

(研究ノート)

二軸エクストルーダーを用いる新しい全粒小豆 膨化食品の試作とその栄養成分の評価

渡部 誠*

(2019年3月8日受理)

Evaluation of nutritional content in a trial product of the whole adzuki bean
puffed food by twin screwed extrusion cooking

Makoto Watanabe*

Summary

The existing process for popular adzuki foods usually require preprocess such as soaking or boiling which cause considerable reduction of nutrients, such as polyphenol, included in raw adzuki bean. In order to develop a new adzuki food retaining useful nutrients of raw adzuki material, a new process for adzuki bean cooking has tried using a twin screwed extruder, which can make starchy materials crushed, kneaded, gelatinized and puffed at once. A puffed product was successfully obtained with no additional material (whole adzuki bean 100%) or any preprocess such as soaking. This product contained more than 80% protein, polyphenol and dietary fibers of raw adzuki bean, showed another potential of a new adzuki food.

Key Words: adzuki bean, twin screwed extruder, polyphenol, dietary fiber, puffed food

要 旨: 従来の小豆食品の加工においては、予め水浸漬した生豆を煮るなどの前処理を行うことが一般的で、時間と手間を要するだけでなく、ポリフェノールなどの有用成分が減少する。本検討においては原料小豆が含む栄養成分をそのまま生かした新しい食品の開発を目的として、でんぷん質原料の粉碎、混練、糊化ならびに膨化を一気に行う食品加工機械である二軸エクストルーダーを用いて加工することを試みた。その結果、小豆のみを原料とした膨化食品を得ることができた。この食品の加工においては、原料小豆の浸漬等の前処理を必要とせず、全粒小豆をそのまま加工することが可能であった。得られた試作品は、原料小豆の主な栄養成分のうち、たんぱく質、ポリフェノールならびに食物繊維が80%以上保持されており、今後の新しい小豆食品の可能性を示すものであった。

キーワード: 全粒小豆、二軸エクストルーダー、ポリフェノール、食物繊維、膨化食品

* 連絡責任者・別刷請求先 (Corresponding author, E-mail: watanabe@ujc.ac.jp)

桜の聖母短期大学 生活科学科 食物栄養専攻: (960-8585 福島県福島市花園町 3-6)
Sakurano Seibo Junior College, 3-6 Hanazono-cho, Fukushima, Fukushima 960-8585

緒言:

二軸エクストルーダーを用いる食品素材の加工(エクストルージョンクッキング)は、1980年代～1990年代にかけて食品工業界の一大トピックであった。二軸エクストルーダーは、その機械特性により食品原料を高温高圧下で連続処理することが可能であり、でんぷん質食品の膨化をはじめ、たんぱく質の組織化、これらを利用した原料の中間処理など、さまざまな試みがなされ、機械メーカー、食品加工メーカーによる共同研究も行われた。^{1)~3)}しかしながら2000年代になって、その技術的な難解さもあって製造できる食品の可能性の追求は次第にトーンダウンし、現在では食品加工の世界ではあまり注目されていない。

ところが、近年になって、東南アジアを中心にエクストルージョンクッキングの検討が再び脚光を浴びている。主としてグルテンアレルギーへの対応を念頭に置いた、小麦粉代替のでんぷん素材の製造という形が中心であるが、米、とうもろこし、イモなどのでんぷん素材をエクストルーダーで一次加工し、粉碎して小麦粉様に使用できる素材にするという検討である。

このように、二軸エクストルーダーは、農産物加工の領域において未知の可能性を秘めていると考えられる。筆者は、今回小豆を主原料とする全く新しい食品の開発を試みるにあたり、これまで試みられていたようなあんかすや煮汁といった副生成物の利用でなく、全粒小豆をそのまま原料として二軸エクストルーダー処理することを考えた。

小豆の通常の加工では、予め水浸漬した生豆を煮て、その過程ででんぷん粒子をレジスタントスターチが覆うことで生じる独特の食感を生かしていく。しかしながらこの方法では時間と手間を要し、かつポリフェノールなどの有用成分が煮汁に溶出することが多い。⁴⁾

今回の二軸エクストルーダー処理においては、こうした伝統的な方法でなく、全粒小豆をあらかじめ粉碎したり水浸漬したりすることなく、生豆のまま二軸エクストルーダーに投入し、一気に粉碎

とでんぷん質の糊化、および膨化を短時間で起こさせて新しい小豆食品を得ることを目的とした。

原料ならびに装置:

