

가열온도와 시간이 돈육소시지의 특성에 미치는 영향

정인철[†] · 문귀임* · 이돈우** · 문윤희

경성대학교 식품공학과

*부산시 보건환경연구원

** (주)진주햄

Effect of Cooking Temperature and Time on Characteristics of Pork Sausage

In-Chul Jung[†], Gui-Im Moon*, Don-Woo Lee** and Yoon-Hee Moon

Dept. of Food Science and Technology, KyungSung University, Pusan 608-736, Korea

*Institute of Pusan Public Health and Environment, Pusan 608-104, Korea

**Jin-Ju Ham Co., Yangsan 626-800, Korea

Abstract

This study was carried out to investigate several kinds of characteristics of pork sausage prepared by different cooking temperature and time (60, 90, 120, 150, 180 minutes in 58°C and 25, 40, 55, 70, 85 minutes in 65°C). In case of color, L (bright), a (red) and b (yellow) value were 64.60~65.26, 9.14~9.94 and 8.68~9.34 in 58°C, and 65.16~66.68, 8.78~9.62 and 7.66~8.36 in 63°C, respectively. Gel strength showed high when cooking time was 120, 250 and 180 minute in 58°C and 40 minute in 65°C. Residual nitrite concentration showed higher 58°C than 65°C and decreased gradually as cooking time elevated in all cooking temperature. Total plate count in 58°C was higher than 65°C, was wholly $8.7 \times 10^2 \sim 3.5 \times 10^3$. In case of free amino acid content, Asp, Glu and Lys were high and Cys, Met and Tyr were low and was not different with 58°C and 65°C. The result of sensory evaluation was not different ($p < 0.05$) with 58°C and 65°C.

Key words : cooking temperature and time, characteristics of sausage, sensory evaluation

서 론

식육제품을 제조할 때의 가열공정은 미생물을 사멸하고 효소를 불활성시켜 제품의 저장성을 높여주며 육단백질을 열변성시켜서 조직감과 향미를 생성케하고 염지육의 색을 안정화시켜 육제품의 색깔을 고정시키는 역할을 한다^{1,2)}.

일반적으로 소시지를 제조할 때에는 원료육을 정형, 염지, 세절 및 가열하는 과정에서 염지육의 세포가 파괴되고, 특히 lysosome의 파괴로 유출된 효소의 반응이 저온가열에 의해서 촉진된다³⁾. 그리고 식육제품의 풍미형성에는 자기산화효소에 의한 정미성분의 증가, 미생물에 의한 발효 생성물의 기여, 아질산염으로 부터 발생된 일산화질소와 원료육 성분과의 반응 생성물

및 아미노-카아보닐반응에 의한 생성물 등 여러가지 요인이 관여하게 된다⁴⁾. 소시지 제조시 염지와 가열공정은 반드시 행하게 되는데 염지온도와 시간이 소시지의 품질특성에 미치는 영향에 대해서는 많은 연구가 이루어져 왔으나^{5,6)}, 염지육을 가열하는 조건 즉, 가열온도와 시간이 소시지의 특성에 미치는 영향에 대한 연구는 찾아 보기 어렵다.

현재 우리나라의 식품위생법⁷⁾에는 가열 식육제품의 경우 그 중심부의 온도를 63°C 이상에서 30분간 가열하거나 이와 동등 이상의 효과가 있는 방법으로 가열하여야 한다고 가열조건을 규정하고 있어서 사실상 그 이하의 온도에서 가열하는 제품은 상업적으로 생산할 수가 없다. 그렇지만 앞으로 식육가공 기술과 위생시설이 개선되고 제조된 제품을 단시간에 식용할 경우에는 낮은 온도에서 가열하는 소시지의 생산도 검토하여 볼 필요가 있다. 그러기 위해서는 저온가열 소시지의 특성을

[†]To whom all correspondence should be addressed

규명하는 연구가 선행되어야 한다고 생각되었다.

그러므로 본 연구에서는 식품위생법이 정하는 가열 온도와 그 이하의 온도에서 가열시간을 달리하여 돈육 소시지를 제조하고 몇가지 특성을 비교하였다.

