

(続紙 1)

京都大学	博士 (農 学)	氏名	椿 俊太郎
論文題目	Refinery of Food Processing Biomass by Microwave Heating (マイクロ波加熱を用いた食品系バイオマスのリファイナリー)		
(論文内容の要旨)			
<p>食品の製造過程で排出される食品系バイオマスは植物性バイオマスの一つとして有効利用が望まれている。バイオマスの構成成分の分離を基幹とした利用技術はリファイナリーと呼ばれており、食品系バイオマスへの適用が期待されている。本論文では、植物由来の3種の食品系バイオマス（オカラ、お茶粕及び梅干し核）について、マイクロ波加熱を用いて高温高压加熱水処理（$<230\text{ }^{\circ}\text{C}$）することにより構成成分の分離を行った。マイクロ波加熱は被照射物の高温高压処理を内部・直接・急速加熱により実施することが可能な処理法である。その主な内容は以下のように要約される。</p> <p>1. マイクロ波加熱によるオカラからの構成成分の分離：オカラのマイクロ波加熱により、140°C付近の加熱により細胞壁の溶解に伴うペクチン様多糖のアラビノガラクトタンを可溶化し、180°C以上の加熱によりフェノール性化合物を可溶化することに成功した。また、200°Cの加熱により最大約70%のオカラを可溶化することができた。さらに、応答曲面法を用いて検討した結果、オカラの構成多糖の抽出の最適条件として190°C、2分の加熱条件が得られた。加熱後の残渣は主にセルロースで構成されていた。</p> <p>2. マイクロ波加熱によるお茶粕からの構成成分の分離：発酵の程度が異なる3種の茶粕（緑茶、ウーロン茶及び紅茶）をマイクロ波加熱した結果、39.6%（緑茶粕）、44.7%（ウーロン茶）及び47.0%（紅茶粕）が可溶化され、ヘミセルロース、ペクチン、ポリフェノールを抽出することができた。また、マイクロ波加熱残渣中にはセルロースとともに茶葉の表面に存在するクチクラが残存していることを明らかにした。このクチクラ中のクチンを構成するモノマーの組成を分析した結果、いずれも主として dihydroxyhexadecanoic acid、9,10-epoxy-18-hydroxyoctadecanoic acid 及び 9,10,18-trihydroxyoctadecanoic acid から構成されていることを明らかにした。</p> <p>3. マイクロ波加熱による梅干し核からの構成成分の分離：梅干し製造工程で排出される核のマイクロ波加熱を試みた。梅干し核は梅と比較して高い可溶化率、糖収量、フェノール性化合物収量を示した。また、サイズ排除クロマトグラフィー分析から、梅干し核は加工過程でキシランが低分子化し、可溶化率が向上したことが示された。さらに、梅干し浸漬液中のクエン酸や塩がマイクロ波の吸収を助け加熱効率を高めることを明らかにした。</p> <p>4. 食品系バイオマスから抽出されたフェノール性化合物の組成解析：オカラからは主にイソフラボン類、お茶粕からはカテキン類及びその分解に伴うピロガロール、梅干し核からはS核リグニンの分解に伴うシナップアルデヒドが抽出された。また、いずれの抽出物も高い抗酸化能を有していることを明らかにした。</p> <p>以上の結果から、オカラ、お茶粕、梅干し核といった未利用食品系バイオマス資源から、多糖類、フェノール性化合物、植物性ポリエステルを分離することが可能であることを明らかにし、これらのバイオマスが価値ある資源となりうることを、また、マイクロ波加熱がリファイナリーの一つの有効な方法であることを示した。</p>			

(続紙 2)

(論文審査の結果の要旨)

現在、食品産業の製造工程で植物性の廃棄物が多く排出され、その多くは焼却や埋め立てにより処分されている。環境への負荷の低減や資源循環の観点から、未利用のバイオマスを有効利用することが求められている。植物性バイオマス中に含まれるセルロース、ヘミセルロース、リグニンの他、ポリフェノールなどの低分子の機能性化合物の高効率かつクリーンな分離技術の開発が望まれている。これまでに高温高压水処理により、バイオマスの各成分が無触媒・無有機溶媒で加水分解または抽出され得ることが知られている。しかし、外部熱源を用いた熱伝導による高温高压水処理は、熱効率が悪いという難点があった。

本論文は、従来の熱伝導による加熱方法の代替として、熱効率のよいマイクロ波加熱を用いた食品系バイオマスの構成成分の分離を検討したものである。評価すべき点は以下のとおりである。

1. 豆腐製造時の副産物として排出されるオカラは、足が速くその処理方法の確立が問題であった。マイクロ波加熱により、細胞壁の溶融に伴ってアラビノガラクトンを主体とする多糖類が抽出されることが明らかになったほか、統計的手法を用いた抽出条件の最適化によって、190℃、2分という短時間での多糖類の抽出方法を確立した。

2. 茶飲料製造時に排出されるお茶粕にマイクロ波加熱を適用し、ヘミセルロースやペクチン系の多糖類及びポリフェノール類の抽出を可能にした。また、お茶粕にクチクラ膜成分が残存していることを明らかにし、マイクロ波加熱により、お茶粕残渣中のクチクラ膜含量を高めることができた。

3. 梅干し製造時の副産物である梅干し核のマイクロ波加熱により、キシランとセルロースが高効率で分離されることを明らかにした。また、梅干し核中に含まれる塩化ナトリウムやクエン酸がマイクロ波の吸収を補助すること、酸性の果汁に浸漬されることにより構成成分の低分子化が起こる結果、多糖類の抽出が容易になることを明らかにした。

4. マイクロ波加熱によりオカラ、お茶粕及び梅干し核から得られるフェノール性化合物は主にポリフェノールやリグニンの分解に伴うカテコールやピロガロール、シナップアルデヒドなどの化合物であることを明らかにした。また、これらの化合物を含む抽出液が高い抗酸化活性を有することを明らかにした。

以上のように、本論文は食品系バイオマスを構成する化合物がマイクロ波加熱により効率よく分離されることを明らかにし、広範囲なバイオマスのリファイナリーによる利用の道を開拓するものであり、バイオマス学、農産物利用学、生物資源学の発展に寄与するところが大きい。

よって、本論文は博士（農学）の学位論文として価値あるものと認める。

なお、平成22年2月18日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士（農学）の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。

注) Webでの即日公開を希望しない場合は、以下に公開可能とする日付を記入すること。

要旨公開可能日： 年 月 日以降