おから製テンペを利用した高繊維ビスケットの試作

松 尾 眞砂子*, 湯 本 淑 子**

* 岐阜女子大学教養部化学研究室

** 岐阜女子大学家政学部食物栄養学専攻

Preparation of High-fiber Biscuit from “Okara Tempeh”

Masako MATSUO* and Yoshiko YUMOTO**

* Laboratory of Chemistry, Faculty of General Education,
Gifu Women's University, Gifu 501-25

** Department of Nutrition and Food Science, Faculty of Home Science,
Gifu Women's University, Gifu 501-25

Nippon Eiyō Shokuryō Gakkaishi (J. Jpn. Soc. Nutr. Food Sci.) 42, 385~389 (1989)

In order to utilize “Okara Tempeh” (OT, okara, a by-product of the “tofu” industry, fermented by *Rhizopus oligosporus*), a high-fiber food, as a food additive for dietary fiber, biscuits containing 15% or 30% OT as a replacement for flour were prepared and their characteristics were compared with those of ordinary biscuits. Addition of 30% OT to the biscuits had no effect on their appearance or aroma, but caused insufficient swelling. Changes in texture such as decreased hardness and brittleness were detected rheolometrically, but difficult to detect by sensory testing. Addition of 30% OT to biscuits increased the content of dietary fiber 7-fold and suppressed the formation of lipid peroxide during storage at room temperature. These results indicate that OT is useful as an ingredient for making biscuits.

Key Words okara, tempeh, antioxidizer, dietary fiber.

(Received February 22, 1989)

先に河端ら¹⁾は、生のおから(OC)を *Rhizopus oligosporus* (テンペ菌)で醸酵させ、おから製テンペ(OT)を製造した。松尾²⁾は市販の乾燥おからを原料にしてOTを製造し、その成分、物理化学的性質を調べ、OTはOCより消化性のみならず、保水性、乳化性、抗酸化性が改善されていることを見いだした。その結果、OTは栄養価が高くしかも加工性に富んだ食品添加用食料繊維(dietary fiber, DF)素材として有望であることが判明した。OTを食品添加用素材として活用するためには、実際にOTを食品に添加して、食品の外観や食味が損なわれないことを確かめる必要がある。

本研究では、まず、OT乾燥粉末の香味がヒトの嗜好に適合することを確認した上で、小麦粉の一部をOT粉末で置き換えたビスケットを試作した。試作ビスケットの物理的性質や官能的な性質を分析し、それらの結果に基づき、OTを食品添加素材として使用できる添加許容

量を決定した。さらに、OTを添加したビスケットを異なる条件で保存し、保存条件による油脂の酸化速度を測定し、OTを添加すると食品中の油脂の酸化が抑制されることを確かめた。

実 験 方 法

1. 官 能 検 査

OT粉末の嗜好調査は、21~22歳の女子学生20名をパネラーとし、Table 1に示した調査用紙を用い、各項目ごとに解答を一つ選択させた。OT入りビスケットの官能検査は、21~22歳の女子学生25名をパネラーとし、ビスケットの硬さ、もろさ、口どけの3項目と総合的うまさについて、いずれも、普通を0点、それよりやや優れた品質の場合は+1点、優れた品質の場合は+2点、やや劣った品質の場合は-1点、劣った品質の場合は-2点の5段階に評価させた。

2. 粉末 OT の製法

前報²⁾に記載した方法で調製したOTを、官能検査用

Table 1. Items and results of sensory evaluation of OT powder.

Question	Answer	Result (%)
Does OT have acceptable odor as a food?	Acceptable	20
	Neither acceptable nor unacceptable	55
	Unacceptable	25
What kind of odor does OT have?	Sweet	24
	Sour	10
	Burnt	10
	Savory	23
	Others	33
Do you like OT?	Like	10
	Neither like nor dislike	70
	Dislike	20
What kind of taste does OT have?	Sweet	23
	Tasteless	59
	Others	18

Panel members (20 female students, ages 21~22) were asked to choose among listed items in response to each question.

