

食品用新素材の開発とその応用（第3報）

豆類のエクストルーダー処理による素材化と食品への応用

布施恒明・貴志知子[※]・村瀬 誠・加藤 照

既報^{1) 2)}ではエクストルーダーを用いて米糠、米糠およびからし2等品を膨化処理によって素材化する場合の各種処理条件とこれを生麺へ添加したときの官能評価について報告した。本報では、豆類を用いて同様な膨化処理を行い、生成物を焼麩に添加した結果について報告する。

近年、日本人の食生活が欧米化し、脂質の摂取過剰、食物繊維の摂取不足が原因で直腸ガン、S状結腸ガンなどの腸ガンが増加している。日本人の食物繊維摂取量の経年変化³⁾をみると、昭和30年では1日当たり22.20gであったがその後年々減少し昭和60年では17.33gとなっている。最近までは食物繊維は体内に吸収されず、エネルギー源にならないため栄養価値はないとされていたが、成人病である肥満や糖尿病、大腸ガンの予防作用があることが明らかになり、食物繊維の摂取についての関心が高まっている。

豆類は機能性食品成分である食物繊維を多く含む食品であり、みそ、豆腐、煮豆などに加工されているものの豆類からの食物繊維摂取量は昭和30年の1日当たり3.75gから昭和60年の2.56gに減少している³⁾。

そこで本実験では豆類を若年層にも摂取しやすいスナック製品とするためエクストルーダー処理することを試みた。

実験方法

1. 試料

いんげん豆3種類（金時豆、とら豆<いずれも北海道産>、大黒豆<中国産>）と大豆<北海道産>、そら豆<中国産>、ルビン2種類<いずれもオーストラリア産>、以上7種類を試料とした。

2. エクストルーダー装置および運転条件

二軸エクストルーダー（株式会社神戸製鋼所製 TCO-30型）を使用した。

原料供給量は47~223g/min、水分供給量は9.3~18.6ml/min、バレル1, 2, 3, ダイスホルダー、ダ

イの温度はそれぞれ80, 100, 130, 130, 130℃ならびに80, 100, 150, 150, 150℃に設定した。スクリー回転数は200rpmとした。スクリー配列はフォワードスクリーのみとノズル付近にニーディングスクリーを配列したものの2種とした。ノズルは口径2mmのものを2個用いた。

3. 試料およびエクストルーダー処理後の生成物の分析

3.1 一般分析・無機分析 各項目いずれも常法により実施した。

3.2 色調 光沢計（株式会社日本電色工業製 ND-Σ80）を使用した。豆類は直径6mmの光路に試料をのせて測定し、生成物は粉碎後、直径30mmのセルに入れて測定した。

3.3 直径および比容 生成物の直径をノギスで1試料について20点測定し、その平均値を求めた。また、生成物の比容（ V_1 ）を次式から求めた。

$$V_1 (\text{ml/g}) = (W_0 - W_1) \times (V_0 / W_0) / S$$

V_0 = 容器の容積 (ml)

W_0 = 容器に満たした菜種の重量 (g)

W_1 = 生成物を入れ菜種を容器に満たした時の重量 (g)

S = 生成物の重量 (g)

3.4 硬さ レオロメーター（株式会社飯尾電機製 RMT-504 DE）を用いて1試料について10点測定し平均値を求めた。クリアランスは3mmとし、アタッチメントはくさび型（5×2mm）を使用した。

3.5 微生物の測定 生菌数はBCPを添加した標準寒天培地を用い、希釈平板培養法により測定した。

3.6 たんぱく質の分析 水溶性たんぱく質はビュレット法⁴⁾を、トリブシンインヒビター活性は大坪ら⁵⁾の方法をそれぞれ用いた。 α -アミラーゼ活性は小乗ら⁶⁾の方法を用いた。

