

꽁치(*Cololabis saira*) 과메기의 지질산화 및 biogenic amine 생성에 건조조건이 미치는 영향

심길보, 임치원, 이소정, 정혜연, 심혜진, 윤호동*

국립수산과학원 식품안전과

Effect of Drying Conditions on Biogenic Amine Production and Lipid Oxidation in Semi-dried Pacific Saury *Cololabis saira*, Guamegi

Kil-Bo Shim, Chi-Won Lim, So-Jeong Lee, Hye-Youn Jung,
Hye-Jin Shim and Ho-Dong Yoon*

Food Safety Research Division, National Fisheries Research & Development Institute, Busan 619-705, Korea

This study reviewed the effect of the drying conditions on the production of biogenic amines and lipid oxidation in semi-dried Pacific saury *Cololabis saira* or Guamegi. The moisture content of the Guamegi ranged from 32.71 ± 2.37 to 45.9 ± 2.60 g/100 g. The respective ranges of the acid value (AV) and peroxide value (POV) were 1.39 ± 0.40 to 15.79 ± 0.47 mg KOH/g and 76.14 ± 2.19 to 282.84 ± 2.34 meq/kg on drying for 3 days. The AV and POV increased for up to 3 days of drying and the values differed according to the amount of sunlight and temperature. However, lipid oxidation was reduced in Guamegi manufactured using a cold-air drying method. The fatty acid composition and the biogenic amine content in Guamegi during drying did not differ significantly with the drying method or drying date. The main saturated, monoene and polyene fatty acids were palmitic acid, eicosenoic & erucic acids, and eicosapentaenoic & docosahexaenoic acids, respectively. At 16.67 to 71.89 mg/kg, the histamine content was higher than that of other biogenic amines and it increased significantly during drying. In conclusion, this study showed that the packaging and drying conditions of Guamegi products need to be improved to inhibit lipid oxidation and biogenic amine formation.

Key word: Guamegi, Semi-dried Pacific saury, Lipid oxidation, Biogenic amine, Histamine

서 론

우리나라 전통 수산가공품은 지역의 기후조건과 어획되는 어종 등의 특성에 따라 개발 및 발전되어 왔으며, 강원도 황태, 흑산도 홍어, 포항 구룡포 과메기 등이 대표적인 제품이다. 이러한 전통 수산가공품은 어가소득 증대 및 고용창출 등 지역경제 활성화에 큰 영향을 미치고 있다. 이 중 과메기는 꽁치나 청어를 원료로 하여 내장과 뼈 등을 제거한 후 자연 또는 냉풍건조기 등을 이용하여 건조한 제품으로 독특한 풍미와 영양적인 가치를 인정되어 계절별미로 소비량이 매년 증가하고 있다. 특히 최근 구제역, 조류독감 등 식품안전과 관련된 일련의 사고로 인하여 소비량은 급증하였다.

한국산업표준(KS H 6036)에 따르면 과메기는 가공방법에

따라 편과메기와 통과메기로 구분된다. 꽁치나 청어를 할복하고 머리, 내장, 뼈 등을 제거한 후 세척, 건조, 숙성, 선별, 포장하여 제조한 것을 편과메기라 하며, 꽁치나 청어를 그대로 또는 내장만을 제거한 후 건조, 숙성, 선별, 포장하여 제조한 것은 통과메기라 한다(KATS, 2010). 과메기는 갯 잡은 신선한 원료를 12월부터 15일 이상 차가운 해풍에 건조시켜 제조하였지만(Lee et al., 2008a), 최근 소비량 증대에 따른 원활한 공급과 가격경쟁을 위하여 예전과는 달리 대부분 편과메기로 제조되고 있으며, 평균 3-4일 정도 건조시키고 있다. 우리나라에서 생산되는 과메기 중 90% 이상이 포항 구룡포 지역을 중심으로 10월부터 이듬해 2월까지 생산되고 있으며, 이후에는 기온상승에 따른 건조 중 품질저하 및 소비급감으로 인하여 거의 생산되지 않는다. 특히 꽁치는 고도불포화지방산을 다량 함유하고 있어 영양학적 의의와 생리활성이 널리 밝혀지면서 저렴하게 이용할 수 있는 고도불포화지방산 공급원으로 가치가 새롭게 인식되고 있

*Corresponding author: hdy8623@nfrdi.go.kr

Table 1. The profile of sample which was drying semi-dried Pacific saury, *C. saira* Gaumegi with drying time and drying method

Manufacturer	Drying date	Drying method	Sampling location	Sample No.
A	1 day, 2 day, 3 day	Sun drying	Guryongpo, Pohang City	20
B	1 day, 2 day, 3 day	Sun drying	Guryongpo, Pohang City	20
C	1 day, 2 day, 3 day	Sun drying	Guryongpo, Pohang City	20
D	1 day, 2 day, 3 day	Sun drying	Guryongpo, Pohang City	20
E	1 day, 2 day, 3 day	Artificial drying using pan and heater	Guryongpo, Pohang City	20
F	1 day, 2 day, 3 day	Sun drying	Guryongpo, Pohang City	20
G	1 day, 2 day, 3 day	Sun drying	Guryongpo, Pohang City	20
H	1 day, 2 day, 3 day	Sun drying	Guryongpo, Pohang City	20
I	1 day, 2 day, 3 day	Sun drying	Guryongpo, Pohang City	20
J	1 day, 2 day, 3 day	Cold air drying	Guryongpo, Pohang City	20

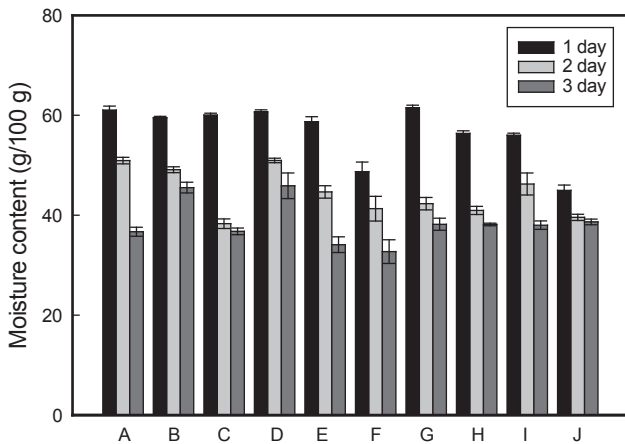


Fig. 1. The changes of moisture content in semi-dried Pacific saury *C. saira* Guamegi, during drying.

