

豆類の葉酸量を維持した製菓材料の開発

畑 智子 , 都知木 誠 , 源 伸介*

(令和 4 年 1 月 31 日受理)

Development of confectionery materials that maintain the amount of folic acid in legumes

Tomoko HATA , Makoto TOCHIGI and Shinsuke MINAMOTO*

Summary

We examined a new method of manufacturing confectionery materials for adzuki beans, scarlet runner beans, and chickpeas, and tried to find a manufacturing method that would contribute to increasing the intake of water-soluble folic acid not only in Japanese but also in Western confectionaries.

The amount of folic acid contained in the unprocessed beans was reduced to about 1/20, 1/3, and 1/30 for azuki beans, scarlet runner beans, and chickpeas, respectively, by the conventional bean paste making process. In the puffed products obtained by the twin-screwed extruder, the amount of folic acid decreased by about 17% in the case of scarlet runner bean, but only by about 10% in the case of adzuki beans and was almost the same in the case of chickpeas.

When about 17% of the soft flour used in regular pound cakes was replaced with the puffed product powder, prototypes with good puffiness and flavor were obtained for azuki beans and chickpea. For chickpea, the prototypes of financier, snowball cookies, and macaroon with the powder added were good in both flavor and shape, while for azuki beans, the prototypes of florentins with puffed slices and mountain bread with the powder added were good in both flavor and shape.

Key words : adzuki beans, scarlet runner bean, chickpeas, folic acid, twin-screwed extrusion

要旨:あずき、べにばないんげん、ひよこまめについて、新たな製菓用材料の製造方法を検討し、和菓子のみならず洋菓子についても水溶性である葉酸摂取量増大に貢献できる製造方法を試みた。未加工の豆に含まれていた葉酸は、従来の餡化工程によってあずきで約 1/20、べにばないんげんで 1/3、ひよこまめで 1/30 にまで減少した。二軸エクストルーダーで得られた膨化物は、べにばないんげんで約 17 %減少したが、あずきでは約 10 %の減少にとどまり、ひよこまめではほぼ同等の値を示した。

通常のパウンドケーキの薄力粉の約 17 %を膨化物の粉末に置き換えたところ、あずきとひよこまめでは、膨らみ、風味ともに良好な試作品が得られた。また、ひよこまめでは、粉末物を添加したフィナンシェ、スノーボールクッキー及びマカロンの試作品が、あずきでは、膨化物スライスを使ったフロランタン及び粉末物を添加した山食パンの試作品が、風味、形状ともに良好であった。

キーワード:あずき、べにばないんげん、ひよこまめ、葉酸、二軸エクストルーダー

*連絡責任者・別刷請求先 (corresponding author, E-mail : minamoto@higashiosaka.ac.jp)

東大阪大学短期大学部実践食物学科(577-8567 大阪府東大阪市西堤学園町 3-1-1)

Higashiosaka Junior College, 3-1-1 Nishizutsumigakuen-cho, Higashiosaka, Osaka 577-8567, Japan

緒言

小豆を含めた豆類は、古くから和菓子ははじめとした日本の食文化に欠かせない存在であるとともに、最近では洋菓子やスナック菓子、非常食など幅広い用途にも活用されており、我々の食生活に欠かせない食品である。現在、新型コロナウイルス感染症による影響が多方面に及んでおり、経済活動の停滞を受け、百貨店で販売される和菓子や観光地で販売される土産物等を中心とした商品の売上げは大幅に減少し、これに伴い豆類の消費量が長期的に減少傾向にある現状を踏まえ、消費者の生活スタイルの変化に対応した商品展開や新たな需要の創出、原料の安定供給・安定調達といった、新たな対応が求められている¹⁾。

そこで、豆類の業界の維持・発展に繋げていくために着目したのが、葉酸である。

葉酸は、ほうれん草の抽出物から発見されたビタミンB群に属するビタミンで、補酵素として核酸の合成に関与するため、細胞の分裂・成長に重要な役割を果たしている。

葉酸が不足すると、造血機能に異常をきたして巨赤芽球性貧血などの原因となり、特に、妊娠した女性で不足した場合は、胎児の神経管閉鎖障害や無脳症が発生する危険性があることが指摘されている²⁻⁵⁾。

