

9450 中央アフリカ・ガーナの伝統的水産醗酵食品MOMONIの製造における塩の役割

助成研究者：大島 敏明（東京水産大学 水産学部）

共同研究者：潮 秀樹（東京水産大学 水産学部）

Yankah Vivienne Vera（東京水産大学 水産学部）

目的：ガーナでは動物性タンパク質の70%を魚介類から摂取しているが、低温流通システムが完備していないので安定供給に支障をきたしている。そこで、伝統的な手法を用いて製造される水産発酵食品が広く流通している。MOMONI と呼ばれるこの種の加工食品は原料であるアフリカ産マアジを天日塩（粗塩）で塩漬けしたのち、原料魚体表に付着した海洋性微生物による作用で発酵したものである。現地では精製塩が普及しているにも関わらず多くは粗塩が MOMONI の製造に用いられているが、その理由として粗塩の方が良い製品ができるためといわれている。一般に塩化ナトリウム等の塩類は脂質の酸化を促進することが知られている。MOMONI のような食塩を用いて製造した水産乾製品はかなり脂質酸化が進行している。本研究では、MOMONI の製造中に進行する脂質酸化を抑制するために数種の抗酸化物質添加および脱酸素剤封入の効果を検討した。

方法：WHO/FAO Codex に記載された使用量に基づき、天然抗酸化物質である α -トコフェロール、合成抗酸化物質である butylated hydroxytoluene (BHT), butylated hydroxyanisole(BHA), *tert*-butylhydroquinone (TBHQ) の各々を添加して製造して室温（25℃）に貯蔵した MOMONIと、抗酸化物質を添加しないで製造した MOMONI を脱酸素剤と共に封入して貯蔵した MOMONIの脂質酸化を、過酸化物質価、チオバルピツール酸化、構成脂肪酸組成から評価した。

結果：過酸化物質価は、MOMONI のような高度不飽和脂肪酸を多量に含む試料では脂質酸化の指標には適さないことが判った。そこで、チオバルピツール酸価を脂質酸化の指標としたところ、 α -トコフェロールおよび何れの合成抗酸化物質を添加しても、MOMONI の製造、貯蔵中に進行する脂質酸化を有効に抑制することが判った。このことは、構成脂肪酸のうちの高度不飽和脂肪酸の含量変化とも一致した。更に、脱酸素剤の使用は抗酸化剤と同程度の脂質酸化抑制効果を示すことが判った。しかしながら、TBHQ を添加した MOMONI では貯蔵中に製品表面に赤班が観察されたので、TBHQ の使用は適当ではないと判断した。

以上の結果から、MOMONI の製造中における脂質酸化は天然又は合成抗酸化剤で抑制できること、さらに製了後の貯蔵中における脂質酸化は脱酸素剤との真空包装で抑制できることが判り、MOMONI の食品としての健全性の向上に役立つものと期待された。

9450 中央アフリカ・ガーナの伝統的水産醗酵食品MOMONIの製造における塩の役割

助成研究者：大島 敏明 (東京水産大学 水産学部)

共同研究者：潮 秀樹 (東京水産大学 水産学部)

Yankah Vivienne Vera (東京水産大学 水産学部)

1. 研究目的

中央アフリカ・ガーナでは、動物性タンパク質の70%を魚介類から摂取しているにも関わらず食品の低温流通システムは未だ普及していないので、その安定供給に支障を来している。そこで、伝統的な手法を用いて製造される水産醗酵食品が広く流通している。MOMONIと呼ばれるこの種の加工食品は、原料であるアフリカ産のマアジを天日塩(粗塩)で塩漬したのち、原料魚体表に付着していた海洋性好塩細菌の作用で醗酵を行ったものである。現地では精製塩が普及しているにも関わらず多くの場合粗塩がMOMONIの製造に用いられているが、その理由は粗塩を用いないとうま味に勝るMOMONIの製造ができないためとされている。そこで、我々は粗塩の中の特定の成分がMOMONIの品質に深く関与しているものと考えて、MOMONIの製造中における化学成分および微生物相の変化に対する粗塩および生成塩の影響を明らかにしてきた(Yankah *et al.*, 1993)。その結果、製品の脂質酸化は粗塩を用いた方が速いものの、ヒスタミン、カダベリンなどのポリアミン類の生成速度は粗塩を用いた方が明らかに遅く、MOMONIの製造には必ずしも精製塩を用いない方が良い場合があることを明らかにした(Yankah *et al.*, 1995)。しかしながら、粗塩を用いた場合は脂質酸化がかなりの程度進行するので、ヒトが摂取した場合の健康への影響が懸念される。本研究では、MOMONIの製造およびその後の貯蔵中における脂質酸化の進行を抑制する方法を考案することを目的とした。

2. 研究方法

2. 1 原料および試料調製

72尾のマアジ(*Trachurus japonicus*、体重150-250g)を無作為に6区に分け、えらおよび内臓を除去して腹開きにした。第一区、第二区についてはガーナで行われている方法でMOMONIを製造し、製了後第一区はそのまま、第二区は直ちに脱酸素剤と共に真空包装して室温にて2ヶ月間にわたり貯蔵した。第三区は0.1%トコフェロール製剤に3.5時間浸漬後、第四区は0.1% butylated hydroxy anisole (BHA)、第五区は0.1% butylated hydroxy toluene (BHT)、第六区は0.1% *tert*-butyl hydroquinone (TBHQ)にそれぞれ1時間浸漬した後MOMONIを製造し、同様に室温にて2ヶ月間にわたり貯蔵した。なお、ガーナで行われている一般的なMOMONIの製造方法は概略以下のとおりである。

腹開きしたマアジに 15% の粗塩をまぶして麻袋の中に入れる。水切りをしながら 2～3 日室温 (28° C) に放置し、自然発酵させる。麻袋から取り出して 3 日間天日乾燥し、製了する。

2. 2 分析方法

2. 2. 1 水分含量 水分は約 0.5g の試料を用い、AOAC 法 (1975) に準じて測定した。

2. 2. 2 脂質の抽出 全脂質 (TL) は Bligh and Dyer (1959) の方法に従い、試料約 100g から抽出した。

2. 2. 3 チオバルビツール酸価 Shinnhuber and Yu (1977) の方法に準じて脂質のチオバルビツール酸価 (TBARS) を測定した。

2. 2. 4 過酸化物価 TL の過酸化物価 (PV) は AOCS (1989) の方法で測定した。

2. 2. 5 脂肪酸組成 TL の脂肪酸は AOCS の Ce 1b-89 公定法に従い、23:0 を内部標準として島津GC15APFガスクロマトグラフで分離、定量した。カラムには SUPELCOWAX 10 (0.25 mm x 30 m) を、検出器には水素炎イオン検出器を用いた。

