

おからテンペーの新食品素材としての利用

河 端 信*・田 口 邦 子**・大 槻 耕 三*

Utilization of Okara-Tempeh as Novel Food Material

Makoto Kawabata*, Kuniko Taguchi** and Kozo Ohtsuki*

Okara-tempeh, fermented soybean pulp with *Rhizopus oligosporus*, was blanched for 3-4 minutes per 100g by electronic range and ground twice with meat chopper and stored in the freezer at -20°C. The functional properties, water holding capacity, oil retention, emulsifying capacity etc. and some organoleptic tests were performed to investigate the possibility of utilization as the novel food material.

Present study indicated that Okara-tempeh is not only excellent dietary fiber supplement but also useful ingredient for the preparation of wheat flour products such as cookies, noodle, and ground meat products e.g. hamburger steak.

(Received August 10, 1990)

緒 言

豆腐や豆乳さらには大豆タンパク質製造の際に粕として大量に生産されるおからを有効に利用する目的で著者ら¹⁾はさきに、おからに*Rhizopus oligosporus*菌を接種して発酵させ、おからテンペーを製造した。その結果、おからテンペーは食物繊維に富み、おからに比べて消化性もよく、ビタミンB群やトコフェロールが発酵中に増加し、栄養的にも優れた食品となることがわかった。又、発酵により、テクスチャー、香味ともに向上し、しかも油脂に対する抗酸化力が強力で、そのまま油で揚げてスナック食品として単独で利用することもできる。さらに、おからテンペーを粉末状、ひき肉状、ペースト状に処理して小麦粉製品および畜肉製品等に配合することにより、新しい食品素材として広い範囲での利用が期待される。

今回は、おからテンペーを新食品素材として利用するための基礎資料を得るため、アミノ酸、脂肪酸などの成分変化および機能的な特性の測定を行うとともに

実際の利用法として、主としてひき肉状のおからテンペーをクッキー、ハンバーグステーキおよびめんに加えてその使用量、食味などにつき検討を行い、2, 3の知見を得たので、その結果について報告する。

実験材料および方法

1. 材 料

おからは国産大豆(鶴の子)から調製し、使用に際しては水分を約70%に調整した。

テンペー菌は*Rhizopus oligosporus* IFO8631(財)発酵研究所・大阪)を使用し、孢子乾燥粉末はWangら²⁾の方法によって調製した。

クッキー調製の材料として、小麦粉(日清製粉・バイオレット)、マーガリン(雪印乳業・無塩ケーキ用)、砂糖(大日本製糖・ばら印)を使用した。うどん用には市販めん用小麦粉、ハンバーグステーキ用の合いびき肉は市販の牛ひき肉と豚ひき肉を7:3の割合に混合したものを使用した。

* 京都府立大学生活科学部食物学科食品学講座

* Laboratory of Food Chemistry, Department of Food Science & Nutrition Kyoto Prefectural University

** 光華女子短期大学家政科

** Kohka Women's Junior College

2. 試料の調製

おからテンペーの調製は前報¹⁾によったが、次の2点で改良を加えた。

1) おからを入れて培養する有孔ポリエチレン袋は厚さ0.02mm大きさ15×10cmとし、1.8cm間隔に径2mmの穴をあけて使用した。

2) 培養は、発酵熱による過度の温度上昇を防ぐためサンヨーインキュベーターMR-252を使用し、発酵初期は35℃で5時間、ついで31℃で13時間と温度設定を行ってインキュベートした。

3. 成分分析

成分分析および機能特性の測定は凍結乾燥粉末試料について行った。

1) 懸濁固形物量²⁾

試料1gに蒸留水25mlを加えてマグネチックスターラーで1時間攪拌を行った後、4500rpm、15分間遠心分離した上部液5mlを秤量瓶にとり、105℃で乾燥して固形物量を求める。

2) 80%エタノール沈殿物量

懸濁固形物量の測定の際得られた遠心分離後の上部液5mlに4倍量の99%エタノールを加えて沈殿物を集めて乾燥秤量して求める。

3) アミノ酸

可溶性窒素中の遊離アミノ酸の分析は島津製LC-6A HPLCアミノ酸分析機を用いニンヒドリン法で定量した。

4) 脂肪酸

エーテル抽出画分をトリグリセリドの構成脂肪酸はナトリウムメチレート法⁴⁾、遊離脂肪酸は三フッ化ホウ素-メタノール法⁵⁾でメチル化し、GLC分析を行った。GLCの条件は、島津GC-12A、カラムはUnisole 3000 Uniport (80~100メッシュ) ガラスカラム0.3×300cm、カラム温度220℃、窒素流量44ml/minで行った。

