

大豆発酵食品「テンペ」の発酵に関する近赤外分析

○坂井絵美^{1,2}、片山詔久¹

¹名古屋市立大学大学院 システム自然科学研究科

²名古屋文理大学短期大学部 食物栄養学科

NIR study on fermentation of soybean fermented food "Tempeh"

Emi SAKAI^{1,2} and Norihisa KATAYAMA¹

¹ Graduate School of Natural Sciences, Nagoya City University

² Department of Food and Nutrition, College of Nagoya Bunri University

1. 目的

テンペは、インドネシアの伝統的な発酵食品であり、大豆などをテンペ菌と呼ばれるクモノスカビで好気発酵させて作られる。水煮大豆より消化吸収の効率が良く、発酵によりビタミンや旨みが増加することから、近年では新しい健康食品の一つとして欧米や日本でも食されるようになってきた。また、大豆の発酵食品であることから、日本では「インドネシアの納豆」と紹介されることもあるが、納豆菌による発酵のような臭いや粘りはなく、発酵条件も異なるものである。

クモノスカビによる発酵では、発酵期間や温度の調整が重要であり、例えば、発酵期間が長すぎると黒変してアンモニア臭がするようになる。そこで、近赤外分光法の特徴を利用し、発酵状態を非破壊分析で逐次追跡して最適な発酵環境を整えることで、調理メニューに最適なテンペを作成するためのモニタ方法を検討することを目的として、本研究を行った。

2. 方法

テンペの作成は次の手順で行った。まず、脱皮した大豆をpH調整し、一晚浸漬したのち蒸煮して、脱水し表面を乾燥させたものにテンペ菌を接種した。これを通気性のあるラップやネットを用いて成型し、32℃のインキュベータで24時間発酵させた。

近赤外スペクトルは、可視域から近赤外域と近赤外域から赤外域の2つの領域で測定した。まず、可視域から近赤外域については、クボタ製フルーツセレクタ「K-BA100R」に外部PCを接続して測定した。主な測定条件は、波数域は20,000~10,000 cm⁻¹、標準的な積算時間は10×100 msであった。また、近赤外域から赤外域のスペクトルは、Perkin Elmer製 FT-NIR 2000を用いて測定した。主な測定条件は、波数域は15,000~2,700 cm⁻¹、分解能8 cm⁻¹、積算回数は8回とした。

一方、顕微赤外スペクトルの測定には、Perkin Elmer製 Spectrum One FT-IR と Multiscope を用い、分解能4 cm⁻¹、積算回数は64回で行った。

3. 結果

作成したテンペの菌糸部分をまとめておだやかに乾燥さ

せ、ガラス基板にはさんで測定した近赤外吸収スペクトル（波数域：5,200~4,000 cm⁻¹）を、Fig. 1に示す。水に帰属されるバンドの他に、4,335 cm⁻¹など脂質に帰属される特徴的なバンドが現れている。一方、乾燥前の菌糸の近赤外スペクトルの測定結果では、水に帰属されるバンドが強く現れていたが、脂質や糖に帰属されるバンドも弱いながら観測されており、バンド分離について慎重にデータ処理すれば、菌糸の状態を示すマーカーバンドとして活用出来る可能性が示唆された。また、顕微赤外吸収スペクトルの測定結果からは、タンパク質のアミドI, II, IIIに帰属されるバンドが特徴的に観察された。さらに、白色の菌糸と黒変した部分でスペクトルに差異がみられ、近赤外スペクトルと対応させて解析することで、バンド帰属に利用できると考えられる。

一方、発酵過程における近赤外スペクトル（波数域：20,000~10,000 cm⁻¹）の変化は、測定条件の違いによるベースラインの変動や傾きが大きく、今のところ十分な考察は得られていない。今後、2次微分やケモメトリックスなどのスペクトル解析方法を検討することで、発酵状態の変化との相関を探索する。

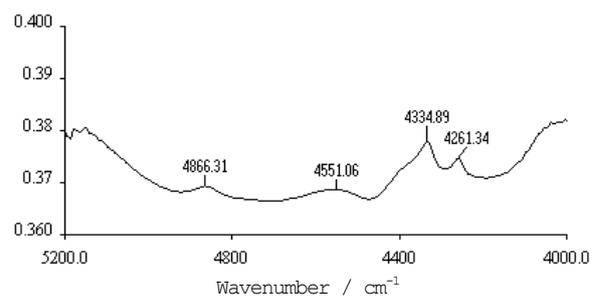


Figure 1. FT-NIR spectrum of "Tempeh" mycelia.

4. 結論

近赤外法を用いた発酵過程のテンペの非破壊分析を目標に、種々のスペクトル測定を試みた。その結果、脂質やタンパク質など菌糸を構成する成分のスペクトル測定が可能であることがわかった。しかしながら、テンペそのものを非破壊測定した結果から発酵状態を評価するには、測定条件や測定方法をさらに検討する必要があることがわかった。