한국농화학회지 Vol. 30, No. 3, Sep. 1987
J. Korean Agricultural Chemical Society

Ficin 처리 우육의 소화에 관한 연구

金 貞 淑·金 俊 平*

中央大學校 家政學科, *食品加工學科

(1987년 7월 15일 수리)

Studies on the Digestion of Beef by Ficin Treatment

Jung Sook Kim and Jun Pyong Kim*

Department of Home Economics, *Department of Food Science and Technology,
Chung-Ang University, Seoul, Korea

Abstract

In the previous report, we isolated and purified one of tendering enzyme "ficin" from fig latex. In this study, various crude ficin concentrations and reaction time were employed to investigate the contents of free amino acids and other free nitrogen compounds after the treated with beef round muscle.

1. Free amino acids contents increased with the increase of temperature and time during the aging of beef at 1°C and 8°C, and the increasing rate was remarkably high when fresh beef was treated with ficin. In the case of ficin treatment after various cooking, steaming showed the highest increase in free amino acid contents among three cooking methods such as boiling, steaming and pan broiling. The increased amounts of free amino acids in three groups-aging beef at 1°C for 3 days, fresh beef treated with ficin(0.1%, 2hrs) and beef treated with ficin(0.1%, 2hrs) after cooking were 13%, 293% and 137% respectively. In contrast to aging group, the amount of free amino acids in other two groups treated with ficin was superiorly increased.

2. The amounts of total free nitrogen, free non-protein nitrogen and NH_3-nitrogen increased with the increase of temperature and time during the aging of beef at 1°C and 8°C, and the increasing rate was remarkably high in fresh beef treated with ficin. In the case of ficin treatment after cooking, steaming gave larger amount of total and non-protein nitrogen than other two cooking, e.g. boiling and panbroiling. The increasing rate of non-protein nitrogen to the total nitrogen of fresh beef treated with ficin(0.1%, 2hrs) was 75 times greater than that of aging fresh beef at 1°C for 3 days.

서 론

식용육을 그대로 조리하여 먹는 것보다 연육제를 첨가하여 근단백질을 약간 숙성시켜 먹는 것이 풍미면에서도 바람직하다. 특히 우리나라에서는 오랫동안 농경에 종사시킨 노폐우를 도살하여 우육으로 공급하는 경우가 많았으므로 다른 종류의 축육보다 우육 연화의 필요성을 느껴왔고 1970년부터 보건사회부령으로 효소를 우육등 식품에 첨가하는 것이 허용되고 있다.

숙성중의 우육단백질이 분해효소에 의해 연화된다는 것이 1917년 Hoagland[1]의 연구에 의해 처음 규명되었으며 이 연구에 의하여 육류가 숙성되면서 더욱 부드러워지고 비단백태질소가 그 조직내에 증가됨이 증명되었다.[2,3] 이 연구 결과는 그후

다른 연구자에 의해 조직내에 있는 cathepsin의 자가분해에 의한 것임이 밝혀졌다. 육류의 연화 메카니즘은 근섬유단백질과 연결조직 단백질인 collagen의 물리적 생화학적인 구조와 특성에 관련된 것으로 육류의 표면에 있는 근형질막을 파괴해서 actomyosin을 가수분해시켜 근섬유로 나누어지게 하며 연결조직의 섬유상 단백질에도 작용하여 collagen이나 elastin을 분해시킨다.[4,5]

단백질의 분해효소를 사용하는데 있어서 중요한 것은 효소가 근육 전체에 골고루 미치게 하는 것이다. 최근에는 단백질 분해효소를 도살 직전에 주입시키는 방법까지 개발되었으나 이들 효소들은 종종 림프선이나 간 등에 몰려 있게 되어 체내에 골고루 퍼지지 않게 되므로 조리시 부분적으로 과도한 연화현상을 보인다. 실제로 닭이나 돼지를 도살하기 전 papain을 주입하였을 때 연화가 증진되었으며 다습성이나 풍미도 크게 향상되었다.[6,7,8] 고기의 연화에 영향을 주는 것을 알기 위해 actin과 myosin을 추출하여 식물성 분해효소를 처리한 경우 그 분해물의 생성을 SDS-polyacrylamide 전기영동 등으로 확인한 것도 있다.[5,9,10,11]

Papain과 bromelin과 같은 효소를 근육조직에 작용시켜 조리하였을 때 서서히 조리한 것이 빨리 조리한 것 보다 많은 양의 유리아미노산과 hydroxyprolin이 생겼으며 shear value도 감소하였다.[12,13] 미생물에서 추출한 단백질 분해효소는 collagenous fiber와 elastic fiber에 대해 거의 소화작용을 하지 못하였다.[10,14,15]

고기의 연육제로 주로 쓰인 것은 papain, bromelin, trypsin 등이며 이들의 연구는[10,16,17] 많이 되었으나 무화과의 latex에서 얻은 ficin의 연육효과에 대해서는 별로 없다.

