

博士 (水産科学) バラカット ソリマン モハメド マフウド

学位論文題名

A New Technology for Fish Preservation Using Electrolyzed NaCl Solutions and Essential Oil Compounds

(電解食塩水と精油成分を併用した水産物の新規保存技術)

学位論文内容の要旨

魚肉は畜肉に勝るとも劣らない食糧資源であることは良く知られている。しかし、魚肉は畜肉に比較して変質しやすく、その保蔵は極めて難しい。一方、アフリカ大陸の発展途上国の多くは、豊富な水産資源を漁獲しているにもかかわらず、漁獲後処理技術の欠如により、変質を招き、食糧資源として充分利用していないのが現状である。したがって、より簡便かつ安価で安全な方法によって、水産資源の保蔵性を向上させることができれば、食糧不足に直面している発展途上国での社会的貢献度は非常に高い。そこで本研究では、古来より食品などの保存に利用されてきたスパイスの保存性と近年我が国で実用化され、その有効性が評価されている電解食塩水を複合的に利用した魚肉の新規保蔵技術の開発を目的とした。

第1章では、コイ(*Cyprinus carpio*)の表皮、鰓および内蔵から分離した90株の細菌を分離・同定し、細菌相を調べた。その結果、どの部位でも *Flavobacterium* または *Vibrionaceae* が優勢で、表皮では *Flavobacterium* 37% および *Vibrionaceae* 33%、鰓では *Flavobacterium* 33%、内蔵では *Vibrionaceae* 63% および *Flavobacterium* 37% であった。またその他の菌株は、*Acinetobacter*, *Alcaligenes*, *Bacillus*, *Micrococcus*, *Moraxella*, *Pseudomonas* および *Enterobacteriaceae* と同定された。

第2章では、コイ分離菌株に対する各種精油成分 (Allyl isothiocyanate, Carvacrol, Cinnamaldehyde, Citral, Cuminaldehyde, Eugenol, Isoeugenol, Linalool, Thymol および Garlic oil) の抗菌性をペーパーディスク法で調べた。その結果、Thymol (Ty), Carvacrol

(Cv) および Cinnamaldehyde (Cin) に極めて強い抗菌力があり、次いで、 Isoeugenol, Eugenol, Garlic oil および Citral に抗菌力があつた。一方、その他のものには抗菌力はほとんど認められなかつた。次に、抗菌力の強い3成分 (Ty, Cv および Cin) のうち2種を等量ずつ混合し、その複合効果を検討した。その結果、いずれの濃度で混合しても(0.25, 0.375 または 0.5% ずつ), Cv と Ty の併用時 (Cv+Ty) に最も強い抗菌力が認められた。また各分離菌株に対する精油成分に抗菌性は、コイ付着優性菌であつた *Flavobacterium* および *Vibrionaceae* と *Moraxella* で強く、*Alcaligenes* に対してはほとんど見られなかつた。

第3章では、前章で最も複合効果のあつた Cv+Ty 系を用い、0.5% Cv と 0.5% Ty を含む溶液 (1% Cv+Ty) にコイ肉を15分間浸漬した後、5 および 10℃ で貯蔵した時のシェルフライフ延長効果を調べた。1% Cv+Ty にコイ肉を浸漬することで初発菌数を約 1/100 まで減少させられることが判明した。さらに、1% Cv+Ty 浸漬試料では、5℃ での貯蔵日数経過に伴う生菌数と VB-N 量の増加が抑えられ、対照区と比較して8日間のシェルフライフ延長が観察された。しかし、10℃ 貯蔵ではこのようなシェルフライフの延長は認められなかつた。また、官能検査の結果でも 5℃ 貯蔵で8日間のシェルフライフ延長と評価された。