3.7 糖質の分析 グルコースは Park-Johnson法⁷⁾を、水溶性全糖はフェノール硫酸法⁸⁾を、

※ 椋山女学園大学家政学部、(旧姓) 福田

食物繊維は Prosky-AOAC 法⁹⁾ をそれぞれ用いた。

3. 8 糊化度 β -アミラーゼ・プルラーゼ法¹⁰⁾ を用いて測定した。

4. 焼麩試作試験

4. 1 試験材料 グルテンは冷凍グルテン (株横尾商店製) を一昼夜冷蔵庫内で解凍し用いた。小麦粉は株セントラル製粉製 (マルキン印) を使用した。添加材料として金時豆を粉砕したものおよびエクストルーダー生成物 (膨化度が最も大きかったもの) を粉砕して用いた。この生成物の処理条件は、原料供給量 179 g/min, 水分供給量 9.3 ml/min, 処理温度 150℃, スクリュー配列はフォワードスクリューであった。

4. 2 試料の調製 グルテン 400 g に対して第 1 表に示した試験材料を配合し、水を各区 20 ml ずつ加え、カッピングミキサー (株ティール・ケー ロボ・グループ製 R-551 型) で 30~60 秒間混合し、次いで混練機 (正勝製麩機械工業所製) で 5~10 分混練した後プラスチックフィルムに包み冷蔵庫内に保管した。

4. 3 焼成 焼成釜 (高藻鉄工所製) を用い、予め床板温度を 200℃, 天板温度を 230℃ に調整した後、床板にグルテンドウ (2 ± 0.2 g に種切りしたもの) を 20 個並べ、直ちに水 (10 ml または 20 ml) を種にふりかけるようにして撒き、蓋をして温度調節をしながら 10 分間焼成した。

4. 4 電子顕微鏡による観察 焼麩をカッターナイフで 5 mm 角に切り、観察面を露出させ試料台に固定し金蒸着後、走査型電子顕微鏡 (株日本電子製 JSM-820) により加速電圧 15 kv で観察した。

結果および考察

1. 処理条件の検討

1. 1 直交表による分散分析 金時豆粉末のエクストルーダー処理を行った。因子は、A: 原料供給

量, B: 水分供給量, C: 処理温度, D: スクリュー配列の 4 因子とし、A × B の相互作用についても検討を加えた。

分散分析表を第 2 表に示す。原料供給量は直径、水分、水溶性全糖において有意水準 1% で有意であり、寄与率はいずれも 60% 以上であった。b 値と水溶性たんぱく質はいずれも有意水準 5% で有意であった。水分供給量は直径および b 値が有意水準 1% で有意であり、pH は有意水準 5% で有意であった。A × B の相互作用はグルコースにおいて有意水準 1% で有意であった。処理温度は生菌数において有意水準 1% で有意であった。

1. 2 生成物の直径に及ぼす 4 因子の影響 例として処理温度 150℃, フォワードスクリューにおける直径に及ぼす原料供給量、水分供給量の影響の第 1 図に示す。直径は、処理温度、スクリュー配列には関係なく原料供給量が増すとともに、また水分供給量が少なくなるとともに大きくなった。直径は 150℃, フォワードスクリューを用いた場合が最も大きく、130℃, ニーディングスクリューを用いた場合が最も小さかった。

小林ら¹¹⁾ は小麦粉を用いてスクリューパターンの特性について検討し、本実験で用いたスクリュー配列と同様に先端にニーディングスクリューを配列すると、その部分で原料がよく混練されるため膨化が大きくなるとしている。また、加水量が少ないときはフォワードスクリューのみの場合とニーディングスクリューを配列した場合との膨化の差は小さく、加水量を増加させたときはニーディングスクリューを配列した場合膨化の低下が大きかったとしている。しかし本実験では水分供給量の増減にかかわらずスクリュー配列の直径に及ぼす影響はみられなかった。これは、小麦粉はほぼ一定の微細な粒子であるが、豆のエクストルーダー生成物では表皮の粒子の粗い部分が混在し粉

