

α -, γ -, δ -Tocopherol의 첨가가 동결 저장중 Hamburger Patty의 지방산 조성에 미치는 영향

박구부 · 성필남 · 송도준 · 김진성* · 박태선 · 이정일 · 김진형
경상대학교 축산학과, 축산진흥연구소, *동아대학교 축산학과

Effect of α -, γ -, δ -Tocopherol on Fatty Acids Composition of Hamburger Patties during Frozen Storage

G. B. Park, P. N. Seong, D. J. Song, J. S. Kim*, T. S. Park, J. I. Lee and J. H. Kim

Dept. of Animal Science, Gyeongsang National University,
Inst. Develop. of Livestock Production, *Dept. of Animal Science, Dong-A University

Abstract

This study was conducted to investigate the effects of α -, γ - and δ -tocopherols on oxidative stability of lipid in hamburger patties during frozen storage. Hamburger patty samples were prepared with the addition of tocopherol by fat basis: control, treat 1 (control+0.02% α -tocopherol), treat 2 (control+0.02% γ -tocopherol); and treat 3 (control+0.02% δ -tocopherol). The hamburger patty samples added α -, γ -, or δ -tocopherol were cooked at 85°C for 3 minutes and the stored at -10°C or -30°C. The fatty acids composition of the hamburger samples were analyzed during the storage periods (1, 20, 40, 60 and 80 days). There was no difference in the fatty acids composition among control and treatment groups in early storage time; however, content of unsaturated fatty acid was decreased in control group and slightly decreased or almost not changed in treatment groups as the storage period passed. No difference in the ratio of saturated fatty acid : unsaturated fatty acid (SFA : USFA) and saturated fatty acid : monounsaturated fatty acid : polyunsaturated fatty acid (SFA : MUFA : PUFA) between control and treatment groups at early storage time. However, SFA : USFA and SFA : MUFA : PUFA was decreased in control and slightly decreased or not changed in all treatment groups as the storage period passed.

Key words : α - γ - δ -tocopherols, pH values, fatty acids.

서 론

식육 및 육제품의 저장기간 동안 질적 저하를 발생시키는 가장 중요한 원인중 하나가 지질산화이며 특히, 조리된 상태의 냉동 즉석 유제품에서 지질산화의 발생 정도는 제품들의 저장수명을 결정하기도 한다. 육제품 중 지질의 산화는 라디칼반응에 의한 자동산화의 결과 발생되며, 온도, 빛, 방사선, 과산화물, lipoxidase, 유기 금속화합물, 미량 금속촉매 등에 의해 촉진된다.

현재 육제품의 지질산화를 방지하기 위해 butylated hydroxyanisole(BHA), butylated hydroxytoluene(BHT), tertiary butylated hydroxyquinone(TBHQ), propyl gallate, ethylenediamine tetraacetic acid(EDTA), citrate 등 약 20여 종의 인공항산화제가 널리 이용되고 있지만 최근 육제품에서의 지질산화에 대한 연구의 많은 부분이 자연적으로 존재하는 산화방지제나 산화방지제를 함유하는 원료에 초점이 모아지고 있다⁽¹⁾.

현재까지 밝혀진 천연항산화제에는 tocopherol, spices, herbs, ascorbic acid, carotenoid, flavonoids, maillard reaction products, cereals, oilseeds, amino acids, peptides,

Corresponding author : G. B. Park, Department of Animal Science, College of Agri., Gyeongsang National Univ., Chinju 660-701, Korea.

proteins, phospholipids 등 많은 천연 물질들이 있지만, 특히 항산화 작용뿐만 아니라 비타민 E로서 영양학적으로나 생리학적으로 중요한 위치를 차지하고 있는 tocopherol에 관심이 모아지고 있다.

