

곰팡이 발효소시지의 숙성에 따른 기호적 품질 특성의 변화

김창한 · 고명수* · 이광형 · 박우문** · 유익중** · 이치호
건국대학교 동물자원연구센터, *동남보건전문대학 식품가공과
**한국식품개발연구원

Changes of Palatability Traits of Mold Fermented Sausages during Ripening

Chang-Han Kim, Myung-Soo Ko*, Koang-Hyoung Lee, Woo-Mun Park**,
Ick-Jong Yoo** and Chi-Ho Lee

Animal Resources Research Center, Kon-Kuk University
**Department of Food Technology, DongNam Health College*
***Korea Food Research Institute*

Abstract

Changes of palatability traits such as color, texture, free amino acid and nucleotide-related compound of mold fermented sausages during ripening were investigated. The a-value of mold fermented sausages rapidly increased up to 7th day of ripening, while its change was negligible after 7 days of ripening.

The hardness of mold fermented sausages rapidly increased, while springiness and cohesiveness slightly decreased during ripening. Total free amino acid of mold fermented sausages gradually increased during ripening.

Contents of nucleotide-related compounds such as ATP, ADP, AMP and IMP of mold fermented sausages rapidly decreased during ripening.

Key words : palatability trait, mold fermented sausage, ripening.

서 론

기호성이란 식품을 식용할 때 시각, 후각, 미각을 즐겁게 하고, 심리적으로 만족을 주는 정도를 말하는데, 육제품의 기호성에 영향을 미치는 중요한 요인으로는 외관, 조직 및 풍미 등이 있으며, 이들을 기호적 품질특성이라 한다(1). 외관은 육제품의 기호성을 좌우하는 가장 중요한 요인으로서 대표적인 것은 색도이다. 발효소시지의 색은 육색소단백질인 myoglobin과 아질산의 환원에 의해 생성된 NO와의 반응에 의해 생성된 nitrosomyoglobin에 의하여 형성된다(2,3). 발효소시지의 조직은 식염에 의하여 용출된 염용성단백질이 스타터 유산균

에 의하여 생성된 낮은 pH 조건하에서 육입자와 지방입자 사이에 응고되어 결합력이 생성됨으로써 형성된다(4). 또한 발효소시지의 풍미는 cathepsin 등의 효소 외에 원료육 중의 미생물에 의하여 생성되는 protease와 lipase 등의 작용에 의해 생성되는 유리아미노산, 펩티드, 핵산관련물질, 유기산 및 유리지방산 등의 물질과 그 분해산물에 의하여 형성된다고 알려져 있다(5,6). 이와 같이 형성된 외관, 조직 및 풍미는 시각·미각·청각·촉각 및 후각 등의 오감에 의해서만 판단할 수 있는 심리적 품질 특성이며, 식품산업 분야에서는 품질관리와 품질개발을 목적으로 관능검사에 의하여 평가되고 있다(7). 관능검사는 사람의 심리적인 검사에 의하여 주관적으로 판단하므로 객관성이 다소 결여되어 있다(8). 그러므로 관능검사와 병행하여 이화학적인 계측이나 분석을 통하여 객관성을

Corresponding author : Chang-Han Kim, Animal Resources Research Center, Kon-kuk University, 93-1, Mojin-Dong, Kwangjin-Gu, Seoul, 143-701, Korea.

부여할 필요가 있다고 생각된다.

따라서 본 연구에서는 곰팡이 발효소시지의 숙성중에 기호적 품질특성의 변화를 객관적인 측정방법인 이화화적인 계측과 분석을 통하여 측정하였기에 보고하고자 한다.

재료 및 방법

사용균주

건국대학교 축산가공학과 미생물 실험실에 보존하고 있는 *Lactobacillus curvatus*, *Lactobacillus plantarum*, *Staphylococcus carnosus* 및 *Penicillium nalgiovense*를 본 실험에 사용하였다.

Starter culture의 조제 및 접종

Starter culture의 조제 및 접종은 전보⁽⁹⁾와 같이 하였다.

곰팡이 발효소시지의 제조

곰팡이 발효소시지의 제조는 전보⁽⁹⁾와 같이 하였고, *Lactobacillus plantarum*과 *Staphylococcus carnosus*의 혼합 스타터를 접종하여 제조한 곰팡이 발효소시지를 시험구 1, *Lactobacillus curvatus*와 *Staphylococcus carnosus*의 혼합 스타터를 접종하여 제조한 곰팡이 발효소시지를 시험구 2로 하였다.