2. 2. 6 トコフェロール同族体の分析 TL からのアセトニトリル抽出液を蛍光検出器を装備した高速液体クロマトグラフィーによって分析した (Ohshima *et al.* 1993)。分離用カラムには Lichrosorb Si 60 (E. Merck, Darmstadt, Germany) を、溶出液にはヘキサソートラヒドロフラン混液を用いた。なお、内部標準として tocol を用いた。

2. 2. 7 抗酸化物質の分析 TL からのアセトニトリル抽出液を蛍光検出器を装備した高速液体クロマトグラフィーによって分析した。分離用カラムには Lichrosorb RP-18 (E. Merck, Darmstadt, Germany) を、溶出液にはアセトニトリル-酢酸の混液を用い、アセトニトリル濃度を最終的に 95% まで上げる濃度勾配で溶出した。

2. 2. 8 繰り返し分析 各試験区には 12 尾のマアジを供試した。無作為に 6 尾ずつ 2 群に分け別々に試料肉を合一した。各々について 3 回ずつ測定を行った。

3. 研究結果および考察

3. 1 水分含量の変化

MOMONI の製造およびその後の貯蔵中における水分含量の変化を Table 1 に示す。水分含量は全ての試験区で自然発酵中に急激に減少した。これは、添加した食塩の脱水作用によるものと考えられる。その後の乾燥中に水分含量は更に低下して試験区間で若干の差はあるものの約 45-49% に至った。室温での貯蔵中に第 2 区を除く全ての試験区で水分含量は減少した。第 2 区で水分含量が変化しなかったのは水蒸気非透過性の包材で包装したためである。

3. 2 抗酸化性物質の含量変化

抗酸化性物質の含量変化を Fig. 1 に示す。原料のマアジには乾物あたり 10.8 mg/kg の α -トコフェロールが含まれていたが、第 1 区においては自然発酵、乾燥中にほぼ全量が

消失した。第2区ではトコフェロール製剤を添加したことにより、 α -、 γ -および δ -同族体が含有されていた。これらの添加トコフェロール類のうち α -および γ -同族体は第1区にみられたのと同様に発酵および乾燥工程ではほぼ消失したものの、 δ -同族体は2ヶ月間の貯蔵後においても約40%が残存していた。第4区の添加BHAおよび第5区の添加BHTは製造工程およびその後の貯蔵中に徐々に減少した。貯蔵2ヶ月後の残存率はBHAで50%、BHTで71%であった。第6区のTBHQは消失が速く、自然発酵後にはほぼ全量が消失した。これらの酸化性物質はMOMONIを空气中に貯蔵した際の自動酸化により分解を受けて含量が減少したものと考えられる。

3. 3 過酸化物質 (PV) およびチオバルビツール酸価 (TBARS) の変化

MOMONI 製造およびその後の貯蔵中における全脂質 (TL) の PV の変化を Fig. 2 に示す。PV は自然発酵および乾燥工程終了までは何れの試験区においても顕著な上昇傾向を示したが、以降の貯蔵中には大きな変化はみられなかった。一般に、高度不飽和脂肪酸 (PUFA) 由来のヒドロペルオキシド (HPO) は空气中で非常に不安定であるので HPO の形で蓄積しにくいといわれている。後述するようにマアジは 20:5 や 22:6 などの PUFA の組成比が高いので、その酸化生成物である HPO は貯蔵中に生成する一方、低級カルボニル化合物へと分解したために見かけ上貯蔵中に PV は上昇しなかったものと思われた。そこで、Fig. 3 にみられるように、TBARS を脂質の酸化指標として採用することとした。酸化物質を添加していない第1区の TBARS は自然発酵および乾燥工程中に徐々に上昇した。製了後の貯蔵1ヶ月までの TBARS は急激に上昇した。一方、製了後に脱酸素剤と共に真空包装して貯蔵した第2区では、貯蔵中の TBARS の変化は緩慢であった。天然酸化性物質であるトコフェロール類を添加した第3区と合成酸化剤を添加した第4および5区の TBARS の変化を比較すると、前者では製造、貯蔵中の全測定値において高い TBARS の値を示した。第6区では貯蔵2ヶ月目に第3区よりも高い TBARS の値を示したが、これは第6区の TBHQ が貯蔵中にはほぼ全量消失したために脂質酸化を抑制しきれなかったためと考えられる。

以上の結果から、天然酸化物および合成酸化物の何れを添加しても、MOMONI の製造、貯蔵中に進行する脂質酸化を有効に抑制できることが判った。さらに、脱酸素剤の利用は酸化物の添加とほぼ同様の脂質酸化抑制効果をもつことが判った。

3. 4 脂肪酸組成の変化

製造および貯蔵中の TL の脂肪酸組成の変化を Table 2~7 に示す。酸化物質を添加していない第1区では 20:5 や 22:6 などの高度不飽和脂肪酸 (PUFA) だけではなく 16:0 などの飽和脂肪酸の含量も製造および貯蔵中に減少した。これは酸化しやすい PUFA の酸化にともなって比較的酸化安定性の高い飽和脂肪酸も共役的に酸化分解を受けたことを示しており、この試験区における脂質酸化が激しかったことを示している。これに対して製了後の貯蔵中に脱酸素剤を封入した第2区では貯蔵中の PUFA の減少は軽微で飽和酸の減少は認められなかった。このことは、脱酸素剤使用下の嫌気的条件下において貯蔵中の脂質

酸化は第1区よりも抑制されたことを示している。第3区から第6区の脂肪酸組成の変化にみられるように、トコフェロールを添加した場合も合成抗酸化剤を添加した場合も、TLの構成脂肪酸の変化に大きな差異は認められなかった。即ち、ここで用いた何れの抗酸化剤を用いても MOMONI の製造、貯蔵中における脂肪酸の酸化分解をある程度有効に抑制できることが明かとなった。しかしながら、TBHQを添加した第6区では貯蔵中に MOMONI の表面に赤斑が認められた。この原因は不明であるが、Nakamura *et al.* はある種の脂質過酸化物はアミノ酸と反応して赤色物質を生成すると報告している。今回観察された現象は食品衛生上は特に問題がないものと思われるが、官能的に好ましくはないので MOMONI の製造に際してはTBHQの使用は避けるべきかも知れない。