には凍結乾燥し、ビスケット添加用には 60°C で通風乾燥し、ともに、ウィリーの粉碎機によって 30 メッシュ以下に粉碎して用いた。

3. ビスケットの製法と保存

1) ソフトビスケットの製法 マーガリン 50 g にレシチン 2 g, 砂糖 20 g, 水 40 ml を、順次、少量ずつ分割して加え、その都度よく混合した。次に、あらかじめベーキングパウダー 1 g とスキムミルク 4 g を混合しておいた小麦粉 100 g を加え、粘りが出ないように混ぜ合わせた。これを径 3.0 cm の棒状にのばし、氷室で 20 分間冷却後、厚さ 0.3 cm にスライスし、高速ガスオーブンにより、160°C, 15 分間で焼成した。小麦粉の 15 および 30% を OT で置換して調製したものを OT 入りビスケットとし、それぞれを OT 15% および 30% 添加ビスケットとよぶことにした。なお、ドウの固さを無添加時と同程度にするため、OT を 30% 添加したときのみ、加水量を 1.5 倍量とした。

2) ビスケットの保存 OT 30% 添加ビスケットを 1 枚ずつラップフィルムに包み、無色透明なガラス製のデシケーターに入れ、日光のよく当たる窓際 (20~35°C), または、冷蔵庫 (4~10°C) に 90 日間 (7 月 20 日~10 月 19 日) 保存した。なお、対照として OT 無添加ビスケッ

トを同条件に保存した。

4. テクスチャーの測定

レオロメーター (飯尾電気 KK: RMT-1303) に径 5 mm のプランジャーを取りつけ、クリアランス 1 mm にてビスケットの硬さともろさを測定した。得られた値をビスケットの厚さ (mm) で除し、R.U.⁷⁾ とした。

5. DF 含量

DF 含量は、前報²⁾ の OT 成分組成値と池上ら³⁾ の小麦粉の DF 値を用いた。

6. 吸水速度の測定

深さ 1.5 cm まで水を入れたシャーレにビスケットを一枚宛浸漬させ、一定時間に吸収した水の重量を求めた。

7. 脂肪の酸化速度

1) 脂肪の抽出 粉碎したビスケット 50 g に *n*-ヘキサン 200 ml を加え、室温で 15 分間振盪し、濾過した。抽出後の残渣は、さらに、メタノール、ついで、エーテルで同様に処理した。各濾液は、プールし、ロータリーエバポレーターで溶媒を除去し、脂肪画分を得た。

2) 脂肪の酸化速度の測定 保存中のビスケットから経時的に脂肪を抽出し、そのカルボニル価 (COV)⁴⁾ と過酸化物価 (POV)⁵⁾ を測定した。

実験結果

1. OT 粉末の官能検査

OT は特有のテンペ臭をもっていたが、その香りは、かすかに感じられる程度であった。OT の嗜好性を粉末を用いてテストし、その結果を Table 1 にまとめた。OT の香りを食品として好ましくないとした者は 25% にすぎなかった。どんな香りか、という問に対する解答はまちまちで一定の傾向を示さなかった。味については好きでも嫌いでもないとする者が 70% おり、味の特色については、味がないと答えた者が 59% いた。これらの結果から、OT は、かすかな特有の香りをもっているが、その香りはとくに嫌われる香りではなく、また、無味であることから、食味添加素材として用途が広いことが示唆された。

2. ビスケットの香りと外観

OT を添加した小麦粉と OT を添加しない小麦粉でビスケットを調製し、両者の香りと外観を比較した。OT を 30% まで添加しても、テンペ臭はまったく感じられなかった。また色の変化や、表面のひび割れなどの外観上の変化も認められなかった。

3. ビスケットの体積

OT を加えて焼いたビスケットの直径と厚さを測定し、それらの値から体積を算出し、Table 2 に示す。OT を 15% 添加しても直径、厚さのどちらにも影響が現れ

Table 2. Volume of biscuits containing OT.