천연적인 tocopherol은 α -, β -, γ -, δ -tocopherol의 혼합물이며, 이들의 항산화 작용과 안정성은 화학적인 구조에 따라 다양하다. 현재 tocopherol의 항산화 기작은 생체 내의 여러 중요한 조직의 구성지방질 성분의 자동산화를 억제하고, 또한 광선조사와 감광체에 의해서 형성된 활성 일중항 산소를 제거하는 한편, 일차산화생성물인 hydroperoxide를 포집하여 산화반응을 종료시키는 것으로 추정되고 있으며, tocopherol 동족체들의 항산화력에 대한 연구결과로 $\alpha > \gamma > \delta > \alpha$ -tocopherol⁽²⁾와 $\alpha > \beta > \gamma > \delta$ -tocopherol⁽³⁾ 등 서로 상반된 결과들이 발표되고 있을 뿐 아니라 tocopherol 동족체들을 육제품 내에 직접 첨가하여 항산화력을 비교하는 실험은 거의 미흡한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 α -, γ -, δ -tocopherol이 첨가된 hamburger patty를 진공포장한 후 열처리하여 -10°C 와 -30°C 에서 80일간 저장하면서 저장기간에 따른 지방산 조성의 변화를 조사하고자 실험을 수행하였다.

재료 및 방법

시험구 설정

시험구는 먼저 저장온도를 -10°C 와 -30°C 로 나누고, 각 저장온도별로 첨가되는 tocopherol 동족체의 종류에 따라 3개의 시험구를 배치하였다. Tocopherol 첨가량은 Hahn 등⁽¹⁾의 기준치에 의거하여 처리 1구는 α -tocopherol, 처리 2구는 γ -tocopherol 그리고 처리 3구는 δ -tocopherol을 hamburger patty 제조 시 첨가된 지방량에 대하여 0.02% 첨가하여, hamburger patty를 제조한 시간을 기준으로 1, 20, 40, 60 및 80일 동안 -10°C 와 -30°C 에서 저장하면서 실험에 공시하였다.

실험재료

1) Tocopherol의 준비

D- α -, d- γ - and d- δ -tocopherol은 Sigma Chemical Co.(St. Louis, MO)에서 구입하여 냉장온도($0\sim 4^{\circ}\text{C}$)에서 보관하였다.

2) Hamburger patty의 조제

냉동된 수입우육(우둔부위)과 우지를 구입하여 해동한 후 근육부위에 부착된 지방덩어리나 인대 등을 분리 제거하고 Fig. 1과 같은 공정으로 제조하였다. 준비한 원료와 첨가물들은 Table 2의 제품원료 배합비에 따라 계량하여 meat mixer에서 5분간 혼합하였다. 이때 원료육에 식염을 먼저 첨가하여 혼합하고, 우지와

Table 1. An experimental design of hamburger patties treated with α -, γ - and δ -tocopherol during 80 days frozen storage

Storage temperature	Treatment ¹⁾	Storage(days)				
		1	20	40	60	80
-10°C	Control	○	○	○	○	○
	Treat 1	○	○	○	○	○
	Treat 2	○	○	○	○	○
	Treat 3	○	○	○	○	○
-30°C	Control	○	○	○	○	○
	Treat 1	○	○	○	○	○
	Treat 2	○	○	○	○	○
	Treat 3	○	○	○	○	○

¹⁾ Control : no antioxidant.

Treat 1 : 0.02% α -tocopherol added on fat content basis.

Treat 2 : 0.02% γ -tocopherol added on fat content basis.

Treat 3 : 0.02% δ -tocopherol added on fat content basis.

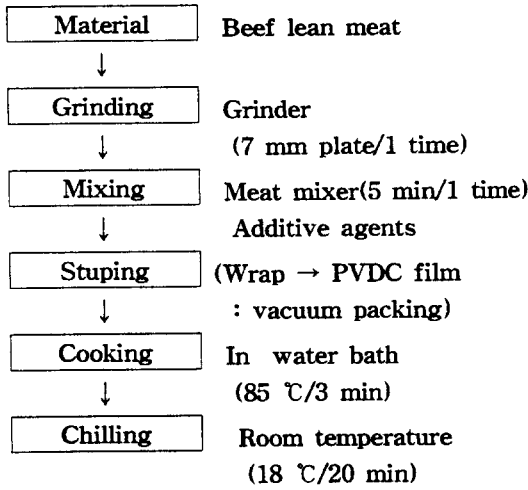


Fig. 1. The preparation process of hamburger patties.

다른 첨가물들을 첨가혼합하였다. Tocopherol의 혼합은 냉장온도(4±1℃)에서 실시하였다. 혐기적인 조건이 유지되도록 wrap으로 1차 포장한 후 140g씩 나누어 직경 10cm의 타원형으로 성형하고, 2차로 PVDC film으로 진공포장한 후 85℃의 항온수조에서 3분간 가열하여 미

생물 및 효소 등에 의한 변질을 최소화하기 위하여 실온에서 냉각시킨 다음 심부온도가 -15~-18℃이하로 급속동결시켜 각 저장온도에서 저장하였다.