第4章では、電解食塩水のコイ分離菌株への抗菌効果とコイ体表およびコイ肉付着菌に対する除菌効果を検討した。まず、コイから分離した分離菌株 (16 株) に対する電解陽極溶液 (pH 2.2, 有効塩素 40.8ppm, ORP 1137mV ; 以下 EW(+) と略称) の抗菌性を調べた結果、*Bacillus* sp. を除く 9 属 15 株の細菌では 6 LogCFU/ml 以上の減少が認められ、完全に殺滅した。一方、電解陰極溶液 (pH 11.6, 有効塩素 0.87ppm, ORP -885mV ; 以下 Ew(-) と略称) での処理では、各菌株ともに約 1 Log CFU/ml の減少にとどまつた。次に、EW(+) または Ew(-) にコイまたはコイ肉を15分間浸漬し、生菌数変化を調べたところ、EW(+) 処理によって体表では菌数が 2.8 LogCFU/cm², コイ肉では 2.0 LogCFU/g の減少が認められたが、Ew(-) 処理では約 1.0 Log の減少のみであつた。したがつて、EW(+) でコイ体表またはコイ肉を処理することは、付着菌数を低減させることからシェルフライフの延長に役立つ方法と予想された。

第5章では、4章で除菌効果のあつた Ew(+) 処理または Ew(-) 処理と3章でシェルフライフ延長効果のあつた 1% Cv+Ty 処理をコイ肉に対して順次行い、これら処理のコイ肉保

蔵性への影響を調べた。コイ肉を Ew(-)処理後、Ew(+)処理、1% Cv+Ty 処理 (Ew(-)/Ew(+)/1% Cv+Ty 処理) することで著しい初発菌数の減少を認め、さらにこれを 5℃ 貯蔵した場合、貯蔵中の生菌数および VB-N 値の増加遅延と脂質酸化の抑制が顕著で、シェルフライフも 12 日間延長された。また、官能検査でも Ew(-)/Ew(+)/1% Cv+Ty 処理した試料では、5℃ で 16 日間貯蔵後でも品質の低下は少なかった。したがって、魚肉の低温保蔵への Ew(-)/Ew(+)/1% Cv+Ty 処理は極めて有効と判断された。

アフリカ砂漠地帯近傍（サヘル地帯）などの高温、低湿度の気候を示す地域では、魚肉の保蔵へ乾燥処理を利用することは極めて有効かつ経済的な方法と考えられる。そこで第 6 章では、コイ肉の乾燥過程に及ぼす電解食塩水および 1% Cv+Ty 処理の影響を調べた。コイ肉を Ew(-)処理後、Ew(+)処理し、さらに 1% Cv+Ty 処理 (Ew(-)/Ew(+)/1% Cv+Ty 処理) すると、コイ肉の初発菌数を約 1.5Log CFU/g 低下させることができ、さらに乾燥 (45℃) 中に起こる細菌数、VB-N 量、脂質の酸化 (POV 値および TBA 値) の増加または進行を有意に遅らせることができた。

第 7 章では電解食塩水および精油成分処理による魚肉成分への影響を調べた。未処理の魚肉と Ew(-)/Ew(+)/1% Cv+Ty 処理後の魚肉との間で、水分量、脂質量、タンパク質量、灰分量、炭水化物量には有意な差は認められなかった。また、タンパク質組成、アミノ酸組成、脂肪酸組成、消化率にも差は無かった。したがって、Ew(-)/Ew(+)/1% Cv+Ty 処理は、魚肉の成分組成および栄養価を変化させることなく品質を保持させながら、微生物や酸化などによる化学的な変質を効果的に抑制する非常に優れた処理方法と判断された。

以上本研究では、抗菌力または抗酸化力を持つ電解食塩水とスパイスの精油成分である Carvacrol と Thymol の優れた機能を複合的に魚肉へ作用させ、魚肉の保蔵性を著しく向上させ得る、極めて経済的かつ簡便で安全性の高い新規魚肉保蔵法を開発した。したがって、この新しい技術を食糧不足に悩む諸国へ移転することで、これまで廃棄しなければならなかった水産物を食料資源として供給することが可能になるはずである。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 宮 下 和 夫
副 査 教 授 鈴 木 鐵 也
副 査 教 授 川 合 祐 史
副 査 助 教 授 山 崎 浩 司

学 位 論 文 題 名

A New Technology for Fish Preservation Using Electrolyzed NaCl Solutions and Essential Oil Compounds

(電解食塩水と精油成分を併用した水産物の新規保存技術)