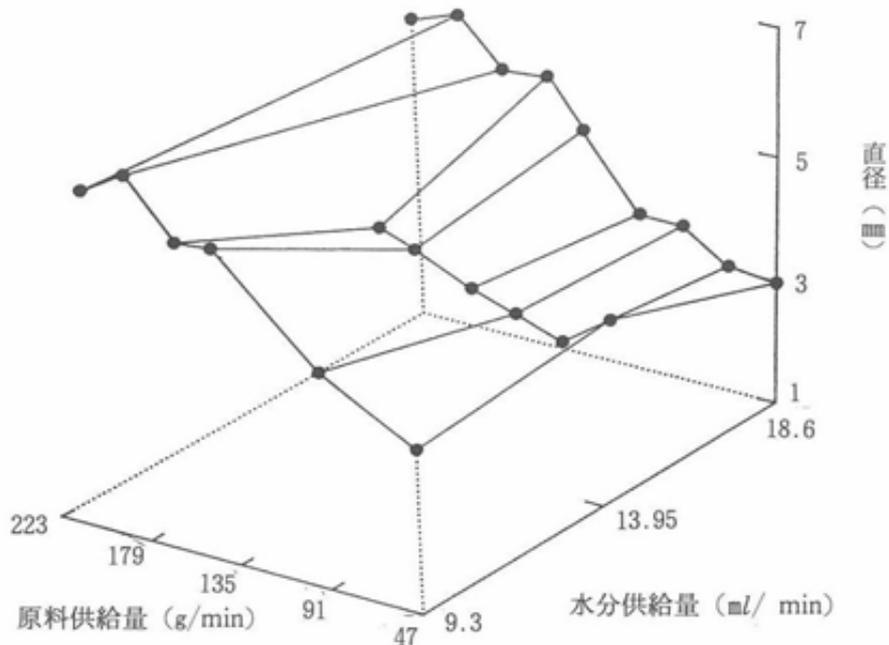
第 1 表 焼麩の原料配合

原料 (g)	No.						
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
グルテン	400	400	400	400	400	400	400
小麦粉	400	360	320	280	360	320	280
豆粉砕物 (金時豆)	—	40	80	120	—	—	—
同エクストルーダー処理物	—	—	—	—	40	80	120

第2表 分散分析表 (金時豆)

項目	要因	分散比	寄与率 (%)
圧力	A	38.5**	67.6
	B	15.9**	26.9
材料温度	A	67.2**	50.6
	B	46.0**	34.4
	C	13.5**	9.5
直径	A	47.5**	68.5
	B	15.3**	21.1
硬さ	A	6.4	27.4
	B	4.8	19.4
色調	A×B	4.4	17.4
	L A	6.3	28.1
	C	7.5	34.7
	a	8.5*	59.3
b	A	11.3*	31.2
	B	16.7**	47.5
生菌数	C	22.5**	76.4
水分	A	25.1**	68.5
	B	5.0	11.5
pH	B	7.7*	48.9
酸度	A	4.3	28.7
	A	2.7	11.4
アミノ態窒素	B	4.2	21.4
	D	4.2	21.3
	A	10.7*	58.1
水溶性たんぱく質	A	7.2	47.3
	A	40.6**	68.6
トリプシンインヒビター	B	6.5	9.6
	C	6.5	9.6
	A×B	17.1**	69.7

A: 原料供給量 B: 水分供給量 A×B: 同左相互作用
 C: 処理温度 D: スクリュー配列
 * 有意水準 5% ** 有意水準 1%



第1図 処理温度150℃, フォワードスクリューにおける生成物の直径 (金時豆)

体相互の摩擦が小さいためと思われる。

1.3 直径の重回帰分析 実験で得られたすべての膨化生成物の直径とそのときの処理条件を用いて重回帰分析を変数増加法で行った。目的変数(直径)の予測値をYとし、原料供給量 X_1 、水分供給量 X_2 、処理温度 X_3 、スクリュウ配列 X_4 として計算した。