필자들은 전보[18]에서 ficin을 분리한 바 있어 본 연구에서는 crude ficin을 우육에 처리하여 그로 인한 단백질의 분해정도를 검토하고 조리시의 유리아미노산 함량 변화, 총질소, 비단백태질소 및 암모니아태질소의 함량 변화를 조사하였다.

재료 및 방법

1. 재료

1) 단백질 분해효소 : 본실험에서는 단백질 분해효소로서 crude ficin(0.08unit/mg, 일본 Wako 제약)을 사용하였다.

2) 생육의 시료 : 생육의 시료는 소(흑모화종성자, 4세)를 도살하여 12~15시간 경과된 것으로서 round muscle을 칼로 세절하고 2mm plate chopper로 다시 갈아서 원료육으로 하였다.

2. 방법

1) 생우육 및 ficin 처리한 우육에서의 유리아미노산, 총질소, 비단백태질소의 측정 : 생우육중의 아미노산 분석은 Hitachi-Model 635의 HPLC로 다음과 같은 조작으로 측정하였다. 즉 잘 마쇄한 생우육 5g에 증류수 80m*l*를 가해 추출한 후 증류수로 100m*l*되도록 하였다. 이중 10m*l*를 취해 감압증발시킨 후 내부 표준액(36.6mg/100m*l*의 norleucine) 1m*l*를 가한 후 이중 40μl를 취해 HPLC에 주입하여 측정하였다.

$$\text{아미노산 함량(mg/g)} = \frac{\text{목적성분 peak 면적}\times 100}{\text{내부 표준 peak 면적}} \times \frac{0.365}{K\text{값}} \times \frac{100}{10} \times \frac{1}{\text{시료의 무게}}$$

총질소(total nitrogen, TN), 비단백태질소(non protein nitrogen, NPN)의 측정은 원료육 5g을 취해서 물로 추출하고 여과한 후 총용량을 100ml로 하였다. TN은 상기용액 10ml를 취하여 켈달법으로 측정하였고 NPN은 상기 용액 10m*l*을 취하여 10% TCA(trichloroacetic acid) 10m*l*를 가하고 30분후 여과하여 그 여액 10ml를 켈달법으로 측정하였다. 암모니아태질소는 유리아미노산 조성분석시 측정된 값을 이용하여 산출하였다. 숙성중 유리아미노산, 총질소, 비단백태질소 및 암모니아태질소는 원료육을 각 1°C와 8°C에서 3, 6, 11일 각각 저장한 후 앞의 방법으로 동일하게 측정하였다.

2) 각종 농도의 ficin 처리시 우육중 유리아미노산, 총질소, 비단백태질소 및 암모니아태질소의 측정 : 원료육 5g을 취해서 0.01, 0.05, 0.1% ficin (pH 6.5, 0.1M 인산 완충용액에 용해) 용액 20m*l*를 가하고 toluene을 첨가하여 35°C에서 2, 4, 6, 24시간 효소를 작용시킨 후 비등하고 여과한 다음 물을 가해서 100m*l*로 하여 앞의 방법으로 측정하였다.

3) 조리방법에 따른 ficin 처리시 우육중 유리아미노산, 총질소, 비단백태질소, 암모니아태질소의 측정 : 원료육을 1cm³로 잘라서 4개씩을 1군으로 하여 10분간 삶거나(boiling), 찜기로 10분간 찌거나(steaming), teflon 용기에서 표피가 뿌옇게 될

정도로 10분간 구웠다(panbroiling). 이와 같이 조리하고 마쇄한 후 0.1% ficin(pH 6.5) 20m*l*를 가하여 35°C에서 2시간 배양하고 여과하여 여액을 100m*l*로 하여 위와 같은 방법으로 측정하였다.

결과 및 고찰

1. 유리아미노산의 조성 변화

1) 생우육중 유리아미노산의 조성 변화 : 생우육의 round muscle 중에 함유된 유리아미노산 조성은 HPLC로 분석한 결과 Table 1과 같다. 생우육중 유리아미노산은 15종으로 Ala의 함량이 가장 높고 Val, Thr, Phe, Arg, Met, Leu, Tyr, Lys, Gly, Ser, Glu, Pro의 순이며 Asp는 전혀 검출되지 않았다.