魚肉は畜肉に比較して変質しやすく、その保蔵は極めて難しい。一方、アフリカ大陸の発展途上国の多くは、豊富な水産資源を漁獲しているにもかかわらず、漁獲後処理技術の欠如により、魚肉の変質が起こりやすく、食糧資源として水産物を充分利用していないのが現状である。したがって、より簡便かつ安価で安全な方法によって、水産資源の保蔵性を向上させることができれば、食糧不足に直面している発展途上国での社会的貢献度は非常に高い。そこで本研究では、古来より食品などの保存に利用されてきたスパイスの保存性と近年我が国で実用化され、その有効性が評価されている電解食塩水を複合的に利用した魚肉の新規保蔵技術の開発について検討を行った。本研究で得られた新知見は以下の通りである。

1. コイ(*Cyprinus carpio*)の表皮、鰓および内蔵から分離した90株の細菌を分離・同定し、細菌相を調べた。どの部位でも *Flavobacterium* または *Vibrionaceae* が優勢であることが明らかになった。
2. コイ分離菌株に対する各種精油成分 (Allyl isothiocyanate, Carvacrol, Cinnamaldehyde, Citral, Cuminaldehyde, Eugenol, Isoeugenol, Linalool, Thymol および Garlic oil) の抗菌性をペーパーディスク法で調べたところ、Thymol (*Ty*), Carvacrol (*Cv*) および Cinnamaldehyde (*Cin*) の抗菌力が極めて強いことが示された。また、抗菌力の強い3成分 (*Ty*, *Cv* および *Cin*) の複合効果も認められ、特に *Cv+Ty* 系で最も強い効果を示すことが分かった。精油成分の抗菌性は、コイ付着優性菌であった *Flavobacterim* および *Vibrionaceae* に特に強いことも明らかになった。
3. *Cv+Ty*系を用い、0.5% *Cv* と 0.5% *Ty* を含む溶液 (1% *Cv+Ty*) でコイ肉

を処理したところ、初発菌数を約1/100まで減少できることが判明した。さらに、1% *Cv+Ty*浸漬試料では、5℃での貯蔵日数経過に伴う生菌数とVB-N量の増加が抑えられ、対照区と比較して8日間のシェルフライフ延長が観察された。

4. 電解食塩水のコイ分離菌株への抗菌効果とコイ体表およびコイ肉付着菌に対する除菌効果を検討したところ、電解陽極溶液 (pH 2.2、有効塩素 40.8ppm、ORP 1137mV ; 以下EW(+)と略称) により、*Bacillus* sp.を除く9属15株の細菌を完全に殺滅できることが明らかになった。一方、電解陰極溶液(pH11.6、有効塩素 0.87ppm、ORP -885mV ; 以下Ew(-)と略称)での処理では、抗菌作用は認められたものの、その効果は電解陽極溶液には及ばなかった。

5. コイ肉をEw(-)処理後、Ew(+)と1% *Cv+Ty*で処理することで著しい初発菌数の減少が認められた。さらにこの魚肉を5℃貯蔵した場合、貯蔵中の生菌数およびVB-N値の増加遅延と脂質酸化の抑制が顕著に認められた他、シェルフライフも12日間延長された。上記の複合処理は、(45℃)中に起こる細菌数、VB-N量、脂質の酸化 (POV値およびTBA値) の増加または進行を有意に遅らせることもできた。

7. さらに、電解食塩水および精油成分処理による魚肉成分への影響を調べたところ、未処理の魚肉とEw(-)/Ew(+)/1% *Cv+Ty*処理後の魚肉との間で、水分量、脂質量、タンパク質量、灰分量、炭水化物量には有意な差は認められなかった。また、タンパク質組成、アミノ酸組成、脂肪酸組成、消化率にも差は無かった。したがって、Ew(-)/Ew(+)/1% *Cv+Ty*処理は、魚肉の成分組成および栄養価を変化させることなく品質を保持させながら、微生物や酸化などによる化学的な変質を効果的に抑制する非常に優れた処理方法と判断された。

本研究により、電解食塩水とスパイスの精油成分であるCarvacrolとThymolの複合利用が非常に優れた抗菌力と抗酸化力を魚肉に対してにより、魚肉の保蔵性を著しく向上させることができることが初めて明らかにされた。本研究で新しく開発された方法は、水産物の新たな経済的かつ簡便で安全性の高い新規魚肉保蔵法を開発する上で画期的な成果と考えられる。よって、審査員一同は本論文が博士(水産科学)の学位を授与される資格のあるものと判定した。