4. 機能的特性の測定

1) 保水力⁶⁾

試料1gに熱水10mlを加え、20分放置して十分吸水させ、室温において冷却後、4500rpmで15分間遠心分離して分離水を除き、吸水した試料の吸水量を赤外線水分計(ケット製F-1A型)で乾燥して乾燥重量1gに対する保水量(ml/g)として表わす。

2) 吸油力

試料10gに油を滴下し、よく混合し、表面に光沢が生じた時点まで滴下した油の重量を試料1g当りに換算する。

3) 乳化力⁶⁾

試料1gを水15mlに懸濁し、ついで油15mlを加え、

ホモジナイザー(日本精機・AM-8)で1500rpm 1分間攪拌し、乳化液をメスシリンダーに移し、60分後分離水を差し引き全乳化液に対する残存乳化液の容積百分率(%)として表わす。

5. おからテンペーの各種食品への添加試験

1) クッキーの調製

<材料>

小麦粉100g、マーガリン50g、砂糖50g、卵20g、ベーキングパウダー(B.P.)1g、おからテンペー(又はおから)30g

<方法>

マーガリン、砂糖、卵、おからテンペー(又はおから)を順次加えながらクリーム状になるまで良く混ぜ、つぎに、B.P.を混ぜてふるっておいた小麦粉を加えてまとめ、厚さ0.5cmにのばし、20分冷凍したのち、径3cmの円型に抜き、170℃のオーブンで8~10分焼く。

<測定>

蒸発率 焙焼前後の重量変化を蒸発率とする。

吸水率⁷⁾ 重量既知のクッキーを30秒間蒸留水に浸漬させたときのクッキーの重量変化を吸水率とする。

2) ハンバーグステーキの調製

<材料>

合いびき肉138g、パン粉(水で湿らせたもの)16g、たまねぎ26g、卵18g、塩1.6g、ナツメグ0.3g、コショウ0.1g

<方法>

① 各試料につき合いびき肉、たまねぎ、パン粉および卵を加えて10回混ぜる。つぎに調味料を加えて40回混ぜる。さらに、おからテンペー(又はおから)を加えて100回混ぜる。(対照についても同じ回数混ぜる)

② 厚さ1.5cmぐらいの底面積既知の容器に入れて成型し、重量を測定する。

③ 250℃のオーブンで15分焼く。

<測定>

焼き上がりの重量、面積を測定し、それぞれの重量減少率(加熱前後の重量変化)および収縮率(加熱前後の面積の変化)を算出し、食味テストを行う。

3) めんの調製

<材料>

小麦粉100g、食塩2g、水45g、おからテンペー(又はおから)30g

<方法>

① 粉に食塩水を加えて15分間こねた後、おからテンペー(又はおから)を加えて5分間練り込み30分生地を休ませる。

② 製めん機(ホーデン式)で6回圧延し、厚さ2mm、

巾3mm, 長さ30cmに切断する。

③ 10倍量の沸騰水で5分加熱し, 冷却後測定する。
<測定>

ゆで前後の重量を測定し, ゆで上げ後のめん重量の増加およびゆで水中の固形物量を測定する。

実験結果と考察

1. ひき肉状おからテンペーの調製

おからテンペーは, 表面が白い菌糸で覆われ, 内部は菌糸がおからにからみ合って均一に固定され, 袋に詰めたまゝの状態に成型されている。そのまま拍子木状, さいの目状にカット又は適当な厚さに薄くスライスした後, 油揚げ処理し調味すれば, 単独で口当りの良い食品として利用できる。

冷蔵では2~3日は味の変化がみられないが, 発酵終了後すみやかに冷凍保存するとかなり長期間の保存に耐えることができる。

ひき肉状おからテンペーは, そのままで冷凍保存しておき, 使用時にひき肉機で二度びきしてすぐ利用するか, 又は加熱処理(電子レンジ加熱3~4分/100g当り)して水分調整(60~70%)と酵素類の失活処理を行った後ひき肉機にかけ, 少量ずつ真空パックして冷凍保存しておき, 適宜解凍して使用すると巾広い

利用が可能である。

2. 成分分析

1) 懸濁固形物および80%エタノール沈殿物

おからテンペーの懸濁固形物量は35.4%で, おからの約3倍に増加し, その約1/3量が80%エタノール濃度で沈殿することがわかった。これは発酵によりおから中の不溶性多糖が低分子化し, 水溶性多糖が増加したことを示している。

2) 遊離アミノ酸

おからテンペー中の水溶性窒素およびTCA可溶性窒素は, 発酵により増加がみられ¹⁾, とくにおから中にはほとんど検出されなかった遊離アミノ酸の増加が顕著であった。その測定結果を(Table 1)に示す。

その中でグルタミン酸, スレオニン, アラニンおよびヒスチジンの増加量が多く, これらが呈味性の向上に寄与していると考えられる。

3) グリセリドと脂肪酸

脂肪酸の分析結果を(Table 2)に示す。

おから中のトリグリセリドは発酵により44%減少しその1/3しか遊離脂肪酸まで分離されていない。残りの2/3はジ, あるいはモノグリセリドの形として存在していると考えられる。