葉酸は植物全般に比較的多く含まれているビタミンであり、あずきに 25、べにばないんげんに 33、ひよこまめに 110(いずれも 100g あたりの μg 数)と豆類にも多く含まれている。これらの豆類の多くは、和菓子などに用いられる際には、製餡することが多いが、製餡の過程で水溶性である葉酸が流出し、その含有量は低下してしまう⁶⁾。

そこで、あずき(大納言)、べにばなんげん(紫花豆)、ひよこまめ(小粒種)について、製餡に代わるハンドリングが良く、葉酸の残存量の多い製菓用材料の製造方法を検討し、得られた製菓用材料を用いて、和菓子のみならず洋菓子についても製造を試みることにした。

菓子製品にすることで、これらの豆類を気軽に毎日の食生活の中に取り入れる機会の増加に繋がり、妊娠を望む女性の一日常たりの葉酸摂取量の増加並びに胎児の神経管閉鎖障害の減少に寄与し⁷⁾、これらの豆

類需要の振興に資するものと考える。

実験方法

1. 原材料

あずきは国産普通小豆、べにばないんげんは国産紫花豆、ひよこまめはアメリカ産を用いた。

2. 前処理

各豆原料を乾燥粒のまま、50L 容カッターミキサーにて粉碎した。

3. 膨化加工処理^{8,9)}

株式会社幸和工業製 KEI 45-25 型(スクリー径 45mm、L/D=25)の二軸エクストルーダーを使用し、スクリーの形状、組み合わせパターン、設定温度、加水条件を適宜変えて予備試作を行い、良好な膨化物が得られる条件を検討した。

膨化加工処理後、送出された棒状の膨化物を回転式カッターにて切断した。一部はそのままとし残りは粉碎機により粉末化した。

4. 生餡

一般の製餡法¹⁰⁾に従って、一夜浸漬、渋切り、本煮 120 分したのち、裏ごし、水さらしを経て絞り工程まで行った。加糖せずに、凍結乾燥後、粉碎機にて粉末化し、各測定に供した。

5. 葉酸量の測定

葉酸量の測定は、一般社団法人日本食品分析センターに依頼し、微生物定量法¹¹⁾で行った。

6. 一般成分分析

一般成分分析は、定法^{6,11)}に従い、水分量は乾燥重量法、灰分量は直接灰化法、脂質量はソックスレー法、たんぱく質量はケルダール法で測定した。炭水化物量は、差引き法による炭水化物とした。すなわち、水分、たんぱく質、脂質及び灰分の合計を 100 から減じた。また、エネルギーは Atwater の係数を用いて算出した。

ナトリウム量の測定は、一般社団法人日本食品分析センターに依頼し、原子吸光度法で行った。

7. 製菓試作

パウンドケーキ、フィナンシェ、スノーボールクッキー、マカロン、フロランタン、山食パンの試作を行った。

実験結果及び考察

1. 二軸エクストルーダーによる膨化加工処理

1.1 豆の前処理

あずきは、長径が 7mm 程度であるため、そのまま二軸エクストルーダーに投入できたが、べにばないんげんは長径が 25mm 程度、

ひよこまめは、10mm 程度であり、通常のエクストルーダーの投入口が使用できなかったため、より広い投入口を使用した。さらに、スクリューの前部に粉碎ギアを組み合わせることで、粉碎しながら二軸スクリューに送り込むことを試みたが、いずれの豆も送出不完全であった。このため、べにばないんげんとひよこまめについては、50L 容カッターミキサーによる粉碎処理が必要となった。

また、加水は、1 分間に 10mL から 20mL の範囲に調節した。

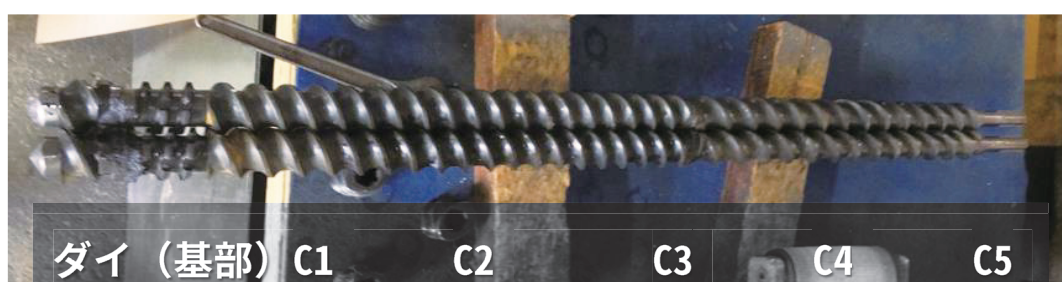


図1 二軸エクストルーダーのスクリューの形状と組み合わせ

表1 各部の設定温度(℃)