색도의 측정

색도는 세절한 시료를 Color Difference Meter(Yasuda Seiki Co., UC 600-IV, Japan)를 이용하여 측정 한 L, a, b값으로 나타내었다. 이때 표준색의 L값은 89.2, a값은 0.921 그리고 b값은 0.783이었다.

조직감의 측정

조직감은 시료를 1 cm의 두께로 자른 다음 Texture Analyzer(TA-XT₂, Stable Micro System Co., USA)를 이용하여 측정 한 Hardness, Springiness, Cohesiveness, Gumminess, Chewiness 등으로 나타내었다.

유리아미노산 분석

시료 0.1 g을 정확히 취하고 여기에 1.2% picric acid 2.5 ml를 가하여 단백질을 제거시

킨 다음 유리된 최종 무단백추출물에 3차 증류수를 가하여 30 ml로 정용하였다.

그 중에서 5.0 ml의 용액을 취하여 시험관에 옮기고 즉시 dry ice와 acetone을 이용하여 동결시켰다. 동결된 시료액을 동결 건조한 후 밀봉하여 분석직전까지 -20℃에 보관하였다. 이것을 분석직전에 3차 증류수로 적절히 희석한 다음 membrane filter(pore size 0.2 μm, φ25 mm)를 이용하여 여과하였다. 여과된 공시액 20 μl를 HPLC에 주입하여 유리 아미노산을 분석하였으며, 이때의 분석조건은 Table 1과 같다.

핵산관련물질 분석

시료 5 g을 정확히 취하고 여기에 냉장보존 중인 10% perchloric acid 용액 25 ml를 가하여 균질한 후 4,000 rpm에서 10분간 원심 분리하였다. 상정액을 취하고 나서 다시 침전물에 대하여 이상과 동일하게 2회 반복 처리하여 얻은 상정액을 전부 모아 냉각된 5 N KOH 용액으로 pH 6.5로 조절한 다음 중화된 perchloric acid를 가하여 100 ml로 정용하였다. 이것을 30분간 방치한 후 1 ml를 취하여 10,000 rpm에서 2분간 원심분리하고 상정액을 0.45 μm millipore filter로 여과한 후 HPLC에 주입하여 정량하였다. 사용된 HPLC(Young In 910, Korea)의 조건을 보면 μ-Bondapak C18 column(3.9 mm ID × 30 cm)을 이용하였고, mobile phase는 pH 6.5로 조절된 1% triethylamine 용액을 사용하였다. Isocratic operation program을 이용하였고, 0.2 AUFS, UV detector 254 nm, flow rate 1.0 ml/min로서 high pressure 2,500, low pressure 0 limit로 설정하였다.

Table 1. Operating conditions of HPLC for the analysis of free amino acids

Items	Operating conditions
Instrument	JASCO HPLC System
Column	PICO-Tag
Column temperature	40℃
Detector	UV(250 nm)
Eluent	PICO-Tag Eluent A, B
Flow rate	1.0 ml/min
Chart speed	1.0 cm/min

결과 및 고찰

색도의 변화

곰팡이 발효소시지의 숙성 중에 색차계를 이용하여 경시적으로 색도를 측정된 결과는 Table 2와 같다. 즉 명도를 나타내는 L값은 두 처리구 모두 숙성이 진행됨에 따라 점차 감소하여 암색화되는 경향이었고, 두 처리구 간에는 숙성 7일째에 시험구 1과 시험구 2가 각각 50.73 및 53.30으로서 시험구 2가 시험구 1에 비하여 다소 높게 나타났으나 그 외의 전 기간에 걸쳐 유의적인 차이가 인정되지 않았다 ($p < 0.05$). 적색도를 나타내는 a값은 시험구 1과 시험구 2가 발효소시지의 제조직후에 각각 5.07 및 4.36에서 숙성 7일째에 각각 11.13 및 10.93으로 크게 증가하였으나, 그 이후에 큰 변화가 없었으며, 두 처리구 간에는 제조직후에 시험구 1이 시험구 2보다 다소 높게 나타났으나, 그 이후에는 유의적인 차이가 없었다 ($p < 0.05$). 황색도를 나타내는 b값은 a값과는 반대로 시험구 1과 시험구 2가 제조직후에 각각 11.73 및 12.03에서 숙성 7일째에 각각 8.09 및 8.16으로 크게 감소하였으나, 그 이후에 큰 변화가 없었으며, 두 처리구 간에는 숙성 21일째까지는 유의적인 차이가 없었으나 ($p < 0.05$), 숙성말기인 28일째에는 시험구 1과 시험구 2가 각각 8.69 및 9.41로서 시험구 2가 다소 높게 나타났다. 이와 같이 두 처리구 모두 숙성 7일째까지 황색도를 나타내는 b값은 크게 감소한 반면에,