재료 및 방법

실험재료 및 소시지 제조

본 실험을 위한 소시지 제조에 이용한 원료 돼지는 Landrace(우, 약 90kg)로서 도살한 근육을 약 3mm로 마쇄하고 지방 20%, 분리 대두단백 3%, 식염 3%, 인산염 0.5%, 아질산염 0.02% 및 에르소르빈산염 0.03%와 함께 $4 \pm 1^\circ\text{C}$ 에서 24시간 염지하고 냉수 15%, MSG 및 기타 첨가물을 약 10%를 넣어 육혼합기에서 10분간 혼합하고 PVDC film (dia. 26mm)에 충전하여 58°C (60, 90, 120, 150 및 180분) 및 65°C (25, 40, 55, 70 및 85)로 습열방식으로 가열하고 냉각하여 완제품으로 하였다.

실험방법

표면색도는 Minolta chroma meter (Model CR-200, Minolta사)를 이용하여 단면의 표면색을 측정하고 L, a 및 b값으로 나타내었다.

Gel 강도 측정은 Rheometer (NRM-2002), Shimadzu 사)를 사용하였으며 gel 강도용 plunger의 적경은 7mm이고, 최대하중 2kg, 진폭도 30mm 및 기록계 속도 6cm/min으로 하였다.

NO_2 의 잔류량은 시험용액을 조제하여 공시험용액과 함께 20ml 취해서 sulfanyl amide용액 1ml를 혼합한 후 naphthyl ethylene diamine용액 1ml와 증류수를 넣어 25ml로 하고 발색시켜 20분간 방치한 다음 540nm

에서 흡광도를 측정하고 NO_2 검량선에 대입하여 측정값을 얻어 산출식에 의해 NO_2 잔류량을 구하였다⁷⁾.

소시지의 총균수 측정은 nutrient agar를 이용한 표준평판법으로 $37 \pm 1^\circ\text{C}$ 에서 48시간 동안 배양한 다음 균체를 계측하였다⁸⁾.

아미노산의 함량은 Amino acid analyzer (Model 835-50, Hitachi사)로 분석하였으며 분석조건은 칼럼 2.6 mmID×150mm, 이온교환수지 #2619, 유속 0.225ml/min, 칼럼 온도 53°C , N_2 gas 압력 0.28kg/cm², 주입량 50 μ 이었다.

소시지의 관능검사는 훈련된 8명의 관능검사 요원을 구성하여 조직감, 색깔, 향기 및 맛에 대하여 검사하고 각각 5 : 매우 좋다, 4 : 좋다, 3 : 보통이다, 2 : 나쁘다, 1 : 매우 나쁘다의 5단계 채점법으로 평가하고 분산분석을 실시하여 시료간의 유의성을 검정($p < 0.05$)하였다⁹⁾.

결과 및 고찰

가열온도와 시간이 돈육소시지의 표면색도, gel 강도, NO_2 잔류량 및 총균수에 미치는 영향

돈육소시지를 제조할 때 가열온도를 58°C 및 65°C 로 하고 각각 가열시간을 달리하면서 제조한 제품의 표면색도, gel 강도, NO_2 잔류량 및 총균수를 측정된 결과는 Table 1과 같다.

육 및 육제품의 색도는 소비자에게 구매욕구를 자극시키는 일차적인 요인이 되고 있는데 본 실험에서 제조한 소시지의 표면색도는 L값(명도)의 경우 가열온도 58°C 에서 64.60~65.26, 65°C 에서 65.16~66.68을 나타내어서 65°C 가열이 조금 높았으며, a값(적색도) 및

Table 1. Characteristics of pork sausage cooked under different conditions

Cooking temp. ($^\circ\text{C}$)	Cooking time (min)	Color difference			Gel strength (g × cm)	NO_2 (ppm)	TPC/g ^{a)}
		L	a	b			
58	60	65.06	9.14	8.72	672	35.7	3.5×10^3
	90	65.40	9.52	9.34	847	35.4	2.9×10^3
	120	65.26	9.26	9.02	1129	35.3	2.5×10^3
	150	64.60	9.78	8.68	1115	35.0	1.6×10^3
	180	64.80	9.94	8.80	1019	17.8	1.3×10^3
65	25	65.16	9.62	8.36	883	28.6	1.4×10^3
	40	66.68	8.78	7.80	1045	24.2	1.2×10^3
	55	66.00	9.06	7.66	794	21.7	1.1×10^3
	70	66.24	8.94	7.86	644	21.0	9.9×10^2
	85	65.92	8.80	7.90	594	18.2	8.7×10^2

^{a)}Total plate count

b값(황색도)은 58°C의 가열온도에서 9.14~9.94 및 8.68~9.34, 65°C의 가열온도에서 8.78~9.62 및 7.66~8.36을 나타내어 58°C의 가열이 높게 나타났다. 본 실험에 이용한 돈육소시지의 표면색도가 가열온도의 영향을 받고 있었으나 같은 온도에서 가열시간을 달리함에 따라서 일률적인 변화는 보이지 않았다.