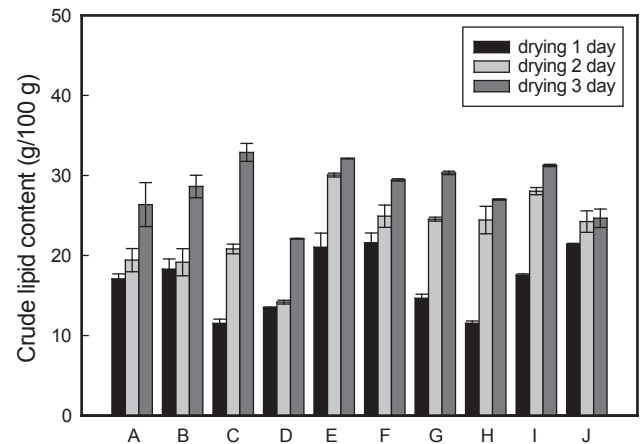


Fig. 2. The changes of crude lipid content in semi-dried Pacific saury *C. saira* Guamegi, during drying.

지만(Kim et al., 1999), 건조 중 지질산패에 대한 문제점과 일부 미생물의 아미노산 탈탄산 반응에 의하여 생성되는 biogenic amine 등이 문제점으로 지적되고 있다. Biogenic amine은 histamine에 의한 식중독, tyramine, 2-phenylethylamine 등 혈압상승 등의 원인물질, putrescine, cadaverine, spermidine, spermine 등은 biogenic amine의 독성을 상승시키는 역할로 알려져 있어(Cho, 2008; Arnold and Brown, 1978), 그 종류 및 섭취량에 따라 다양한 임상병리학적 증세 및 식중독을 일으킬 수 있기 때문에 바로 섭취하거나 가공한 제품을 섭취시 매우 중요하다(Rawles et al., 1996; Doyle et al., 1993; Taylor, 1985).

최근 꽂치 과메기와 관련된 연구는 시판 꽂치 과메기의 biogenic amine 함량 및 위생학적 품질 특성(Yoon et al., 2009), 건조조건에 따른 꽂치 과메기의 핵산류, 유리아미노산, 콜레스테롤 함량 변화(Oh et al., 1998, 1996), 꽂치 과메기의 건조조건에 따른 아민의 변화(Oh et al., 1998), 저장온도 및 저장기간에 따른 꽂치 과메기의 일반성분, 물성 및 미생물학적 변화와 산패도(Lee et al., 2008a, b), 과메기 제조시 건조조건에 따른 꽂치 근육의 일반성분 및 지질조성 변화(Oh et al, 1998) 등의 연구가

진행되었다. 또한 키토산 및 금박 등의 기능성 소재를 첨가한 시판 과메기의 영양성분 비교(Jang et al., 2010), 산초 추출물과 초피 정유 등을 이용하여 꽂치 과메기 산패 억제 효과(Cho et al., 2009) 등 과메기 제품의 산패 억제 및 기능성 소재를 이용한 품질향상과 저장 중 성분변화 등을 통한 유통조건 제시 등과 관련된 연구가 주를 이루고 있다.

따라서 본 연구에서는 우리나라에서 유통되고 있는 꽂치 과메기의 90%가 생산되고 있는 포항시 구룡포 지역에서 편과메기 형태로 생산되는 꽂치 과메기의 건조 중 발생하는 성분 및 품질변화 등을 조사하여 과메기 품질 표준화 등을 유도하고, 고품질의 과메기를 제조를 위한 기초자료로 활용코자 한다.

재료 및 방법

실험재료

포항시 구룡포 소재 재래시장과 가공업체에서 2011년 1월부터 3월까지 원양산 꽂치의 내장 등을 제거하고 세척 등의 전처

Table 2. The comparison of fatty acid composition in semi-dried Pacific saury *C. saira* Guamegi, during drying