동결된 patty는 실험에 공시하기 24시간 전에 4℃에서 녹여서 사용하였으며, 저장 1일 재료는 hamburger patty 제조후 4℃에서 24시간 저장 후에 공시하였다.

실험방법

1) 지방산 조성의 분석

박(4)의 방법에 의하여 지질을 가수분해한 다음 메틸화 시킨 후 gas chromatography(Shimadzu-GC-14A)를 이용하여 분석하였으며, GC조건은 Table 3과 같다.

결과 및 고찰

지방산 조성

1) Hamburger patty의 지방산 조성

α -, γ -, δ -tocopherol이 첨가된 hamburger patty를 -10℃에서 80일간 저장중 지방산 조성의 변화는 Table 4와 같다.

Table 2. Formula of hamburger patties(%)

Treatment	Lean	Fat	Onion	Starch	Salt	Sugar	α -Tocopherol*	γ -Tocopherol*	δ -Tocopherol*
Control	70	10	13	4	2	1	-	-	-
Treatment I	70	10	13	4	2	1	0.02	-	-
Treatment II	70	10	13	4	2	1	-	0.02	-
Treatment III	70	10	13	4	2	1	-	-	0.02

* Percentage of tocopherols for the fat content.

Table 3. GC conditions for analysis of fatty acids composition

Items	Conditions
Column	Supelcowax 10 capillary column, 30 m×0.32 mm, I.D. fused silica, 0.25 μ m
Detector	Flame ionization detector
Oven temperature	180℃
Injection temperature	200℃
Detector temperature	250℃
Carrier gas He	45 ml /min
Split ratio	100 : 1

Table 4. Effect of α -, γ - and δ -tocopherol on fatty acids composition¹⁾ of hamburger patties during storage at -10°C

Storage temperature	Treatment ²⁾	Storage days	Fatty acids composition ¹⁾										
			14:0	14:1	15:0	16:0	16:1	17:0	17:1	18:0	18:1	18:2	18:3
.....%													
-10°C	Control	1	3.17	1.00	0.43	25.61	3.58	0.99	0.73	14.93	47.34	1.67	0.55
	T1		3.14	1.02	0.41	25.59	3.60	0.96	0.75	14.90	47.35	1.69	0.59
	T2		3.10	1.03	0.40	25.57	3.61	0.94	0.77	14.89	47.37	1.72	0.61
	T3		3.09	1.03	0.39	25.56	3.62	0.93	0.78	14.87	47.39	1.73	0.63
	Control	20	3.20	0.98	0.45	25.68	3.57	1.02	0.72	14.95	47.29	1.60	0.53
	T1		3.18	1.00	0.43	25.60	3.58	0.98	0.73	14.92	47.32	1.68	0.58
	T2		3.12	1.01	0.42	25.59	3.57	0.95	0.75	14.90	47.35	1.71	0.63
	T3		3.11	0.99	0.41	25.58	3.62	0.94	0.75	14.88	47.38	1.71	0.64
	Control	40	3.25	0.95	0.47	25.76	3.54	1.05	0.70	15.14	47.15	1.52	0.45
	T1		3.21	0.98	0.44	25.63	3.56	0.94	0.74	14.96	47.29	1.67	0.57
	T2		3.16	0.99	0.43	25.62	3.56	0.95	0.74	14.94	47.33	1.69	0.58
	T3		3.15	0.99	0.43	25.61	3.57	0.95	0.78	14.92	47.36	1.68	0.57
	Control	60	3.34	0.93	0.49	25.96	3.42	1.07	0.66	15.35	47.01	1.37	0.38
	T1		3.28	0.95	0.46	25.69	3.51	0.96	0.72	14.97	47.27	1.67	0.54
	T2		3.28	0.99	0.46	25.65	3.54	0.96	0.70	14.88	47.31	1.68	0.54
	T3		3.20	0.95	0.45	25.66	3.59	0.98	0.71	14.90	47.33	1.67	0.55
	Control	80	3.38	0.90	0.53	26.19	3.40	1.09	0.53	15.59	46.98	1.14	0.26
	T1		3.31	0.94	0.45	25.68	3.49	0.98	0.70	15.02	47.25	1.64	0.52
	T2		3.33	0.97	0.43	25.67	3.47	0.95	0.72	15.00	47.30	1.65	0.53
	T3		3.28	1.00	0.44	25.69	3.48	0.96	0.71	14.95	47.31	1.66	0.52

1) Fatty acids composition was determined by gas-liquid chromatography and is expressed as mean average weight percent compositions on a fatty acid basis.