4. 今後の課題

本研究により MOMONI の製造中の脂質酸化は抗酸化性物質を添加することによりある程度抑制できることが判った。さらに、脱酸素剤を製品に封入することにより製了後の脂質酸化を抑制できることが明かとなった。従って、抗酸化物質を添加して製造したMOMONIを脱酸素剤と共に真空包装すれば脂質酸化による品質の劣化はある程度改善できる見通しがたった。今回使用した合成抗酸化剤の使用量は WHO/FAO Codex (1987) に記載された使用基準 (BHA, 175 mg/kg; BHT, 75 mg/kg; TBHQ, 120 mg/kg でこれらを併用する場合には 200 mg/kg を越えないこと、トコフェロール類、500 mg/kg) に準拠しているため、食品衛生上は何等問題が見あたらぬ。しかしながら、真空包装の包材は値段が高いため脱酸素剤を併用した貯蔵法はガーナの経済状況を考えた場合実用的とはいえない。そこで、MOMONIがスープストックのような用いられ方をすると、例えば市販の肉類スープにみられるように固形スープ様の食品を開発することも必要であろう。こうすれば、MOMONIの余分な脂質は予め取り除かれるので品質の保持上も好ましいものと思われる。今回の酸化防止の方策は、固形スープの素を製造する際にも応用できるものと期待される。

5. 文献

AOAC (1975) *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemistry*. Washington, DC, U.S.A.

AOCS (1989) *Official Methods and Recommended Practices* (4th edn.) Cd 8-53. American Oil Chemists' Society, Chicago, IL, U.S.A.

AOCS (1989) *Official Methods and Recommended Practices* (4th edn.) Ce 1b-89. American Oil Chemists' Society, Chicago, IL, U.S.A.

Bligh, E.G. and W.J. Dyer (1959) A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.*, 37, 911-917.

Ohshima, T., Y. Hujita and C. Koizumi (1993) Oxidative stability of sardine

and mackerel lipids with reference to synergism between phospholipids and α -tocopherol. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 70, 269-276.

WHO/FAO Codex (1987) Alimentarius Commission, Alinorm 87/17, Report on 13th session of the Codex Committee on fats and oils, London, 23-27, February, p.5.

Yankah, V.V., T. Ohshima and C. Koizumi (1993) Effects of processing and storage on some chemical characteristics and lipid composition of a Ghanaian fermented fish product. *J. Sci. Food Agric.*, 63, 227-235.

Yankah, V.V., T. Ohshima, H. Ushio and C. Koizumi (1994) Study on the differences in two salt qualities on microbiology, water extractable and lipid compositions of a Ghanaian fermented fish product. *J. Sci. Food Agric.*, submitted for publication.

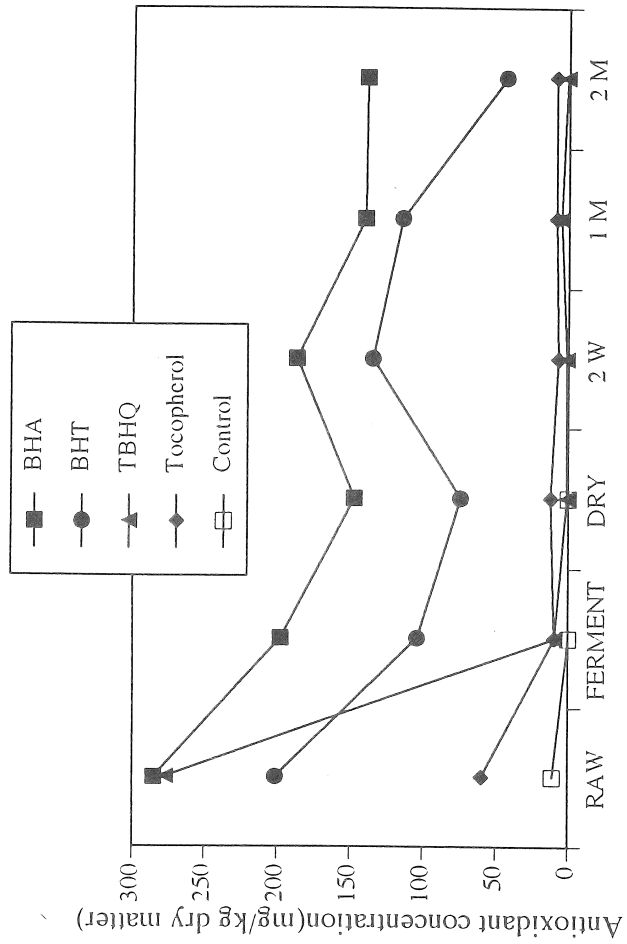


Fig. 1. Antioxidant concentration of salted fermented fish (MOMONI) during processing and storage(g/kg dry matter).

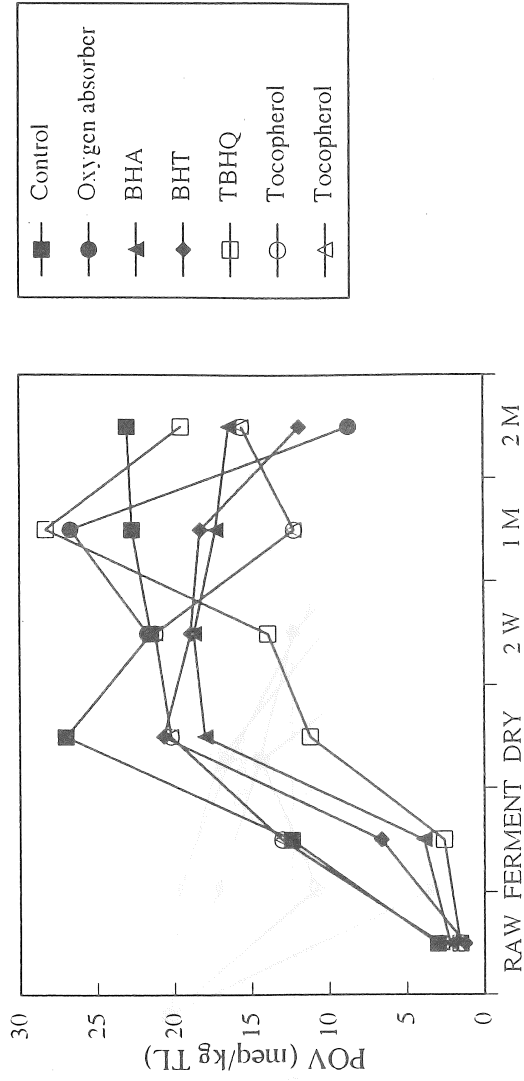


Fig. 2. POV (meq/kg TL) in salted fermented fish (MOMONI) during processing and storage.

