

令和2年度豆類振興事業調査研究結果 高温高湿処理による 新規雑豆加工品の開発

(地独)青森県産業技術センター 山谷祥史、加川柚子

●はじめに

近年、黒ニンニクのように、食味や外観、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食品がある。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が品薄や高値になるなど、食品加工業者はもとより、生産者である農家の収益向上に繋がっている。黒ニンニクはニンニクを約1ヶ月間、65～75℃、相対湿度100%の条件で処理することで製造されるもので、ニンニクに含まれる糖とアミノ酸の反応であるメイラード反応により黒色化する。雑豆にも糖とアミノ酸が含まれることから、同様の効果が期待できると考えた。メイラード反応を活用した豆類の加工食品は現在市場になく、新規の豆類加工品であるため、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。

●黒雑豆の試作

小豆、金時豆、虎豆、紫花豆を用いた。各豆を水に約24時間浸漬させ、用いた豆重量と同量の水を吸水させた。なお、小豆は27時間の浸漬でも豆重量の約7割程度の吸水に留まった。

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メッシュ状の仕切りを設けた。仕切りの上に吸水させた各豆を設置し、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)。いずれの豆も加温の日数が経過するにつれ、黒色化した(図2)。

●成分変化

(1) pH

加温処理中にpHが低下し、28日の加温処理により、小豆は4.8、金時豆は4.6、紫花豆は4.6となった。加温処理中の各豆の有機酸量を測定したところ、

経時的に酢酸が生成することが明らかとなり、酢酸の生成がpHの低下の一因であると考えられた（図3）。

虎豆は加温処理中にpHが上昇し、さらに異臭が発生した。本研究の試作では殺菌処理をしていないため、加温処理前に雑菌が混在していた可能性がある。実際の製造、製品化を検討するには加温処理前にボイルするなど、表面の雑菌を除く工程が必要であると考えられた。なお、虎豆でpHの上昇と異臭の発生を確認したことから、以降の評価対象から除外した。確認のため、虎豆を用いて改めて加温処理をしたところ、pHの低下が確認されるとともに、異臭は発生しなかった。異臭発生は虎豆に特異的に生じる現象ではなく、上述のような処理方法により抑制することができるものと考えられた。

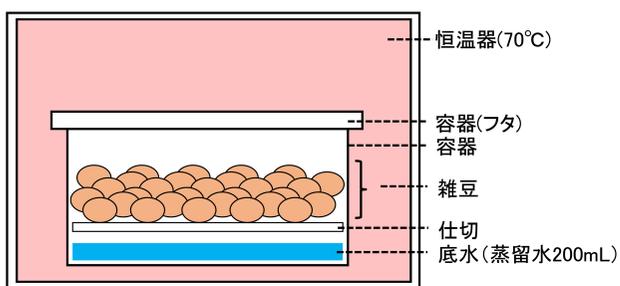


図1 黒雑豆試作の模式図



図2 高温高湿処理による黒雑豆の試作
①小豆 ②金時 ③虎豆 ④紫花豆

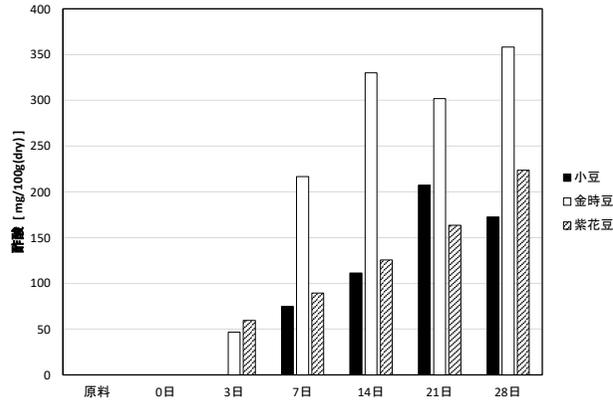


図3 加温処理中の酢酸量の変化

(2) 糖

加温処理中のフルクトース、スクロース、グルコース量を測定したところ、紫花豆でわずかにフルクトース、グルコースの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。黒ニンニクの場合、ニンニクに含まれる多糖類が加温処理中に分解して主にフルクトースが生成し、甘味を感じるようになる。その含量は乾燥固形100gあたり50g～60gで、本研究で試作した黒雑豆と比較すると極めて多い。実際に試食したところ、黒ニンニクと比較して甘みは少なかったことから、雑豆は加温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ことが示唆された。