相関行列から各相関係数は、

$$X_1 \cdots 0.9105$$

$$X_2 \cdots -0.7102$$

$$X_3 \cdots 0.2108$$

$$X_4 \cdots 0.1416$$

であり、相関関係の高いものから X_1 、 X_2 、 X_3 、 X_4 の順であった。また得られた回帰式は

$$Y = 3.6651 + 0.0200X_1 - 0.1061X_2$$

であり、標準偏回帰係数は、 $X_1 = 0.8389$ 、 $X_2 = -0.3847$ であった。またステップワイズ法で求めた回帰式およびその他の値も同じ結果であった。重相関係数は0.920で、寄与率は84.6%、分散比は121.4であり、F値、 $F_{(0.01)} = 4.24$ であることから、得られた回帰式は有意水準1%で有意であった。この回帰式から、原料供給量を200g/min、水分供給量9.3ml/minとした場合の直径の予測値は6.69であるが、実験の結果では6.35であり、かなり近似した値が得られた。従って、この回帰式を用いて直径の予測をすることができる。標準偏回帰係数より説明変数の比重の大きさは原料供給量>水分供給量であり、処理温度、スクリュウ配列については膨化に大きな影響を与えないという結果となった。

1.4 たんぱく質など たんぱく質、糖質などの定量結果を第3表に示す。水溶性たんぱく質は原料に比べエクストルーダー処理によって約1/3に減少したが、これは熱変性によって不溶性に変化したものと考えられる。田口¹³⁾は小麦粉のアミノ酸組成は処理温度によらず一定であったが酢酸抽出区分のアミノ酸が減少していることから、小麦粉中のたんぱく質がエクストルーダー処理により凝集をおこし一部不溶化

したものと考えられると述べている。

アミノ態窒素においても処理後は原料の約60%に減少した。また、水抽出した試料液についてのSDS-ゲル電気泳動の結果、原料のたんぱく質は検出されたが処理後は最も温和な条件においてももとのたんぱく質は検出されなかった。緩衝溶液を用いて抽出した場合、原料では分子量約100,000(以下同様)、約65,000のたんぱく質が認められたが、処理後は最も温和な条件の場合でもこれらのたんぱく質はみられず約35,000のバンドのみがみられた。これらのことから加熱と混練によって原料の低分子化および不溶化が進んだことがわかる。

野口¹⁴⁾はエクストルーダー処理によってたんぱく質の構造に変化が生じて酸性アミノ酸が露出あるいは全体として負の電荷が増大するためpHが低下すると考えているが、金時豆およびとら豆ではpHの変化はほとんどなく、やや上昇がみられた。

1.5 トリプシンインヒビター活性 大豆、米等に含まれているトリプシンインヒビターは分子量20,500、鎖状のたんぱく質¹⁵⁾で過剰に摂取すると膵臓肥大をおこすと考えられている。食品加工において問題にならないのはこのたんぱく質が湿熱加熱により容易に破壊されるためである。しかし、エクストルーダー処理では水分が少ない状態で加熱が行われ、その活性が残存する可能性がある。

金時豆の場合、この活性は原料では74%、水分供給量が最も多い条件(26.8%)および最も少ない条件(16.8%)のいずれの試料においてもその活性は10%以下であった。とら豆では原料が77%、処理後は6.7%であった。従ってこれらの豆では130℃、約30秒の滞留時間で活性は著しく減少することから、豆腐1個に含まれるトリプシンインヒビター量(45mg)に相当する金時豆の処理試料は90gであり、この量ではトリプシンインヒビターの過剰摂取にはならないと考えられる。

第3表 たんぱく質、糖質に及ぼすエクストルーダー処理条件の影響

	未処理	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8
水溶性たんぱく質(%)	16.8	2.78	1.01	3.10	2.96	4.04	3.22	3.78	5.22
アミノ態窒素(mg/100g)	201	111	105	117	105	110	109	115	122
pH	6.45	6.66	6.66	6.64	6.61	6.66	6.69	6.59	6.51
トリプシンインヒビター活性(%)	74.1	0.89	0.89	4.40	1.22	2.59	6.00	5.93	5.49
水溶性全糖(%)	5.8	8.9	14.0	14.3	16.8	19.1	20.0	19.7	21.8
グルコース(%)	10.6	1.73	2.98	4.90	4.41	3.80	3.45	2.66	2.27