2) 숙성중 유리아미노산의 조성 변화 : 우육을 1°C 및 8°C에 저장하고 3, 6, 11일 후의 함량을 조사한 결과는 Table 1과 같다. 1°C 저장에서 시간이 경과함에 따라 Glu가 많이 감소하였고 Val, Met 및 Phe은 증가하였으며 다른 아미노산은 변화가 적었다. 한편 8°C 저장에서는 1°C에 감소하였던

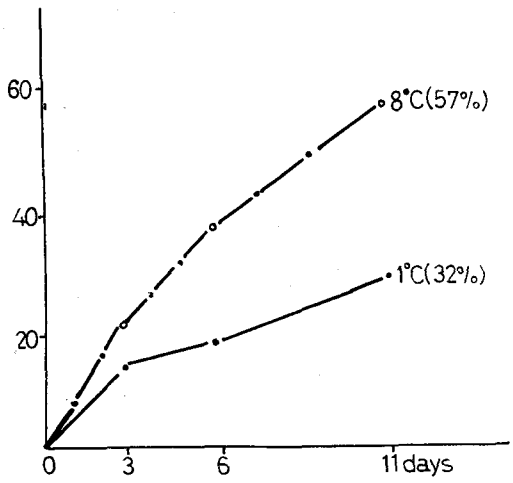

Fig. 1. Increasing rates of total free amino acid contents during aging at different temperature.

$$\text{Increasing rate (\%)} = \frac{\text{Total free amino acid contents in meat aged at different temperature} - (A)}{\text{Total free amino acid contents in raw meat (A)}} \times 100$$

Table 1. Free amino acid contents in round muscle during aging (mg/g)

Amino acid	Raw meat	1°C			8°C		
		3 days	6 days	11 days	3 days	6 days	11 days
Asprtic acid	—	—	—	—	—	—	0.0118
Threonine	0.1631	0.2007	0.2046	0.1892	0.1792	0.1742	0.1384
Serine	0.0137	0.0137	0.0094	0.0325	0.0361	0.0578	0.0428
Glutamic acid	0.0064	0.1227	0.0632	0.0550	0.0893	0.1036	0.1426
Proline	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0003	0.0003
Glycine	0.0422	0.0391	0.0400	0.0287	0.0458	0.0209	0.0294
Alanine	0.2629	0.2150	0.1999	0.3019	0.3319	0.2749	0.3404
Valine	0.1804	0.1833	0.1876	0.2071	0.2240	0.2255	0.3040
Methionine	0.0600	0.0839	0.0889	0.1051	0.0813	0.1138	0.1489
Isoleucine	0.0438	0.0559	0.0526	0.0626	0.0436	0.0646	0.0779
Leucine	0.0496	0.0733	0.0691	0.1083	0.0661	0.1265	0.1703
Tyrosine	0.0460	0.0724	0.0895	0.0752	0.0191	0.0416	0.0481
Phenylalanine	0.0914	0.0399	0.1455	0.1420	0.0968	0.2038	0.2061
Lysine	0.0493	0.0506	0.0491	0.0566	0.0404	0.0225	0.0060
Histidine	0.0404	0.0480	0.0468	0.0517	0.0372	0.0528	0.0614
Arginine	0.0783	0.0805	0.0835	0.0774	0.0731	0.0517	0.0419
Total	1.1276	1.2690	1.3298	1.4934	1.3640	1.5345	1.7703

Table 2. Free amino acids in round muscle treated with ficin (mg/g)

Amino acid	0.01% Ficin				0.05% Ficin				0.1% Ficin			
	2hrs	4hrs	6hrs	24hrs	2hrs	4hrs	6hrs	24hrs	2hrs	4hrs	6hrs	24hrs
Asp	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.011	—	—
Thr	0.044	0.023	0.026	—	0.016	0.307	0.362	0.164	0.012	0.617	0.641	0.773
Ser	0.052	0.098	0.073	—	0.035	0.166	0.202	0.160	0.077	0.190	0.233	0.261
Glu	0.008	0.145	0.226	0.251	0.056	0.173	0.346	3.659	0.045	0.382	0.425	0.811
Pro	0.001	0.001	0.001	0.005	0.003	0.001	0.002	0.006	0.001	0.002	0.002	0.007
Gly	0.030	0.062	0.085	0.159	0.020	0.099	0.128	0.660	0.137	0.162	1.263	1.072
Ala	0.483	0.544	0.684	0.963	0.243	0.625	0.941	3.389	0.668	1.352	3.137	7.987
Val	0.383	0.652	1.044	2.217	0.354	1.009	1.952	7.289	1.105	2.859	3.214	17.555
Met	0.121	0.223	0.396	0.813	0.128	0.489	0.872	4.607	0.401	1.289	0.939	9.617
Ile	0.086	0.136	0.224	0.457	0.072	0.235	0.428	2.647	0.218	0.559	0.707	5.814
Leu	0.143	0.310	0.527	1.721	0.163	0.712	1.386	7.490	0.584	1.854	2.147	19.275
Tyr	0.049	0.109	0.184	0.204	0.053	0.200	0.158	0.100	—	0.456	0.389	0.525
Phe	0.146	0.250	0.715	1.520	0.131	1.086	1.797	7.335	0.426	3.568	4.033	15.838
Lys	0.098	0.188	0.336	0.205	0.097	0.305	0.627	0.598	0.266	1.158	1.182	1.413
His	0.051	0.078	0.146	0.170	0.042	0.110	0.237	0.659	0.102	0.320	0.380	1.011
Arg	0.133	0.220	0.503	0.482	0.125	0.106	0.097	0.091	0.374	1.211	1.371	1.977
Total	1.828	3.039	5.170	9.167	1.538	5.623	9.535	38.854	4.416	15.990	20.063	83.936