Fatty acid (wt%)	Sun drying			Artificial drying			Cold-air drying		
	1 day	2 day	3 day	1 day	2 day	3 day	1 day	2 day	3 day
C14:0	7.04±0.31	7.15±0.32	7.37±0.39	7.37	7.40	8.00	7.21	6.96	6.94
C15:0	0.70±0.01	0.70±0.03	0.68±0.06	0.83	0.79	0.83	0.66	0.64	0.64
C16:0	12.19±0.20	12.10±0.17	12.40±0.72	11.71	12.44	12.58	11.20	12.03	11.86
C17:0	0.36±0.03	0.35±0.02	0.37±0.03	0.40	0.42	0.40	0.36	0.37	0.33
C18:0	1.88±0.19	1.80±0.08	1.91±0.17	1.64	1.96	1.88	1.69	1.89	2.01
C20:2	0.18±0.16	0.19±0.15	0.22±0.09	0.30	0.30	0.30	0.27	0.27	0.27
ΣSaturates	22.35±0.42	22.29±0.52	22.95±1.23	22.25	23.31	23.99	21.39	22.15	22.05
C16:1	0.10±0.21	0.05±0.12	0.02±0.05	-	-	-	-	-	-
C16:1n7	1.12±1.22	0.08±0.12	0.49±0.89	ND	ND	ND	0.55	0.24	0.27
C16:1n5	1.24±1.14	2.47±0.33	2.04±0.87	2.92	2.13	2.19	1.99	2.44	2.58
C17:1	0.07±0.10	0.06±0.09	-	-	-	-	-	0.14	-
C18:1n11	0.28±0.26	-	0.15±0.21	0.50	ND	ND	ND	0.41	ND
C18:1n9	4.36±0.31	4.70±0.16	4.58±0.35	3.83	4.35	4.55	4.53	4.30	4.85
C18:1n7	0.91±0.03	0.96±0.06	0.95±0.04	0.78	0.82	0.79	0.84	0.98	1.02
C20:1n9	13.71±0.52	13.92±0.50	14.53±0.83	13.41	12.88	14.87	15.12	14.92	14.98
C20:1n7	4.16±0.15	4.38±0.11	4.24±0.41	3.85	3.91	3.62	4.06	3.84	3.74
C20:1n5	-	-	0.02±0.06	-	-	-	-	0.23	-
C22:1n11	22.71±0.30	23.33±0.87	23.61±1.12	23.28	22.28	24.30	23.51	22.76	22.11
C22:1n9	1.15±0.10	1.22±0.07	1.13±0.16	1.23	1.18	1.08	1.11	1.09	1.05
ΣMonoenes	49.81±0.34	51.16±1.71	51.74±1.91	49.79	47.54	51.40	51.70	51.35	50.60
C16:2n4	0.32±0.04	0.33±0.03	0.33±0.06	0.36	0.40	0.38	0.30	0.29	0.28
C18:2n6	1.51±0.02	1.50±0.03	1.46±0.06	1.57	1.59	1.61	1.52	1.46	1.49
C18:3n3	1.27±0.08	1.23±0.06	1.17±0.09	1.58	1.58	1.53	1.16	1.14	1.14
C18:4n3	4.69±0.39	4.55±0.46	4.32±0.49	5.79	5.75	5.44	4.40	4.16	4.00
C20:3n3	0.06±0.12	0.03±0.08	-	-	-	-	0.18	-	0.24
C20:4n3	1.06±0.06	0.98±0.05	0.92±0.10	1.19	1.17	1.02	0.95	0.89	0.99
C20:5n3(EPA)	5.56±0.27	5.53±0.67	5.11±0.77	5.57	5.60	4.69	5.29	5.05	5.18
C22:5n3(DPA)	0.88±0.18	0.90±0.16	0.84±0.15	0.82	0.92	ND	1.09	0.93	1.09
C22:6n3(DHA)	12.49±0.65	11.50±1.20	11.17±1.55	11.07	12.14	9.94	12.01	12.59	12.95
ΣPolyenes	27.84±0.69	26.55±1.95	25.31±2.85	27.96	29.15	24.61	26.91	26.50	27.35
n-3	26.01±0.67	24.76±1.98	23.53±2.90	26.03	27.16	22.61	25.08	24.75	25.58
n-6	1.51±0.02	1.58±0.03	1.46±0.06	1.57	1.59	1.61	1.52	1.46	1.49
n-3/n-6	17.18±0.59	16.56±1.58	16.19±2.17	16.53	17.09	14.02	16.49	16.97	17.22
UFA/SFA	3.48±0.08	3.49±0.10	3.37±0.22	3.49	3.29	3.17	3.68	3.52	3.53
MUFA/SFA	2.23±0.03	2.30±0.08	2.26±0.09	2.24	2.04	2.14	2.42	2.32	2.29
PUFA/SFA	1.25±0.05	1.19±0.11	1.11±0.17	1.26	1.25	1.03	1.26	1.20	1.24
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100

리 후, 자연건조, 선풍기 및 난로 등을 사용하는 인공건조, 냉풍 건조기 등으로 건조 중인 콩치 과메기를 건조일별로 구입하여 냉장상태로 실험실로 운반하여 실험재료로 사용하였다.

일반성분

일반성분은 AOAC(1995)방법에 따라 수분은 105℃에서 상압가열 건조법, 조지방은 Soxhlet 추출법으로 각각 측정하였다.

Table 3. The content of DHA and EPA (mg/mL FAME) in semi-dried Pacific saury *C. saira* Guamegi, during drying

Drying method	Drying day	DHA	EPA
Sun drying	1 day	1.09±1.31	2.31±3.02
	2 day	1.15±0.15	2.39±0.30
	3 day	1.08±0.21	2.37±0.41
Artificial drying	1 day	2.17	1.09
	2 day	2.56	1.18
	3 day	1.83	0.87
Cold-air drying	1 day	2.67	1.18
	2 day	2.84	1.14
	3 day	2.82	1.13

¹⁾ Different superscripts within a same column are significantly different by Duncan's multiple range at $P < 0.05$.

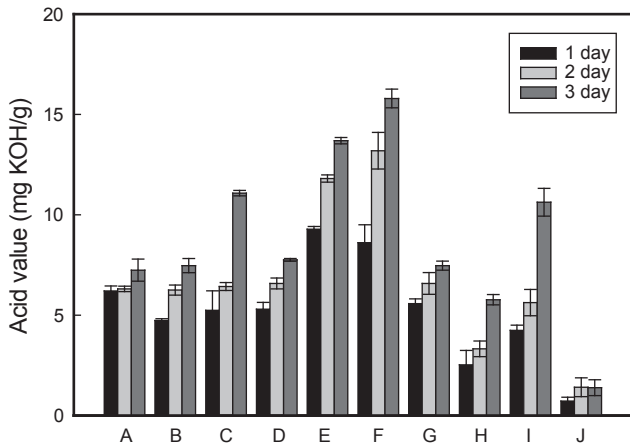


Fig. 3. The changes of acid value in semi-dried Pacific saury *C. saira* Guamegi, during drying.