1.6 α -アミラーゼインヒビター活性 金時豆の処理前、処理後の α -アミラーゼインヒビター活性はそれぞれ57.4%、0%であった。種々の植物に α -アミラーゼ活性を阻害する物質が分離されている。長弘¹⁶⁾はいんげん豆に属する15種の種子には1種あるいは2種のアミラーゼインヒビターを検出したが、そら豆、大豆からは検出されなかったと報告している。また、小垂ら⁶⁾は金時豆の α -アミラーゼインヒビターの分子量、構成糖について述べ、このインヒビターはブタの膵臓およびヒト唾液の α -アミラーゼを強く阻害したとしている。本実験では上記のようにエクストルーダー処理によってこのインヒビターの活性は失われているものと考えられる。

1.7 糖質 水溶性全糖は最も膨化が大きい場合には原料の約4倍に増加した。また、処理温度130℃に比べて150℃において多かった。これは設定温度にバレル内の摩擦熱が加わり、高熱、高剪断力によって低分子化が起これ可溶性の糖が生成したものと思われる。水溶性全糖に含まれている単糖類をグルコースとして定量すると、原料および水分供給量が多いとき、または両者が少ないときにグルコースの生成が多い。グルコースの増加理由は前記と同様に多糖の一部が加熱によって加水分解¹⁷⁾したと考えられる。

食物繊維含量は、原料では17.4%、エクストルーダー処理後では14.0%であり2割減少した。この場合も上記と同様に低分子化が生じたものと思われる。また、糊化度はエクストルーダー処理によって84.6%であった。このときのバレル温度は175℃、処理時間は約30秒であった。得られた生成物は消化性において特に問題はないと思われる。

2. 焼麩試作試験

各試験区の比容を第4表に示した。未処理試料およびエクストルーダー処理試料の置換割合が増すとともに比容は小さくなった。また、両者の散水量が少ない

ものは比容は小さかった。未処理試料で置換したものは処理試料で置換したものより比容が大きかった。これは未処理の場合はでん粉が加熱により α 化される時膨化するが、処理試料ではすでに α 化されているため膨化が起きないものと考えられる。焼麩ではグルテン含量が合わせ粉に対して50%のとき膨化度が最も大きく、合わせ粉がそれより少なくても多くても膨化度が減少することが知られている¹⁷⁾。本実験の場合も合わせ粉の混合割合が減少するとともに比容が低下している。散水量が多い場合は少ない場合に比べて比容が大きい。散水量が多いときは釜内に水蒸気が多くなり生地表面の伸展性が増すため比容が大きくなるものと考えられる。

電子顕微鏡観察結果を写真1に示す。散水量20mlの場合、第1表の①（対照）では膨化が良好で気泡の膜は薄く、気泡が大きく大きさも均一であったが部分的に膜の破れがみられた。②では膜が厚く気泡は不均一であった。④では気泡は小さく密であり不均一であった。⑤では膜が厚く気泡は小さく密であり均一であった。⑦では④に比べて気泡はさらに小さく密であったが不均一であった。

