

氏 名	モハマド ラムラン ビン モハメド サレー Mohamad Ramlan Bin Mohamed Salleh
学位の種類	博 士 (農 学)
学位記番号	農 博 第 1377 号
学位授与の日付	平成 15 年 11 月 25 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研究科・専攻	農 学 研 究 科 応 用 生 命 科 学 専 攻
学位論文題目	Studies on Structure-Physicochemical Function Relationships of Soybean β -Conglycinin and Rapeseed Cruciferin (ダイズ β -コングリシニン及びナタネクルシフェリンの構造・加工特性相関に関する研究)
論文調査委員	(主 査) 教 授 内 海 成 教 授 森 友 彦 教 授 北 畠 直 文

論 文 内 容 の 要 旨

ダイズやナタネなどの油糧種子は年に数億トンほど生産されており、主に製油に利用されている。これらの残滓にはタンパク質が豊富に含まれているが、ダイズではその一部が食品素材として利用されているものの、ナタネではそのほとんどが家畜の餌や肥料として利用されるにとどまっている。ダイズタンパク質には、様々な生理活性が見出されていることから、その用途を拡大することは、タンパク質の供給源としてばかりでなく、食源性疾患の予防にも役立つと考えられる。また、低利用資源であるナタネタンパク質を有用な食品素材に転換することにより、食糧の実質的な増産が可能となる。このためには、食品素材として効果的に利用するための指針となる、ダイズ及びナタネタンパク質の構造と加工特性との相関を明確にすることが望まれる。

ダイズは β -コングリシニン (7Sグロブリン) とグリシニン (11Sグロブリン) を主要タンパク質としている。両タンパク質には構成サブユニットの組成が異なる多くの分子種が存在している。 β -コングリシニンは三量体構造をとっており、 α 、 α' 、 β の三種を構成サブユニットとしている。 α と α' はN末端部に酸性アミノ酸に富むエクステンション領域を持つが、 β は持たない。種子中には十種類の分子種が存在しているため、サブユニットレベルでの解析に必要な単一分子種を普通のダイズ品種の種子から調製することは非常に困難である。そこで、本論文では、近年開発された β -コングリシニンのサブユニット組成に変異を持つダイズ品種を利用した単一サブユニット分子種及び単一サブユニット組成分子種を調製し、サブユニットレベルでの構造・加工特性相関の解析を行った。さらに、ナタネの主要タンパク質であるクルシフェリン (11Sグロブリン) の構造的特徴及び加工特性を明らかにするとともに、グリシニンの特性との比較・解析を行った。その主な内容は以下の通りである。

第一章及び第二章では、 β -コングリシニンの単一サブユニット分子種 (ホモ三量体： $\alpha 3$ 、 $\alpha' 3$ 、 $\beta 3$) 及び単一サブユニット組成分子種 (ヘテロ三量体： $\alpha 2\beta 1$ 、 $\alpha 1\beta 2$ 、 $\alpha' 2\beta 1$ 、 $\alpha' 1\beta 2$) を調製し、その構造及び加工特性相関を解析した。その結果、以下の点を明らかにした。表面疎水性は、構成サブユニットの相加平均になる。熱安定性は、熱安定性の低いサブユニットの影響を強く受ける。低イオン強度下における溶解性及び加熱会合体形成は、エクステンション領域を持つサブユニットの数によって決まる。乳化性は、表面疎水性、構造安定性及びエクステンション領域の数と相関する。さらに、糖鎖の付加されていない組換え型ホモ三量体の特性と比較・解析することにより、糖鎖は、立体構造、熱安定性、乳化性には影響しないこと、低イオン強度下における溶解性を高めること、加熱会合体の形成に阻害的に働くことなどを明らかにした。

第三章では、 α 欠損ダイズ、 α' 欠損ダイズ及び普通品種シロツルノコより、 β -コングリシニンを調製し、それらの加熱ゲル化特性を解析した。三品種の β -コングリシニンとも加熱ゲルを形成した。しかし、ゲル強度は三種間で異なり、 α' 欠損ダイズ>シロツルノコ> α 欠損ダイズであった。FTIR測定の結果、加熱後の二次構造には三種間で差が認められなかった。しかし、走査型電子顕微鏡観察では差が認められ、ゲルネットワークを形成しているストランドの幅や密度が異なっていることが明らかとなった。以上の結果から、 β -コングリシニンのゲル化特性はサブユニット組成によって異なる