OT/Flour (%) ^a	Diameter (cm)	Thickness (cm)	Volume (cm ³)
0	3.6±0.1 ^b	0.60±0.06	5.75±0.52
15	3.7±0.1	0.55±0.05	5.29±0.76
30	3.7±0.1	0.48±0.06*	4.67±0.66*

^a Replacement rate of flour by OT. ^b Mean±SD (*n*=10). * Significantly different from 0% group (*p*<0.05).

Table 3. Water absorption rate of biscuits containing OT.

OT/Flour (%) ^a	Absorbed water (g/100 g)	
	1 min	3 min
0	13.50±3.13 ^a	17.60±1.30
15	15.48±4.32	23.65±5.82
30	20.46±4.24*	28.71±4.94*

^a Replacement rate of flour by OT. ^b Mean±SD (*n*=10). * Significantly different from 0% group (*p*<0.05). A biscuit was immersed in water and kept for 1 and 3 min.

Table 4. Rheolometric parameters of biscuits containing OT.

OT/Flour (%) ^a	Hardness (R.U.) ^b	Brittleness (R.U.) ^b
0	9.7±3.1 ^c	8.7±3.3
15	8.0±1.1	6.7±1.1
30	5.6±0.9*	4.6±0.7*

^a Replacement rate of flour by OT. ^b Unit of rheolometer. ^c Mean±SD (*n*=10). * Significantly different from 0% group (*p*<0.05). Diameter of plunger : 5 mm. Distance of clearance : 1 mm.

Table 5. Sensory tests of biscuits containing OT.

OT/Flour (%) ^a	Hardness	Brittleness	Solubility in mouth	Over-all acceptability
0	0.36±1.08 ^b	0.29±0.73	-0.36±0.73	0.36±0.84
15	-0.29±0.83	0.71±0.99	-0.07±1.21	0.50±1.14
30	-0.07±1.00	0.21±1.05	-0.29±0.73	-0.07±1.14

^a Replacement rate of flour by OT. ^b Mean±SD. Panel members (25 female students, ages 21~22) were asked to rate products on scales, consisting of a series of numbers representing a range of low to high intensity of a characteristic : superior, (+2); above average, (+1); average, (0); below average, (-1); and inferior, (-2).

なかったが、30% 添加すると厚さと体積が減少した。

4. ビスケットの吸水速度

ロどけの良さを数量化する一つの方法として、ビスケットの吸水速度を測定し、Table 3 に示す。OT を 30% 添加すると吸水速度が上昇した。

5. ビスケットのテクスチャー

OT を添加したビスケットのテクスチャーをレオロメーターにより測定し、その結果を Table 4 に示す。OT を 30% 添加すると柔らかく、もろさに欠けるようになった。つぎに、ビスケットのテクスチャーを官能的に検査しその結果を Table 5 に示す。OT を 30% 添加しても官能的な硬さ、もろさ、ロどけには大きな変化が認められず、総合的なうまさにも有意差が認められなかった。

6. ビスケットの DF 含量

OT 添加によるビスケットの DF 含量の変化を Table 6 に示す。DF 含量は、OT を 15% 添加すると約 4 倍に、30% 添加すると約 7 倍に増加した。この結果から、OT は、ビスケットの副材料として使用すると DF 素材として役立つことがわかった。

7. 脂肪の酸化速度

ビスケットを冷蔵庫と室温で 90 日間保存し、経時的に脂肪を抽出して、COV と POV を測定した。その結果を Fig.1 に示す。ビスケットを低温で保存すると、OT 添加の有無に関係なく、COV も POV も 90 日間ほとんど変化せず、脂肪は酸化されなかった。ビスケットを室温で保存すると、無添加ビスケットの脂肪は COV と POV が著しく高くなったが、OT を添加したものでは両値とも低値を維持していた。すなわち、OT が脂肪の酸化を強く抑制していた。これによって、OT はビスケットの焼成条件である 160°C、15 分間の加熱で抗酸化能力を失わないことがわかった。

考 察

テンペはインドネシアの伝統食品であり、日本に伝えられてから日が浅い。パネラーはテンペを食した経験が

Table 6. Content of dietary fiber (DF) in biscuits containing OT.