Glu가 역으로 증가하였고 Val, Met, Leu, Phe 등은 1°C 저장의 경우와 같이 증가하였지만 그 증가율은 숙성온도가 높은 8°C에서 약간 높았다. 특히 1°C에서 전혀 검출되지 않았던 Asp가 8°C에서 11일간 저장후 처음으로 검출되었다. Fig. 1에서와 같이 우육중 총아미노산의 온도에 따른 비율은 시간이 경과함에 따라 증가하였으며 1°C, 3일에서 13%가 11일 후에는 32%가 되었으며 8°C에서 21%가 57%로 증가되었다. 또한 1°C와 8°C의 비교에서도 8°C가 더 높은 단백질 분해가 나타났다. 이와같이 숙성기간이 증가함에 따라 유리아미노산의 양이 증가하며 이것은 육류의 연도와 풍미를 증진시킬 수 있음을 의미한다.

Sharp등은 사후 숙성기간동안 근육에서 관찰된 유리아미노산의 증가는 근원섬유 자신의 분해가 아니고 근장단백질에서 대부분 유래된 것으로 연화도와는 관계가 없다고 추정하였다.

3) 각종 농도의 ficin 처리시 우육중 유리아미노산의 조성 변화 : 생우육을 여러차례 세절기로 세절하여 35°C에서 일정시간 효소처리후 유리되는 아미노산을 측정하여 Table 2를 얻었으며 0.1% ficin을 2시간 동안 처리후 얻은 chromatogram은 Fig. 2과 같다. 0.01% ficin으로 2시간 동안 처리시 Ala이 가장 많이 유리되었고 Val, Phe, Leu, Arg 및 Met의 순으로 유리되었다. 유리아미노산의 함량변화는 시간이 경과함에 따라 많았으며 특히 Glu의 경우 2시간 처리시 0.008mg이었던 것이 24시간 처리 후에는 0.251mg으로 33배가 증가하였다. 그외의 아미노산에 대해서는 Leu이 12배, Phe이 10.4배, Met 6.7배, Ile이 5.3배, Val이 5.7배로서 대부분 필수 아미노산이 증가하였다. 또한 모든 종류의 유리아미노산 함량도 시간이 경과함에 따라 2시간 처리시 1.853mg이 24시간 처리후 9.167mg으로 약 5배 증가하였다. 0.05% ficin 처리의 경우도 0.01% ficin 처리에서처럼 전 아미노산 함량이 증가하였으며 Val, Ile, Phe, His 등이 현저히 증가하였다. 2시간 처리시 1.629mg이 24시간 처리후 38.855mg으로 24배가 증가하였다. 또한 0.01%와 0.05% ficin 처리시 효소의 농도는 5배 증가하였으나 모든 종류의 유리아미노산 함량은 1.8~2.4배 증가에 그쳤다. 그러나 0.1% ficin 처리시는 전 아미노산의 함량이 크게 증가하였고 특히 Thr, Phe, Met, Leu 등의 아미노산이 크게 증가하였으며 Met은 160배나 증가되었다. 이와같