ことが判明した。

第四章では、ナタネタンパク質を食品素材として有効利用する際の指針を示すため、クルシフェリンの構造的特徴と加工特性を明らかにするとともに、加工特性の優れているグリシニンの特性と比較した。その結果、以下の点を明らかにした。溶解性は、高イオン強度下ではグリシニンの方が、低イオン強度下ではクルシフェリンの方が高い。表面疎水性は、クルシフェリンの方が高い。熱安定性は、高イオン強度下では、調べた全てのpHにおいてグリシニンの方が高い。しかし、低イオン強度下では、pH7.6においては両タンパク質で類似しているが、pH9.0においてはクルシフェリンの方が著しく高い。一方、乳化性は、調べたほとんどの条件下においてグリシニンの方が優れていた。すなわち、 β -コングリシニンで見られたような乳化性と熱安定性や表面疎水性との相関はクルシフェリンとグリシニンには当てはまらないことが判明した。また、条件を選択することによって、クルシフェリンを有効利用することが可能であることが明らかとなった。

論文審査の結果の要旨

食源性疾患の増大と食糧不足という21世紀の食糧問題に対処するため、ダイズやナタネなどの製油残滓に含まれる大量の低利用タンパク質を、食品素材として効果的に利用することが望まれている。このためには、ダイズやナタネのタンパク質の構造と加工特性との相関を明確にすることが望まれる。

ダイズは β -コングリシニンとグリシニンを主要タンパク質としている。両タンパク質ともに、各構成サブユニットの様々な組み合わせよりなる多くの分子種が存在している。 β -コングリシニンは、三種類のサブユニットよりなる三量体構造をとり、種子中には十種類の分子種が存在しているため、サブユニットレベルでの解析に必要な単一サブユニット分子種及び単一サブユニット組成分子種を種子から調製することは非常に困難である。本論文では、近年開発された β -コングリシニンのサブユニット組成に変異を持つダイズ品種を利用して、単一サブユニットより成るホモ三量体分子種及び単一サブユニット組成のヘテロ三量体分子種を調製することに成功し、サブユニットレベルでの構造・加工特性相関の解析を行っている。さらに、ナタネの主要タンパク質であるクルシフェリンの構造的特徴及び加工特性を明らかにするとともに、グリシニンの特性との比較・解析を行い、ナタネタンパク質を食品素材として利用するための指針を提示している。評価される主な点は以下の通りである。

1. β -コングリシニンのホモ三量体及びヘテロ三量体の構造・加工特性相関の解析を行い、表面疎水性、熱安定性、溶解性、加熱会合体形成性、乳化性に対する各構造サブユニットの関わりを明らかにしている。さらに、表面疎水性、構造安定性及びエクステンション領域の数が β -コングリシニンの乳化性と相関していることを示している。
2. 糖鎖の付加されていない組換え型ホモ三量体の特性と比較することにより、糖鎖は立体構造、熱安定性と乳化性には影響しないこと、低イオン強度下における溶解性を高めること、加熱会合体の形成に阻害的に働くことなどを明らかにしている。これらの結果は、 β -コングリシニンの食品素材としての用途を明確にするとともに、加工特性のより優れたダイズを育種するための指針となるものである。
3. β -コングリシニンのサブユニットの一部を欠損したダイズ品種及び普通品種より β -コングリシニンを調製し、それらのゲル化特性を比較・解析している。ゲル強度は三種間で異なり、その差はゲルネットワークを形成しているストランドの幅や密度に起因する可能性を示している。
4. クルシフェリンの構造的特徴と加工特性を明らかにするとともに、加工特性の優れているグリシニンの特性と比較している。表面疎水性、熱安定性、溶解性、乳化性の解析から、クルシフェリンは条件によってはグリシニンよりも優れた特性を示すことを明らかにしている。これらは、ナタネタンパク質を食品素材として有効利用する際の指針となるものである。

以上のように本論文は、 β -コングリシニンのサブユニット組成に変異を持つダイズ品種を利用して、 β -コングリシニンの構造・加工特性相関をサブユニットレベルで解明するとともに、ナタネクルシフェリンとダイズグリシニンの構造・加工特性の相関の比較・解析から、ナタネタンパク質を食品素材として利用するための指針を示したものである。したがって、新食糧設計学、食品利用学、品質設計開発学などに寄与するところが多い。

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15年10月17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。