

## 令和2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：高温高湿処理による新規雑豆加工品の開発

2 研究代表者：(地独)青森県産業技術センター 農産物加工研究所 主任研究員 山谷祥史

共同研究者：(地独)青森県産業技術センター 農産物加工研究所 研究員 加川柚子

### 3 成果概要

#### 【研究目的】

国内の雑豆作付面積は年々減少しており、その要因は様々あるが、食生活の西洋化など生活環境の変化が挙げられる。一方で、近年、黒ニンニクのように、食味、外観、機能性を本来の原料青果とは全く異なるものとし、高付加価値化を実現している加工品がある。その目新しさから、黒ニンニクの販売量は増加し、それに伴い原料ニンニクの品薄、高値になるなど、加工業者はもとより、生産者(農家)の収益向上に繋がっている。これら製品は、原料を高温高湿条件下(65～75℃、相対湿度 100%)で約1ヶ月間処理することで製造されるもので、食味や外観を原料とは全く異なるものへと変化させている。外観等の変化は糖とアミノ酸によるメイラード反応によるもので、糖とアミノ酸を含むものであれば同様の変化が期待できる。このメイラード反応を活用した豆類の加工品は現段階では市場になく、新規豆類加工品と言える。さらに、新規加工品であることから、その加工特性や成分の変化等については不明な点が多く、解明の余地が大いにあると考え、本研究を実施した。

#### 【研究方法及び手法】

##### 1. 供試材料と高温高湿処理

小豆、金時豆、虎豆、紫花豆を用いた。目標吸水量を供試雑豆の量と同量(吸水率 100%)とすべく、各雑豆を水に 20～27 時間浸漬させて吸水させた。なお、小豆の吸水量は 27 時間の浸漬でも供試小豆重量の 66%に留まった(吸水率 66%)。

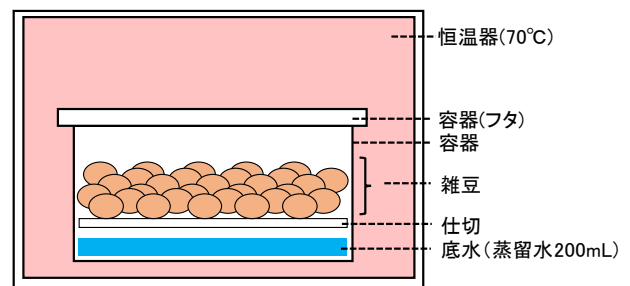


図1 黒雑豆試作の模式図

ポリプロピレン製の容器に、加湿のため 200mL の蒸留水を加え、この蒸留水に触れないように容器中段に仕切り(メッシュ状)を設けた。仕切りの上に吸水させた各雑豆を設置し、フタをして密閉した。容器ごと 70℃に設定した恒温器に設置して 28 日間加温処理をした(図 1)。高温高湿処理 0 日(処理なし)、3 日、7 日、14 日、21 日、28 日と経時的に各雑豆を採取して分析サンプルとした。経時的に黒色化が進み、28 日の時点ではいずれの雑豆も黒くなった(図 2)。

## 2. 分析と評価

理化学分析として水分、pH、有機酸、糖組成を測定した。機能性に係る項目として、抗酸化活性、総ポリフェノール量、血圧上昇抑制効果、血糖値上昇抑制効果、GABA 生成能を評価した。また、各黒雑豆の保存試験を実施し、保存性を微生物検査により評価した。

### 【研究成果】

#### 1. 理化学分析

水分測定の結果、いずれの雑豆も処理中の水分変化はなく、問題なく反応容器内は保湿されていたと考えられた。処理中に pH の低下が確認され、28 日の加温で pH5.0 未満となった（小豆 4.8、金時豆 4.6、紫花豆 4.6）。虎豆で高温高湿処理中に pH が上昇し、さらに異臭がした。pH 上昇と異臭について、本実験操作では積極的な殺菌処理を施していないため、雑菌の混在の可能性も否定できなかった。実際の製品化を検討する際、浸漬後に湯通しするなど、表面雑菌を除く工程を設けた方が良いと考えられた。なお、本実験の虎豆について、以降の評価対象から除外した。

食味のうち、酸味に係る項目として有機酸を分析したところ、酢酸が生成することが明らかとなり、酢酸の生成が pH 低下の一因であると推測された。また、糖組成を分析したところ、紫花豆で僅かなグルコース生成を確認したものの、明らかな低分子糖の生成は確認されなかった。実際に各雑豆を試食したが、他の黒野菜（黒ニンニク等）と比較して甘みは少なかったことから、雑豆は高温高湿処理をしても他の野菜と比較して元来含まれる多糖類の分解が遅い、もしくは分解されにくいと推察された。

#### 2. 機能性評価

抗酸化活性の変化を評価したところ、元来の雑豆の抗酸化活性は高いことを改めて確認した一方で、高温高湿処理により抗酸化活性が失われる現象がみられた。総ポリフェノール量でも同様の傾向を示し、雑豆の場合、高温高湿処理により抗酸化活性が減少していくことが明らかとなった。一方で、高温高湿処理のより機能性が高まるものもあり、血糖値上昇抑制効果については、金時豆、紫花豆で高温高湿処理により効果が向上する傾向が