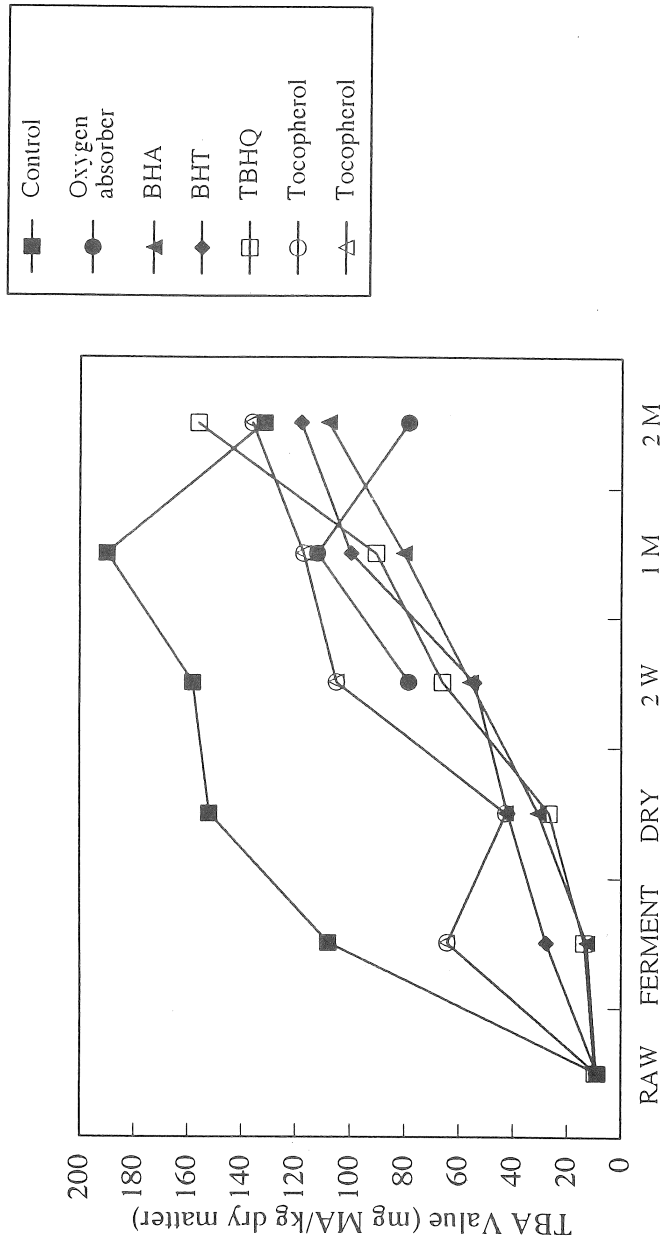


Fig 3. TBA contents (mg Malonaldehyde/kg dry matter) of salted fermented fish (MOMONI) during processing and storage.

Table 1. Moisture contents of salted fermented fish (MOMONI) samples during processing and storage. (g/100 as is basis)^a

	Raw	Ferment	Dry	2 weeks	1 month	2 months
Control	76.5±0.71	55.1±0.81	48.0±1.03	40.3±0.29	30.7±0.48	16.4±0.29
Oxygen absorber	-	-	-	47.5±0.38	48.7±0.56	52.6±0.37
Tocopherol	77.1±1.32	56.5±0.78	46.3±0.90	45.2±0.19	37.4±0.95	27.6±0.84
BHA	77.4±0.61	58.1±0.83	49.1±0.66	46.8±0.78	35.3±0.52	25.5±0.13
BHT	76.9±0.54	54.9±0.72	46.5±0.71	44.9±0.53	41.9±0.92	30.8±0.63
TBHQ	79.0±0.91	57.9±0.98	45.2±1.06	43.0±0.65	31.4±0.57	19.6±0.88

^a ±SEM(n=3)

Table 2. Fatty acid compositions of total lipids of salted fermented fish (MOMONI) during processing without antioxidants and storage.

