

平成 27 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：種々のいんげん豆に含まれる難消化性デンプンと健康増進効果
- 2 研究代表者：石川県立大学生物資源環境学部食品科学科 准教授 松本健司
共同研究者：石川県立大学生物資源環境学部食品科学科 本多裕司
石川県農林総合研究センター農業試験場 三輪章志、石崎佳奈

3 成果概要

【研究目的】

難消化性デンプンは分解酵素に耐性を有するため、小腸内ではほとんど吸収されず、食物繊維と同様に脂質の吸収阻害に働く。また、大腸に到達すると腸内細菌により資化されて、酢酸、プロピオン酸、酪酸といった短鎖脂肪酸に変換される。近年、これら短鎖脂肪酸が糖尿病や肥満、大腸炎といった疾患予防に重要な働きをしていることが明らかになり、難消化性デンプンの機能性が注目を集めている。一方、豆類は難消化性デンプンを多く含んでいる作物であるが、加熱調理すると、豆類の難消化性デンプンは消化性デンプンに変わってしまうため、調理された豆類を食べても難消化性デンプンを摂取することにはならない。我々はこれまでの研究で、いんげん豆の難消化性デンプン含量が小豆よりも高いこと、また、一定の条件下で焙煎することによっていんげん豆の難消化性デンプン量が減少しないことを見出した。これらの研究データを基にして、①焙煎条件の違いによる難消化性デンプンの消長を調べることにより最適な焙煎条件を決定する、②いんげん豆デンプンの物性を明らかにする、③動物実験において焙煎いんげん豆の機能性を明らかにする、以上 3 項目を本研究の目的とした。

【研究方法及び手法】

1. サンプル

金時豆（大正金時）、白いんげん豆（大手亡）の 2 種類のいんげん豆と小豆（サホロショウズ）を用いた。

2. 焙煎方法

豆をミルサーで粉碎後、ハイブリットキルン mini（日清エンジニアリング社）を用いて焙煎を行った。

3. 難消化性デンプンの測定

メガザイム社の Resistant Starch Assay Kit を用いた。

4. デンプンの顕微鏡観察

各豆からデンプンを精製した。デンプンを蒸留水中で分散させて、超音波洗浄機で脱気した。これを軽く振り混ぜ、スライドガラスに移した。マイクロヒートプレート (MP-1000H、

株式会社 北里サイエンス) を用いて、室温から 50℃までは 5℃/分、50℃から 90℃までは 1℃/分の条件で昇温しながら、偏光顕微鏡 (MT-9300、メイジテクノ株式会社) を用いて 600 倍で観察した。観察写真からデンプン粒が温度、崩壊し始めてから消失するまでの温度幅を求め、糊化に関するパラメータを得た。

5. 動物実験

150℃、10 分間焙煎した金時豆と小豆をサンプルとした。高脂肪飼料 (リサーチダイエツト社、D12451) に各種焙煎豆粉を 10% 添加した。両焙煎豆粉 (栄養成分はほぼ同じであった) と栄養成分が同じようになるようにカゼイン、コーンオイル、コーンスターチを混合したものを高脂肪飼料に 10% 添加したものをコントロール飼料とした。各実験飼料をマウス (C57BL/6N、オス、7 週齢) に 12 週間摂取させた (コントロール群 n=7、その他 n=5)。

【研究成果】

1. 加工条件による難消化性デンプンの消長の確認

図 1 に各豆の難消化性デンプン含量の変化を示す。生の状態で金時豆、白いんげん豆、小豆の難消化性デンプン含量を測定したところ、金時豆が 30% 程度、白いんげん豆が 20% 程度、小豆が 9% 程度であり、金時豆が最も高かった。それぞれのサンプルを焙煎したところ、金時豆では 150℃、10 分間まで難消化性デンプン含量が減少しなかったものの、白いんげん豆では約半分に減少した (150℃で焙煎した結果のみを図 1 に示す)。また、小豆も 2 割程度減少した。一方、金時豆も 150℃で 30 分間焙煎すると難消化性デンプン含量は 1/10 程度に減少した。以上のことから、難消化性デンプン含量に着目すると、焙煎加工に適したいんげん豆が金時豆であり、150℃、10 分間での処理が最適であった。