原料としては、市販の北海道産の小粒2等小豆(図1)を使用した。

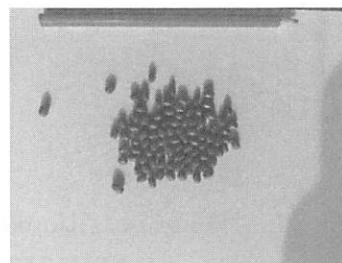


図1. 原料小豆(鉛筆は比較のため)

二軸エクストルーダーは、加工温度の細かい調整が可能で、様々な農産物原料の加工に実績のある、株式会社幸和工業製 KEI25 型(スクリュ径 45mm、L/D=25)を使用した(図2)。

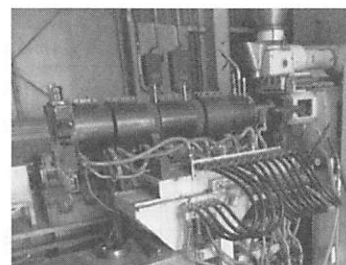


図2. 試作に使用した幸和工業社製
二軸エクストルーダー
(4バレルは独立して温度調節可能)

スクリュパターンは、混練効果を上げるために、ピッチの異なるスクリュやニーディングディスク、リバーススクリュ(切り欠きのついた逆向きスクリュ)などを適宜組み合わせた(図3)。

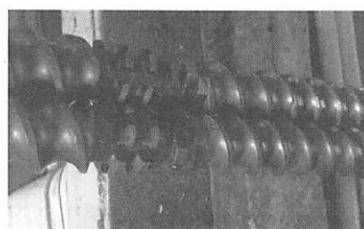


図3. スクリュパターンの一例

試作検討:

予備試作にて、小麦粉の膨化条件で①全粒小豆のみ、②全粒小豆+玄米粒 5%、③全粒小豆+きな粉 5%、④全粒小豆+すりゴマ 5%をそれぞれ加工したところ、全粒小豆のみを用いる場合が最も良好な膨化を示したので、以降は全粒小豆 100%で検討した。最終的に、温度条件、加水条件を変更して、膨化の程度の異なる試作品を得た(低膨化品:図4、中膨化品:図5、高膨化品:図6)。

食味評価(n=7)では、低膨化品は香ばしさはあるものの硬くしまった状態で食べにくかった。中膨化品は、硬さは残るもののほどよい歯ごたえで、評価者によっては高い評価を得た。小豆自体の風味はあまり強くなかった。高膨化品は、低～中膨化品とは全く異なり、小豆のでんぷん質が完全に糊化して良好に膨化しており、小麦粉や米粉の膨化品に近いものであった。食味はサクサク感があつて好ましかったが、評価者によっては歯につきやすく抵抗があるとされた。高膨化品においては、小豆の風味が最も強く感じられる反面、成分に由来すると考えられる苦味も感じられた。また、高膨化品は押し出し状況が不安定で形状もいびつな形状であった。

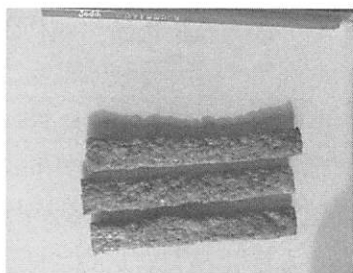


図4. 小豆 100%低膨化品

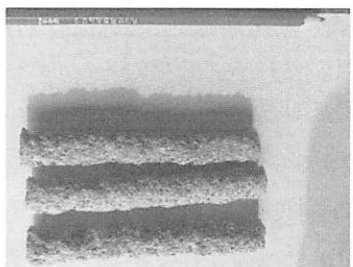


図5. 小豆 100%中膨化品

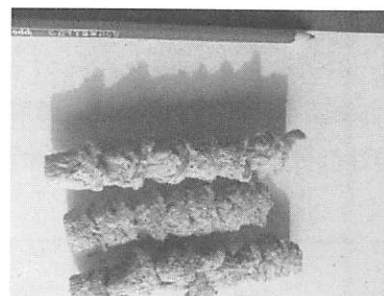


図6. 小豆 100%高膨化品

試作品の栄養成分分析:

本試作においては、全粒小豆の保有する栄養成分^{4)~6)}をそのまま食品として摂取できることが大きな目的である。そこで、良好な膨化が得られた試作品について、水分、たんぱく質、ポリフェノール、レジスタントスターチ、食物繊維(不溶性、水溶性高分子、水溶性低分子)の含有量を分析し、原料小豆と比較した。分析は、一般財団法人日本食品分析センターにて、各々試料を粉砕後、標準的な方法に従って分析した。