지질의 산패도 측정

Bligh and Dyer(1959)의 방법에 따라 추출한 지질의 일정량을 시료유로 하여 산가는 N/10 KOH/methanol 용액을 사용하는 AOAC(1995)법에 따라 측정하였으며, 과산화물가는 포화 KI 용액을 사용하는 AOAC(1995)에 따라 측정하였다. TBARS값은 Witte et al. (1970)의 방법을 이용하여 추출 및 532 nm에서 흡광도를 측정하였고, 흡광도에 5.2를 곱하여 TBARS값을 계산하였다.

지방산 조성 및 함량

Bligh and Dyer(1959)의 방법에 의하여 시료의 5배량의 chloroform : methanol(2:1 v/v)용액으로 지질을 추출한 후, 14 % BF₃-methanol을 이용하여 지방산의 methyl ester(FAME)하여, GC(Shimazu GC 17A, Shimazu, Japan)로써 분석하였다. 또한 FAME 내의 DHA 및 EPA 함량은 내부표준물질인

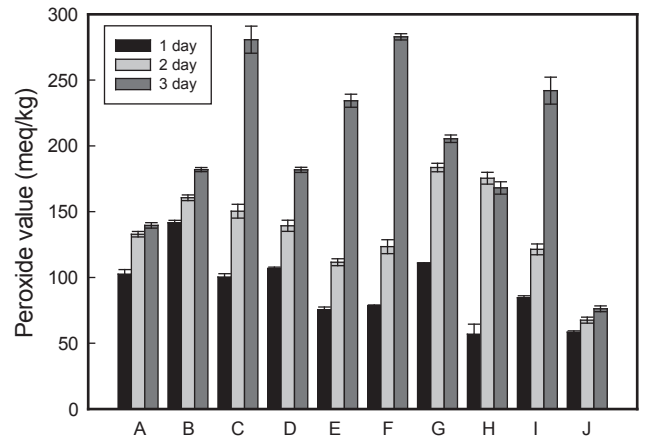


Fig. 4. The changes of peroxide value in semi-dried Pacific saury *C. saira* Guamegi, during drying.

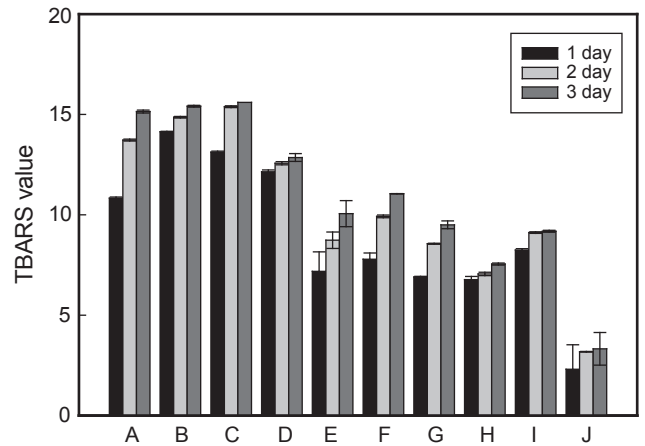


Fig. 5. The changes of TBARS value in semi-dried Pacific saury *C. saira* Guamegi, during drying.

C23:0(1 mg/mL)의 피크면적과 비교하여 정량하였다.

Biogenic amine

식품의 규격 및 기준(KFDA, 2011)에 따라 시료 5 g을 정확하게 취하여 0.1 N HCl을 25 mL을 가한 후 균질화하고 이것을 원심분리(4,000 × g, 4°C, 15 min)한 후 여과하여 취하는 조작을 2회 반복하여 얻은 상층액을 합치고 0.1 N HCl을 가해 50 mL로 정용한 것을 시험용액으로 하였다. 표준용액 및 시험용액 각각 1 mL을 마개 달린 유리시험관에 취한 다음 내부표준용액 100 µL를 가한 후 포화탄산나트륨용액 0.5 mL와 1% dansyl chloride-aceton용액 0.8 mL을 가하여 혼합한 후 마개를 하여 45°C에서 1시간 유도체화하였다. 유도체화 시킨 표준용액 및 시험용액에 10% proline 0.5 mL 및 ether 5 mL을 가하여 약 10분간 진탕하고 상층액을 취하여 질소 농축한 뒤 acetonitrile 1 mL를 가하여 여과한 것을 HPLC(Surveyor Plus HPLC system, Thermo, USA)로 분석하였다.

Table 4. The changes of biogenic amine content on semi-dried Pacific saury *C. saira* Guamegi, during drying