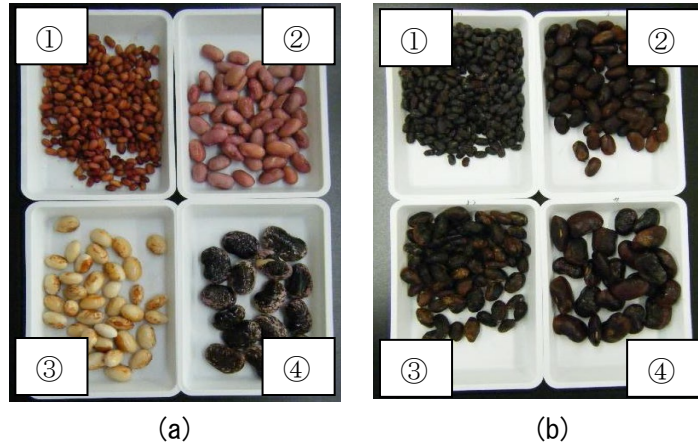


図2 高温高湿処理による黒雑豆の試作

(a) 処理前 (b) 28日処理

(a) (b) いずれも①小豆、②金時、③虎豆、④紫花豆

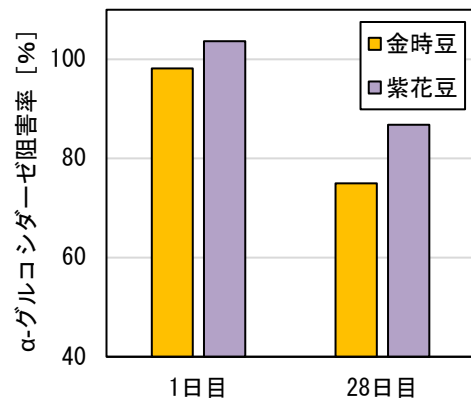


図3 血糖値上昇抑制効果の結果  
(注：値が低いほど活性が高いことを示す)

見られた(図3)。また、小豆、花豆で高温高湿処理により血圧上昇抑制効果が高まった(図4)。血糖値上昇抑制、血圧上昇抑制効果ともに、雑豆の種類が影響するためか、効果が認められないものもあった。

降圧効果などの機能を有する機能性物質  $\gamma$ -アミノ酪酸(GABA)について、GABAはグルタミン酸がグルタミン酸脱炭酸酵素(GAD)の作用を受けて生成する。高温高湿処理により得られた黒ニンニク等の黒野菜・黒果実の水抽出液存在下で反応させ

ることでGAD活性が高まり、GABAを多く蓄積させる手法を見出した。小豆(黒小豆)でも同様の効果を確認し、具体的にはGADが含まれるとされる米糠に対し、黒小豆10%水抽出液を10倍量加えて反応させ(比較として水と小豆10%水抽出液

も実施)、反応液のGABA量を測定したところ、黒小豆水抽出液との反応液中に多量のGABAが検出された(表1)。

表1 黒雑豆抽出液のGABA蓄積効果

試験No.	米糠量	反応溶媒	反応後液のGABA濃度	備考
1	2g	水20mL	0.3 $\mu\text{mol/mL}$	米糠中のGABA
2	0g	黒小豆10%抽出液、20mL	0.2 $\mu\text{mol/mL}$	黒小豆抽出液のGABA
3	2g	黒小豆10%抽出液、20mL	1.5 $\mu\text{mol/mL}$	

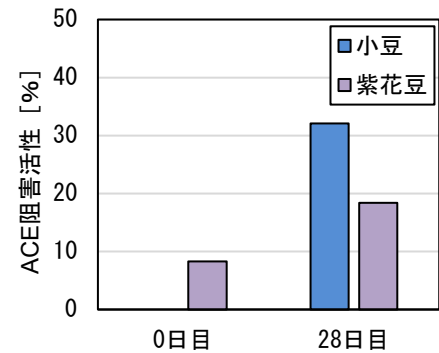


図4 血圧上昇抑制効果の結果

### 3. 保存試験

試作した各黒雑豆を脱酸素剤とともに封入し、これを25°Cで8ヶ月保管した。この一般生菌数を検査したところ、いずれの黒雑豆も<300個/gであり、保存性に問題がないことが明らかとなった。高温高湿処理によりpHが低下したことで保存性が確保できたものと考えられた。

#### 【まとめ】

本研究では、これまで報告のなかった黒雑豆を調製し、機能性等を評価した。雑豆を高温高湿処理することにより、黒雑豆を得ることができた。高温高湿処理によりpHが低下し、得られた黒雑豆の保存性に問題がないことが確認できた。しかし、本研究における黒雑豆試作では一部の雑豆で処理中のpH上昇と異臭発生があった。雑菌等の混入の可能性が否定できず、実際の製品化の際には浸漬後にボイルするなど、表面殺菌工程を設ける等の工夫が必要であると考えられた。

高温高湿処理により多糖類が分解して低分子糖が生成したが、その生成量は先行の黒野菜(黒ニンニクなど)と比較して少なく、実際の試食においても甘みは少なかった。元来雑豆の抗酸化活性は高く、高温高湿処理により抗酸化活性が減少した一方で、一部の雑豆で血糖値上昇抑制効果、血圧上昇抑制効果の上昇が見られた。

本研究で黒雑豆の加工特性とその機能性が明らかとなり、雑豆の高付加価値化が期待される。本研究の成果は雑豆の利用促進に貢献するものとする。