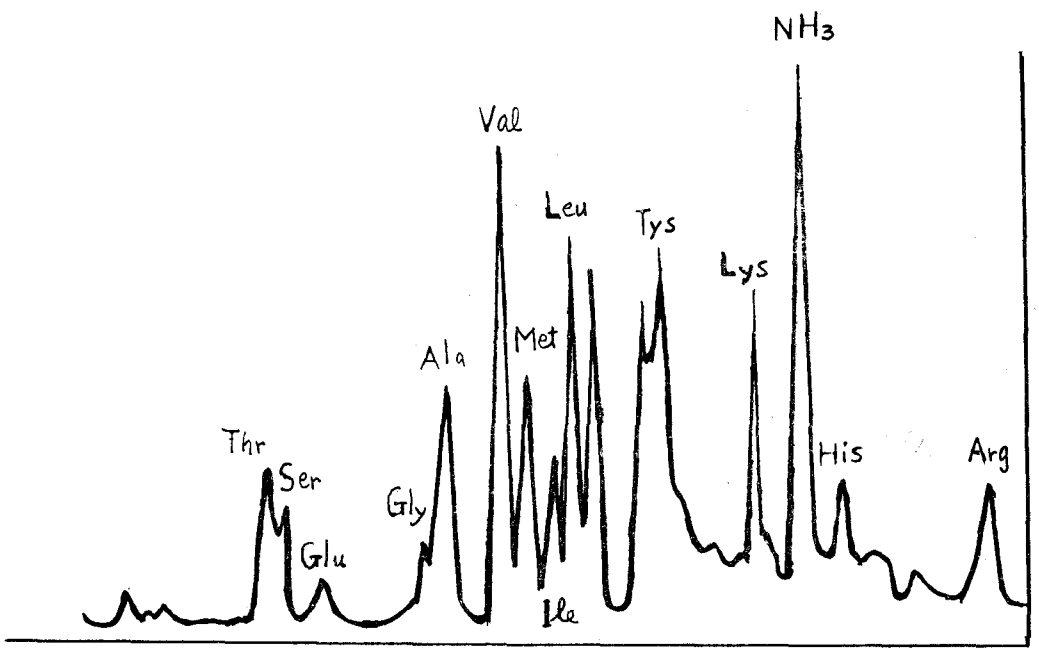

Fig. 2. HPLC chromatogram of free amino acid in the beef treated with 0.1% ficin for 2hrs

이 아미노산의 종류에 따른 함량의 차이는 ficin의 기질특이성과도 관련되는 것으로 생각되며 또한 이들 아미노산은 표면층의 peptide 결합에 노출되어 효소에 의한 분해가 쉽기 때문이 아닌가 한다. 한편 24시간 처리후 전 아미노산 함량도 83.936mg으로 2시간 처리보다 19배나 증가되었다. Ficin의 처리량이 증가됨에 따라 아미노산이 다량으로 증가되는 것은 육류의 맛에 영향을 주며 특히 Glu의 증가는 육류의 지미성분으로서 중요하다.

Fig. 3에서와 같이 효소의 농도 증가와 효소처리시간의 결과에 따라 전 아미노산 함량의 증가는 현저하였으며 특히 0.1% ficin 처리시 급격히 증가 되었다. 즉 0.01% ficin 2시간 처리시 62%가 생성되었고 0.1% ficin으로 24시간 처리후에는 73배로 증가되었다.

4) 조리방법에 따른 ficin처리시 우육중유리아미노산의 조성 변화 : 식육의 성상 혹은 맛이 조리조작에 의해 어떻게 변화하는가, 또는 식육에 단백질 분해효소를 작용시킨 후 각종 조리조작을 행하여 고기의 품질, 맛, texture에 어떠한 변화가 일어나는지에 대해서는 오래 전부터 흥미 있는 문제로 많은 연구가 되어왔다. 그러나 조리방법의 차이에 의해 고기의 질소 관련물질의 소화에 관한 연구는 거의 없다.

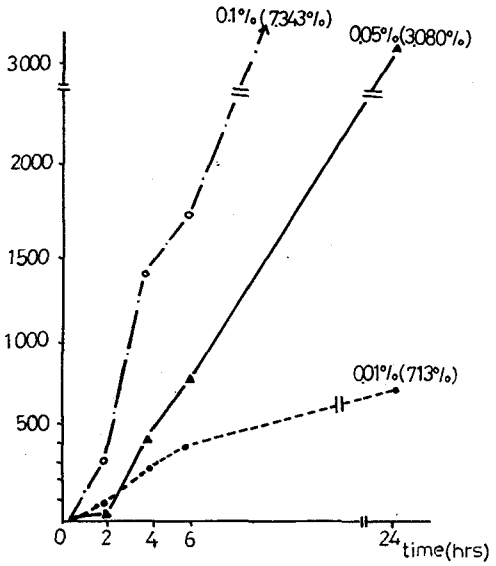

Fig. 3. Increasing rates of free amino acid contents in meat treated with various concentrations (0.01, 0.05, and 0.1%) of ficin.

$$\text{Increasing rate (\%)} = \frac{\text{Total free amino acid contents in meat treated with the various concentration} - (A)}{\text{Total free amino acid contents in raw meat (A)}} \times 100$$

Table 3. Free amino acid contents in steaming, boiling and pan-broilers round muscle treated with 0.1% ficin (mg/g)

Amino acid	Blank test			0.1% Ficin treated		
	Boiling	Steaming	Pan-broiling	Bioling	Steaming	Pan-broiling
Asp	—	—	—	—	—	—
Thr	0.032	0.035	0.047	0.024	0.040	0.030
Ser	0.019	0.018	0.016	0.027	0.023	0.021
Glu	0.023	0.026	0.027	0.022	0.037	0.022
Pro	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002	0.0002
Gly	0.015	0.012	0.020	0.019	0.034	0.017
Ala	0.083	0.088	0.121	0.0071	0.124	0.099
Val	0.083	0.106	0.082	0.207	0.244	0.111
Met	0.028	0.037	0.034	0.040	0.060	0.034
Ile	0.020	0.027	0.023	0.021	0.032	0.025
Leu	0.025	0.038	0.036	0.048	0.065	0.043
Tyr	0.055	0.038	0.043	0.038	0.055	0.042
Phe	0.075	0.077	0.050	0.523	0.547	0.115
Lys	0.023	0.027	0.022	0.033	0.043	0.028
His	0.034	0.021	0.016	0.012	0.046	0.020
Arg	0.039	0.048	0.037	0.064	0.065	0.048
Total	0.554	0.598	0.574	1.150	1.415	0.655