	ダイ(基部)	C1	C2	C3	C4	C5
あずき	130	130	120	110	80	60
べにばないんげん	140	140	130	120	100	80
ひよこまめ	140	140	130	120	100	80



図2 1:切断カッター(左上) 2:あずき膨化試作物(右上)
3:べにばないんげん膨化試作物(左下) 4:ひよこまめ膨化試作物(右下)

1.2 加工条件

予備試作の結果、図1に示したスクリーンの形状と組み合わせ及び表1に示した各部の設定温度が、膨化加工処理に適すると判断した

1.3 膨化試作物

二軸エクストルーダーから棒状に送出されてくる膨化物を図2-1に示した回転式の Cutter で切断し、図2-2 から4に示したようなスライス状あるいはサイコロ状の試作物を得ることができた。

得られた試作物は、必要に応じて乾式粉砕機にて粉末化した

2. 加工処理による葉酸量の変化

一般社団法人日本食品分析センターに依頼し、微生物定量法で行った各試料の葉酸量を表.2に示した。未加工及び膨化物は、乾式粉砕機にて粉末化した試料を用い、生餡は凍結乾燥後、乾式粉砕機にて粉末化した試料を用いた。

未加工の豆に含まれていた葉酸量は、浸漬、洗切り、本煮、裏ごし、水さらし及び絞りの餡化工程によってあずきで約 1/20、べにばないんげんで 1/3、ひよこまめで 1/30 にまで減少した。生餡の水分含量は約 30% であり、餡として用いる際はさらに加糖することを考慮すると、葉酸の残存量は極めて少ないといえる。

表2 試料の葉酸量 ($\mu\text{g}/100\text{g}$)

	未加工	生餡	膨化物
あずき	77	4	69
べにばないんげん	130	44	95
ひよこまめ	270	7	280

一方、二軸エクストルーダーによる膨化加工処理を行った膨化物の葉酸量は、べにばないんげんで約 17% 減少したが、あずきで約 10% の減少にとどまり、ひよこまめではほぼ同等の値を示した。

3. 栄養成分の評価

製品化した際に必要となる栄養表示の参考として、膨化処理前後の一般成分分析の

結果を表3に示した。

膨化加工処理により、水分含量が減少し、あずき及びべにばないんげんについては、脂質量も減少したが、一般成分の大きな変化は認められなかった。

4. 菓子類の試作・評価

製菓用材料としての評価として、和菓子及び洋菓子の試作を試みた。

得られた膨化物の粉末に温水を加え加糖することで、餡状のペーストを得ることができたが、苦みがやや強く、和菓子への加工には適さないと判断した。

次に、通常のパウンドケーキの薄力粉の約 17% を膨化物の粉末に置き換えたところ、あずきとひよこまめでは、膨らみ、風味ともに良好な試作品が得られた(図3)。

べにばないんげんの試作物は、膨らみは充分であったが、添加した膨化物の粉末の硬さが残り、苦みも感じられた。べにばないんげんは、浸漬に3日を必要とするなど、熱処理に手間が掛かる。今回のエクストルーダーによる膨化処理において、形状としては膨化物が得られているようだが、膨化が不完全であったことが考えられた。エクストルーダー投入前の前処理においても豆が固いため処理に手間が掛かり、浸漬後の処理も検討したが、予備実験で水分量が多すぎると膨化しない結果が得られたことなどから、べにばないんげんは、エクストルーダーによる膨化加工処理には適さないと結論となった。

