

令和6年度豆類振興事業調査研究（雑豆需要促進研究）成果概要

1 課題名

いんげんまめの新規加工食品調製のための研究

2 研究者

研究代表者：江木伸子(愛国学園短期大学,教授)

共同研究者：廣瀬理恵子(愛国学園短期大学,特任教授)、齋尾恭子(愛国学園短期大学,特任教授)、平尾和子(愛国学園短期大学,学長)

3 成果概要

(1) 研究目的

いんげんまめの調理は、水に十分浸し、柔らかくなるまで加熱したものに他の食材を加え、調味する方法が慣例的に行われている。いんげんまめは、加熱不足のものを多量に食べると中毒症状をおこすレクチンを多く含むため、レクチンを不活性化するために、十分に加熱することが必須である。また、加熱時に形成される餡粒子は、独特の食感を与える効果がある一方、含有するタンパク質の大部分は、加熱によりでんぷん粒子を取り囲む状態で変性して消化抵抗性のある形状となる。

我々は、令和5年のえんどうの調査研究において、えんどうのタンパク質を加熱後酵素で加水分解することにより乳化性が向上すること、また乾燥豆を50℃で浸漬し、加熱後に果汁処理して調製した乳化物のケーキやパン、スプレッドへの利用を報告した。

いんげんまめのレクチンについては、50℃程度の浸漬温度でかなり除去できるという齋藤章の報告¹⁾や、豆をローストすることによりレクチンが減少し、タンパク質分解酵素の影響を受けやすくなるという門間美千子らの報告²⁾がある。それらを念頭に、浸漬の影響を検討し、えんどうと同様に、果汁処理した乳化物からケーキ、パンを調製した。

(2) 研究方法及び手法

大手亡(北海道産、完熟乾燥豆)1に対し、5倍量の20、30、40、50、60、70℃の蒸留水に豆の重量が一定量になるまで浸漬して、豆と浸漬液のタンパク質をSDS-PAGEで分析し、浸漬液のレクチン活性をモルモット赤血球凝集反応にて測定した。これらの測定には、対照として、試薬レクチン、Merck社(インゲンマメ *Phaseolus vulgaris* 由来)とコスモバイオ(株)(インゲンマメ *Phaseolus vulgaris* 由来 [PHA-E4])を用いた。

乾燥豆あるいは50℃4時間浸漬豆の粉碎物をpH 8.0で抽出し、pH 4.5で酸沈殿・凍結乾燥して粗タンパク質を調製した。そのタンパク質溶液を95℃で3分間加熱し、パパイニン処理後エマルションを調製し、回転粘度計にて流動曲線を測定した。またエマルションに調製できたタンパク質溶液をSDS-PAGEに供した。

ケーキは、乾燥豆を浸漬後、95℃1時間加熱し、フードカッターで粉碎したものを前回と同様にパイナップル果汁で乳化してケーキを焼成した。パンは、乾燥豆を浸漬後、95℃

1 時間加熱し、フードカッターで粉碎した。前回と同様にキウイフルーツで乳化してパンを焼成した。

(3) 研究成果、

各温度での重量増加比は、20、30、40℃が 2.2 倍、50、60℃が 1.9 倍、70℃が 2.0 倍で、60℃では 3 時間、50℃では 4 時間の浸漬で一定量になった(図 1)。7 時間後の浸漬液は 20、30、40℃は透明だったが、50、60℃は、70℃に比べて濁りが強く(図 2)、SDS-PAGE では、50、60、70℃と温度が高くなるに従い低分子量のバンドが多くなることを認めた(図 3)。50、60℃の浸漬液のみにレクチン活性が認められた。50、60℃浸漬液の SDS-PAGE には、コスモバイオ(株)の試薬レクチンが示す、30 kDa 付近にバンドを認めた。Merck 社試薬レクチンは、50 kDa 付近に 3 つのバンドを示したが、いずれの浸漬液にも検出はなかった(図 4)。2 つの試薬はともに赤血球凝集反応が認められ、SDS-PAGE の PAS 染色により、糖鎖を持つことを確認した(図 6)。門間らは 30 kDa 付近のバンドをレクチンとしており、いんげんまめのレクチンは、50℃もしくは 60℃にて 4 時間程度浸漬することで一部を減少させることができると考えた。