	Drying date	Biogenic amine (mg/kg)								
		tryptamine	2-phenyl ethylamine	tyramine	histamine	putrescine	cadaverine	spermidine	spermine	noradrenaline
A	1 day	15.24	-	5.39	46.71	25.43	1.36	22.4	14.43	12.17
	2 day	21.99	1.14	13.01	61.03	24.42	1.99	26.62	28.49	11.43
	3 day	34.31	3.06	14.71	63.41	53.6	2.38	22.98	125.19	15.17
B	1 day	25.71	1.61	6.11	58.44	13.93	2.01	19.85	93.73	12.42
	2 day	26.11	1.51	10.51	58.11	18.22	8.57	21.87	100.56	12.96
	3 day	27.51	1.31	18.22	58.17	24.86	12.03	24.91	137.11	13.94
C	1 day	9.91	1.11	6.91	45.11	17.81	1.27	11.09	22.91	11.41
	2 day	11.9	1.37	10.64	64.42	20.55	2.51	17.35	37.71	11.84
	3 day	23.5	1.5	12.86	62.22	38.52	2.53	26.52	43.45	11.76
D	1 day	8.11	0.87	11.09	49.09	6.12	0.63	16.1	27.03	9.76
	2 day	9.4	0.62	12.42	54.39	6.65	2.87	17.96	55.89	10.93
	3 day	14.65	1.85	15.9	65.96	16.09	2.99	32.73	93.88	13.16
E	1 day	8.77	1.09	10.67	55.71	14.51	0.63	14.34	19.72	11.1
	2 day	16.27	0.86	20.66	58.42	15.52	1.78	21.71	41.07	8.84
	3 day	19.39	1.64	25.35	63.36	41.14	2.89	22.32	65.19	10.01
F	1 day	13.74	1.89	18.39	36	28.54	4.32	17.86	4.3	10.4
	2 day	22.19	2.89	22.24	16.67	42.24	7.07	20.47	9.65	14.62
	3 day	25.37	3.12	39.51	52.43	85.35	8.53	38.12	29.94	11.29
G	1 day	21.2	2.67	16.59	51.45	22.9	7.23	25.01	28.32	11.07
	2 day	22.29	1.76	18.9	55.18	28.01	7.84	25.11	28.31	10.37
	3 day	26.29	1.9	20.94	64.71	34.12	8.43	25.54	35.02	10.9
H	1 day	19.04	2.14	20.66	55.67	24.57	4.67	27.36	8.32	8.85
	2 day	23.09	3.08	33.89	70.67	49.41	8.98	28.4	17.89	12.84
	3 day	36.88	2.18	49.35	71.89	26.14	9.50	37.56	39.87	17.59
I	1 day	20.11	1.99	16.9	48.45	30.11	2.05	22.66	16.58	11.28
	2 day	22.81	2.54	22.89	54.65	36.73	2.99	24.09	13.71	13.51
	3 day	23.63	4.44	28.54	55.79	33.12	4.67	28.14	59.71	12.31
J	1 day	12.04	1.23	5.55	64.08	30.72	5.59	26.87	21.14	6.05
	2 day	19.27	1.38	17.53	55.57	31.95	8.30	34.99	34.31	8.14
	3 day	26.23	1.59	21.81	56.19	40.45	9.46	34.27	66.02	14.32

통계처리

통계 처리는 SAS 프로그램을 이용한 분산분석표를 작성하였으며, Duncan의 다중범위검정(Duncan's multiple range test)으로 $P < 0.05$ 에서 결과간의 유의성을 검정하였다(Steel and Torries, 1980).

결과 및 고찰

수분 및 조지방 함량 변화

건조 중 콩치 과메기의 수분함량 변화는 Fig. 1에 나타내었

다. 원료 콩치를 머리, 내장, 뼈 등을 제거하고 세척한 후 건조대에 널어서 1일 동안 자연건조를 시킨 시료의 수분함량은 48.71 ± 1.93 - 61.47 ± 0.54 g/100 g이었으며, 2일 동안 건조시킨 시료의 수분함량은 38.30 ± 0.96 - 50.95 ± 0.43 g/100 g이었다. 3일 동안 건조시켜 건조가 완료된 시료의 수분함량은 32.71 ± 2.37 - 45.88 ± 2.57 g/100 g이었다. 반면 선풍기 등을 사용하여 건조시킨 시료의 건조일별 수분함량은 각각 58.72 ± 1.00 , 44.65 ± 1.24 , 34.09 ± 1.57 g/100 g 이었으며, 냉풍건조시킨 시료의 건조일별 수분함량은 각각 44.97 ± 1.06 , 39.56 ± 0.61 , 38.64 ± 0.57 g/100 g 이었다. 대부분 건조가 완료되어 과메기 제품으로 포장 및 판매직전의 시료의 수분함량은 40 g/100 g전후였으나

일부 시료의 수분함량이 45 g/100 g 전후로 다소 높았으며, 건조방법에 따른 수분함량의 유의적인 차이는 없었다($P>0.05$). 채취된 콩치 과메기 시료의 제조시 평균 수분함량의 감소율은 건조 1일에 평균 2.9%, 건조 2일에는 평균 12.48%, 건조가 완료되는 3일에는 평균 5.66%이었다. 포항기상청에 따르면 시료로 사용된 과메기의 건조기간동안 포항지역의 평균기온은 4.5-7.0°C (최고기온:8.2-11.2°C, 최저기온: 0.6-5.9°C)이었으며, 평균풍속은 1.7-2.5 m/s였다. 또한 선풍기 등을 이용한 건조는 과메기의 건조속도를 높이고 야간에 과메기가 어는 것을 방지하고자 하는 것으로, 자연건조와 비슷한 온도에서 건조가 이루어졌으며, 냉풍건조의 건조설정 온도는 15°C(실제 건조실온도는 10-17°C)이었다. Oh et al. (1998)은 통과메기 제조시 건조조건에 따라 15 일 건조 동안 콩치 근육의 성분변화를 조사한 결과, 건조 3일까지 수분함량이 급격히 감소하였다가 이후 서서히 감소하여, 적정 건조상태인 40%내외의 함량을 가진다는 보고하였다. 본 연구결과에서도 콩치 과메기는 건조 3일까지 급격하게 수분 함량이 감소하여 적정 건조상태가 되었다.

건조 중 콩치 과메기의 조지방 함량은 수분함량과 반대로 건조일에 따라 증가하였으며, 자연건조시킨 시료의 건조일별 조지방 함량은 각각 11.52 ± 0.53 - 21.60 ± 1.21 , 14.17 ± 0.23 - 30.05 ± 0.24 , 22.1 ± 0.05 - 32.88 ± 1.12 g/100 g이었다. 반면 선풍기 등을 사용하여 건조시킨 시료의 조지방 함량은 각각 21.03 ± 1.77 , 30.05 ± 0.24 , 32.12 ± 0.04 g/100g이었으며, 냉풍건조시킨 시료의 조지방 함량은 각각 21.40 ± 0.11 , 24.24 ± 1.34 , 24.66 ± 1.15 g/100 g이었다(Fig. 2). 포항 구룡포 및 경남 통영시 소재 할인마트에서 유통 중인 15개 콩치 과메기 제품의 품질을 평가한 결과, 수분함량은 평균 24.2-43.7 g/100 g, 조지방 함량은 22.9-43.3 g/100 g이었다는 연구보고와 본 연구에서 건조가 완료된 제품의 수분함량 및 조지방 함량이 유사하였다(Yoon et al., 2009).