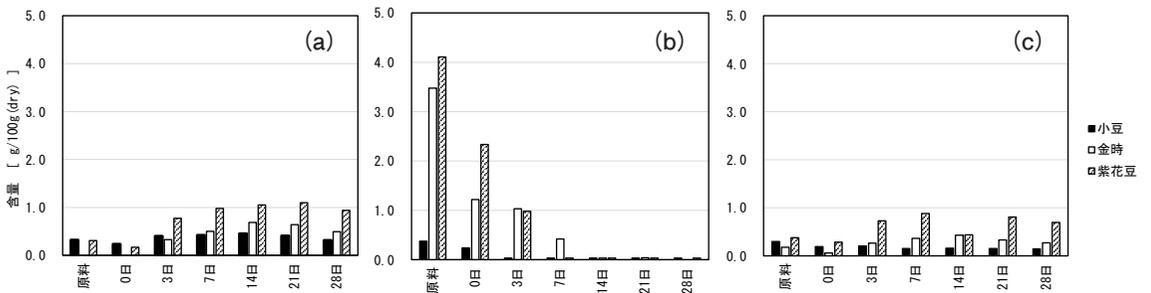


図4 加温処理中の低分子糖の変化
(a)フルクトース (b)スクロース (c)グルコース

(1) 抗酸化活性

抗酸化活性をスーパーオキシドディスムターゼ（SOD）様活性と総ポリフェノール量で評価した。SODは、老化や疾患の原因の一つとされている活性酸素を除去する酵素であり、黒ニンニクなど他の素材については加温により活性が高まることが確認されている。また、総ポリフェノールの測定はフォーリンチオカルト法により、没食子酸相当量で算出した。

元来、豆類の抗酸化活性は高いとされ、加温処理により、さらに高まると予想していたが、加温処理中に抗酸化活性が失われていくことが明らかとなった（図5）。

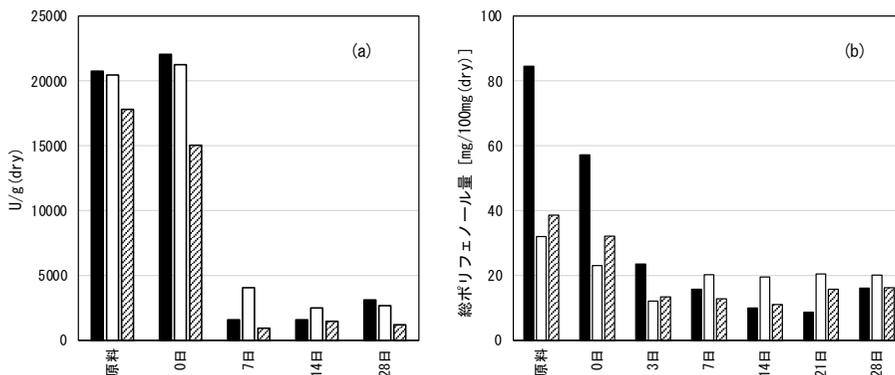


図5 抗酸化活性の評価
(a) SOD様活性 (b) 総ポリフェノール量

(2) 血糖値上昇抑制効果・血圧上昇抑制効果

加温処理により、一部の豆で血糖値上昇抑制効果と血圧上昇抑制効果が上がった。金時豆、紫花豆で血糖値上昇抑制効果が、小豆と紫花豆で血圧上昇抑制効果が上がった（図6、7）。血糖値上昇抑制効果、血圧上昇抑制効果ともに、豆の種類が影響するためか、効果が認められない豆もあった。本実験結果の詳細について解明には至らなかったが、加温処理に適する豆の種類があるという興味深い結果を得た。