2) Control : no antioxidant.

Treat 1 : 0.02% α -tocopherol added on fat content basis.

Treat 2 : 0.02% γ -tocopherol added on fat content basis.

Treat 3 : 0.02% δ -tocopherol added on fat content basis.

지방산 조성의 변화로 지질산화에 대한 민감도를 간접적으로 평가할 수 있다는 보고로 Keller와 Kinsella⁽⁵⁾는 햄버거에서 $\text{C}_{20:4}$ 함량이 저장중 25% 감소하는 동시에 지질산화의 2차 생성물로 평가되는 2-thiobarbituric acid (TBA)가의 함량이 증가했다고 보고했으며, Moerck와 Ball⁽⁶⁾은 육제품의 저장중 지방산이 산화에 매우 민감하게 반응하려면 3개 또는 그 이상의 이중결합을 가지고 있어야 하며, 이중결합의 수가 증가할수록 산화에 대한 민감성도 증가한다고 보고하였다. Jiang 등⁽⁷⁾은 저장중 지방산의 불포화도가 저하되며, 특히 oleic acid 등의 함유비율이 감소되는 것이 주요 원인 중의 하나라고 하였다.

저장초기 tocopherol 첨가구와 대조구의 지방산 조성은 유사하였지만, 저장기간이 경과함에 따라 tocopherol 첨가구에서는 불포화 지방산의 함량감소가 미미하였지만 대조구의 불포화 지방산은 상당히 감소하였다.

Yamauchi 등⁽⁸⁾은 육제품에 함유된 α -tocopherol이 저장기간 동안 지질산화율에 영향을 미치며 특히, 지방산 조성 변화에 영향을 미치고 저장기간 동안 α -tocopherol은 지질산화를 억제시켰다고 보고하였다. Lai 등⁽⁹⁾은 닭고기 nugget을 냉동보관시 지방산의 변화를 조사하였는데, 대조구의 경우 지방산의 함량이 처리구들에 비하여 빠르게 감소하였고, 특히 $\text{C}_{18:2}$ 와 $\text{C}_{18:3}$ 의 감소가 많았으나 항산화제 첨가

Table 5. Effect of α -, γ - and δ -tocopherol on fatty acids composition of hamburger patties during storage at -30°C

Storage temperature	Treatment ²⁾	Storage days	Fatty acids composition ¹⁾										
			14:0	14:1	15:0	16:0	16:1	17:0	17:1	18:0	18:1	18:2	18:3
		%.....										
-30°C	Control	1	3.17	1.00	0.43	25.61	3.58	0.99	0.73	14.93	47.34	1.67	0.55
	T1		3.14	1.02	0.41	25.59	3.60	0.96	0.75	14.90	47.35	1.69	0.59
	T2		3.10	1.03	0.40	25.57	3.61	0.94	0.77	14.89	47.37	1.72	0.61
	T3		3.09	1.03	0.39	25.56	3.62	0.93	0.78	14.87	47.39	1.73	0.63
	Control	20	3.20	0.99	0.45	25.63	3.56	1.02	0.72	14.96	47.30	1.63	0.54
	T1		3.16	1.01	0.43	25.59	3.59	0.95	0.76	14.89	47.34	1.68	0.58
	T2		3.14	1.02	0.40	25.56	3.60	0.97	0.75	14.92	47.35	1.71	0.59
	T3		3.11	0.01	0.42	25.58	3.59	0.95	0.75	14.90	47.37	1.71	0.58
	Control	40	3.23	0.96	0.47	25.65	3.53	1.03	0.74	14.97	47.28	1.61	0.53
	T1		3.21	0.99	0.45	25.61	3.58	0.97	0.76	14.91	47.31	1.65	0.56
	T2		3.19	0.99	0.43	25.62	3.56	0.98	0.77	14.89	47.33	1.66	0.57
	T3		3.14	1.02	0.44	25.60	3.57	0.97	0.76	14.93	47.35	1.64	0.58
	Control	60	3.25	0.94	0.49	25.69	3.50	1.05	0.72	15.01	47.25	1.58	0.51
	T1		3.19	0.97	0.51	25.60	3.56	1.02	0.75	14.95	47.28	1.63	0.54
	T2		3.20	0.96	0.52	25.63	3.54	1.01	0.74	14.92	47.29	1.62	0.55
	T3		3.18	1.00	0.51	25.61	3.54	1.00	0.76	14.94	47.30	1.63	0.54
	Control	80	3.30	0.92	0.53	25.73	3.47	1.08	0.68	15.04	47.21	1.53	0.49
	T1		3.25	0.96	0.57	25.65	3.53	1.04	0.72	14.98	47.23	1.57	0.51
	T2		3.23	0.94	0.59	25.66	3.52	1.03	0.71	14.96	47.25	1.59	0.52
	T3		3.24	0.95	0.58	25.61	3.52	1.02	0.73	14.97	47.28	1.57	0.53