このため、あずきとひよこまめについて、そのほかの各種洋菓子の試作を試みた。

ひよこまめでは、粉末物を添加したフィナンシェ、スノーボールクッキー及びマカロンの試作品が(図4)、あずきでは、膨化物スライスを使ったフロランタン及び粉末物を添加した山食パンの試作品が(図5)、風味、形状ともに良好であったため、本研究の膨化処理により得られたあずき及びひよこまめの膨化物は、製菓用材料として適していると判断した。

まとめ

エクストルーダーによる膨化加工処理は、水への浸漬を行わずに豆類の膨化を行うことにより、でんぷんのアルファ化処理が行え

表3 試料の一般成分値(100gあたり)

	エネルギー kcal	水分 g	灰分 g	脂質 g	たんぱく質 g	炭水化物 g
あずき(未加工)	336	13.4	3.2	0.4	19.3	63.8
あずき(膨化物)	356	7.9	3.3	0.1	20.0	68.7
べにばないんげん(未加工)	350	10.6	4.1	1.8	16.2	67.2
べにばないんげん(膨化物)	350	8.8	4.4	0.5	16.0	70.3
ひよこまめ(未加工)	373	10.6	2.2	5.0	17.7	64.5
ひよこまめ(膨化物)	395	5.8	2.7	5.8	18.1	67.6



図3 膨化物を加えたパウンドケーキ試作品
(左から、あずき、べにばないんげん、ひよこまめ)



図4 ひよこまめ膨化物を使った試作品
(左からフィナンシェ、スノーボールクッキー、マカロン)



図5 あずき膨化物を使った試作品
(左:フロランタン、右:山食パン)

る加工方法であり、加工中の水による葉酸の損失を抑えることが明らかとなった。

さらに、乾燥状態のまま粉末化することができるので、従来の餡では水分含量が高いために使用しにくかった分野である焼き菓子、パンといった洋菓子系の菓子類に利用しやすい食品素材となる。

葉酸含有用の多い豆類から得られた菓子というコンセプトは、一日当たりの葉酸摂取量の増加による胎児の神経管閉鎖障害の減少への寄与につながり、子どもを産む世代の女性を中心としたニーズが生じることが期待できる。特に、今まで使用されていなかった洋菓子類にまで拡大することで雑豆類の需要促進につながるものと考ええる。

謝辞

本研究は、公益法人日本豆類協会令和2年度豆類振興事業調査研究(雑豆需要促進研究)の助成金を受けて実施したものであり、関係各位に深謝する。

文献

- 1) (公財)日本豆類協会, 雑豆を巡る最近25年の主な動きについて 豆類時報, **100**, 2-16 (2020)
- 2) Blencowe H., Cousens S., Modell B. and Lawn J. Folic acid to reduce neonatal mortality from neural tube disorders, *International Journal of Epidemiology*, **39**, 110-121 (2010)
- 3) 近藤厚生, 木村恭祐, 磯部安朗, 上平

修, 松浦治, 後藤百万, 岡井いくよ, 二分脊椎症と葉酸: 葉酸経口摂取量と葉酸血清濃度 日泌尿会誌, **94**, 551-559 (2003).

4) 近藤厚生, 岩垣重秋, 紀平正道, 中西義人, 下須賀洋一, 岡井いくよ, 篠崎圭子, 妊婦ライフスタイルの変遷と二分脊椎の発生リスク 日泌尿会誌, **104**, 598-604 (2013)

5) Imbard A., Benoist J. and Blom H.J., Neural Tube Defects, Folic Acid and Methylation. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, **10**, 4352-4389 (2013)

6) 文部科学省 日本食品標準成分表 2020年版(八訂)

7) 源伸介, 葉酸摂取の重要性～食育としての取り組みが赤ちゃんの健康を守る～ 季刊栄養教諭, **43**, 54-61 (2016)

8) 菅野友美, 三島隆, エクストルージョンクッキングによる米澱粉の構造変化 日本家政学会誌, **65**, 397-404 (2014)

9) 渡部誠, 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 食品科学教育協議会会誌 **10**, 35-39 (2019)

10) 一般社団法人全国製菓衛生師養成施設協会編, 製菓衛生師教本 下巻, 214-217 (2017)

11) 消費者庁次長通知 食品表示基準について, 別添 栄養成分等の分析方法等, 消費表第139号, (2015)