본 실험에서는 각종 조리후 0.1% ficin으로 처리하여 우육중의 아미노산 함량을 조사하였다. Table 3은 우육을 각각 삶고, 찌고 구운 후 0.1% finin을 처리하였을 때 그 조리육 내의 아미노산 함량변화이다. 우육을 삶은 경우는 ficin 처리에 의하여 Val, Phe, Leu, Arg, Met 등의 아미노산이 증가하였고 다른 아미노산의 변화는 거의 없었다. 또한 전 아미노산은 효소를 처리하지 않았을 경우 0.554mg이었으나 효소처리 후에는 1.149mg으로 약 2배 증가하였다.

"찌기"의 경우에는 "삶기"와 같은 경향을 나타내었으며 Val, Phe, Leu, Arg, Glu 등의 아미노산이 증가하고 전 아미노산은 2.4배 증가되었다. 한편 "굽기"의 경우에는 Fig. 4에서와 같이 아미노산이 증가되었으니 이는 효소를 처리하지 않은 경우보다 14% 증가되어 효소처리 작용의 영향을 거의 받지 않은 것 같다. 즉 "굽기"인 경우에는 단백질 분해가 거의 일어나지 않는 것으로 생각되며 이것은 굽는 조작에서 고기에 고온이 가해지기 때문에 응고(특히 육표면 단백질의 응고) 되어 효소의 침투가 어렵기 때문인 것으로 생각된다.

5) 숙성, 효소처리 및 조리시 우육중 유리아미노산의 조성 변화에 대한 상호 비교 : 1°C에서 3일간 숙성한 우육, 0.1% ficin으로 2시간 처리한 우육 및 "찐 것"에 0.1% ficin으로 처리한 우육과의 비교는 Fig. 5와 같다. 숙성에 의한 우육의 아미노산은 13%만 증가되었고 생육에 ficin 처리시는 292%, 찐 우육에 ficin 처리한 것은 137%가 증가되었다. 이 결과로 효소처리한 두 그룹은 숙성시보다 많은 아미노산이 생성된 것으로 소화성이 높음을 알 수 있다.

2. 총질소, 비단백태질소 및 암모니아태질소의 함량 변화

1) 숙성중 총질소, 비단백태질소 및 암모니아태질소의 함량 변화 : 총질소에 관하여는 Table 4와 같이 처음에는 11.8mg/g 이였으나 1°C 저장에서 시간의 경과에 따라 저장 11일 후에는 24mg/g으로 처음의 2배 이상으로 증가하였고 8°C에서는 3일 후 숙성이 이미 처음의 2배 이상으로 된 후 11일 후에는 3일과 큰 차이가 없었으나 그 함량은 1°C에서보다 높았다.

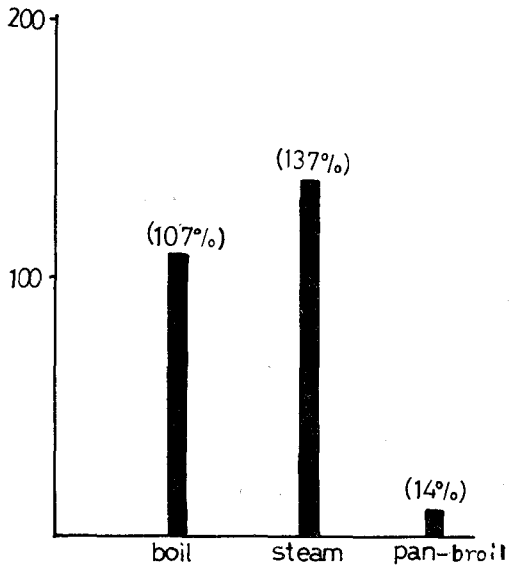

Fig. 4. Comparison of increasing rates(%) of total free amino acid contents in meat cooked by different method.

$$\text{Increasing rate (\%)} = \frac{\text{Total free amino acid contents in meat cooked by different method} - (A)}{\text{Total free amino acid contents in raw meat (A)}} \times 100$$