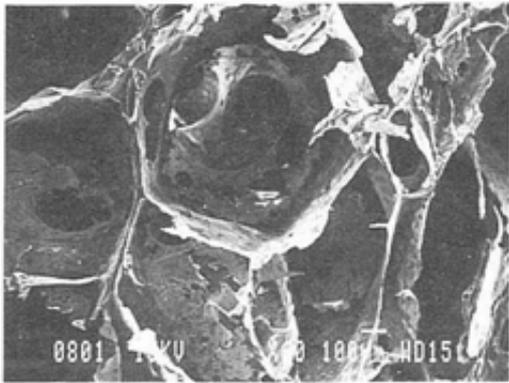
焼麩の官能検査では、①は食味および食感ともに良好であった。②は豆の風味はほとんど感じられないが食感は良好であった。⑤は香ばしく食味は良好であったが膨化が小さいため食感が不良であった。④および⑦は食味食感ともに不良であった。このことから麩の食感を生かすためには未処理粉末を、風味を生かすためにはエクストルーダー処理粉末を使用するのが適切であるが、添加量はグルテンの10%程度にする必要がある。

3. 豆類の分析結果ならびにエクストルーダー処理試験

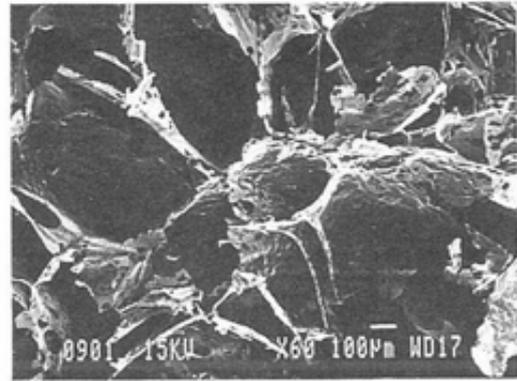
試料の分析結果を第5表に示す。一般分析値から7種類の試料はA、B2つに区分することができた。A

第4表 焼麩の比容

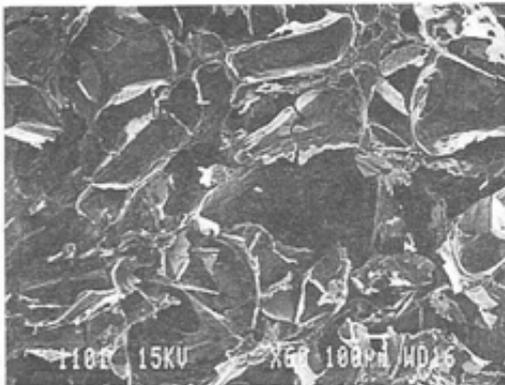
散水量 ml	未処理	置換試料	置換割合		
			10%	20%	30%
10	6.2	大正金時粉末 同エクストルーダー 処理物	5.5	4.9	4.5
			4.2	3.8	3.1
20	8.9	大正金時粉末 同エクストルーダー 処理物	8.7	6.8	6.7
			5.7	4.7	3.6



