12**: 146 (1983).
16. 이영순, 허채옥, 처리방법에 따른 닭뼈 용출액 중 칼슘과 인의 함량변화에 관한 연구, *한양여자전문대학 논문집*, **11**: 285 (1988).
17. 박세원, 김선태, 유양자, 조리용기와 가열시간에 따른 삼계탕 용출액 중 무기질 함량에 관한 연구, *한국조리과학회지*, (9): 52 (1993).
18. Wasserman, A.E., Thermally produced flavor components in the aroma of meat and poultry, *J. Agric. Food Chem.*, **20**: 737 (1972).