低膨化品、中膨化品、高膨化品について、水分、たんぱく質、レジスタントスターチ、ポリフェノール、食物繊維の含有量を分析し、原料小豆と比較した結果を表1に示す

表1. 原料小豆ならびに試作品の栄養成分

100gあたりの含有量(単位:g)				
	原料小豆	低膨化品	中膨化品	高膨化品
水分	13.9	3.7	6.3	8.1
	原料小豆	低膨化品	中膨化品	高膨化品
たんぱく質	19.6	21.9	21.9	21
	原料小豆	低膨化品	中膨化品	高膨化品
レジスタントスターチ	7.3	0.9	1.3	1.3
	原料小豆	低膨化品	中膨化品	高膨化品
ポリフェノール	0.97	0.96	1.03	0.91
	原料小豆	低膨化品	中膨化品	高膨化品
総食物繊維	20.9	19.2	19.1	18.8

試料の水分含有量を補正し、固形分100gあたりのたんぱく質、レジスタントスターチ、ポリフェノール、および食物繊維(不溶性、水溶性高分子、水溶性低分子)を比較したものを図7に示す。

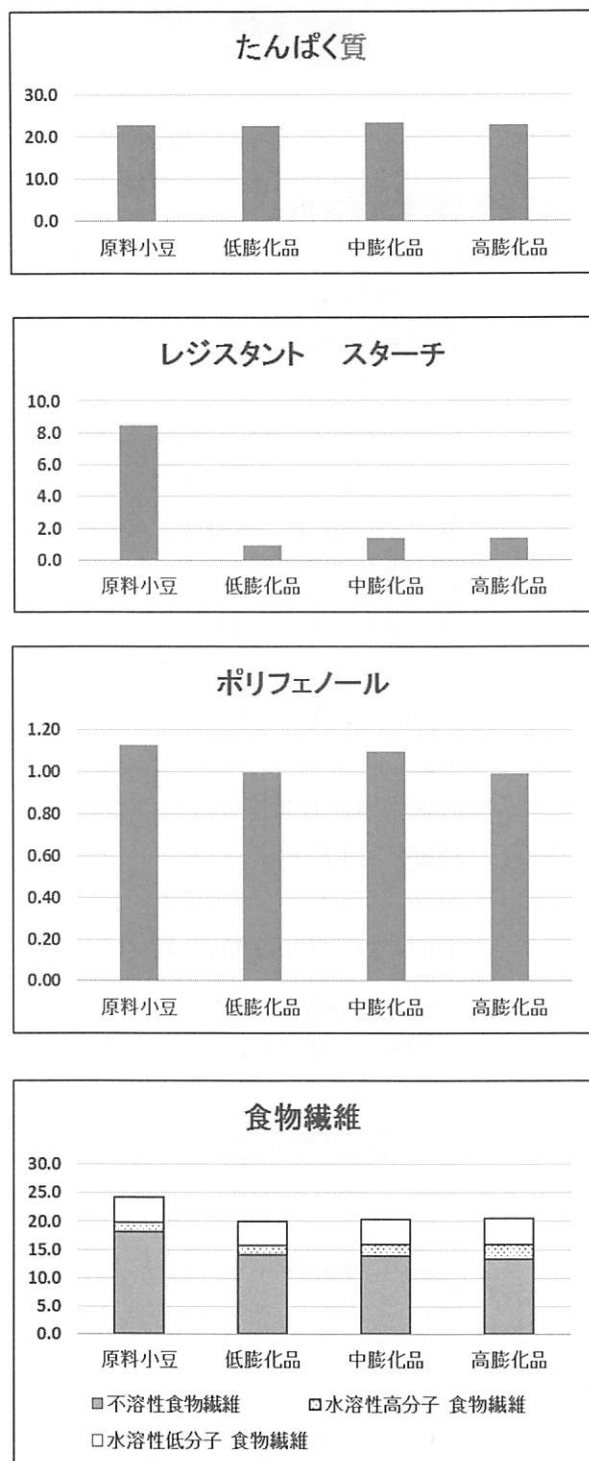


図7.原料小豆ならびに各試料の固形分100gあたりの成分含有量 (単位:g)

すべての膨化試作サンプルにおいて、ポリフェノールは、原料の全粒小豆の約90%以上、食物繊維は約80%と、有用成分をほとんど損なわず、かつ多量に含有していた。

考察:

二軸エクストルーダーによる加工条件の設定は、未だ不安定な要素が多く、当該膨化加工食品を安定的に製造するには、産業レベルでのより細かな検討が必要であると思われる。

第一回試作にて得られた高膨化品について、再現性を確認するとともに、さらに安定した押し出し条件を求めて、第二回試作を行った。その結果、形状的に安定的して押し出される高膨化品を得た(図8)が短時間しか持続せず、以下の理由からさらなる条件の追求が必要と考えられた。