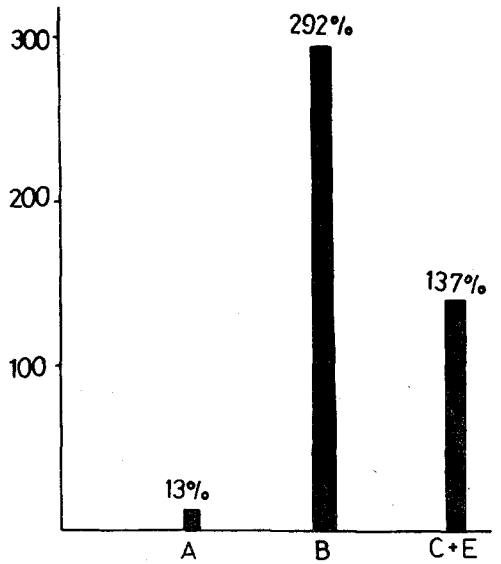

Fig. 5. Comparison of increasing rates(%) of total free amino acid concents in meat under various condition (aging, enzyme treatment and steaming).

A : Aging(1°C, 3 days), E : Enzyme treatment(0.1% ficin, 2 hrs.), C+E : Cooking(steaming)+Enzyme treatment (0.1% ficin, 2 hrs.)

$$\text{Increasing rate (\%)} = \frac{\text{Total free amino acid contents in meat under various condition} - (A)}{\text{Total free amino acid contents in control meat (A)}} \times 100$$

2) 각종 농도의 ficin 처리시 우육중의 총질소 비단백태질소 및 암모니아태질소의 함량 변화 : Table 5에서와 같이 시간의 경과에 따라 모든 질소화합물의 함량이 증가되었는데 0.01% ficin 처리시는 암모니아태질소의 증가가 크고 0.05% ficin 처리시는 0.01%의 경우와 유사하나 총질소, 비단백태질소 및 암모니아태질소의 소화율이 급증해서 그 수치가 훨씬 더 많은 증가율을 보였다. 즉 효소량의 증가와 시간의 변화에 따라 단백질 분해가 급증하는 것을 볼 수 있었다.

3) 조리방법에 따른 ficin 처리시 우육중 총질소, 비단백태질소 및 암모니아태질소의 함량 변화 : Table 6에서와 같이 총질소, 비단백태질소는 "찌기"의 경우에서 각각 20.0, 15.7mg에 비해 "삶기" "굽기"의 경우는 각각 7.8mg과 6.2mg, 그리고

Table 4. Free nitrogen contents in meat aged at different temperature (1°C and 8°C) for 3, 6, and 11 days (mg/g)

Nitrogen	Control	1°C			8°C		
		3 days	6 days	11 days	3 days	6 days	11 days
TN	11.8	17.3	21.1	24.0	24.1	24.6	24.6
NPN	9.0	14.0	16.3	17.2	18.2	19.5	20.2
NH_3-N	0.91	0.99	1.14	1.12	0.89	0.97	1.07

Table 5. Free nitrogen content in meat treated with the 0.01%, 0.05% and 0.1% ficin (mg/g)

Nitrogen	0.01% Ficin treated				0.05% Ficin treated				0.1% Ficin treated			
	hr 2	4	6	24	hr 2	4	6	24	hr 2	4	6	24
TN	63	63	90	88	262	295	433	631	449	637	655	1128
NPN	35	58	80	78	180	245	400	550	395	578	580	1080
NH_3-N	0.6550	0.7396	1.6052	3.848	0.5233	0.7385	1.3399	6.5528	1.0196	1.8379	1.5123	15.2941

Table 6. Free nitrogen contents in meat treated with 0.1% ficin after cooking by different method (mg/g)

Nitrogen	Boiling	Steaming	Pan-broiling
TN	7.8	20.0	9.6
NPN	6.2	15.7	8.4
NH_3-N	0.7415	0.5455	0.7067

9.6mg과 8.4mg으로 "찌기"의 경우에서 보다 낮은 이들 둘은 서로 유사한 결과를 나타내었다. 암모니아태 질소에서는 "삶기"의 경우에서 약간 높았다. 한편 1°C에서 3일간 숙성한 우육과 0.1% ficin을 2시간 동안 처리한 우육의 총질소에 대한 비단백태질소의 증가율을 보면 Fig. 6과 같다. 1°C

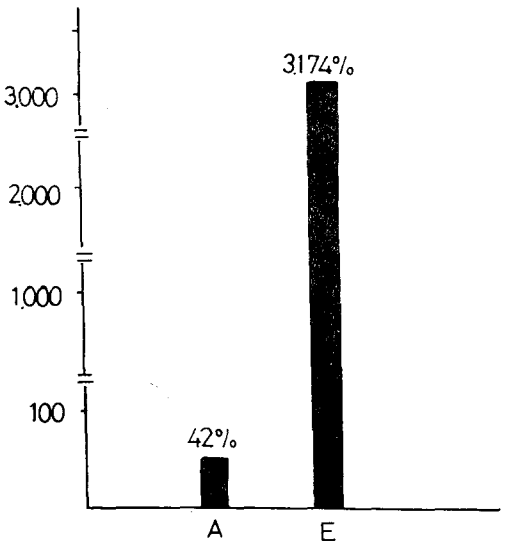

Fig. 6. Comparison of increasing rate(%) of free nonprotein nitrogen contents to total free nitrogen contents in meat under different condition.
A : Aging (1°C, 3 days), E : Enzyme treatment (0.1% ficin, 2 hrs)