지질의 산패도 변화

건조 중 콩치 과메기의 지질 산패도를 알아보기 위하여 건조 기간별로 콩치에서 추출한 유지의 산가, 과산화물가, TBARS 값을 조사하였다.

자연건조시킨 콩치 과메기의 산가의 변화는 건조 1일에는 2.53 ± 0.72 - 8.61 ± 0.89 mg KOH/g, 건조 2일에는 3.32 ± 0.39 - 13.69 ± 0.16 mg KOH/g, 건조완료 후에는 5.77 ± 0.26 - 15.79 ± 0.47 mg KOH/g이었다. 또한 선풍기 등을 이용하여 건조시킨 콩치 과메기의 산가는 건조일별로 각각 9.28 ± 0.13 , 11.80 ± 0.18 , 13.69 ± 0.16 mg KOH/g으로 건조 중 지속적으로 증가하였으며, 냉풍건조를 이용한 콩치 과메기의 산가는 건조 중 0.72 ± 0.19 - 1.38 ± 0.39 mg KOH/g으로 건조과정에서 지질산화는 거의 발생하지 않았다(Fig. 3).

건조방법별 과산화물가의 변화를 살펴보면, 냉풍건조를 이용한 콩치 과메기의 건조 중 과산화물가는 58.35 ± 1.01 - 76.14 ± 2.19 meq/kg이었으며, 생시료 중의 과산화물가인

54.13 ± 1.43 meq/kg과 비교하면 건조 중 변화는 매우 적었다. 반면 자연건조 시킨 콩치 과메기는 건조 1일에는 56.88 ± 7.59 - 141.54 ± 1.87 , 121.37 ± 4.12 - 175.40 ± 4.50 , 139.55 ± 2.07 - 282.82 ± 2.35 meq/kg이었으며, 선풍기 등을 이용하여 건조시킨 콩치 과메기의 과산화물가는 75.44 ± 2.01 , 111.54 ± 2.65 , 234.28 ± 4.92 meq/kg이었다. 자연 및 선풍기 등을 이용하여 건조시킨 과메기 중의 과산화물가 변화는 원료와 비교할 때 건조 1일에는 평균 4.84-61.76% 증가하였으며, 건조 2일에는 건조 1일과 비교시 15.74-195.36% 증가하였다. 건조완료 시점은 건조 2일과 비교하면 12.76-129.25% 증가한 것으로 확인되었다(Fig. 4).

TBARS 값은 지질의 산패에서 과산화물의 분해에 의해 2차적으로 생성되는 물질로 초기 산패보다 후기 지질 산패의 정도를 측정할 수 있다. 따라서 자연 및 선풍기 등을 이용한 건조시킨 콩치 과메기의 TBARS 값은 건조 1일에는 6.77 ± 0.16 - 14.13 ± 0.03 , 건조 2일에는 7.05 ± 0.08 - 15.38 ± 0.04 , 건조 3일에는 7.54 ± 0.05 - 15.6 ± 0.03 이었다. 반면 냉풍건조에 의한 콩치 과메기의 TBARS 값은 건조일별로 2.30 ± 1.22 , 3.17 ± 0.01 , 3.32 ± 0.81 로, 자연 및 선풍기 등을 이용하여 건조시킨 콩치 과메기에 비하여 매우 낮은 함량이었다(Fig. 5).

이처럼 적색어류의 붉은 살은 다량의 미토콘드리아, 미오글로빈, 지질, 글리코겐, cytochrome을 함유하고 있으며, 지질산화촉진은 풍부한 고도불포화지방산 함량과, 붉은 살내에 함유되어 있는 미오글로빈과 다른 heme 화합물이 산화촉진제로 작용한 것으로 보고하고 있다(Han et al., 1994; Love, 1983). 또한 근육내의 활성철은 물론이고 heme 단백질이 가속화된 산화의 원인이 되며, 근육내의 non-heme 이온의 방출은 근육의 산화과정을 높이는 것으로 알려져 있어, 콩치 과메기는 건조 중 여러 요인에 의하여 지질산화가 이루어진 것으로 판단된다.

지방산 조성 변화

콩치 과메기 제조 중 건조일별에 따른 지방산 조성은 대부분 포화지방산에서의 조성은 Palmitic acid(C16:0)가 주요 성분이었으며, 단일불포화지방산에서는 Eicosenoic acid(C20:1)와 Erucic acid(C22:1), 그리고 고도불포화지방산에서는 Eicosapentaenoic acid(EPA, C20:5), Docosahexaenoic acid(DHA, C22:6)의 조성비가 가장 높게 나타났다(Table 2). 그러나 건조일별과 건조방법에 따른 지방산 조성비는 유의적인 차이는 없었다($P>0.05$). 포화지방산은 건조 1일에 21.39-22.71%, 건조 2일에는 21.85-23.31%, 건조 3일에는 21.75-25.79%였으며, 단일불포화지방산은 건조일별로 49.55-51.70%(건조 1일), 47.54-54.41%(건조 2일), 49.54-54.24%(건조 3일), 고도불포화지방산은 건조일별로 26.91-28.80%(건조 1일), 23.27-29.15%(건조 2일), 19.97-28.71%(건조 3일)이었다. DHA 함유 지질 추출소재로써 콩치의 총지질을 구성하는 주요 지방산은 부산물의 종류에 관계없이 16:0, 18:1n-9, 20:5n-3 및 22:6n-3 등이라고 보고하였으며, 자연동결 콩치 과메기 중 지방산 조성도 포화지