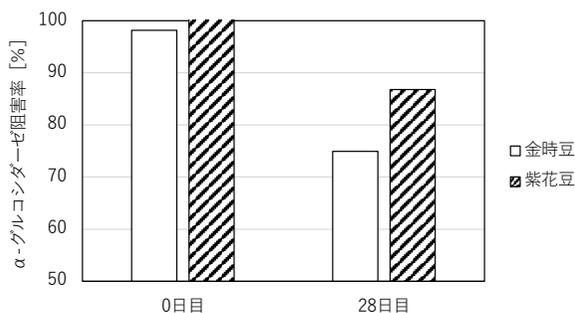


図6 血糖値上昇抑制効果
(注：値が低いほど活性が高いことを示す)

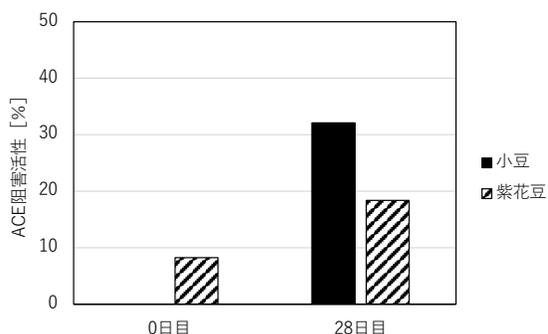


図7 血圧上昇抑制効果

(3) 黒雑豆のエキスはGABAの生成を促した

アミノ酸の一種で、血圧上昇抑制効果などの機能を有する機能性物質γ-アミノ酪酸（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。ニンニクをはじめとする野菜やリンゴなどの果実類を加温処理し、その水抽出液とGADを含む米糠を反応させることでGABAを多く蓄積させる手法を見出した¹⁾。加温処理した黒小豆でも同様の効果を確認し、具体的には米糠に対し、黒小豆10%水抽出液を10倍量加えて反応させたところ、反応後の液で多量のGABAが検出された（表1）。

表1 黒小豆抽出液のGABA蓄積効果

試験番号	米糠	反応溶液	反応後のGABA濃度	備考
1	2g	水 20mL	0.3 μ mol/mL	米糠中のGABA量
2	0g	10%黒小豆抽出液 20mL	0.2 μ mol/mL	黒小豆中のGABA量
3	2g	10%黒小豆抽出液 20mL	1.5 μ mol/mL	

(4) 保存性

各黒雑豆を脱酸素剤とともに封入し、25℃で8ヶ月間保管した。この一般生菌数を調査したところ、いずれの黒雑豆も<300cfu/gとなり、保存性があることが明らかとなった。加温処理によりpHが酸性となったことで保存性が確保できたものと考えられ、実際に製品化に至った際には黒雑豆を常温流通させることが可能であることが示唆された。

●まとめ

本研究では、これまで報告のなかった黒雑豆を新規に開発し、それを評価した。雑豆を加温処理することにより、pHが低下し、保存性の高い黒雑豆を得ることができた。ただ、一部の雑豆で高温高湿処理中にpH上昇と異臭発生があった。本実験の試作手順から考えると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。

加温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である黒ニンニクと比較してわずかで、実際に食味を確認しても甘みは少なかった。雑豆に含まれる多糖類が酸や熱による分解を受けにくいものと考えられ、甘味を呈するには、高温高湿処理による熱分解の他に、多糖分解酵素を利用するなどの工程改良が必要であると考えた。

元来雑豆の抗酸化活性は高く、高温高湿処理によりその活性が減少したが、雑豆の種類によっては高温高湿処理により血糖値上昇抑制効果、血圧上昇抑制効果が高まった。また、加温処理で得られる野菜、果実でGABAを効率よく生成させる効果を見出し、その効果を黒小豆でも確認した。

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、雑豆の高付加価値が期待される。雑豆の利用促進に貢献するものと考えられた。

謝辞

本研究の遂行にあたり、資金を援助頂いた公益財団法人日本豆類協会に深く御礼申し上げます。

参考文献

1) 特開2022-18676 GABA含有米糠の製造方法および米糠食品の製造方法