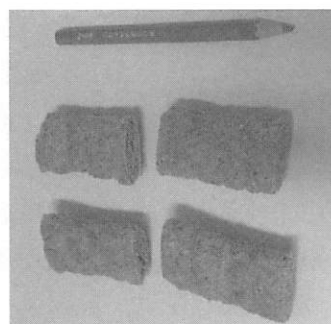


図8.高膨化品 (試作2回目)

すなわち小麦粉や米粉の膨化においては、比較的低温で糊化が起これ、その粘性も低いので、糊化状態が得られてから水分を徐々に絞っていくことで、良好な膨化品を安定的に得ることができる。全粒小豆の生豆をそのまま使用する場合は、かなり高温で加水しないと十分な糊化が起これにくく、また、糊化が起これると急激に粘度が上昇して押し出しに力が必要になる。すなわち、二軸エクストルーダーのバレルの温度条件、加水条件、スクリュパターン(糊化のための混練と、高粘度のものを押し出す推進の両立)、ダイス形状などを、より細かく設定していく必要があると考えた。しかしながら、今回の検討により、あずき需

要の新しい開拓を目指す第一歩を踏み出したのではないかと考える。

本試作において得られた膨化品の栄養成分は、固形分あたり、たんぱく質（窒素として原料の100%）、ポリフェノール（カテキン換算で原料の90～100%）、食物繊維（総量として原料の80%）を含んでおり、原料小豆の有用成分をほぼそのまま維持することができた。特に中～高膨化品においては、そのまま食することのできるでんぷん質の糊化と膨化を短時間で実現しかつ有用成分を損なわないという特筆すべき成果といえる。これは、短時間で高温高压の混練を行える二軸エクストルーダーを用いることによって初めて可能になったと考える。

一方、あんなどの小豆加工食品に特有のレジスタントスターチは、原料の20%以下に減少しており、これはエクストルーダー処理により小豆生豆中のでんぷん粒が一気に破壊され糊化が進んだためと考えられた。

本開発研究により、二軸エクストルーダーを適切に活用することで、従来の「あん」を主体とするあずき加工食品とは全く異なる、高度に膨化させたシリアルスナック状の加工食品を得られることが判明した。しかも、本加工食品は、あずきの生豆を全粒のまま加工するもので、エクストルーダー処理においては一切の他の副原料を使用することなく得られた、食味の良好なシリアルスナック状の食品である。また、原料あずきが豊富に含んでいる栄養上の有用成分であるたんぱく質、食物繊維、およびポリフェノールをほぼそのまま利用できるため、全く新しい「ポリフェノールをたっぷり含んだ、あずき100%の新しいシリアル」などの商品として展開することが可能である。

さらにいえば、ポリフェノールの含有量のより多い、小粒の低級あずき粒を原料として用いることで、あんとしては商品価値の低いあずきの用途開拓にもつながると考える。

なお、併せて行った消費者調査においては、豆・ナッツ類の中でも大豆やアーモンド、くるみ

などに比べてあずきを原料とする食品は健康素材としてのイメージが確立されておらず、「糖分の多いおやつ」のイメージになっていた。しかしながら、中年の女性層を中心に、ポリフェノールに対する期待を持っている消費者は存在し、またそうした消費者層は食物繊維、シリアルといった食品への親和性が高い⁷⁾ことから、上記の「ポリフェノールをたっぷり含んだ、あずき100%の新しいシリアル」は、これらの消費者に訴求することで高い市場性を持つと考えられる。

本研究は、公益財団法人日本豆類協会による平成29年度の豆類振興事業の助成金を受けて実施した。

また、本研究を実施するに当たり多大な協力をいただいた株式会社幸和工業に深謝する。

参考文献

- 1) 松枝日出郎 二軸エクストルーダーによるスナック菓子の開発と製造技術 1994, ジャパンフードサイエンス 33 (11) pp.29-34
- 2) 松枝日出郎 エクストルージョンクッキング 2003, 冷凍 78 (5) pp.62-68
- 3) 松枝日出郎 二軸エクストルーダーエクストルージョンクッキングのすべてー 2004, Fooma 技術ジャーナル 1 (1) pp.11-18
- 4) 加藤淳 豆類の種類と栄養性・機能性成分 2006, 豆のある食生活を考えるシンポジウム pp.2-7
- 5) 加藤淳 小豆・インゲン豆 2016, 「日本食およびその素材の健康機能性開発」第7章 シーエムシー出版 p185~192
- 6) 相馬ちひろ 2007, 小豆抗酸化成分の生理調節機能とその変動 豆類時報 47 pp.18-24
- 7) 渡部誠 2019, 小豆ならびに小豆を原料とする食品に関する意識調査ー豆を原料とする食品における健康イメージの比較ー 桜の聖母短期大学紀要 43 (in press)