



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Study on the chemical and nutritional significance of microalgae lipids [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	楊, 玉紅
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(水産科学)
Dissertation Number	甲第12663号
Issue Date	2017-03-23
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/65479
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Yuhong_Yang_review.pdf, 審査の要旨



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称：博士（水産科学）

氏名：楊 玉 紅

	主査	特任教授	高 橋 是 太 郎
審査委員	副査	教授	宮 下 和 夫
	副査	准教授	細 川 雅 史

学 位 論 文 題 目

Study on the chemical and nutritional significance of microalgae lipids
(微細藻類脂質の化学的、栄養的重要性に関する研究)

微細藻類は優れた炭酸ガス吸収能力を示し、光合成により効率的に有機物を生産することから、エネルギーや食品素材などの原料としての活用が期待されている。微細藻が生産する有機物としては、タンパク質、脂質、多糖類などがあるが、培養条件や種によって、これらの栄養素の構成比率は異なる。特に、微細藻の場合、他の光合成生物と比較して、脂質の生産比率が高く、条件などを選択することにより、脂質を 80%以上含む微細藻も培養されている。特に、幾つかの微細藻の脂質には、エイコサペンタエン酸(EPA: 20:5n-3)、ドコサヘキサエン酸(DHA: 22:6n-3)、 γ -リノレン酸(γ -LN: 18:3n-6)、アラキドン酸(AA: 20:4n-6)といった多価不飽和脂肪酸(PUFA)や、フコキサンチン、ゼアキサンチン、ルテインといったカロテノイドなど、栄養機能性に優れた脂溶性成分が多く含まれている。したがって、微細藻を食品素材として活用する際には、含まれる脂質の栄養機能についても検討する必要があるが、これまでこうした観点からの研究は少なかった。そこで、本研究では、微細藻脂質の特徴を食品化学的観点から明らかにするとともに、食品素材として一般に流通しているスピルリナに着目し、その脂質成分の栄養効果について動物を用いて検討した。本研究で得られた成果は以下のように要約される。

1. 微細藻類が生産する脂質成分として注目されるものには、PUFA やカロテノイドなどがある。そこで、11 種の微細藻類を試料とし、EPA、DHA といったオメガ 3PUFA、 γ -LN や AA といったオメガ 6PUFA、フコキサンチンやゼアキサンチンといったカロテノイド、さらには、脂質クラス組成などについて、それぞれの含有量の特徴を検討した。その結果、種や培養条件によって脂質組成は異なるが、いずれの場合も、機能性の PUFA を比較的多く含み、

脂肪酸の多くがグリセロ糖脂質やグリセロリン脂質などの極性脂質として存在していることを見出した。また、フコキサンチンやゼアキサンチンなどのカロテノイド含量も高いことを明らかにした。

2. ついで、動物実験に利用できる脂質を得ることができたスピルリナ脂質について、その栄養機能性について検討し、高エネルギー食摂取などにより肥満状態を示したマウスにスピルリナ脂質を与えると、体重と内臓脂肪重量が有意に減少することを見出した。また、血中の中性脂肪含量、肝臓の総脂質、肝臓の中性脂肪含量とコレステロール含量も、スピルリナ脂質投与により有意に低下することを見出した。これらのことから、スピルリナ脂質が、肥満によって引き起こされる脂質代謝異常の改善に有効であることを明らかにした。

3. スピルリナ脂質の脂質代謝改善効果の作用機序解明のため、動物組織における脂質代謝関連遺伝子の発現について検討し、SREBP-1c を介した脂肪酸合成酵素の発現制御を見出した。また、スピルリナ脂質投与により、PPAR α や CRT-1 α といった β -酸化系の関連遺伝子発現の有意な亢進と、SREBP-2 などのコレステロール合成系遺伝子発現の有意な抑制も見出した。これらの結果から、スピルリナ脂質が、肥満などの脂質代謝異常状態において、脂質の合成抑制と代謝促進によってその改善作用を示していることを明らかにした。

4. 高脂肪食の摂取や肥満などによって炎症が誘発されるが、炎症惹起には酸化ストレスの亢進が理由として挙げられる。そこで、肝臓や内臓脂肪組織中の過酸化物質レベルを測定した。その結果、スピルリナ脂質投与により、マウス肝臓や内臓脂肪組織中の脂質過酸化が抑制され、これが、組織中の抗酸化酵素の活性化と酸化酵素の発現制御に起因していることを明らかにした。また、この際、炎症を誘発する TNF- α やインターロイキン 6 などの発現も有意に抑制されることを見出した。

5. スピルリナ脂質について詳細に分析し、 γ -リノレン酸含有量が高いこと、脂質の主要クラスが糖脂質やリン脂質であること、ゼアキサンチンといったカロテノイドを始めとする脂溶性の微量成分が含まれていることを明らかにした。したがって、スピルリナ脂質の示した脂質代謝改善作用は、こうした栄養成分による総合的な効果によることを示した。

以上のように、本研究では、微細藻類脂質の栄養的特徴について、主としてスピルリナに着目して明らかにした。これまで、スピルリナの栄養機能性は、含まれるタンパク質に主として起因すると考えられていたが、本研究の成果により、藻体中に 10%以上含まれている脂質も、重要な栄養機能を有することが初めて明らかとなった。ここで得られた成果は、今後の微細藻類の食品素材としての利用に新たな方向性を示すものと高く評価できる。よって審査員一同は本研究の申請者が博士（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。