Fatty Acid	Control mg/g TL					
	raw	ferment	dry	2 weeks	1 month	2 months
14:0	21.10	27.59	29.45	28.78	29.05	22.98
115:0	1.04	1.19	1.38	1.15	1.03	0.91
15:0	4.70	4.06	5.55	4.35	4.24	4.14
116:0	0.80	0.62	0.84	0.69	0.62	0.63
A16:0	2.41	2.55	1.43	2.54	2.02	2.15
16:0	158.15	127.26	161.74	152.57	136.97	138.10
117:0	1.55	1.36	1.79	1.48	1.35	1.39
17:0	6.24	4.57	6.14	5.57	5.24	5.60
118:0	1.72	1.07	1.88	1.66	1.35	1.49
A18:0	1.51	1.65	1.06	2.09	1.78	2.61
18:0	50.88	48.60	49.94	59.03	48.01	52.69
19:0	1.74	1.63	1.66	1.82	1.56	1.71
20:0	2.53	2.45	2.75	2.86	2.40	2.43
22:0	1.79	1.19	1.56	1.81	1.48	1.75
24:0	1.33	1.14	1.08	1.84	1.77	2.21
Σ sat	257.47	227.03	268.26	268.23	238.90	240.78
16:1n7	38.65	35.25	45.50	39.27	38.70	35.73
16:1n5	0.78	1.00	0.97	0.89	0.76	0.87
18:1n9	113.72	87.75	112.83	101.88	87.25	88.38
18:1n7	17.48	14.42	18.61	19.52	16.64	16.90
18:1n5	1.45	0.87	1.24	1.13	1.12	1.13
19:1+	1.47	1.09	1.38	1.46	1.25	1.30
20:1n11	3.05	4.89	4.20	4.16	3.39	3.38
20:1n9	8.78	40.59	21.65	15.81	13.69	10.60
20:1n7	1.36	1.50	1.73	1.63	1.47	1.81
22:1n11	10.93	61.43	31.61	22.53	19.15	13.74
22:1n9	1.79	4.23	2.83	2.57	1.88	1.79
24:1	9.08	7.19	7.93	9.55	9.94	9.53
Σ mono	208.55	260.22	250.48	220.41	195.23	185.15
16:2n7	0.91	0.80	0.95	0.83	0.80	0.77
16:2n4	1.99	2.33	2.84	2.39	3.11	2.26
16:3n4	3.07	2.12	3.07	2.52	2.28	2.38
16:4n1	0.87	1.16	0.61	1.10	0.83	1.04
18:2n9	0.81	0.26	0.47	0.46	0.38	0.34
18:2n7	0.35	0.00	0.23	0.19	0.00	0.16
18:2n6	7.56	7.96	8.58	7.92	5.63	5.75
18:2n4	1.48	0.83	1.14	0.93	0.94	0.84
18:3n6	2.15	1.40	1.70	1.15	1.18	0.89
18:3n4	0.62	0.49	0.67	0.64	0.56	0.53
18:3n3	3.82	3.17	4.54	3.20	2.48	2.04
18:3n1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18:4n3	4.47	5.63	5.55	3.66	2.84	2.08
18:4n1	0.21	0.32	0.32	0.28	0.29	0.26
20:2n6	1.86	2.03	1.95	2.05	1.63	1.47
20:3n6	1.17	1.03	1.05	1.06	0.83	0.80
20:4n6	12.35	11.75	11.68	13.54	12.36	11.88
20:3n3	0.74	0.57	0.75	0.64	0.46	0.46
20:4n3	3.53	3.47	3.47	2.67	2.42	1.79
20:5n3	46.79	38.39	46.88	40.50	37.82	30.30
21:5n3	1.83	1.59	1.89	1.53	1.59	1.20
22:4n6	1.63	1.84	1.89	1.87	1.62	2.68
22:5n6	8.05	6.73	5.97	6.30	6.12	6.08
22:5n3	18.93	16.47	16.59	18.17	15.00	13.79
22:6n3	175.06	148.55	134.02	149.86	125.49	122.92
Σ poly	300.26	258.92	256.79	263.48	226.67	212.72
Total	766.29	746.16	775.53	752.12	660.80	638.65

Table 3. Fatty acid compositions of total lipids of salted fermented fish (MOMONI) during processing and storage with oxygen absorber.

Fatty Acid	Oxygen Absorber mg/g TL		
	2 weeks	1 month	2 months
14:0	27.47	21.49	26.49
15:0	1.18	0.98	1.21
15:1	4.48	4.22	5.11
16:0	0.77	0.68	0.79
16:1	2.32	1.29	2.10
16:2	154.34	138.28	158.91
17:0	1.61	1.40	1.74
17:1	5.44	5.32	6.47
18:0	1.85	1.39	1.89
18:1	1.94	1.17	1.67
18:2	53.60	44.98	54.35
19:0	1.63	1.38	1.93
20:0	2.45	2.37	2.57
22:0	1.63	1.59	1.72
24:0	1.70	1.44	1.91
Σ sat	262.42	227.98	268.85
16:1n7	42.79	40.15	42.13
16:1n5	0.93	0.76	0.93
18:1n9	112.54	98.97	99.50
18:1n7	18.80	15.56	16.77
18:1n5	1.25	1.22	1.07
19:1+	1.45	1.22	1.73
20:1n11	3.50	2.68	3.55
20:1n9	13.68	9.05	9.07
20:1n7	1.51	1.35	1.72
22:1n11	17.72	11.31	11.97
22:1n9	2.31	1.70	1.81
24:1	9.09	8.55	10.90
Σ mono	225.58	192.53	201.14
16:2n7	0.90	0.71	0.97
16:2n4	2.75	2.26	3.01
16:3n4	2.89	2.54	3.04
16:4n1	1.02	0.50	0.93
18:2n9	0.26	0.30	0.40
18:2n7	0.24	0.19	0.19
18:2n6	7.90	5.95	7.62
18:2n4	1.21	1.06	1.27
18:3n6	1.58	1.62	1.73
18:3n4	0.70	0.55	0.68
18:3n3	3.68	3.29	3.45
18:3n1	0.20	0.14	0.20
18:4n3	4.83	3.63	4.05
18:4n1	0.41	0.26	0.37
20:2n6	1.88	1.52	1.95
20:3n6	1.13	0.90	1.23
20:4n6	12.59	9.68	14.73
20:3n3	0.72	0.59	0.64
20:4n3	3.38	2.87	3.09
20:5n3	46.24	39.99	45.49
21:5n3	1.91	1.60	1.80
22:4n6	2.75	2.01	3.33
22:5n6	6.73	5.43	8.40
22:5n3	17.98	14.28	17.50
22:6n3	160.84	115.52	157.70
Σ poly	284.71	217.39	283.75
Total	772.70	637.91	753.74

Table 4. Fatty acid compositions of total lipids of salted fermented fish (MOMONI) during processing and storage with added tocopherols.

