

すり身排液を有効活用したイワシ油の酸化安定性 および機能性に関する研究

学位論文内容の要旨

本格的な高齢化社会を迎え「食」に対する人々の関心は多様化しつつあり、これまでの「おいしさ」に加えて、健康の維持増進が求められている。こうしたことから、生活習慣病の予防などが期待される「機能性食品」に対する関心は高い。そんな中、水産物中に特に多く含まれるDHAやEPAなどの多価不飽和脂肪酸は、制ガン作用、抗動脈硬化作用、抗血圧作用、脳機能維持作用等の特徴的な生理作用を有することが報告されており、各分野へのこれら機能性脂肪酸の利用が積極的に図られている。したがって、水産物からのDHAやEPAを多く含む油脂のより効率的かつ経済的な分離・回収システムの開発が常に望まれている。

DHAやEPAの主たる供給源は、イワシ、カツオ、マグロなどの魚油であり、これらの魚油は一般的に魚体を蒸し煮するいわゆる「煮取り法」と呼ばれる工程を経て工業的に製造されている。しかし、多くの場合、水産食品製造時に排出される残滓はDHAやEPAなどの油脂を多量に含んでいるにもかかわらずほとんど利用されることはない。油脂含有廃棄物は水質汚濁の原因ともなり、これら廃棄物からの油脂の効率的回収法の確立が求められる。排出物のゼロを目指す「ゼロエミッション」の観点からも、エネルギーの使用をできるだけ抑えて自然に近い状態で有効活用することが重要である。

ところで、魚体を高温で蒸し煮する煮取り法で得られた魚油はそのまま食用油脂として用いることはできず、その後さらなる、脱色・脱臭といった精製処理を行う必要がある。しかし、魚油に多く含まれるDHAやEPAは分子中に多数の二重結合を有するため非常に不安定であり、高温で処理をする煮取り方法の工程では、DHAやEPAは容易に酸化され、得られた魚油の品質が低下する恐れがある。また、煮取り法によって得られた粗油の精製も高温で行われるため、こうした工程では反応性の高

いDHAやEPAは異性化や重合など様々な反応を起こし、その栄養価が損なわれる恐れが十分考えられる。こうした課題からも加熱工程を伴わない天然に含まれる魚油そのものの効率的な回収方法が求められる。

一方、わが国には伝統的に水産加工業として、すり身製造が挙げられる。

このすり身加工残滓に対する検討も、環境課題の改善といった観点から極めて重要である。すり身排液にはDHAやEPAといった脂溶性有効成分が多く含まれているため、これらの効率的な回収と、これによる排液の浄化は、環境保護を進める点で積極的な検討が期待されている。

そこで、本研究ではすり身排液中に含まれる有用資源として多量に含まれる「魚油」に注目し、その効率的な回収法の開発を行った。

すり身排液からの魚油の回収法として遠心法を用いた。この方法ではそもそも冷凍魚を用いるため、すべての工程が10℃程度の低温で行われ、よって魚油の酸化とトコフェロールなどの抗酸化物質の消失が最小限に抑えられている可能性が高い。したがって、このような方法で得られた油脂は、従来の煮取り法により回収された魚油などと比べて酸化安定性が高く、また、DHAやEPAなどの機能性の脂肪酸も比較的多く含まれていると考えられる。

そのことから本研究では、すり身排液から分離・回収した魚油の酸化安定性および栄養機能性について検討を行った。

結果、酸化安定性については、すり身排液からの回収油が有意に高い安定性を示した。このことは強い抗酸化力を持つ α -トコフェロールが、煮取り油に比べて数倍も多く含まれていたからだけではなく、油脂よりTGのみを取り除いた酸化実験においても、高い安定性を示したことから、油脂に含まれる微量成分による影響も推測される。TG中に含まれる微量成分について、さらなる詳細な検討が必要である。

また、高温処理を行う煮取り油中には、トランス酸やDHAおよびEPA由来の共役不飽和脂肪酸の存在が示唆されている。共役型のDHAあるいはEPAは脂質の酸化を促進することがこれまでの検討により明らかにされており、煮取り油の酸化安定性の低さはこうした成分に起因するとも考えられている。

次に、ラットおよびマウスを使った動物実験による栄養性の検討では、体重および肝臓重量等の低下が、すり身排液より低温回収した魚油を飼料として投与した群において確認されたことから、この低温油には内臓脂肪を低下させる作用があるものと推測できる。さらにこの油脂は、コレステロール、中性脂質、総脂質といった血漿脂質および血糖レベルにおいても、顕著な減少効果が確認されたことから、血漿脂質

改善作用、抗血糖作用も期待できる。

これら確認された栄養性については、魚油中に多く含まれるEPAやDHAといった多価不飽和脂肪酸の持つ機能性と重複している。しかしながら、投与した飼料のすり身排液低温油と煮取り油との間には脂肪酸組成に大きな差が見られなかったことから、機能効果をつかさどる要因はまた別のところにあると推察できる。

その原因としては、一つに栄養性を妨げるトランス酸が生成されていないことが栄養効果を高めている可能性につながったことが考えられる。またすり身排液抽出油は熱をかけないで製造するため、本来魚油が持つ機能性の成分の損失が最小限で済んだこと。さらに、魚油本来に存在する水溶性の微量栄養機能性成分が熱を加えないことで消失せずに機能性を発揮したこと。など以上の点が可能性として考えられる。