Table 1 Free Amino Acid Composition of Okara-Tempeh

Amino acid (mg% of dry matter)			
Asp	29.1	Ile	7.6
Thr	241.1	Leu	20.4
Ser	68.8	Tyr	-
Glu	431.4	Phe	-
Pro	2.8	GABA	10.1
Gly	59.5	Trp	-
Ala	147.1	His	126.8
Cys	10.7	Lys	23.5
Val	26.9	Arg	23.2
Met	2.3		

Table 2 Free Fatty Acid Composition of Okara-Tempeh and Okara

Fatty Acid	Glyceride		Free	
	Okara	Okara-Tempeh	Okara	Okara-Tempeh
Palmitic	1017	367	31	150
Stearic	381	92	1	37
Oleic	2514	1317	48	417
Linolic	5488	3255	135	832
Linolenic	876	746	23	32
Total	10276	5777	238	1468

3. 機能特性

おからテンペーの機能特性をおからと比較して (Table 3) に示す。

おからテンペーは、保水性、油脂の吸着性に富み、とくに乳化力は優れていた。水溶性多糖の増加が保水性を高め、脂肪の分解中間物質であるジおよびモノグリセリドの存在が乳化力の向上に寄与していると考えられる。

4. おからテンペーの各種食品への利用

1) おからテンペー添加クッキーの食味テスト

クッキーは小麦粉100gに対してひき肉状おからテンペー30gを混合して調製し、おから30gを加えたものとの比較を行った。なお、ココア1gを加えて色調と香りの調整を行った。

クッキー焼き上げ後の重量減少率とクッキーを水に浸漬したときの吸水率の測定結果を (Table 4) に示

した。製品歩留りの指標として重量減少率においては、特に差は認められなかった。吸水率は口どけやすさにつながる関係深い因子であり、クッキーを口に入れてから飲み込むまでの時間を考慮して吸水時間を30秒とした。おからテンペー入りクッキーの方が高い吸水率を示したが、吸水は主としてクッキー内部の気孔の大小や分布を表わすが、微細な内部の割れ目、表面の傷なども関係深いとされているので、このことから、おからテンペー入りクッキーの方がおから入りクッキーに比べて破断されやすくもろいことを示している。

食味テストの実施は、1990年7月、女子短大生 (19~20歳) 29名について2点嗜好法で行った。おからテンペー入りクッキー (A) とおから入りクッキー (B) を試食し、どちらを好むか、その理由を記入する方法で行った。 (Table 5)

Table 3 Functional Properties of Okara-Tempeh and Okara

Functional Property	Okara-Tempeh	Okara
Water Holding Capacity (ml/g) ^{* 1}	6.1	5.6
Oil Retention (oil g/g)	1.5	1.3
Emulsifying Capacity (%) ^{* 2}	96.4	79.2

* 1 amount of water retained per gram of dry matter.

* 2 percentage of oil and water remained in emulsion after 60 min.

Table 4 Effect of Okara-Tempeh Addition on Cookie

	Okara-Tempeh	Okara
Weight decrease (%)	12.9	12.5
Water absorption (%) [*]	21.6	19.2

* percentage of weight increase after soaked in water for 30 sec.

Table 5 Results of Sensory Evaluation of Cookie, containing Okara-Tempeh and Okara

Question	
Which do you like better cookie A or B ?	
Answer	Result(%)
like A (Okara-Tempeh)	20.7
Neither like nor dislike	65.5
like B (Okara)	13.8

Panel members consisted of 29 female students (ages 19~20),

(A) を好むと答えた者6名で、その理由は味にコクがありサクッとして口ざわりが良いと言う評価であった。(A)は味にくせがあり、あと味があまり良くないから(B)を好むと答えた者は、わずかに4名であった。その他の19名はどちらとも言えないが、味の点ではココアの味が強く感じた(4名)、あっさりした味を好む(3名)、食べ慣れた味に近い(4名)、テクスチャーの点では、硬くて歯ごたえがある(6名)、やわらかくて口当たりが良い(2名)と言うおからテンペー本来の味、香り以外の理由から(B)を好むと評価している。

焙焼製品では、もろい食感を特性とし、砕けやすくサクサクした性質が品質や嗜好を左右する重要な因子であるが、今回の官能検査のパネラーは、どちらかと言うと硬くて歯ごたえのある方をこのむ傾向を示した。従って、香りづけを考慮し、歯ごたえのある食感とすることで、おからテンペー入りクッキーがこのパネラーに十分受け入れられると期待できる。