Fatty Acid	Tocopherol mg/g TL					
	raw	ferment	dry	2 weeks	1 month	2 months
14:0	26.10	19.35	12.13	15.74	22.26	26.33
15:0	1.27	0.90	0.54	0.72	1.03	1.11
16:0	4.64	4.05	2.59	3.32	4.11	4.48
16:1	0.84	0.62	0.40	0.51	0.68	0.64
16:1n7	1.69	2.99	3.43	3.21	2.34	2.14
17:0	170.60	127.68	101.70	114.69	142.02	146.09
17:1	1.67	1.43	0.89	1.16	1.36	1.43
17:1n7	5.35	5.64	4.09	4.87	5.25	5.79
18:0	1.84	1.53	1.14	1.34	1.71	1.52
18:1	1.03	2.12	3.74	2.93	2.12	2.47
18:1n7	51.53	53.19	52.68	52.94	56.31	54.25
19:0	1.41	1.81	1.68	1.75	1.71	1.83
20:0	2.47	2.43	1.81	2.12	2.38	2.66
22:0	1.41	1.26	0.99	1.12	1.43	1.72
24:0	1.10	1.75	2.16	1.96	2.32	2.37
Σ sat	272.93	226.74	189.98	208.36	247.02	254.84
16:1n7	52.34	29.11	17.67	23.39	35.65	37.90
16:1n5	1.02	0.73	0.53	0.63	0.81	0.98
18:1n9	144.61	83.90	67.54	75.72	106.99	82.36
18:1n7	20.75	16.71	13.50	15.11	17.02	16.73
18:1n5	1.40	1.00	0.71	0.86	1.21	1.18
19:1+	1.46	1.20	0.86	1.03	1.12	1.25
20:1n11	3.68	2.68	1.91	2.29	2.79	3.21
20:1n9	13.93	8.87	4.90	6.89	7.97	8.29
20:1n7	1.56	1.28	1.02	1.15	1.51	1.77
22:1n11	17.73	9.95	4.89	7.42	9.02	11.54
22:1n9	1.70	1.67	1.06	1.37	1.51	1.46
24:1	8.70	6.39	6.51	6.45	9.25	9.84
Σ mono	268.88	163.50	121.10	142.30	194.83	176.51
16:2n7	0.91	0.82	0.88	0.85	1.01	0.87
16:2n4	2.93	1.92	1.01	1.47	1.97	2.59
16:3n4	3.10	2.41	1.72	2.06	2.57	2.48
16:4n1	0.78	1.11	1.90	1.51	0.96	0.90
18:2n9	0.35	0.48	0.38	0.43	0.45	0.48
18:2n7	0.26	0.18	0.00	0.09	0.19	0.19
18:2n6	8.38	7.59	6.04	6.82	7.26	6.79
18:2n4	1.10	0.89	0.61	0.75	0.97	0.87
18:3n6	1.67	1.43	1.00	1.21	1.34	1.11
18:3n4	0.78	0.61	0.43	0.52	0.51	0.52
18:3n3	4.70	2.94	1.78	2.36	2.49	2.47
18:3n1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18:4n3	6.08	3.52	1.44	2.48	3.38	2.65
18:4n1	0.54	0.24	0.00	0.12	0.20	0.24
20:2n6	1.79	1.94	1.55	1.74	1.86	1.66
20:3n6	1.11	1.19	0.91	1.05	1.01	0.83
20:4n6	11.63	15.76	15.06	15.41	11.77	15.09
20:3n3	0.79	0.65	0.44	0.54	0.55	0.46
20:4n3	4.12	2.88	1.93	2.40	2.73	2.11
20:5n3	53.22	43.14	30.02	36.58	33.42	38.60
21:5n3	2.16	1.69	0.96	1.32	1.23	1.49
22:4n6	2.45	2.44	2.29	2.36	2.56	3.10
22:5n6	5.44	8.71	8.68	8.69	6.81	6.87
22:5n3	21.10	18.93	15.34	17.14	14.92	14.52
22:6n3	145.62	173.96	163.41	168.69	150.32	137.04
Σ poly	281.00	295.41	257.79	276.60	250.51	243.94
Total	822.81	685.66	568.88	627.27	692.36	675.28

Table 5. Fatty acid compositions of total lipids of salted fermented fish (MOMONI) during processing and storage with added BIA.

Fatty Acid	BIA mg/g TL					
	raw	ferment	dry	2 weeks	1 month	2 months
14:0	23.98	16.66	25.11	22.14	27.80	32.75
15:0	1.22	0.84	0.86	1.05	0.94	1.40
15:1	4.98	3.71	3.41	4.93	4.15	5.77
16:0	0.75	0.61	0.49	0.79	0.61	0.90
16:1	2.96	3.28	3.06	2.96	1.59	0.81
16:2	151.94	127.40	127.86	144.94	142.91	155.11
17:0	1.52	1.29	1.08	1.68	1.32	1.87
17:1	6.19	5.22	4.06	6.47	5.27	6.17
18:0	1.71	1.47	1.45	1.81	1.44	2.10
18:1	1.74	2.05	2.61	2.46	1.55	0.62
18:2	51.95	51.92	51.13	58.08	52.38	46.16
19:0	2.99	3.36	2.85	2.96	2.01	1.88
20:0	2.70	1.96	2.47	2.38	2.50	3.00
22:0	1.70	1.39	1.28	1.54	1.56	1.43
24:0	1.38	1.41	1.61	1.75	1.57	1.40
Σ sat	257.70	222.56	229.34	255.93	247.60	261.37
16:1n7	39.58	30.42	32.17	35.44	42.86	48.99
16:1n5	0.89	0.64	0.72	0.83	0.80	1.20
18:1n9	95.76	83.98	85.39	86.24	107.55	109.33
18:1n7	16.46	15.73	14.65	17.64	18.48	18.69
18:1n5	1.34	0.94	0.93	1.02	1.03	1.45
19:1+	1.46	1.18	1.14	1.63	1.25	1.46
20:1n11	3.55	2.59	6.34	3.15	3.59	0.00
20:1n9	10.09	8.44	38.98	10.00	14.65	38.37
20:1n7	1.37	1.34	1.42	1.38	1.42	1.73
22:1n11	13.99	9.38	59.77	11.39	21.11	49.58
22:1n9	1.69	1.41	4.10	1.83	2.07	3.71
24:1	9.91	6.85	7.45	7.64	8.23	7.87
Σ mono	196.11	162.90	253.06	178.18	223.05	282.38
16:2n7	0.94	1.02	0.75	1.40	0.76	0.94
16:2n4	3.02	1.92	2.47	2.41	3.14	3.48
16:3n4	2.60	2.28	2.00	2.80	2.52	3.01
16:4n1	1.11	1.40	1.50	1.20	0.72	0.27
18:2n9	0.91	0.45	0.45	0.56	0.32	0.51
18:2n7	0.22	0.18	0.17	0.19	0.22	0.12
18:2n6	7.18	6.32	6.54	7.25	6.28	8.29
18:2n4	1.22	0.96	0.74	1.13	1.05	1.12
18:3n6	2.04	1.45	1.16	1.32	1.47	1.77
18:3n4	0.60	0.54	0.54	0.67	0.57	0.64
18:3n3	3.30	2.62	2.48	3.23	2.94	4.12
18:3n1	0.00	0.00	0.00	0.08	0.13	0.13
18:4n3	4.32	3.03	3.37	3.60	3.62	7.87
18:4n1	0.33	0.22	0.43	0.28	0.36	0.47
20:2n6	1.80	1.85	1.78	2.27	1.64	2.36
20:3n6	1.12	1.03	1.04	1.28	0.95	1.31
20:4n6	14.71	14.57	13.16	17.23	13.94	11.37
20:3n3	0.70	0.56	0.56	0.75	0.63	1.05
20:4n3	3.38	2.53	2.96	2.87	2.80	4.31
20:5n3	48.39	41.27	36.98	48.09	47.08	52.48
21:5n3	1.85	1.63	1.48	1.81	1.95	2.41
22:4n6	2.80	1.50	1.71	3.24	2.54	2.18
22:5n6	9.05	9.14	7.27	9.29	6.12	5.62
22:5n3	18.86	18.54	17.19	19.63	19.39	16.16
22:6n3	175.37	184.10	161.19	181.48	125.94	125.02
Σ poly	305.82	299.13	267.91	314.08	247.08	256.99
Total	759.62	684.58	750.31	748.19	717.73	800.74