소시지의 gel 강도는 58°C의 120, 150 및 180분, 65°C의 40분 가열이 높은 수치를 보였으며 특히 58°C에서 120분 이상 가열하였을 때의 gel 강도가 우수하였다. NO₂의 잔류량은 58°C에서 가열한 제품이 65°C에서 가열한 제품에 비하여 더 많이 잔류되어 있음을 확인할 수 있었고, 가열온도 보다는 가열시간에 더 많은 영향을 받는 것을 알 수 있었다. 또 돈육소시지의 총균수는 낮은 온도에서 가열한 시료에서 다소 많은 경향을 보였고 가열온도가 높고 가열시간이 경과할수록 감소하는 경향이 있으며 전체적으로 8.7×10^4 에서 3.5×10^4 의 범위였다.

아질산염에 의한 육제품의 발색기구와 NO₂ 잔류량에 관한 연구는 많이 이루어지고 있으며^{11,12} 돈육소시지 제조시 염지육에 첨가한 아질산염은 가열시에 환원되어 산화질소가 되고 그것은 원료육의 myoglobin과 반응하여 제품의 색을 안정화시키지만 위생적인 문제를 고려하여 그 허용량을 70ppm 이하로 규정하고 있으며⁷, 본 실험에 이용된 돈육소시지에서는 모두 허용수준 이하의 양이 존재하고 있었다. 그러나 福本 등¹³은 NO₂의 잔류량이 온도와 밀접한 관계가 있으며 잔류량의 감소는 육중의 효소계 또는 미생물이 관여하고

있다는 가능성을 지적하고 염지육을 55°C에서 30분간 가열한 것이 그 보다 높은 온도에서 가열한 것 보다 낮은 수준이라고 보고한 내용과는 일치하지 않았다. 한편 정과 문¹⁴은 돈육소시지를 85°C에서 15분간 가열하였을 경우 NO₂의 잔류량이 33ppm이고 총균수는 2.17×10^5 에서 3.55×10^4 의 범위이었다고 보고하여서 본 실험의 총균수가 조금 높은 경향이였다. 그러나 Reagan 등¹⁵은 총균수가 10⁶ 이하로 존재하는 경우 식용이 가능하다는 결과와 축산물가공처리법 검사기준¹⁶의 10⁶ 이하일 때 신선하다는 기준에서 보듯이 58°C로 가열한 돈육소시지의 NO₂ 잔존량과 총균수가 65°C로 가열한 제품 보다 높지만 위생적으로 안전하다고 판단된다.

가열온도와 시간이 돈육소시지의 유리아미노산 함량과 관능성에 미치는 영향

가열온도와 시간을 달리하면서 제조한 돈육소시지의 유리아미노산의 함량 변화를 Table 2에 나타내었다.

시료 중의 총 유리아미노산 함량은 가열온도 58°C와 65°C에서 제조된 돈육소시지가 거의 비슷하였으나 65°C에서 70분간 가열하여 제조한 것의 총 유리아미노산이 11.02mg/g으로 다소 높은 경향이였으며 모든 시료 중에 많이 함유된 아미노산은 Asp, Glu 및 Lys이었고 적게 함유된 아미노산은 Cys, Met 및 Tyr이었다. 그러나 각 아미노산이 가열온도 및 시간에 따라서 특정 아미노산의 함량에 특이한 차이를 보이지는 않았다.

Pearson과 Duston¹⁸은 돈육 중의 유리아미노산 함량

Table 2. Comparison of the free amino acid content of pork sausage cooked under different conditions (mg/g)