발색의 정도를 나타내는 a값은 크게 증가하였고, 숙성 7일째 이후에는 a와 b값에 있어서 변화가 없는 것으로 보아 숙성 7일 이내에 발색이 완료된 것으로 판단된다. 이러한 변화는 Townsend 등⁽¹⁰⁾이 보고한 Hunter L, a, b값의 변화 및 Acton과 Dick⁽¹¹⁾이 보고한 Gardner L, a, b값의 변화와 거의 일치하였으며, 이와 같은 결과는 발색제로서 첨가된 아질산염이 NO로 환원되어 육색소단백질인 myoglobin과 반응함으로써 nitrosomyoglobin이 형성된 데에 기인하는 것으로 알려져 있다^(2,3).

조직감의 변화

곰팡이 발효소시지의 숙성중에 Texture Analyzer를 이용하여 조직감을 측정된 결과는 Table 3과 같다. 곰팡이 발효소시지의 숙성이 진행됨에 따라 hardness는 점차 증가하여 숙성 21일째에 시험구 1과 시험구 2가 각각 15.05 및 15.99로서 시험구 2가 시험구 1에 비하여 다소 높게 나타났다. 반면에 springiness는 숙성 14일째까지는 큰 변화가 없었고 두 처리구 간에도 유의적인 차이가 없었으나 ($p < 0.05$), 그 이후 크게 저하하여 숙성 21일째에는 시험구 1과 시험구 2가 각각 0.56 및 0.61로서 시험구 2가 시험구 1에 비하여 높게 나타났다. Cohesiveness도 springiness와 비슷한 경향이었으나 숙성 21일째에는 시험구 1과 시험구 2가 각각 0.37 및 0.38로서 두 처리구 간에 유의적인 차이가 없었다 ($p < 0.05$). Gumminess는 시험구 1의 경우, 숙성 14일째까지 크게 증가하였고,

Table 2. Changes in color during ripening of mold fermented sausages

Days	Starter*	L	a	b
0	Lp	54.87 ± 0.83 ^a	5.07 ± 0.16 ^a	11.73 ± 0.21 ^a
	Lc	56.13 ± 0.12 ^a	4.36 ± 0.17 ^b	12.03 ± 0.06 ^a
7	Lp	50.73 ± 0.95 ^b	11.13 ± 0.40 ^a	8.09 ± 0.16 ^a
	Lc	53.30 ± 0.17 ^a	10.93 ± 0.32 ^a	8.16 ± 0.19 ^a
14	Lp	38.40 ± 1.00 ^a	11.05 ± 1.00 ^a	7.99 ± 0.29 ^a
	Lc	35.87 ± 0.12 ^b	11.03 ± 0.58 ^a	7.77 ± 0.32 ^a
21	Lp	34.53 ± 0.57 ^a	10.22 ± 0.73 ^a	8.11 ± 0.04 ^a
	Lc	33.63 ± 1.65 ^a	10.99 ± 1.41 ^a	8.28 ± 0.17 ^a
28	Lp	32.80 ± 1.84 ^a	11.60 ± 0.87 ^a	8.69 ± 0.35 ^b
	Lc	31.17 ± 0.58 ^a	12.57 ± 0.50 ^a	9.41 ± 0.20 ^a

* Lp : *Lactobacillus plantarum* group, Lc : *Lactobacillus curvatus* group.

^{a,b} Means with different letters in the same column are significantly different ($p < 0.05$).