1) Fatty acids composition was determined by gas-liquid chromatography and is expressed as mean average weight percent compositions on a fatty acid basis.

2) Treatments are the same as in Table 4.

Table 6. The ratio of saturated fatty acids to unsaturated fatty acids of hamburger patties treated with α -, γ - and δ -tocopherols during storage at -10°C

Storage temperature	Treatment ¹⁾	Storage (days)	SFA : USFA (Ratio)	SFA : MUFA : PUFA ²⁾ (Ratio)
-10°C	Control	1	45.13:54.87(1:1.216)	45.13:52.65:2.22(1:1.167:0.491)
	T1		45.00:55.00(1:1.222)	45.00:52.72:2.28(1:1.172:0.051)
	T2		44.90:55.11(1:1.227)	44.90:52.78:2.33(1:1.176:0.052)
	T3		44.84:55.18(1:1.231)	44.84:52.82:2.36(1:1.178:0.053)
	Control	20	45.30:54.69(1:1.207)	45.30:52.56:2.13(1:1.160:0.047)
	T1		45.11:54.89(1:1.217)	45.11:52.63:2.26(1:1.167:0.050)
	T2		44.98:55.03(1:1.223)	44.98:52.68:2.35(1:1.171:0.052)
	T3		44.92:55.09(1:1.226)	44.92:52.74:2.35(1:1.174:0.052)
	Control	40	45.67:54.31(1:1.189)	45.67:52.34:1.97(1:1.164:0.043)
	T1		45.18:54.81(1:1.213)	45.18:52.57:2.24(1:1.164:0.050)
	T2		45.10:54.89(1:1.217)	45.10:52.62:2.27(1:1.167:0.050)
	T3		45.06:54.95(1:1.219)	45.06:52.70:2.25(1:1.170:0.050)

Table 6. Continued

Storage temperature	Treatment ¹⁾	Storage (days)	SFA : USFA (Ratio)	SFA : MUFA : PUFA ²⁾ (Ratio)
-10°C	Control	60	46.21:53.77(1:1.636)	46.21:52.02:1.75(1:1.126:0.038)
	T1		45.36:54.66(1:1.205)	45.36:52.45:2.21(1:1.156:0.049)
	T2		45.23:54.76(1:1.211)	45.23:52.54:2.22(1:1.162:0.049)
	T3		45.19:54.80(1:1.213)	45.19:52.58:2.22(1:1.164:0.049)
	Control	80	46.78:53.21(1:1.137)	46.78:51.81:1.40(1:1.108:0.030)
	T1		45.44:54.00(1:1.200)	45.44:52.38:2.16(1:1.153:0.048)
	T2		45.38:54.64(1:1.204)	45.38:52.46:2.18(1:1.156:0.048)
	T3		45.32:54.68(1:1.207)	45.32:52.50:2.18(1:1.162:0.048)

¹⁾ Treatments are the same as in Table 4.

²⁾ SFA : MUFA : PUFA = Saturated fatty acids : Monounsaturated fatty acids : Polyunsaturated fatty acids.

SFA : C_{14:0}, C_{15:0}, C_{16:0}, C_{17:0} and C_{18:0}.

MUFA : C_{14:1}, C_{16:1}, C_{17:1} and C_{18:1}.

