

氏名(国籍)	ウィモンラット チーピモンチャイ (タイ)		
学位の種類	博士(農学)		
学位記番号	博甲第2997号		
学位授与年月日	平成14年7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	農学研究科		
学位論文題目	Biodegradable film production from mungbean protein (緑豆タンパクを原料とする生分解性フィルムの製造)		
主査	筑波大学教授	農学博士	前川孝昭
副査	筑波大学教授	農学博士	富田文一郎
副査	筑波大学教授	工学博士	田中秀夫
副査	筑波大学助教授	農学博士	石川豊

## 論文の内容の要旨

化学合成系プラスチックは軽く、安定であり、変形しやすい性質を持っている点から包装材料として広く使われている。しかし、化学合成系プラスチック製品は分解されにくいいため、環境へ拡散したゴミは半永久的に海洋や土壤に留まり生態系へ悪影響を与えている。

この問題を解決するため、化学合成系プラスチックに代わって、生物系バイオマスを原料とした生分解性フィルムの開発が行われている。生分解性素材としてはポリ乳酸等の化学合成系やポリヒドロキシ酪酸等の微生物生産系等がある。資源有効利用の点から原料として安く入手できる農産加工廃棄物が生分解性の素材として大いに注目されている。しかし、現在のところ食品副産物で作られた分解性フィルムは、耐水性や引張強度の低さ等の欠点があるため十分な実用化には至っていない。

緑豆はタイ王国の重要な農作物の一つであり、麺類等の主要な原料の一つとなっている。現在、それらの副産物の有効利用としてタンパク質抽出が行われているが、それは主に飼料の原料として利用されているのみである。本論文では、この材料の多目的利用を図るために生分解性プラスチックの製造法について検討した。

緑豆をミキサーで粉碎した後、酢酸を添加し、pH4.5に調製することでタンパクを沈殿させた。乾燥沈殿物には約81.9%のタンパクが含まれた。抽出したタンパク質5%W/V、グリセロール1.0~3.5%、およびカリウムソルビン酸0.1%で構成された基本液を0.1N NaOHでpH7.0に調製し、沸騰させた後、テフロンプレート上に塗布し、乾燥させることによりフィルムを作成した。また、市販の大豆タンパクにより同様の方法で作成したフィルムを対照区として供試した。

緑豆タンパクフィルムは、大豆タンパクフィルムと比べて最大引張強度(TS)および伸び率(%E)は低く、水蒸気透過度(WVP)は高かった。基本液のグリセロール量を増加した結果、緑豆タンパク質、大豆タンパク質フィルムそれぞれのTS最大値は0.47と1.46MPaであり、%Eの最大値は88.3%と115%、WPVの最大値は $22.1 \times 10^{-11}$ と $28.8 \times 10^{-11} \text{g/m} \cdot \text{s} \cdot \text{Pa}$ であった。この試作方法では実用フィルムとしての十分な特性は得られなかった。

そこで基本液にタピオカの澱粉5%W/Vを添加した結果、この緑豆タンパク質フィルムのTSは0.24MPaから2.55~3.32MPaへ増大し、WVPは $22.1 \times 10^{-11} \text{g/m} \cdot \text{s} \cdot \text{Pa}$ から $5.63 \sim 6.94 \times 10^{-11} \text{g/m} \cdot \text{s} \cdot \text{Pa}$ へ減少した。一方、タピオカ澱粉添加によりフィルムの%Eは緑豆、大豆タンパク質ともに減少がみられた。大豆タンパク質フィルムについてはTSでは1.5~2.6倍、WVPでは1.1~1.4倍緑豆タンパク質フィルムより高くなった。また、大豆タ

ンパク質フィルムの%Eは0.3～0.9倍で緑豆たんぱく質フィルムのそれより小さくなった。

さらにフィルムの物理的特性を改善するため、数種の可塑剤の添加を試みた。ソルビトール添加は緑豆タンパクフィルムの%Eの十分な改善は見られなかったが、TSおよびWVPをそれぞれ0.95MPa,  $1.9 \times 10^{-11} \text{g/m} \cdot \text{s} \cdot \text{Pa}$ まで改善させた。一方大豆タンパク質フィルムのTSは緑豆タンパク質フィルムより3.71倍高くなったが、WVPは逆に0.61倍低下した。

フィルム製造の基本液にタピオカ澱粉とソルビトールを混合して添加した結果、緑豆タンパクフィルムのTSおよびWVPはそれぞれ4.93MPa,  $4.26 \times 10^{-11} \text{g/m} \cdot \text{s} \cdot \text{Pa}$ まで改善されたが、ソルビトールで添加したフィルムの%Eは24.1%となり、グリセロールを添加したフィルムの48.1%より低くなった。

小麦グルテンおよび乳漿タンパク質を原料としたフィルムと比較した場合、緑豆タンパクフィルムのTSおよびWVPは優れていたが、ポリエチレンフィルムのレベルへ近づけるにはさらに改善する必要がある。特に、WVPを改善するためには脂肪酸系の添加が考えられ、今後の課題となる。

一方、現段階で実用化を考える場合、タピオカ澱粉とソルビトールの添加した場合、食品容器や育苗ポットなどへの用途が考えられる。また、タピオカ澱粉とグリセロールを添加した場合、%Eの値が高くなるという特長があり、包装フィルムとしての利用が可能である。

## 審査の結果の要旨

本論文はタイ国で需要の高い“はるさめ”の原料となっている緑豆のタンパク質ならびに“はるさめ”の加工後の廃液から回収されるタンパク質を想定し、緑豆タンパク質をフィルム製造の基本液として、タピオカの澱粉と2種類の可塑剤を用いて生分解性食品包装用フィルムや容器の開発を試みたものである。

試作した緑豆タンパク質フィルムを大豆タンパク質フィルム、小麦グルテンフィルム、乳漿タンパクフィルム及び化学系樹脂であるポリエチレンフィルムとの比較を、最大引張強度 (TS)、伸び率 (%E) 及び水蒸気透過度 (WVP) を特性指標として実施した。試作緑豆タンパクフィルムの製造上のパラメータは緑豆タンパク質、澱粉及び可塑剤の混合比を主とし、プレート塗布法により試作した。

その結果、試作したフィルムのTS、WVPは大豆タンパク、小麦グルテンフィルムや乳漿タンパクフィルムと比べて優劣のつけがたい結果を得ているが、ポリエチレンフィルムのレベルに近づけるには製造方法をさらに改善する必要がある。また、タピオカ澱粉とソルビトールの添加では食品容器や育苗ポットの用途が、タピオカ澱粉とグリセロールを添加した場合、%Eの値が高くなるので包装フィルムの用途が考えられた。このように本論文では実用化に近づけた研究成果が得られ、生物資源工学、食品工学、廃棄物工学や環境科学の分野の発展へ寄与するところが大きいと判断される。

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。