방산이 21-24%, 단일불포화지방산은 38-42%, 고도불포화지방산은 31-33%의 함량을 함유하고 있다는 보고와 매우 유사하였다(Kim et al., 1999, 1997; Oh et al., 1995). 그리고 n-3 지방산은 체내에서 생성되지 않아 음식을 통해 섭취하여야 하는데, 건조 1일에는 25.07-26.91%, 건조 2일에는 21.44-27.16%, 건조 3일에는 18.05-27.08%로 나타났으며, n-6 지방산은 건조일별로 각각 1.48-1.57%, 1.46-1.59%, 1.35-1.61%로 나타났다. 또한 포화지방산과 고도불포화지방산의 비가 건조일별로 각각 1.18-1.33%(건조 1일), 1.04-1.31%(건조 2일), 0.77-1.32%(건조 3일)로 나타났으며, 이는 혈액내의 콜레스테롤 수치의 개선과 성인병 예방을 위해 바람직한 어류 지방질의 포화지방산에 대한 고도불포화지방산의 조성비인 1-1.5의 범위이었다(Chanmugan et al., 1986).

고도불포화지방산인 DHA 및 EPA의 지방산 조성비는 건조일별, 건조방법에 따라 유의적인 차이는 없었으며, DHA 함량은 2.17-3.02 mg/mL(건조 1일), 2.05-2.84 mg/mL(건조 2일), 1.46-2.90 mg/mL(건조 3일)이었으며, EPA 함량은 1.09-1.31 mg/mL, 0.91-1.29 mg/mL, 0.71-1.18 mg/mL이었다(Table 3). 따라서 DHA 및 EPA 조성비 및 함량도 건조일별, 건조방법에 따라 유의적인 차이는 없었다($P>0.05$).

Biogenic amine 함량 변화

구룡포 지역에서 생산된 콩치 과메기의 건조일과 건조방법에 따라 biogenic amine 함량을 조사하였다(Table 4). 건조 1일에 tryptamine 함량은 8.11-25.71 mg/kg, 2-phenylethylamine 함량은 0.87-2.67 mg/kg, tyramine 함량은 5.39-20.66 mg/kg, histamine 함량은 36-64.08 mg/kg, putrescine 함량은 6.12-30.72 mg/kg, cadaverine 함량은 0.63-7.23 mg/kg, spermidine 함량은 11.09-27.36 mg/kg, spermine 함량은 4.3-93.73 mg/kg, noradrenaline 함량은 6.05-12.42 mg/kg이 검출되었다. 건조 2일에는 이들 함량이 다소 증가하여 tryptamine 함량은 9.4-26.11 mg/kg, 2-phenylethylamine 함량은 0.62-3.08 mg/kg, tyramine 함량은 10.51-33.89 mg/kg, histamine 함량은 16.67-70.67 mg/kg, putrescine 함량은 6.65-49.41 mg/kg, cadaverine 함량은 1.78-8.98 mg/kg, spermidine 함량은 17.35-34.99 mg/kg, spermine 함량은 9.65-100.56 mg/kg, noradrenaline은 함량은 8.14-14.62 mg/kg이 검출되었다. 건조 3일에는 건조 중 지속적으로 증가하여 tryptamine 함량은 14.65-36.88 mg/kg, 2-phenylethylamine 함량은 1.31-4.44 mg/kg, tyramine 함량은 12.86-49.35mg/kg, histamine 함량은 52.43-71.89 mg/kg, putrescine 함량은 16.09-85.35 mg/kg, cadaverine 함량은 2.38-12.03 mg/kg, spermidine 함량은 22.32-38.12 mg/kg, spermine 함량은 29.94-137.11 mg/kg, noradrenaline은 함량은 10.01-17.59 mg/kg이 검출되었다. 콩치 과메기내의 생성되는 biogenic amine 함량은 건조일별로는 유의적인 차이는 있었으나($P<0.05$), 건조방법별로는 함량의 유의적인 차이는 없었다($P>0.05$).

일반적으로 histamine은 50 mg/kg 이하이면 안전하고 50-200 mg/kg은 독성을 나타낼 가능성이 있으며, 200-1000 mg/kg은 거의 독성을 나타내며, 1000 mg/kg 이상은 독성으로 인하여 안전하지 않은 것으로 보고되고 있다(Shalaby 1996; Bartholomew et al., 1987). 또한, tyramine은 100-800 mg/kg, 2-phenylethylamine은 30 mg/kg 이상 섭취시 독성을 나타내는 것으로 알려져 있으나, putrescine과 cadaverine은 혈관작용아민(tyramine, histamine, tryptamine, phenylethylamine)의 독성과는 달리 직접적인 독성작용은 없지만, 해독효소인 diamine oxidase와 hydroxymethyl transferase를 억제하여 histamine 영향을 강화시켜 주는 것으로 보고되고 있다. 본 연구에서는 건조 중 콩치 과메기에 생성되는 biogenic amine 함량은 독성을 가질 정도는 아니지만, 건조가 완료된 콩치 과메기의 histamine 함량이 52.43-71.89 mg/kg으로 다소 높아 건조 중 histamine 억제 방법 등과 관련된 연구가 필요할 것으로 사료된다. 그리고 과메기와 관련된 품질 인증 기준은 농림수산물부 수산물품질관리법 및 동법시행령의 규정에 의하여 수산물, 수산특산물 및 수산전통식품의 품질인증 대상품목에서 건제품으로 분류되어 세부기준을 제시하고 있으며, 특히 미생물과 중금속 부분에 중점을 두고 있다. 또한 지식경제부 기술표준원은 한국산업표준의 세부기준으로 산가, histamine, 미생물 등의 항목이 추가되어 있다. 본 연구에서 살펴본 바와 같이 현재 유통되고 있는 편과메기는 건조 중 지질산화와 biogenic amine 함량 등이 변화가 건조일과 건조방법에 따라 큰 차이가 있어, 이를 제어할 수 있는 방법과 현실에 맞는 세부 품질기준이 설정되어 고품질 과메기 제품의 표준화 등을 유도하여야 한다.