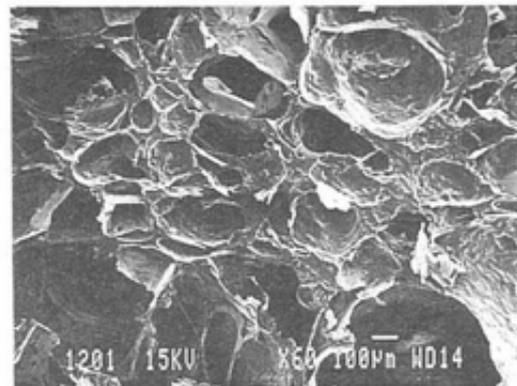
① 对照



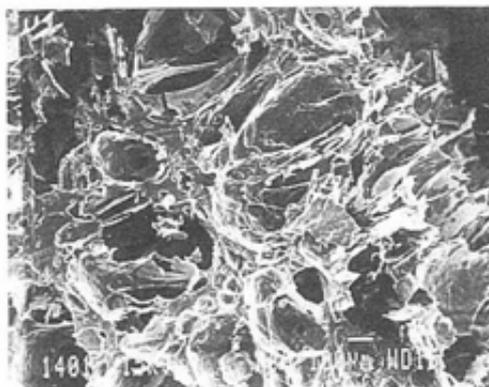
② 豆粉砕物10%置換



④ 豆粉砕物30%置換



⑤ 豆エクストルーダ処理粉砕物
10%置換



⑦ 豆エクストルーダ処理粉砕物
30%置換

写真1 焼麩の走査型電子顕微鏡写真
(60倍)
散水量20ml
○内の数字は第1表参照

第5表 豆類の分析値

種類	エネルギー (kcal)	水分 (g)	たんぱく質 (g)	脂質 (g)	炭水化物 (g)	灰分 (g)	カルシウム (mg)	リン (mg)	鉄 (mg)
金時豆	353	12.4	20.9	2.8	60.4	3.5	81	382	4.2
とら豆	359	10.5	19.7	2.9	62.8	4.1	93	459	21.3
大黒豆	361	10.4	18.1	3.4	63.9	4.2	114	338	4.1
そら豆	357	10.4	26.4	2.0	57.7	3.5	115	523	4.3
大豆	411	9.6	31.9	14.9	38.6	5.0	123	498	9.3
ルピンA	394	7.1	36.5	7.0	46.3	3.1	185	312	7.4
ルピンB	408	7.3	32.7	10.7	45.8	3.5	168	311	2.6

区は金時豆, とら豆, 大黒豆, そら豆であり, B区は大豆とルピン2種であった。A区はたんぱく質, 脂質が少なく炭水化物が多い。B区の豆類はエクストルーダー処理では膨化しなかった。

金時豆, とら豆, 大黒豆, そら豆を試料としてエクストルーダー処理条件(原料供給量, 水分供給量, 処理温度, スクリュー配列)を一定にした場合の生成物の比較を行った。

外観は, 金時豆ではやや赤みがあり, 太さは不均一であり, 断面は大きさの不均一な気泡が見られた。とら豆は, 肌色で表面にわずかに凹凸が見られ断面は不均一な気泡があった。大黒豆は濃い赤茶色であり表面は滑らかであった。部分的に亀裂があり断面は小さな気泡があった。そら豆は薄い緑色であり, 表面は部分的に焦げ凹凸があった。断面は小さい気泡が多く見られた。原料および水分供給量がそれぞれ140g/min, 9.3ml/min, 150℃, フォワードスクリーンを用いた場合, 直径(mm)は金時豆5.94, 大黒豆5.63, とら豆5.52, そら豆4.24であった。硬さ(kg)は金時豆0.23, 大黒豆0.26, とら豆0.43, 大黒豆0.42であった。

生菌数については, 3種のいんげん豆では原料は $10^4/g$ であったが処理後は約 $1/10$ に減少した。そら豆では原料は 10^3 であったが処理後は約 $1/2$ に減少した。

分散分析結果を第6表に示す。直径については, 金時豆, とら豆が原料および水分供給量, 処理温度に影響され, 原料供給量が多く, 水分供給量が少ない場合, また処理温度が高い場合に直径が大きい。これら4種のでん粉含量は生成物の直径に比例することから膨化の要因の一つにはでん粉含量があると考えられる。硬さについては, とら豆, そら豆が原料供給量が多く, 水分供給量が少ない場合に低くなった。生成物の水分は, 金時豆, そら豆が原料および水分供給量に影響された。色調のb値は, 金時豆, とら豆, 大黒豆が原料供給量が増すとともに増し, 水分供給量が少ない場合に数値が大きかった。

なお, 市販品のスナック菓子の比容(ml/g)は小豆製品4.36, えんどう豆製品3種はそれぞれ4.43, 4.25, 6.83であったが, 今回試作した金時豆は10.38であり膨化が著しく良好であり, 豆の風味が感じられ, 内部組織においても差異は無かった。