一方、30~50歳代のパネラー10名の官能検査では、おからテンペー入りクッキーの方が味にコク(うまみ)や風味(ナッツ様)があって総合評価として好まれた。

2)ハンバーグステーキにおけるおからテンペーの使用量と食味

ひき肉状おからテンペーをハンバーグステーキに配合することにより、健康志向の面から肉食の際不足勝ちな食物繊維の補給、さらにパン粉の代替もできると考え、その使用量について検討した結果を(Table6)に示す。パン粉を加えた標準に対して、パン粉を加えずに肉の10%をおからテンペーで代替した場合、重量減少率および収縮率が抑えられ、エキス分、脂肪分の損失を防ぐのに非常に効果的であった。肉との代替率を20, 30, 50%と増加するほど重量減少率は抑えら

れた。30%代替までは多汁性も保たれ、味、香りの点でも違和感は認められなかった。口ざわりはなめらかで成型しやすいがやや柔らかく、食感(弾性)の点で30~50歳代に好まれたが、20歳代での評価は低かった。おからとの比較では、食感はおから入りが好まれたが総合ではおからテンペー入りが高い評価を受けた。50%代替になると肉のうまみに欠け、結着性も劣った。しかし、エキス分や結着剤を加えることにより、テリーヌやミートローフ様の食感の食品としての利用は十分可能であると考えられる。

3)めんに対するおからテンペーの添加効果

一般にめん類の食味としては味の差異より「コシ」と呼ばれる粘弾性に起因する物性の相違が食感に大きな影響を与える。おからテンペーおよびおからの添加は、こねる条件を同じにするため、15分こねた後、5分練り込んで加え、標準(無添加)と比較した結果を(Table7)に示す。ゆで上げ後のめん重量の変化および溶出固形量即ちめんゆで上げ後のゆで水の固形分(%)においては標準と比べてとくに差異は認められなかった。パネラー5名の官能評価によると「コシ」の増加が認められ、その他のめん適性は項目としては、食感(なめらかさ)、食味(匂い、味)においては、標準と比べ何らかの違和感も認められなかったが、外観としてやや灰白色がかった色を呈した。一方、おからの場合は、生地の中に均一に混ぜ込むことは困難で、外観のなめらかさ、溶出固形量においてその差異が認められた。

その他、小麦粉製品としては、パンへの添加について検討を行ったが、イースト菌発酵との組み合わせでは好ましくない臭いと味が出現するので適当でなかった。

Table 6 Effect of Okara-Tempeh Addition on hamburger steak

	Control	Okara-Tempeh			Okara	
		(A)	(B)	(C)		
Substitution (%)	0	10	30	50	30	
Weight decrease (%)	32.6	17.2	16.5	15.0	18.0	
Contraction (%) [*]	39.2	22.7	16.5	10.8	-	
Organoleptic test						
{	flavor	+	++	++	+	-
	elasticity	+	-	-	--	+
	juiciness	+	++	++	+	+

* shrinkage of bottom area.

Table 7 Effect of Okara-Tempeh Addition on Noodle

	Control	Okara-Tempeh	Okara
Weight increase(%) ^{* 1}	178	175	172
solids lost(%) ^{* 2}	4.3	4.1	6.1
Organoleptic test			
(elasticity of noodle)	+	++	-

* 1 amount of noodle after boiling process(for 100g raw noodle).

* 2 solids in water after boiling process.

要 約

1. 発酵によりおからテンペー中の遊離アミノ酸が増加し、呈味性の向上に寄与した。
2. おからテンペーにおける菌糸の生成、水溶性多糖およびモノ、ジグリセリドの増加は機能特性に影響を与えた。
3. おからテンペーは、保水性、吸油性および乳化性の優れた食品素材である。
4. ひき肉状おからテンペーは、クッキー、ハンバーグステーキおよびめんの調製に際して、その主材料に対して30% (湿潤量として) の添加が可能であり、食物繊維の補給に役立ち、味、加工適性の優れた新食品素材として利用できることがわかった。

本研究の一部は平成元年度文部省科学研究費一般研究 (C) によった。

文 献

- 1) 河端 信, 田口邦子, 大槻耕三: 京都府大学術報告 (理学・生活科学), 37, 39 (1986)
- 2) H.L.Wang, E.W.Swain and C.W.Hesseltine, J. Food Sci, 40, 168 (1975)
- 3) G.C.Smith, Hyunil Juhn Z.L.Carpenter, K.F.Mattil and C.M.Cater, J.Food Sci, 38, 849 (1973)
- 4) 日本薬学会編: 衛生試験法注解, P185, 金原出版 (1980)
- 5) 日本油化学協会: 基準油脂分析試験法
- 6) 農林省: 栄養と食糧, 29, 466 (1976)
- 7) 和田淑子, 倉賀野妙子, 長谷川美幸: 家政誌, 33, 313 (1982)
- 8) 和田淑子: 食品の物性, 第11集, P157, 食品資材研究会 (1985)