Table 3. Changes in texture during ripening of mold fermented sausages

Texture	Starter*	Ripening periods(days)		
		7	14	21
Hardness(kg)	Lp	7.50±0.54 ^a	12.27±0.33 ^a	15.05±0.20 ^b
	Lc	7.20±0.10 ^a	10.65±0.52 ^b	15.99±0.26 ^a
Springiness	Lp	0.82±0.01 ^a	0.83±0.03 ^a	0.56±0.01 ^b
	Lc	0.74±0.07 ^a	0.77±0.02 ^a	0.61±0.03 ^a
Cohesiveness	Lp	0.50±0.01 ^a	0.48±0.01 ^a	0.37±0.01 ^a
	Lc	0.49±0.02 ^a	0.49±0.01 ^b	0.38±0.00 ^a
Gumminess	Lp	3.82±0.16 ^a	5.88±0.25 ^a	5.63±0.19 ^b
	Lc	3.68±0.25 ^a	4.75±0.21 ^b	6.01±0.10 ^a
Chewiness	Lp	3.11±0.12 ^a	4.90±0.38 ^a	3.18±0.13 ^b
	Lc	2.97±0.44 ^a	3.67±0.06 ^b	3.69±0.13 ^a

* Lp : *Lactobacillus plantarum* group, Lc : *Lactobacillus curvatus* group.

^{a,b} Means with different letters in the same column are significantly different ($p < 0.05$).

그 이후 변화가 없었으나, 시험구 2의 경우에는 숙성 14일째까지 큰 변화가 없다가 그 이후 크게 증가하였다. Chewiness는 시험구 1의 경우, 숙성 14일째에 4.90으로 가장 높게 나타났으나, 시험구 2의 경우에는 숙성 14일째까지 증가하다가 그 이후 일정한 수준을 유지하였다. 이와 같이 곰팡이 발효소시지의 숙성이 진행됨에 따라 hardness는 점차 증가한 반면 springiness와 cohesiveness는 크게 감소하였고, 이차적 요소인 gumminess와 chewiness는 약간 증가하였으며, 숙성 21일째에는 시험구 2가 시험구 1에 비하여 다소 조직이 단단하고 탄력성이 있는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 원료육의 세절 및 혼합시에 첨가된 식염에 의하여 염용성단백질이 육입자의 표면으로 용출되고 이는 스타터 유산균에 의하여 생성된 낮은 pH 조건하에서 지방입자와 육입자 표면에서 젤화되었기 때문으로 사료되며, 숙성중 건조에 의하여 더욱 건조가 수반되어 강한 결합력이 생성된 데에 기인하는 것으로 알려져 있다⁽⁴⁾.

유리 아미노산 함량의 변화

곰팡이 발효소시지의 숙성에 따른 유리아미노산 함량의 변화를 측정된 결과는 Table 4와 같다. 곰팡이 발효소시지의 제조 직후 총 유리아미노산의 함량은 시험구 1의 경우 81.07 mg%였고 그 중에서 alanine이 26.72 mg%로 가장 많이 함유되어 있었으며 다음으로 glycine, histidine, threonine, valine, glutamic acid, lysine, serine 및 leucine 등의 순이었다.

시험구 2의 경우에는 총 유리 아미노산의 함량이 91.62 mg%로서 시험구 1보다 다소 높은 수준이었고 그 중에서 alanine이 32.35 mg%로 가장 많이 함유되어 있었으며 다음으로 glycine, glutamic acid, histidine, threonine, serine, valine, lysine 및 leucine 등의 순이었다. 이것은 공시부위에 따라 다르지만 돈육 중에 많이 존재하는 유리아미노산은 glutamine, alanine, glycine, glutamic acid 등이라는 Ewan 등⁽¹²⁾의 보고 및 alanine, glycine, glutamic acid 등이라는 Lakritz 등⁽¹³⁾의 보고와 유사한 결과를 나타내었다. 한편 숙성이 진행됨에 따라 총 유리 아미노산 함량은 점차 증가하여 숙성말기인 28일째에 시험구 1의 경우, 215.97 mg%로서 제조 직후보다 2.7배 증가하였고, 특히 여러 유리 아미노산 중에서 alanine, lysine, glycine, valine, leucine 및 glutamic acid 등이 현저한 증가를 보였으나, arginine은 숙성초기에 소실되었다. 또한 시험구 2의 경우에도 숙성이 진행됨에 따라 점차 증가하여 숙성말기인 28일째 총 유리 아미노산 함량이 216.98 mg%로서 제조직후보다 2.4배 증가하였고, 여러 유리 아미노산 중에서 alanine, leucine, lysine, glycine, glutamic acid 및 serine 등이 현저한 증가를 보였으며, arginine은 시험구 1보다 다소 완만하게 감소하였다. 이러한 결과는 Dierick 등⁽⁵⁾의 건조소시지의 숙성중에 alanine, glutamic acid, threonine 및 glycine 등이 증가하였고, histidine과 tyrosine 등이 현저하게 감소하였다는 보고와 Me-