Table 6. Fatty acid compositions of total lipids of salted fermented fish (MOMONI) during processing and storage with added BHT.

Fatty Acid	BHT mg/g TL					
	Raw	Ferment	dry	2 weeks	1 month	2 months
14:0	21.20	20.57	29.60	26.75	24.26	23.11
15:0	1.05	0.64	1.19	1.18	1.10	1.08
15:0	4.12	3.00	5.09	5.01	4.76	4.69
16:0	0.64	0.47	0.80	0.79	0.73	0.74
16:0	3.47	3.48	2.11	2.51	1.86	1.98
16:0	146.11	120.28	160.93	157.18	150.09	143.14
17:0	1.22	1.18	1.65	1.65	1.57	1.51
17:0	5.21	4.63	6.16	6.33	6.71	5.76
18:0	1.53	1.23	1.88	1.83	1.59	1.66
18:0	2.26	2.70	1.82	2.00	1.60	1.56
18:0	55.65	56.25	50.41	52.68	47.90	50.59
19:0	1.80	1.88	1.73	1.89	1.61	1.69
20:0	2.42	2.49	2.73	2.89	2.54	2.45
22:0	1.33	1.36	1.79	1.79	1.50	1.97
24:0	1.19	1.69	1.81	1.96	1.68	1.72
Σ sat	249.20	221.85	269.72	266.43	249.50	243.65
16:1n7	32.36	27.35	45.17	42.54	40.97	36.99
16:1n5	0.74	0.69	0.96	0.93	0.88	0.94
18:1n9	98.41	85.11	108.77	95.29	101.14	91.05
18:1n7	15.64	15.72	17.69	18.58	16.96	16.19
18:1n5	0.92	0.91	1.16	1.25	1.37	1.22
19:1+	1.25	1.21	1.50	1.78	1.40	1.46
20:1n11	3.34	2.79	3.96	3.63	3.18	3.98
20:1n9	11.80	9.09	18.73	11.76	12.25	12.36
20:1n7	1.32	1.34	1.55	1.52	1.37	1.83
22:1n11	15.77	12.46	27.01	16.46	16.19	16.32
22:1n9	1.72	1.52	2.76	2.08	2.10	2.53
24:1	9.71	6.61	9.69	10.74	9.75	10.33
Σ mono	193.00	164.80	238.94	206.57	207.57	195.18
16:2n7	0.89	0.83	0.89	0.92	0.88	0.78
16:2n4	2.28	2.04	3.09	2.77	2.97	2.47
16:3n4	2.27	1.81	3.20	3.04	2.87	2.66
16:4n1	1.38	1.05	0.81	0.93	0.73	0.82
18:2n9	0.33	0.67	0.50	0.39	0.42	0.49
18:2n7	0.00	0.42	0.23	0.21	0.21	0.20
18:2n6	7.06	5.93	7.90	7.96	6.78	6.62
18:2n4	0.96	0.84	1.21	1.27	1.11	0.98
18:3n6	1.57	1.07	1.91	1.57	1.83	1.40
18:3n4	0.55	0.50	0.72	0.68	0.61	0.54
18:3n3	2.71	2.13	3.53	3.73	3.37	2.60
18:3n1	0.00	0.00	0.00	0.09	0.09	0.00
18:4n3	3.55	2.30	4.65	4.48	4.25	3.47
18:4n1	0.29	0.25	0.34	0.36	0.32	0.23
20:2n6	1.57	1.55	1.98	2.06	1.81	1.90
20:3n6	1.06	1.47	1.25	1.15	0.94	1.00
20:4n6	14.77	19.57	14.47	14.20	11.72	11.84
20:3n3	0.53	0.61	0.73	0.71	0.65	0.64
20:4n3	2.90	2.27	3.28	3.27	3.01	2.56
20:5n3	43.73	42.50	49.97	48.49	43.81	36.98
21:5n3	1.73	1.55	2.04	1.84	1.86	1.49
22:4n6	2.43	3.72	3.01	2.54	2.09	2.68
22:5n6	9.12	9.41	7.16	7.97	6.63	7.20
22:5n3	19.65	20.95	18.94	18.86	15.88	14.86
22:6n3	185.68	166.91	147.03	164.44	140.86	145.25
Σ poly	307.02	290.37	278.86	293.96	255.69	249.66
Total	749.22	677.01	787.52	766.96	712.76	688.49

Table 7. Fatty acid compositions of total lipids of salted fermented fish (MOMONI) during processing and storage with added TBHQ.