これまで水産加工残滓の有効利用とこれによるゼロエミッションの達成が求められながらも、100%の原料利用には達してこなかった。今回出来る限り100%の原料利用に近づけることで、無駄なエネルギーを使わず、自然に近い状態で資源を有効活用することができ、食品そのものの栄養性が阻止されることなく、利点のみを最大限発揮されていると考えてよい。

さらに本事業で開発した魚油回収法は、すり身製造以外の各種の水産加工現場あるいは魚油製造現場にも大いに活用できるものである。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 宮 下 和 夫
副 査 教 授 板 橋 豊
副 査 助教授 細 川 雅 史

学 位 論 文 題 名

すり身排液を有効活用したイワシ油の酸化安定性 および機能性に関する研究

水産物中に特に多く含まれるDHAやEPAなどの多価不飽和脂肪酸は、制ガン作用、抗動脈硬化作用、抗血圧作用、脳機能維持作用等の特徴的な生理作用を有することが報告されており、各分野へのこれら機能性脂肪酸の利用が積極的に図られている。したがって、水産物からのDHAやEPAを多く含む油脂の、効率的かつ経済的な分離・回収システムの開発が常に望まれている。DHAやEPAの主たる供給源は、イワシ、カツオ、マグロなどの魚油であり、これらの魚油は一般的に魚体を蒸し煮するいわゆる「煮取り法」と呼ばれる工程を経て工業的に製造されている。ところで、煮取り法で得られた魚油はそのまま食用油脂として用いることはできず、その後さらなる、脱色・脱臭といった高温を伴った精製処理を行う必要がある。しかし、こうした工程では反応性の高いDHAやEPAは異性化や重合など様々な反応を起こし、その栄養価が損なわれる恐れがある。したがって、加熱工程を伴わない天然に含まれる魚油そのものの効率的な回収方法が求められる。

そこで、本研究では、わが国の伝統的な水産加工業である、すり身製造に着目し、イワシすり身排液中に含まれる魚油の、低温下での効率的な回収法について検討した。本研究で得られた新知見は以下の通りである。

1. イワシすり身排液からの魚油の回収法としてデラバル型遠心機と高速遠心機を併用させる技術を開発した。この方法では排液温度を10℃前後に保ち、流量を一定に制御し、また、空気との接触を排除した密封系の配管システムをとった。これにより、乳化の防止、酸化の防止及び油脂の固化の防止を行うことができた。
2. 本研究で開発したイワシすり身排液からの魚油の回収法により、イワシすり身排液中の油脂の約70%以上が回収できることが分かった。これに伴い、排液のBOD、CODも低下していることが明らかとなった。したがって、本回収システムによりすり身排液による環境への負荷をかなり軽減でき

ることも示された。また、得られた油脂の脂肪酸組成を検討したところ、いずれの排液も原料となるイワシから得られる魚油の脂肪酸組成を反映した値を示していた。イワシすり身製造過程で生ずる排液から得られた油脂（低温油）は薄い黄色をしており、味も通常の市販魚油と変わらず苦み等もなかった。したがって、これらの油脂はこれ以上の精製（脱色・脱臭）をせずに食用油脂として利用できることがわかった。

3. イワシすり身排液から得られたイワシ油（低温抽出イワシ油）は煮取り法により得られたイワシ油（市販イワシ油）よりも高い酸化安定性を示した。これは、市販油中には重合物や共役脂肪酸などの酸化促進物質が精製工程で生ずるのに対し、低温油ではこうした不純物がふくまれないためと考えられた。

4. 低温抽出イワシ油について、ラット及びマウス（肥満病態マウス；KKAy）の肥満・脂肪代謝に与える影響について市販のイワシ油と比較検討したところ、いずれのイワシ油も脂肪組織重量を低下させた。しかし、その傾向は低温抽出油の方が顕著であった。また、総コレステロール含量や中性脂肪含量も両イワシ投与でコントロールに比べて減少したが、この場合も低温抽出イワシ油においてその効果はより顕著であった。その他、マウスにおいては低温抽出イワシ油においてより強い抗糖尿病効果が、また、ラットにおいては低温抽出イワシ油群でのみ肝臓脂質重量の有意な低下が見られた。

5. こうした低温抽出イワシ油の栄養効果の高さは以下の2つの原因に由来するものと考えられた。1) 低温抽出イワシ油では、市販のイワシ油のような高温処理や化学的処理をしないため、栄養効果の低下をもたらすトランス酸などの不純物が市販のイワシ油に比べて少ないこと。2) イワシ油に本来含まれるEPAやDHA以外の微量の活性成分が、市販油ではその精製工程で消失するのに対し、低温抽出イワシ油では失われないこと。

本研究で明らかとなったイワシすり身排液からの魚油の大量調製法の確立とその高い肥満・脂肪代謝制御作用は、新たな高機能魚油を創出する上で画期的な技術と考えられる。また、この方法は機能性の高い魚油を大量に調製できるだけでなく、環境保護、未利用資源の有効利用、高付加価値水産素材の創出といった観点からも極めて有用であると思われる。今後、本研究で得られた油脂回収法のような水産加工分野での応用が期待される。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。