Table 4. Changes in contents of free amino acids during ripening of mold fermented sausages (mg%)

FAA	Lp			Lc		
	0	14	28	0	14	28
Asp	1.25	4.92	7.52	0.87	5.05	6.87
Thr	5.74	5.47	3.70	5.82	7.05	5.50
Ser	3.56	5.62	8.76	5.24	7.36	12.35
Glu	4.52	6.52	12.58	9.45	11.06	16.42
Gly	12.50	17.92	23.24	9.69	7.54	19.52
Ala	26.72	27.62	51.52	32.35	29.84	52.54
Val	4.54	6.52	17.54	4.72	5.42	6.84
Cys	1.08	1.32	1.32	1.35	1.52	2.01
Met	1.25	2.14	6.37	1.08	3.07	7.28
Ile	1.76	6.14	12.48	2.32	6.74	11.42
Leu	3.28	10.15	16.82	4.50	10.54	27.36
Tyr	0.85	1.75	7.54	0.19	0.95	6.34
Phe	1.24	5.85	9.75	2.84	7.95	9.45
Lys	3.95	8.78	25.43	4.78	9.36	22.74
His	7.48	8.94	8.77	6.42	9.42	8.48
Arg	0.57	—	—	0.58	0.56	0.17
Pro	0.78	1.05	2.63	0.75	1.35	1.69

Lp : *Lactobacillus plantarum* group, Lc : *Lactobacillus curvatus* group.

lo 등⁽⁶⁾의 컨트리 스타일 햄의 숙성 중에 alanine, glutamic acid, leucine 및 lysine 등이 현저하게 증가하였다는 보고와 거의 일치하였다.

핵산관련물질 함량의 변화

곰팡이 발효소시지의 숙성에 따른 핵산관련 물질의 함량변화를 측정된 결과는 Table 5와 같다. 곰팡이 발효소시지의 제조 직후에는 시험구 1과 시험구 2의 ATP 함량이 각각 13.8 mg% 및 9.4 mg%로서 매우 낮은 수준으로 함

유되어 있었고, ADP함량도 제조 직후 각각 26.1 mg% 및 32.4 mg%로 매우 낮은 수준이었으며, IMP, AMP의 순으로 많이 함유되어 있었다. 이러한 결과는 발효소시지의 제조전에 전처리, 절단 및 동결후의 해동 등 원료육의 처리과정에서의 이미 ATP에서 ADP, ADP에서 AMP로 분해되었기 때문인 것으로 사료된다. 숙성이 진행됨에 따라 육의 정미성분으로서 중요한 역할을 하는 IMP는 소시지의 제조 직후 시험구 1과 시험구 2의 경우 각각 217.8 mg% 및 235.4 mg%에서 숙성 28일째에 42.5 mg%

Table 5. Changes in contents of nucleotide-related compounds during ripening of mold fermented sausages (mg%)

ATP related compounds	Lp			Lc		
	0	14	28	0	14	28
ATP	13.8	5.7	1.5	9.4	2.6	0.7
ADP	26.1	20.0	11.4	32.4	16.5	9.8
AMP	144.3	117.5	85.2	106.7	98.6	76.5
IMP	217.8	85.2	42.5	235.4	154.3	90.8
Inosine	23.6	15.2	7.8	37.6	21.4	10.8
Hypoxanthine	92.8	95.4	92.3	87.5	86.4	81.6

Lp : *Lactobacillus plantarum* group, Lc : *Lactobacillus curvatus* group.