第6表 豆類分散分析

金時豆				とら豆				大黒豆				そら豆			
項目	要因	分散比	寄与率 (%)	項目	要因	分散比	寄与率 (%)	項目	要因	分散比	寄与率 (%)	項目	要因	分散比	寄与率 (%)
直径	A	173**	69.4	直径	A	79.4**	40.0	色調L	B	10.0*	35.0	硬さ	A	9.4*	19.0
	B	56.1**	22.1		B	101**	51.5		A×B	10.7*	37.7		B	26.7**	57.7
	C	14.8**	5.5		C	10.5*	4.8		A	8.7*	18.8		A	14.5**	22.4
色調L	A	8.7*	29.6	硬さ	A	61.2**	58.1	色調a	B	17.8**	40.9	水分	B	30.2**	48.3
	C	10.4*	36.2		B	32.5**	30.5		C	10.5*	23.2		C	11.6*	17.6
	b	11.2*	32.1		色調b	A	25.7**		53.2	A	9.4*		22.2		
水分	B	16.2**	47.0	B	8.0*	15.2	色調b	B	16.9**	41.9					
	A	44.1**	69.7	A×B	8.6*	16.4		C	7.6	17.4					
	B	8.8*	12.7	水分	B	10.3*		57.1							

A: 原料供給量 B: 水分供給量 A×B: 同左相互作用

C: 処理温度 D: スクリュー配列

* 有意水準5% **有意水準1%

要 約

4種の豆類、金時豆、とら豆、大黒豆、そら豆の粉末を用い、エクストルーダーにより処理するときの膨化条件を検討し、得られた生成物の諸性質を明らかにするとともに、金時豆生成物の焼麩への添加試験を行った。

1. 金時豆について、原料供給量、水分供給量、処理温度、スクリュース配列の各因子が膨化に及ぼす影響を調べるため、重回帰分析により回帰式を得た。

2. 金時豆の直径は150℃、フォワードスクリュースを用いた場合が最も大きく、ノズル口径の3.4倍であった。

3. 生成物を焼麩に添加すると豆の風味が感じられたが食感は良くなかった。

4. いんげん豆(金時豆、とら豆、大黒豆)およびそら豆は膨化品が得られたが、大豆、ルビソ2種は膨化しなかった。

豆類の試料を提供など実験の遂行にあたりご協力をいただいたカネハツ製技術部長横田進氏に感謝いたします。

文 献

- 1) 布施恒明・疇地正徳・村瀬 誠・杉本勝之: 愛知食品工技年報, 33, 93-101 (1992)
- 2) 布施恒明・対木雅彦・村瀬 誠・加藤 熙: 愛知食品工技年報, 34, 29-34 (1993)
- 3) 地方衛生研究所全国協議会編: p45 -47, 第一出版 (1990)

- 4) 日本生化学会編: 生化学実験講座1, p48 -49, 東京化学同人 (1976)
- 5) 大坪研一・柳瀬 肇: 食総研報, 47, 105-112 (1985)
- 6) 小垂 眞・吉川秀樹: 日本家政学会誌, 39, 1065-1070 (1988)
- 7) 二国二郎監修・中村道徳・鈴木繁男編集: 澱粉科学ハンドブック, p188, 朝倉書店 (1977)
- 8) 同上: p189-190
- 9) L.Prosky,N.G.Asp,I.Furda,J.W.Devries,T.F.Schweizer and B.F.Harland:*J.Assoc.off.Anal.Chem.*, 68, 677-679 (1985)
- 10) 貝沼圭二・松永暁子・板川正秀・小林昭一: 澱粉科学, 28, 235-240 (1981)
- 11) 小林有一・高橋順子・岡本竹巳・相原昭一: 栃木県食品工業指導所研究報告, 2, 16-23 (1988)
- 12) 食品産業エクストルージョンクッキング技術研究組合編: エクストルージョンクッキング, p22, 光琳 (1987)
- 13) 同上: p71
- 14) 同上: p45
- 15) 渡辺篤二: 大豆食品, p40, 光琳 (1971)
- 16) 長弘美智子: 栄養と食糧, 34, 341-347 (1981)
- 17) 村瀬 誠: 平成5年度研究成果普及講習会要旨 Studies on the Development and the Utilization of New Food Material (Part III) Extrusion Cooking of Several Beans T.Fuse,T.Kishi,M.Murase and H.Kato