PUFA : C_{18:2} and C_{18:3}.

Table 7. The ratio of saturated fatty acids to unsaturated fatty acids of hamburger patties treated with α -, γ - and δ -tocopherols during storage at -30°C

Storage temperature	Treatment ¹⁾	Storage (days)	SFA : USFA (Ratio)	SFA : MUFA : PUFA ²⁾ (Ratio)
-30°C	Control	1	45.13:54.87(1:1.216)	45.13:52.65:2.22(1:1.167:0.049)
	T1		45.00:55.00(1:1.216)	45.00:52.72:2.28(1:1.172:0.051)
	T2		44.90:55.11(1:1.227)	44.90:52.78:2.33(1:1.176:0.052)
	T3		44.90:55.11(1:1.227)	44.84:52.82:2.36(1:1.178:0.053)
	Control	20	45.26:54.74(1:1.211)	45.26:52.57:2.17(1:1.162:0.048)
	T1		45.02:54.96(1:1.221)	45.02:52.70:2.26(1:1.171:0.050)
	T2		44.99:55.02(1:1.223)	44.99:52.72:2.30(1:1.172:0.051)
	T3		44.96:55.01(1:1.224)	44.96:52.72:2.29(1:1.173:0.051)
	Control	40	45.35:54.65(1:1.205)	45.35:52.51:2.14(1:1.158:0.047)
	T1		45.15:54.85(1:1.216)	45.15:52.64:2.21(1:1.166:0.049)
	T2		45.11:54.88(1:1.217)	45.11:52.65:2.23(1:1.167:0.049)
	T3		45.08:54.92(1:1.218)	45.08:52.70:2.22(1:1.169:0.049)
	Control	60	45.49:54.50(1:1.198)	45.49:52.41:2.09(1:1.152:0.046)
	T1		45.27:54.73(1:1.209)	45.27:52.56:2.17(1:1.161:0.048)
	T2		45.28:54.70(1:1.208)	45.28:52.53:2.17(1:1.160:0.048)
	T3		45.24:54.77(1:1.211)	45.24:52.60:2.17(1:1.163:0.048)
	Control	80	45.68:54.30(1:1.189)	45.68:52.28:2.02(1:1.144:0.044)
	T1		45.49:54.52(1:1.199)	45.49:52.44:2.08(1:1.153:0.046)
	T2		45.47:54.53(1:1.199)	45.47:52.42:2.11(1:1.153:0.046)
	T3		45.42:54.58(1:1.202)	45.42:52.48:2.10(1:1.155:0.046)

¹⁾ Treatments are the same as in Table 4.

²⁾ SFA : MUFA : PUFA = Saturated fatty acids : Monounsaturated fatty acids : Polyunsaturated fatty acids.

SFA : C_{14:0}, C_{15:0}, C_{16:0}, C_{17:0} and C_{18:0}.

MUFA : C_{14:1}, C_{16:1}, C_{17:1} and C_{18:1}.

PUFA : C_{18:2} and C_{18:3}.

구들의 지방산 조성 차이는 거의 없었다고 하여 본 실험의 결과와 유사하였다.

본 실험에서 대조구의 경우 저장기간이 경과함에 따라 불포화 지방산은 감소하고 포화지방산은 증가하였는데, 이는 불포화 지방산의 산화에 기인된다고 보고된바 있으며⁽¹⁰⁾, Moerck와 Ball⁽⁶⁾도 저장기간 중의 지방산화는 불포화 지방산의 감소에 의해 일어난다고 보고하였다.

Table 5는 α -, γ -, δ -tocopherol이 첨가된 hamburger patty를 -30℃에서 80일간 저장중 지방산 조성의 변화를 나타낸 것이며, 그 경향은 저장온도 -10℃에서와 유사하였다.

2) Hamburger patty의 SFA : USFA의 비율

α -, γ -, δ -tocopherol이 첨가된 hamburger patty를 -10℃에서 80일간 저장중 SFA(saturated fatty acid) : USFA(unsaturated fatty acid), SFA(saturated fatty acid) : MUFA(monounsaturated fatty acid) : PUFA (polyunsaturated fatty acid) 비율의 변화는 Table 6과 같다.