에서 3일간 숙성한 우육의 증가율은 42%인데 비해서 0.1% ficin을 2시간 처리한 효소처리 우육은 3.171%로서 75배나 질소화합물이 더 분해되었다.

이 결과는 단백질의 peptide 결합이 ficin 처리 시간이 길어지고 농도가 높아감에 따라 가수분해가 촉진됨을 나타낸 것이며 앞의 아미노산 조성변화에 대한 결과와도 일치한다.

요 약

전보에서 무화과 latex에서 ficin을 분리 정제한 바 있다. 본 연구에 있어서 조 ficin을 우육에 처리하여 그의 연육제로서의 단백질 분해효과를 살피기 위하여 ficin을 농도별로 우육에 작용했을 때 생기는 유리아미노산 및 질소화합물의 함량을측정하였으며 이들을 숙성 및 조리시의 함량과 비교검토하였으며 그 결과는 다음과 같다.

유리아미노산의 함량은 1°C 및 8°C에서 숙성시 처리온도 및 시간에 따라 증가하였고 생우육에 ficin 처리시는 더욱 증가하였으며 증가율 또한 현저하게 높았다. 조리후 ficin 처리의 경우는 "삶기", "찌기", "굽기"의 경우중 찌기가 유리아미노산이 가장 많이 증가하였으며 또한 아미노산 증가량은 숙성중(1°C, 3일) 생육에 ficin 처리(0.1% 8시간) 조리후 ficin 처리(0.1% 2시간)을 비교하였을 때 각각 13%, 292%, 137%로서 ficin 처리시의 두 group이 숙성중인 것보다 월등히 증가하였다.

총질소, 비단백태질소 및 암모니아태질소의 함량 변화는 1°C 및 8°C에서 숙성시 처리온도와 시간에 따라 증가하였으며 생우육에 ficin 처리시는 더욱 증가하였으며 그 증가율이 현저하게 높았다. 조리후 ficin의 처리 경우에는 "삶기", "찌기" "굽기"의 경우에서 "찌기"가 암모니아태질소를 제외하고는 그 수치가 가장 높았다. 또한 숙성중(1°C,

3일)인 생육과 ficin 처리시의 생육의 총질소에 대한 비단백태질소의 증가율을 비교하였을 때 ficin 처리한 생육이 숙성중인 생육보다 크게 증가하였다.

참 고 문 헌

1. Hoagland, R. McBryde C.N.: U.S. Dept of Agn. Bull, 433 (1917)
2. Cross, H.R., Carpenter Z.L.: J. Food Sci., 38 : 998 (1973)
3. Scarp, J.G.: J. Sci. Food Agri., 14 : 468 (1963)
4. Warg, H. Weir C.E. Briktmer M.L.: Food Res., 23 : 423 (1958)
5. 大澤はま子, 小林好美子 : 調理科學, 7(4) : 193 (1974)
6. Huffman, D.L. Palmer A.Z. Caertenter J.W.: Poul, Sci., 40 : 1627 (1961)
7. Smalling, J.B. Kemp, J.D. Fox, J.P.: J. Animal Sci., 32 : 1107 (1971)
8. Carotti A. Casin Hansh C.: J. Med. Chem., 27 : 1427 (1984)
9. 妻鹿絢子, 三橋富子, 藤木澄子, 荒川信彦 : 家政學雜誌, 34 (2) : 79 (1983)
10. Miyada D.S. Tappel A.L.: J. Food Res., 21 : 217 (1956)
11. 杉浦衛　佐佐木正憲 : 藥學雜誌, 91 (4) : 457 (1971)
12. Foagle D.R. Plimpton R.F. Ockerman H.W.: J. Food Sci., 47 : 1117 (1982)
13. Eensusan H.B.: Biochem., 8(2) : 4716 (1969).
14. Warg, H.: Exp. Cell Res. II : 452～463 (1956)
15. Kang C.K. Rice E.E.: J. Food Sci., 35 : 563 (1970)
16. 윤정의 : 한국식품과학회지, 9(4) : 457 (1977)
17. 尹藤安, 三浦弘之 : 日本食品工業學會誌, 11 (5) : 195 (1964)
18. 金俊平 徐在信 金貞淑 : 韓國食品科學會誌, 18 (4) : 270 (1986)