Cooking temp.(°C)	58					65				
	60	90	120	150	180	25	40	55	70	85
Asp	1.18	1.17	1.16	1.16	1.19	1.21	1.21	1.22	1.32	1.21
Thr	0.53	0.52	0.51	0.53	0.58	0.54	0.54	0.54	0.61	0.55
Ser	0.48	0.46	0.46	0.49	0.51	0.49	0.48	0.49	0.52	0.49
Glu	1.67	1.60	1.59	1.66	1.67	1.68	1.66	1.70	1.75	1.66
Gly	0.45	0.45	0.45	0.48	0.48	0.50	0.48	0.47	0.49	0.49
Ala	0.52	0.52	0.54	0.61	0.57	0.59	0.58	0.56	0.58	0.56
Cys	0.24	0.23	0.19	0.18	0.24	0.19	0.21	0.22	0.18	0.19
Val	0.54	0.57	0.56	0.61	0.56	0.58	0.55	0.56	0.62	0.59
Met	0.23	0.25	0.20	0.23	0.23	0.18	0.19	0.13	0.11	0.19
Ile	0.47	0.46	0.46	0.48	0.49	0.48	0.49	0.50	0.51	0.48
Leu	0.85	0.82	0.81	0.85	0.85	0.84	0.86	0.88	0.90	0.84
Tyr	0.32	0.32	0.29	0.30	0.28	0.28	0.28	0.29	0.31	0.29
Phe	0.65	0.64	0.63	0.64	0.64	0.66	0.61	0.65	0.70	0.66
Lys	1.04	0.99	1.01	1.00	1.01	1.05	1.03	1.06	1.12	1.03
His	0.45	0.44	0.43	0.45	0.45	0.46	0.44	0.45	0.48	0.45
Arg	0.77	0.75	0.76	0.78	0.78	0.63	0.75	0.63	0.82	0.78
Total	10.39	10.19	10.05	10.45	10.53	10.36	10.36	10.35	11.02	10.46

이 glutamic acid, aspartic acid, lysine 및 leucine의 순으로 많이 함유되어 있고, cystine, tryptophane, methionine 및 tyrosine의 순으로 적게 함유되어 있다고 하여 본 실험에서 제조된 돈육소시지의 유리아미노산 함량의 결과와 유사하였다. 그리고 육단백질에 함유된 아미노산은 약 120°C로 장기간 가열하면 함유율이 감소하지만 육제품의 가열조건으로는 영양가에 영향을 미치지 아니하고¹⁶⁾, 또 어떤 아미노산은 가열하였을 때 중요한 향기성분을 발생시킨다고 한다^{17,18)}. 따라서 본 실험에서 이용한 가열온도(58°C와 65°C)는 유리아미노산의 함량에는 영향을 미치지 않는 것으로 판단되었다.

돈육소시지의 관능검사를 5단계 채점법으로 8명의 관능검사원에 의해서 검사를 실시하고 그 결과를 Table 3에 나타내었다. 그 결과 조직감, 색깔, 향기 및 맛에 대해서 온도와 시간을 달리하여 가열한 경우에 유의적인 차이가 없었으나 58°C의 가열에 높은 점수를 준 관능원이 많았다.

Drapar와 Zeece¹⁹⁾는 단백질을 분해효소로 알려진 cathepsin D가 pH 5.5, 55°C의 조건에서 30분간 가열하여도 그 활성의 43%가 잔존되었으며 그 때문에 55°C의 가열에서는 65°C 이상에서 가열할 때 보다 아미노산 유리량이 높게 나타나고 80°C의 가열에서는 그 반대로 유리아미노산의 함량이 감소되며 또 관능적으로도 가열취를 느낄 수 있었는데 그것은 유리아미노산과 peptide의 분해반응이 진행된 결과로 예상하였다. 그러나 본 연구에서는 가열온도 58°C 및 65°C가 유리아미노산 함량과 관능평가에 미치는 영향은 거의 없었으며 가열취도 느낄 수 없었다.

이상의 결과에서 58°C와 65°C의 가열조건에서 제조된 돈육소시지가 위생적으로 문제가 없었고 유리아

미노산 함량과 관능점사치에서도 차이가 없었으며 육제품의 물리적 특성의 중요한 요소인 gel 강도가 58°C 가열의 경우에 높았기 때문에 저온유통 시켜서 단기간에 이용하든가 물리적 성질의 향상 측면을 고려한다면 돈육소시지 제조시 가열온도는 65°C 보다 58°C가 보다 유리하다고 판단되었다.

요 약

가열온도를 58°C 및 65°C로 하고 각각 가열시간을 달리하여 제조한 돈육소시지의 몇가지 특성을 검토하였다. 소시지의 표면색도는 58°C로 가열하였을 때에 L(명도), a(적색도) 및 b(황색도)값이 각각 64.60~65.26, 9.14~9.94 및 8.68~9.34이었고, 65°C 가열의 경우는 각각 65.16~66.68, 8.78~9.62 및 7.66~8.36이었다. 그리고 gel강도는 58°C에서 120분 이상 가열, 65°C에서 40분 간의 가열이 높았으며, NO₂의 잔존량은 58°C가 65°C의 가열 보다 더 높았고 가열시간이 길어지면서 감소하는 경향이였다. 총균수는 58°C의 가열이 더 많았으며 전체적으로 $8.7 \times 10^2 \sim 3.5 \times 10^3$ 이었다. 유리아미노산 함량은 58°C와 65°C 가열 사이에 현저한 차이는 없었고 Asp, Glu 및 Lys가 많이, Cys, Met 및 Tyr 등이 적게 함유되어 있었다. 관능검사 결과 역시 가열온도와 시간에 따른 차이가 없었다.