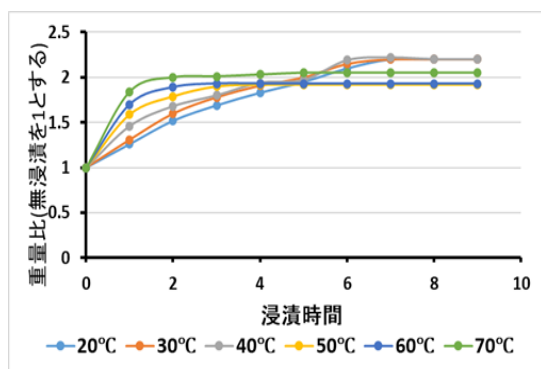


図 1. いんげんまめ浸漬温度の相違による浸漬豆の重量比

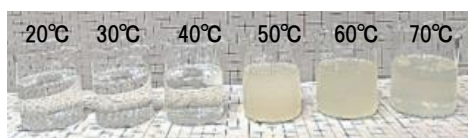


図 2. いんげんまめ浸漬温度と浸漬液の相違

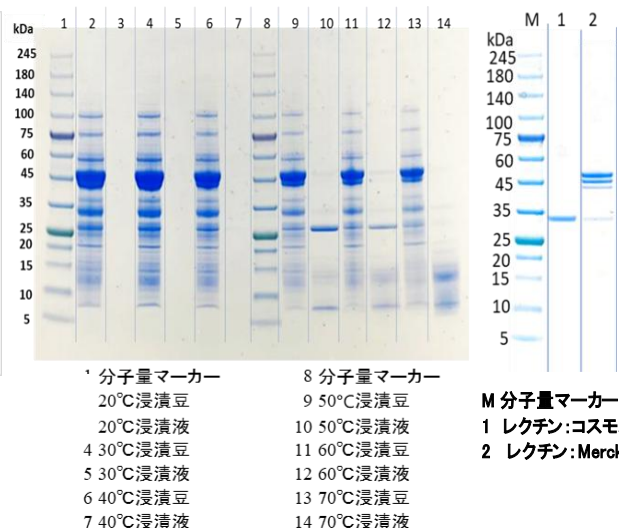


図 3. いんげんまめの浸漬温度の相違による浸漬液と豆の SDS-PAGE

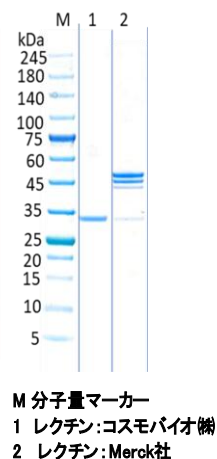


図 4. 試薬レクチンの SDS-PAGE

乾燥豆を 50℃4 時間浸漬して調製した粗タンパク質は加熱、酵素処理を行うことで、安定性および粘度の高いエマルションを形成した。一方、乾燥豆粉末から調製した粗タンパク質は、レクチンの影響を受けて凝集物が形成され、加熱・酵素処理によっても均一なエマルションとはならなかった(図 5)。50℃4 時間浸漬して調製した粗タンパク質は SDS-PAGE において、酵素処理により 50kDa を超える高分子画分は分解したが、50kDa 以下は分解しなかった。しかし、加熱・酵素処理で分解が進み、分解が進むと 30kDa もまた消失した(図 6)。以上の結果から、浸漬によりレクチンが減少するため、加熱処理でタンパ