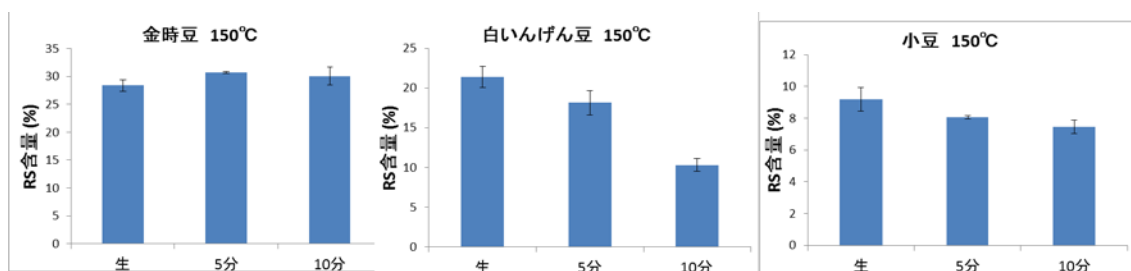


図 1. 150℃で焙煎した場合の難消化性デンプン含量の消長. 金時豆のみ難消化性デンプン含量が維持されている。(平均±標準偏差, n=2)

2. 偏光顕微鏡を用いたいんげん豆由来デンプンの物性解析

DSC (示差走査熱量) 分析を試みたが、デンプンの糊化に関する吸熱ピークが著しく低かったので、糊化に関するパラメータを得ることができなかった。よって、偏光顕微鏡を用いて、加熱による偏光十字の消失から糊化に関するパラメータを得ることにした。その消失に関する数値を表 1 に示す。偏光十字が崩壊し始めた温度と偏光十字が完全に消失した温度は、白いんげん豆デンプンが他の豆デンプンと比較して特に高かった。以上のことから、白いんげん豆は他の豆デンプンと比較して、高いアミラーゼ耐性を有する可能性があること

が示唆された。

表 1 各豆デンプンに見られた偏光十字の温度依存性に関するパラメータ

	偏光十字が崩壊し始めた温度(°C)	偏光十字が完全に消失した温度(°C)	消失-崩壊の温度幅(°C)
小豆デンプン	63	80	17
金時豆デンプン	63	86	23
白いんげん豆デンプン	70	90	20

3. 焙煎金時豆の生活習慣病予防効果

試験期間を通してすべての実験群で下痢などの異常は見られず、飼料摂取量にも差がみられなかった。血中 non-HDL コレステロール値や肝臓への脂肪蓄積がコントロール群および小豆群と比較して金時豆群で有意に低く、肝毒性の指標である AST と ALT、耐糖能やインスリン抵抗性試験でも金時豆群が他 2 群に比べて優れた結果を示した。10 週目に実施した耐糖能試験およびインスリン抵抗性試験の結果を図 2 に示す。

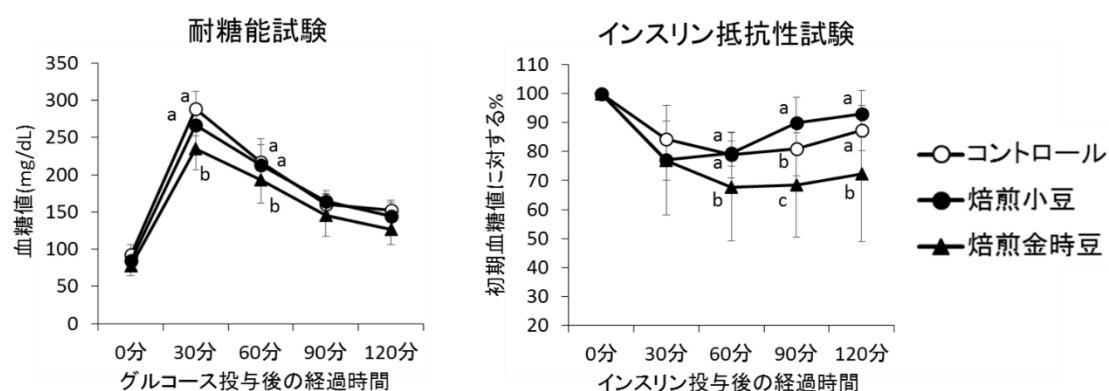


図 4. 飼育 10 週目に実施した耐糖能試験およびインスリン抵抗性試験。異なる文字間で有意差有。焙煎金時豆はグルコース投与後の血糖値の上昇が低く、インスリンの感受性も高い。

(コントロール群 n=7; 小豆および金時豆群 n=5)

以上の結果から、焙煎金時豆が 2 型糖尿病や脂質異常症などの生活習慣病に有効な食品素材であることがわかった。

4. まとめ

本研究から、金時豆は一定の条件下では焙煎後も難消化性デンプン含量を維持することがわかった。また、焙煎金時豆は動物実験において、脂質異常症や耐糖能異常、インスリン抵抗性などの予防効果を示したことから、生活習慣病予防に有効な食品素材であることが明らかになった。今後は金時豆の毒性であるレクチン活性の失活を確認してより最適な焙煎条件を検討し、焙煎金時豆を機能性食品素材やサプリメントとして展開して、金時豆の需要拡大に結び付けたい。