문 헌

1. Foegding, E. A. : Thermally induced changes in muscle protein. *Food Technol.*, **42**, 58(1988)
2. Baldwin, R. E., Korschgen, B. M. and Krause, G. F. : Comparison of sensitivity of microwave and conventional method for meat cooking. *J. Food Sci.*, **44**, 624(1979)
3. 塚正泰之, 福本憲治, 峯岸 裕, 阿武尚産, 赤羽義章, 安本教傳 : 鹽漬した豚肉の食味に及ぼす煮熟條件の影響. *日食工誌*, **38**, 484(1991)
4. Fox, J. B. Jr. and Ackerman, S. A. : Formation of nitric myoglobin mechanism of the reaction with various reductants. *J. Food Sci.*, **33**, 364(1968)
5. Hamm, R. : Heating of muscle systems. In "The physiology and biochemistry of muscle as a food" Briskeg, E. J. and Trautman, J. C. (eds.), The University of Wisconsin Press, Madison, p.363(1966)
6. Fox, J. B. Jr. and Nicholas, R. A. : Nitrite in meat. Effect of various compounds on loss of nitrite. *J. Agric. Food Chem.*, **22**, 302(1974)
7. 보전사회부 : 식품공전. p.116(1988)
8. 이철호, 채수규, 이진근 : 식품공업품질관리론. 유통문화사, p.135(1992)
9. 永田致治 : 肉製品の發色機構. *肉の科學*, **16**, 1(1975)

Table 3. Comparison of sensory scores of pork sausage cooked under different conditions

Cooking temp. (°C)	Cooking time (min)	Texture	Color	Flavor	Taste
58	60	4.4	4.1	3.8	3.9
	90	4.3	4.0	3.8	3.9
	120	4.4	4.0	3.8	3.9
	150	4.1	4.0	3.6	3.9
	180	4.0	3.9	3.9	4.0
65	25	4.1	3.9	3.8	3.9
	40	4.1	3.9	3.6	3.8
	55	4.1	3.8	3.6	3.8
	70	4.1	3.8	3.6	3.7
	85	4.3	3.9	3.8	4.0
F-value		1.274	0.660	0.383	0.455

Table signification : 3.74 (p<0.05)

10. Nordin, H. R. : The depletion of added sodium nitrite in ham. *Can. Inst. Food Tech. J.*, **2**, 79 (1969)
11. 福本憲治, 塚正泰之, 朝井大, 藤間能之, 赤羽義章, 安本教傳 : 豚肉の鹽漬における亞硝酸鹽と溫度の影響. *日食工誌*, **36**, 208 (1989)
12. 정인철, 문윤희 : 돈피를 첨가한 sausage의 제품특성 및 저장안정성에 관한 연구. *경성대학교논문집*, **12**, 127 (1991)
13. Reagan, J. O., Jeremiah, L. E., Smith, G. C. and Carpenter, Z. L. : Vacuum packaging of lamb. 1. Microbial consideration. *J. Food Sci.*, **36**, 374 (1971)
14. 농림수산부 : 육산물가공처리법. 법률 제 2738호 (1975)
15. Pearson, A. M. and Duston, T. R. : *Advances in meat research*. 6. Meat and health. AVI Pub. Co. Inc., Westport, Connecticut, p.341 (1990)
16. 天野慶之, 藤卷正生, 安井勉, 矢野辛男 : 食肉加工ハンドブック. 光琳, p.430 (1981)
17. Pinto, A. and Chichester, C. O. : Change in the content of free amino acids during roasting of cocoa beans. *J. Food Sci.*, **31**, 726 (1966)
18. MaCain, G. R., Bluber, T. N., Craig, H. B. and Steel, R. G. : Free amino acids in ham muscle during successive aging periods and their relation to flavor. *J. Food Sci.*, **33**, 142 (1968)
19. Draper, A. M. and Zeece, M. G. : Thermal stability of cathepsin D. *J. Food Sci.*, **54**, 1651 (1989)

(1994년 5월 16일 접수)