저장초기 tocopherol 첨가구들과 대조구의 SFA : USFA, SFA : MUFA : PUFA 비율은 유사하였으나, 저장기간이 경과함에 따라 대조구의 불포화지방산 함량이 감소하였으며, 특히 다중불포화지방산 비율이 초기 0.491에서 0.030으로 상당히 감소하였으나 tocopherol 첨가구들은 저장초기 1:1.222, 1:227, 1:1.231이던 것이 1:1.200, 1:1.204, 1:1.207로 감소하였지만 그 정도가 미미하였고, 불포화지방산 함량 또한 저장초기 0.051, 0.052, 0.053이던 것이 0.048, 0.048, 0.048로 감소해 그 정도가 미미하였다. 이러한 결과는 닭고기 nugget을 냉동보관하면서 지방산의 변화를 조사하였을 때 대조구의 지방산 함량이 처리구들보다 빠르게 감소하였고, 특히 C_{18:2}와 C_{18:3}의 감소는 많았으나, 항산화제 첨가구들의 지방산 조성 변화는 거의 없었다는 Lai 등⁽⁹⁾의 보고와 유사하였다.

Table 7은 α -, γ -, δ -tocopherol이 첨가된 hamburger patty를 -30℃에서 80일간 저장중 지방산 조성의 변화를 나타낸 것이며, 그 경향은 저장온도 -10℃에서와 유사하였다.

Tocopherol의 동족체인 α -, γ -, δ -tocopherol 상호간의 항산화력 차이를 구명하고자 α -, γ -, δ -tocopherol이 첨가된 hamburger patty를 진공포장한 후 열처리하여 -10℃와 -30℃에서 80일간 저장하면서 저장기간에 따른 지방산화 및 지방산 조성의 변화에 대한 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

지방산 조성은 각각의 저장온도에서 저장초기 대조구와 tocopherol 첨가구가 유사한 경향이었으나, 저장기간이 경과함에 따라 대조구의 불포화 지방산의 함량은 상대적으로 많은 감소를 나타내었으며, tocopherol 첨가구는 불포화 지방산의 함량이 약간 감소하거나 거의 변화가 없었다. 각각의 저장온도에서 저장초기 대조구와 처리구간의 SFA:USFA 비율은 유사하였으나, 저장기간이 경과함에 따라 대조구의 USFA 비율은 상대적으로 많은 감소를 나타내는 반면, tocopherol 첨가구는 약간 감소하거나 거의 변화가 없었다.

참고문헌

1. Hahm, T. S., King, D. L. and Min, D. B. : Food Antioxidants. *Foods and Biotechnology*, 2, 1 (1993).
2. Dugan, L. R., Jr. and Kraybill, H. R. : Tocopherols as carry through antioxidants, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 33, 527 (1956).
3. Yoshida, H., Kajimoto, G. and Emura, S. : Antioxidant effects of d-Tocopherols at different concentration in oils during micro wave heating. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 70, 989(1993).
4. 박병성 : 오메가 불포화 지방산 비율이 회취의 콜레스테롤 대사에 미치는 영향. 박사학위논문 강원대학교. (1991).
5. Keller, J. D. and Kinsella, J. E. : Phospholipid changes and lipid oxidation during cooking and frozen storage of ground beef. *J. Food Sci.*, 38, 1200 (1973).
6. Moerck, K. E. and Ball, H. R. : Lipid autoxidation in mechanically deboned chicken meat. *J. Food Sci.*, 39, 876

요 약

- (1974).
7. Jiang, S. T., Tsao, C. Y. and Lee, T. C. : Effect of free amino acid on the domaturation of mackeral myofibrillar proteins *in vitro* during frozen storage at -20°C . *J. Agric. Food Chem.*, 35, 28 (1987).
 8. Yamauchi, K., Nagai, Y. and Ohasshi, T. : Quantitative relationship between alpha tocopherol and polyunsaturated fatty acids and its connection, *J. Agric. Food Chem.*, 28, 1004(1980).
 9. Lai, S., Gray, J. I., Smith, D. M., Booren, A. M., Crackel, R. L. and Buckley, D. J. : Effects of oleoresin tripolyphosphate on the development of oxidative rancidity in restructured chicken nuggets. *J. Food Sci.*, 56, 616 (1991).
 10. Dawson, L. E. and Schieholz : Influence of griding, cooking and refrigerated storage on lipid stability in turkey, *Poultry Sci.*, 55, 618(1976).

(1997년 12월 11일 접수)