

氏名(本籍)	張素榮 (韓国)
学位の種類	博士(農学)
学位記番号	博甲第6524号
学位授与年月日	平成25年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
審査研究科	生命環境科学研究科
学位論文題目	農林水産バイオマスからの機能性成分の抽出・粉末化特性
主査	筑波大学教授 博士(農学) 北村 豊
副査	筑波大学教授 博士(農学) 張 振 亜
副査	筑波大学准教授 博士(農学) 吉田 滋 樹
副査	筑波大学准教授 博士(生物工学) 楊 英 男

論文の内容の要旨

世界的に高齢化が進む中、QOLを向上させる試みの一つとして「保健機能食品制度」が挙げられる。日本の特定保健用食品市場が2007年にピークに達してから縮小傾向に転じているのは、長引くデフレや特定保健用食品への信頼性低下が挙げられる。これに対して、原料コストの低減かつ安全性の確保ができれば、市場の拡大にも役立つと考えられる。安価な原料として有望なのが果実、野菜、海藻等の農林水産バイオマスである。バイオマスには「エネルギー利用」が知られるが、付加価値の高いものの用途としては医薬、化粧品、機能性食品等が挙げられる。バイオマスには植物が持つ機能性成分及びその生理活性が残存される場合が多いものの、効率よく利用されていない。従って、農林水産バイオマスの機能性成分が効率的に品質よく抽出して利用できれば、バイオマスの有効利用とともに、保健機能食品市場の活性化にも繋がると期待される。

そこで本研究では、農林水産バイオマスに残存すると考えられる機能性成分及びその生理活性に着目し、固液抽出法による目的成分の抽出特性を明らかにするとともに最適な抽出条件を策定することにより、農林水産バイオマスの有効利用の可能性を図る。また、得られた抽出液を粉末化し、保存試験による品質変化を解析することで、保健機能食品及び化粧品の原料利用の可能性を検討した。

実験原料として、水産バイオマスには褐藻類の一種であるナガモ (*Sargassum horneri*) の加工残渣を、農産バイオマスとしてはバラ科の植物であるビワ (*Eriobotrya japonica*) の種子を供試した。

まず、機能性成分として硫酸化多糖類が含まれているナガモ加工残渣の固液抽出特性を解析するため、残渣を「茎部」と「生殖器床部」に分離した後、回分式熱水抽出を行い、全糖収率の経時変化に抽出モデルを適用して抽出特性を解析した。また、約10L容量の抽出器を用いたベンチスケール抽出試験を行い、全糖の抽出収率、ウロン酸と硫酸基の含量およびSOD活性を測定した。その結果、ナガモ加工残渣の熱水抽出は、1次抽出速度モデル ($r^2 \geq 0.87$) 及び Peleg モデル ($r^2 \geq 0.93$) に対し高い適合性が見られ、抽出温度 85℃ 以上、抽料/抽剤比 (v/w) 5 で最も高い収率を得られることが分かった。ベンチスケール抽出試験においても、2時間の抽出でほぼ平衡に達し、得られた抽出液は抗酸化能 (SOD 活性 61%) を有することが明らかとなり、濃縮液として食品利用できる可能性が示された。

また農産バイオマスとして用いたピワ種子にはフェノール化合物等の抗酸化成分が含まれる。ピワ種子を乾燥し、仁と種皮に分離して粉碎したものを抽料、含水エタノールを抽剤として回分・還流連続抽出を行った結果、揮発性のあるエタノールを用いた場合に高い総ポリフェノール収率が得られた。操作パラメータは抽料の粒径、抽出温度、抽剤濃度、抽剤/抽料比 (v/w)、攪拌速度、抽出時間とした。抽出液中の総ポリフェノール含量を定量し、抽出速度モデルを適用することによって最適抽出条件を求めた。その結果、50%のエタノールを用いた抽出温度 70℃、抽料：抽剤比 30 (v/w) の実験区で最も高いポリフェノール収率が得られた。1 次抽出速度モデルを導入した結果、回分抽出及び還流連続抽出ともに適合性は高いことが判明されたが ($r^2 \geq 0.92$)、その抽出特性には差が見られた。また、ポリフェノール組成を分析した結果、エピガロカテキンが最も多く含まれていることが分かった。

ピワ種子の抽出液は汎用性の高い粉末への加工特性を検討した。すなわちトレハロースを賦形剤として従来の噴霧乾燥法 (SD) 及び低温 (60℃ 前後) での粉末化を可能とする減圧噴霧乾燥法 (VSD) により粉末化を行い、抽出液と粉末の総ポリフェノールの保持率、DPPH ラジカル消去能、*E.coli* 及び *Smutans* に対する抗菌能を比較した。また、温度、光量、通気条件を変えて 150 日間保存し、総ポリフェノールの保持率、DPPH ラジカル消去能を比較することで安定性の検討も行った。その結果、粉末化により総ポリフェノール量は抽出液と比べ損失が見られたが、DPPH ラジカル消去能はむしろ高くなることが分かった。抗菌性の検討では、抽出液には抗菌能があることが明らかとなったが、粉末の場合は賦形剤の影響によると考えられる抗菌能の消失が観察された。また、150 日間の保存で 88% 以上の総ポリフェノール保持率及び 84% 以上の DPPH ラジカル消去能の保持率を示した。

以上の研究結果により、バイオマス中の機能性成分は固液抽出法により効率的に抽出され、その抽出液及び粉末には機能性成分が含まれ、生理活性も有することが明らかとなり、農林水産バイオマス由来の機能性成分の抽出利用は有望であることが示唆された。

審査の結果の要旨

バイオマスからの機能性成分の抽出・利用研究の多くは、抽出成分の機能性評価に偏っているのに対して、効率的な抽出技術確立のために固液抽出に着目し、その実験的解析により最適な操作条件を策定した本研究は、科学的に新規性のあるものとして評価された。また抽出液の機能性評価試験とともに付加価値向上のための粉末化試験を行い、その利用特性を明らかにした点は、機能性食品研究を先導する成果として優れているとされた。さらに実在する加工残渣を試料として用い、その有効利用法を示した点は、農水産・食品加工業におけるバイオマス利用促進に貢献できる研究として認められた。

平成 25 年 1 月 24 日、学位論文審査委員会において、審査委員全員出席のもとに論文の審査及び最終試験を行い、本論文について著者に説明を求め、関連事項について質疑応答を行った。その結果、審査委員全員によって合格と判定された。

よって、著者は博士 (農学) の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。