사 사

본 연구는 국립수산물과학원(수산식품의 유통 및 포장기술개발 연구, RP-2011-FS-017) 지원에 의해 수행된 연구결과입니다.

참고문헌

- AOAC. 1995. Official Methods of Analysis. 16th Ed. Association of Official Analytical Chemist, Arlington, Virginia, Washington, U.S.A.
- Arnold SH and Brown WD. 1978. Histamine toxicity from fish products. Adv Food Res 34, 113-154.
- Bartholomew BA, Berry PR, Rodhouse JC and Grilbert RJ. 1987. Scombrototoxic fish poisoning in Britain: features of over 350 suspected incidents from 1976-1986. Epidem Inf 99, 775-782.
- Bligh EG and Dyer WJ. 1959. A rapid method for total lipid extraction and purification. Can J Biochem Physiol 37, 911-917.

- Chanmugan P, Boudreau M and Hwang DH. 1986. Difference in the ω 3 fatty acid contents in pond-reared and wild fish and shellfish. *J Food Sci* 51, 1556-1557.
- Cho SH, Kwon EH, Oh SH and Woo MH. 2009. Suppressive effects of the extract of *Zanthoxylum schinifolium* and essential oil from *Zanthoxylum piperitum* on Pacific saury, *Coloabis saira* Kwamegi. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38, 1753-1759.
- Cho TY. 2008. Studies on the contents and the formation factors of biogenic amines in Korean commercial foods. Ph.D. thesis, Pukyong National University, Busan, Korea.
- Doyle ME, Steinhart CE and Cochran BA. 1993. In: *Food Safety*, Marcel Dekker, New York, U.S.A., 254-259.
- Han D, Mcmillin KW and Godber JS. 1994. Hemoglobin, myoglobin, and total pigments in beef and chicken muscles: chromatographic determination. *J Food Sci* 59, 1279-1282.
- Jang MS, Park HY, Byun HS, Park JI, Kim YK, Yoon NY and Nam CS. 2010. The nutrient composition of commercial Kwamegi admixed with functional ingredients. *Korean J Food Preserv* 17, 519-525.
- KATS (Korean Agency for Technology and Standards). 2010. Kwamegi. KS H 6036.
- KFDA (Korea Food and Drug Administration). 2011. 2011 Food code. KFDA, Seoul, Korea, Chap. 6. 2. 11.
- Kim JH, Kim CK and Kwon YJ. 1999. Effects of cooking methods on composition of polyunsaturated and other fatty acids in saury (*Cololabis serira*). *Korean J Food Sci Technol* 31, 919-923.
- Kim JS, Kim JG and Lee EH. 1997. Screening of by-products derived from marine food processing for extraction of DHA-contained lipid. *Aquaculture Chemistry and Biotechnology* 40, 215-219.
- Lee HJ, Oh SH and Choi KH. 2008a. Studies on the general composition, rheometric and microbiological change of Pacific saury, *Coloabis saira* Kwamaegi on the storage temperatures and durations. *Korean J Food & Nutr* 21, 165-175.
- Lee HJ, Oh SH, Jeong JS and Choi KH. 2008b. Studies on the rancidity of Pacific saury, *Cololabis serira* Kwamaegi on the storage temperature and durations. *Korean J Food & Nutr* 21, 477-484.
- Love JD. 1983. The role of heme iron in the oxidation of lipids in red meats. *Food Technology* 12, 117-120.
- Oh SH and Kim DJ. 1998. Change of nucleotides, free amino acids in Kwamegi flesh by different drying for Pacific saury, *Cololabis serira*. *Korean J Food & Nutr* 21, 249-255.
- Oh SH, Ha TI and Jang MH. 1996. Changes in cholesterol contents of Kwamaegi flesh by drying methods of Pacific saury, *Cololabis saira*. *Korean J Food & Nutr*, 9, 271-274.
- Oh SH and Kim DJ. 1995. The changes in content of constitutive lipid and fatty acid of Pacific saury, *Cololabis serira*. during natural freezing dry (Kwa Mae Kee). *Korean J Food & Nutr* 8, 239-252.
- Rawles DD, Flick GJ and Martin RE. 1996. Biogenic amines in fish and shellfish. *Adv Food Nutr Res* 39, 329-364.
- Shalaby AR. 1996. Significance of biogenic amines to food safety and human health, *Food Research International* 29, 675-690.
- Steel RGD and Torrie JH. 1980. Principle and procedure of statistics; a biometrical approach (2nd ed.). MacGraw-Hill, New York, U.S.A.,
- Taylor SL. 1985. Histamine poisoning associated with fish, cheese, and other foods. In: *Monograph World Health Organization Geneva* 1-47.
- Witte VC, Krause GF and Bailey ME. 1970. new extraction method for determining 2-thiobarbituric acid values of pork and beef during storage. *J Food Sci* 35, 582-585.
- Yoon MS, Kim HJ, Park KH, Shin JH, Jung IK, Heu MS and Kim JS. 2009. Biogenic amine content and hygienic quality characterization of commercial Kwamegi. *Kor J Fish Aquat Sci* 42, 403-410.

2011년 8월 5일 접수
 2011년 9월 26일 수정
 2011년 10월 7일 수리