및 90.8 mg%로 크게 감소하였다. Inosine의 함량은 두 처리구 모두 숙성중에 감소한 반면, hypoxanthine은 큰 변화가 없었다. 이와 같이 두 처리구 모두 ATP, ADP, AMP, IMP 및 Inosine 등의 핵산관련물질은 숙성이 진행됨에 따라 크게 감소하였으나 AMP 및 IMP는 숙성말기인 28일째에도 많이 함유되어 있었다. 특히 IMP는 유리 아미노산과 공존할 경우, 맛의 상승효과가 매우 큰 것으로 알려져 있으며, 발효 소시지 숙성 후 이러한 맛성분인 IMP는 시험구 1보다 시험구 2에 2배 이상 많이 함유되어 있었다.

요 약

곰팡이 발효소시지의 숙성중에 색도, 조직감, 유리 아미노산 및 핵산관련물질 등 기호적 품질 특성에 속하는 이화학적 성질의 변화를 조사하였다. 색차계에 의하여 색도를 측정된 결과, a값은 숙성초기에 크게 증가하였으나, 숙성 7일째 이후 큰 변화가 없었고, L과 b값은 a값과 대조를 보였으며, 두 처리구 간에 유의적인 차이가 없었다($p < 0.05$). 조직감을 측정된 결과 숙성중에 hardness는 크게 증가한 반면, springiness와 cohesiveness는 점차 감소함으로써 숙성이 진행됨에 따라 전형적인 발효소시지 특유의 외관과 조직이 형성되었다. 시험구 1과 시험구 2의 총 유리 아미노산 함량은 제조직후 각각 81.07 mg% 및 91.62 mg%에서 숙성말기에는 각각 215.97 mg% 및 216.98 mg%로 크게 증가하였다. 핵산관련물질 함량은 숙성이 진행됨에 따라 크게 감소하였으나, 숙성말기인 28일째에도 IMP는 시험구 1과 시험구 2에 각각 42.5 mg% 및 90.8 mg% 함유되어 있었다.

참고문헌

- Forrest, J. C., Aberle, E. D., Hedrick, H. B., Judge, M. D. and Merkel, R. A. : Palatability and cookery of meat. In *Principles of Meat Science*. W. H. Freeman and Co., San Francisco, p. 288 (1975).
- Kitchell, A. G. : Micrococci and coagulase negative Staphylococci in cured meats and meat products. *J. Appl. Bacteriol.*, 25, 416 (1962).
- Cassens, R. G., Greaser, M. L., Ito, T. and Lee, M. : Reactions of nitrite in meat. *Food Technol.*, 33, 46 (1979).
- Petaja, E., Kukkonen, E. and Puolanne, E. : Effect of salt content on the ripening of dry sausages. *Fleischwirtsch.*, 65, 189 (1985).
- Dierick, E., Vandekerckhove, P. and Demeyer, D. : Changes in non protein nitrogen compounds during dry sausage ripening. *J. Food Sci.*, 39, 301(1974).
- Melo, T. S., Blumer, T. N. and Swaisgod, H. E. : Catheptic enzyme activity in aged country style hams as influenced by precuring treatment. *J. Food Sci.*, 39, 511(1974).
- 이철호, 채수규, 이진근 : 식품공업품질관리이론. 유림문화사, p. 97 (1993).
- 이영춘 : 식품공업의 품질관리. 학연사, p. 33 (1987).
- 김창한, 문영덕, 고명수 : 발효소시지로부터 휘발성 지방산과 휘발성 카르보닐 화합물의 분리 및 정량. 한국축산식품학회지, 15, 88 (1995).
- Townsend, W. E., Davis, C. E., Lyon, C. E. and Mescher, S. E. : Effect of pork quality on some chemical, physical and processing properties of fermented dry sausage. *J. Food Sci.*, 45, 622 (1980).
- Acton, J. C. and Dick, R. L. : Cured color development during fermented sausage processing. *J. Food Sci.*, 42, 895 (1977).
- Ewan, R. C., Topel, D. G. and Ono, K. : Chemical composition of chops from pale soft exudative(PSE) and normal pork loins. *J. Food Sci.*, 44, 678 (1979).
- Lakritz, L., Spinelli, A. M. and Wasserman, A. E. : Effect of storage on the concentration of proline and other free amino acids in pork belly. *J. Food Sci.*, 41, 879 (1976).