Fatty Acid	TBHQ mg/g TL					
	raw	ferment	dry	2 weeks	1 month	2 months
14:0	21.11	18.77	20.58	28.43	23.18	36.66
15:0	0.96	0.80	0.82	1.33	0.96	1.89
16:0	4.25	3.61	3.49	5.43	4.10	8.04
16:0	0.68	0.59	0.49	0.90	0.65	1.20
16:0	3.22	3.89	4.18	0.96	2.05	1.30
16:0	143.38	118.29	125.43	188.09	148.04	224.67
17:0	1.31	1.29	1.09	1.95	1.29	2.69
17:0	5.58	5.59	4.85	6.25	5.42	8.75
18:0	1.41	1.40	1.30	1.83	1.30	2.40
18:0	2.46	2.73	3.30	0.72	1.98	1.16
18:0	51.02	53.97	54.90	49.98	53.28	60.72
19:0	2.14	2.01	1.80	1.47	1.56	2.14
20:0	2.81	2.09	2.24	2.63	2.39	3.21
22:0	1.76	1.49	1.29	1.90	1.97	2.29
24:0	1.64	1.47	1.84	1.10	1.76	1.68
Σ sat	243.71	217.99	227.61	292.96	249.92	358.79
16:1n7	32.82	24.81	28.07	58.67	45.32	61.44
16:1n5	0.74	0.69	0.72	1.09	0.81	1.33
18:1n9	96.03	61.19	66.20	149.09	96.56	141.52
18:1n7	16.14	15.02	14.68	21.77	18.29	22.65
18:1n5	1.08	0.75	0.89	1.60	1.26	1.96
19:1+	1.10	1.20	1.13	1.77	1.20	1.98
20:1n11	2.86	2.48	2.98	3.43	2.71	4.26
20:1n9	7.48	7.01	8.47	10.99	7.55	12.06
20:1n7	1.30	1.21	1.40	1.87	1.51	2.48
22:1n11	9.06	8.03	12.51	13.22	9.25	14.07
22:1n9	1.56	1.48	1.40	1.53	1.31	2.41
24:1	9.51	6.28	8.58	9.14	8.61	12.78
Σ mono	179.68	130.15	147.02	274.17	194.39	278.93
16:2n7	0.92	0.90	1.40	0.96	0.76	1.40
16:2n4	2.00	1.80	2.52	3.38	3.17	3.64
16:3n4	2.59	1.93	1.94	3.39	2.35	4.38
16:4n1	1.10	1.43	1.65	0.50	0.85	0.41
18:2n9	0.36	0.41	0.25	0.30	0.36	0.45
18:2n7	0.00	0.00	0.09	0.23	0.22	0.27
18:2n6	7.05	6.87	6.53	7.13	5.96	9.88
18:2n4	1.22	0.91	0.80	1.54	1.19	1.55
18:3n6	2.05	1.28	1.20	1.74	1.45	2.13
18:3n4	0.46	0.57	0.47	0.74	0.51	0.96
18:3n3	3.53	2.76	2.55	4.23	2.81	5.47
18:3n1	0.00	0.00	0.00	0.12	0.08	0.14
18:4n3	3.78	2.86	3.00	5.36	3.24	6.10
18:4n1	0.23	0.28	0.25	0.44	0.33	0.29
20:2n6	1.70	1.89	2.23	1.77	1.67	2.47
20:3n6	1.12	1.24	1.23	0.99	0.91	1.15
20:4n6	14.43	18.23	18.09	12.36	13.21	13.34
20:3n3	0.74	0.74	0.56	0.68	0.54	0.91
20:4n3	3.32	2.69	2.69	3.73	2.76	3.56
20:5n3	49.44	45.39	44.53	57.64	46.35	52.27
21:5n3	1.85	1.63	1.64	2.18	1.83	2.06
22:4n6	2.56	2.74	3.37	2.52	3.15	2.30
22:5n6	8.95	10.33	9.03	5.70	6.31	6.73
22:5n3	20.04	20.04	18.58	20.25	18.65	17.61
22:6n3	182.20	196.61	194.86	150.49	140.14	144.21
Σ poly	311.64	323.55	319.46	288.34	258.77	283.69
Total	735.04	671.69	694.09	855.47	703.09	921.41

Role of Slat in Processing Salted and Fermented Fish (MOMONI)

Toshiaki Ohshima, Hideki Ushio and Vivienne Vera Yankah
Department of Food Science and Technology, Tokyo University of Fisheries

Summary

Most naturally occurring foods possess some amounts of antioxidants to prevent lipid oxidation by atmospheric oxygen, however the levels of naturally existing antioxidants in foods are not adequate to overcome the oxidising effects of some applied processing and storage conditions. Previous studies on 'momoni', a Ghanaian fermented fish product, which is processed by fermentation with salt at room temperature, and then sun drying, showed a sudden increase in TBA, POV values, and a decrease in the amounts of n-3 fatty acids particularly at these mentioned stages of processing. In this experiment, both synthetic (Butylatedhydroxyanisole:BHA, Butylatedhydroxytoluene: BHT, *tert*-butylhydroquinone:TBHQ) and a mixture of natural antioxidants(α -, γ -,and δ -tocopherol) were separately applied to the same batch of Japanese mackerel (*Trachurus japonicus*) before the processing conditions were carried out, in momoni production. The effect of using an oxygen absorber on the control sample was also studied during storage. The initial and residual concentrations of antioxidants were measured and their effects in preventing oxidation, evaluated.

Moisture contents of samples decreased during processing and storage. TL contents increased(as is basis) during processing and storage. TBA contents of the samples increased during processing and storage. At the end of processing TBHQ had the lowest TBA content followed by BHA < BHT < Tocopherol and control sample, in that order. The sample packaged with oxygen absorber, had a lower TBA value than the control sample during storage. POV values increased up till the end of processing, very little difference was observed during storage. Fatty acid analysis showed that there was less change in the concentration of 22:6(n-3) in most of the antioxidant incorporated samples at the end of processing than the control sample. However a decrease in the percentage of 22:6(n-3) was observed in all samples during storage. During storage, the percentage polyenoic fatty acids was higher in the oxygen absorber sample than the control sample. Estimated initial concentrations(mg/kg sample; as is basis) of the antioxidants in the raw fish after immersion were as follows: BHA - 54.8, BHT - 45.6 and TBHQ - 32.0. Mixed tocopherol sample; α -toc 6.0, γ -toc 3.6, δ -toc 4.1. - toc concentration in the control raw sample was 2.6. Concentrations of TBHQ, α - and γ -tocopherol were almost depleted in samples at the end of processing. The TBHQ sample showed the least oxidation by TBA, POV and fatty acid results, at the end of processing, where the TBHQ concentration had decreased to less than 5mg/kg flesh. At the end 2 month storage however, TBHQ sample had the highest TBA value.

The TBHQ sample was the fastest acting antioxidant in suppressing lipid oxidation in fish during processing, however the formation of red patches on the fish samples, especially around the regions of the operculum, will affect product marketability. Although the concentration of BHA in the fish samples were higher during storage, TBA values show that oxidation occurred, combination with use oxygen absorber during storage could help overcome the problem of lipid oxidation.