ク分解酵素が作用しやすくなり、タンパク質が低分子化するために乳化性が向上すると考えられた。

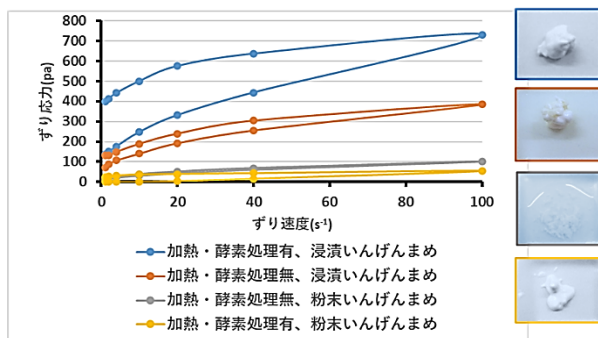


図 6. 50℃浸漬豆と粉末豆調製タンパク質の加熱と酵素処理によるエマルションの流動曲線

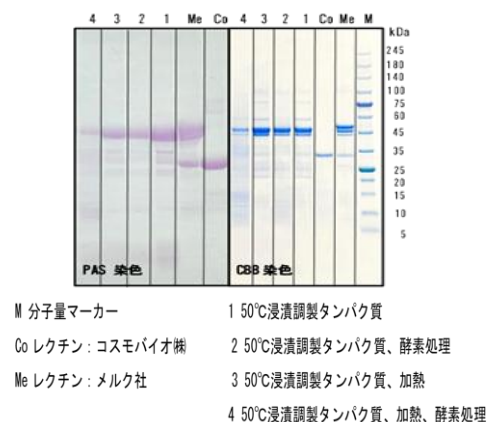


図 6. 50℃4 時間浸漬タンパク質の加熱、酵素処理と SDS-PAGE

50℃4 時間浸漬、95℃1 時間加熱いんげんまめをパイナップル果汁により加水分解し、エマルションとしたケーキは、気泡が多く、柔らかく、ベーキングパウダー無添加でも若干の膨化がありクッキーのような組織を示して好評であった。パイナップルの代わりに蒸留水を使ったケーキは硬く、膨化は見られなかった。25℃7 時間浸漬、95℃1 時間加熱いんげんまめをパイナップル果汁で処理したケーキは、ねっとりとした組織を示し、ケーキとして異質のものとなった。50℃4 時間浸漬、95℃1 時間加熱、キウイフルーツ使用のパンは、柔らかく、発酵中の小麦タンパク質に対するタンパク質分解酵素の作用が考えられて、ボロボロとした食感を示した。えんどうのパンと異なり、キウイフルーツの風味が合わず、果汁を蒸留水で希釈するか、蒸留水のみを使ったパンの方が、風味、外観、内相がよく高評価であった。25℃7 時間浸漬、95℃1 時間加熱、キウイフルーツ使用のパンは、ネトネトとした食感を示し、豆と餡の風味が感じられ、パンとしての評価が低かった。

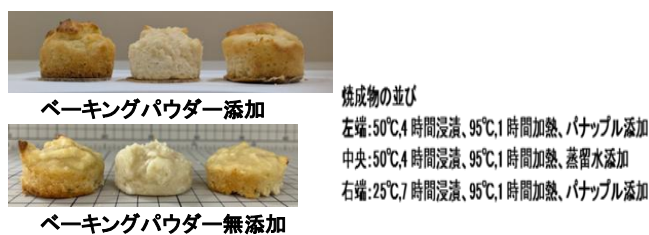


図 7. いんげんまめを利用したケーキ



図 8. いんげんまめを利用したパン

(4) 今後の課題及び対応

豆の栄養性や生理機能性の観点から、肥満や生活習慣病予防のために、学校や事業所給食において、ケーキやパンを含む、新規需要の開発を図る。

- 1) 豆類時報 28-36 (2012.6) 豆類の基本的調理法に関する諸説を検証(その 2) 齋藤章。
- 2) 食総研報 (Rep. Nat'l Food Res. Inst) No.76,17-22 (2012) Michiko Momma et al.