OT/Flour (%) ^a	DF	
	(g/100 g)	(Ratio)
0	1.47	(1.0)
15	5.60	(3.8)
30	9.74	(6.6)

^a Replacement rate of flour by OT.

なく、また、日本にはテンペに類似した香りの食品がないため OT の香りが食品の香りとして適しているかどうか判断しにくかった (Table 1) のであろう。テンペは、食する機会が増えるに従って、美味しいと感じる者が増えてくる⁸⁾ 事実からも、OT の香りも経験を積みば好ましいと感じる者の割合が高くなると思われる。

OT を 30% 添加すると、ビスケットの吸水速度が上昇した (Table 3) 原因には、OT の保水力が大きい²⁾ ことが考えられる。

本報で調製したビスケットはソフトタイプで、ドウを練らず、グルテンマトリックスの形成を抑制する製法を採用したため、OT を小麦粉の 15% 添加してもグルテン減量の影響は現れず、30% 添加により、ようやくグルテン減量の影響が現れ、体積の減少やレオロジカルな数値が変動した (Table 2 と 4)。しかし、官能的に OT 添加の影響を明らかにすることができなかった (Table 5)。本官能検査は、一般消費者の嗜好性を知ることを目的に、未訓練のパネラーを採用した。評点にばらつきが大きかったが、味覚感覚の個人差と考えられる。本報では、OT を 30% 以上添加したビスケットの検討は行わなかったが、少なくとも 30% まではまずくならないことがわかった。食品では官能的要素が最も大切であるから、官能的にまずくならない量を添加許容量の基準にすると、OT はビスケット用素材として 30% までは使用が可能であろう。

一方、小麦胚を DF 素材として製造したシュガースナップ・クッキーは小麦胚 30% 添加により官能的にまずくなったという報告がある¹¹⁾。ビスケット用 DF 素材として小麦胚と OT のいずれが優れているか、今後比較検討してみる必要がある。

OT は DF 含量が多いため不消化物が多い。また、OT の DF は保水力が大きい²⁾ ことから OT を食すると腸内容物や糞便量の増加を期待できる。したがって、OT を食品添加素材として使用すれば、便秘の予防、有害物質の早期排泄等の効果も期待できる。

近年、生体内での過酸化脂質が種々の疾病や老化現象と関連することが報告され⁸⁾⁹⁾、さらに、食品中の過酸

Fig. 1. Antioxidant action of OT in biscuit fat. Biscuits containing 0 (○) or 30% of OT (●) as a replacement of flour were kept in two desiccators for 90 days: one was placed in room (20~35°C) exposed to sunlight, (—); and the other in a refrigerator (4~10°C), (.....). Biscuits kept under different conditions were subjected to measurement of COV and POV.

化物が生体に吸収されることが明らかにされている¹⁰⁾。そのため、加工食品に添加する安全性の高い抗酸化剤の開発が急務になっている。OT は抗酸化力が高い (Fig. 1) ことから、OT を即席麺、ドーナツ、カリン糖等脂肪含量の高い食品の製造時に使用すれば、DF 素材としてのみならず、抗酸化剤としても有望であろう。

要 約

おからを *Rhizopus oligosporus* で醸酵させたおから製テンペ (OT) が食品添加用食物繊維 (dietary fiber, DF) として利用しようと考え、小麦粉の一部を OT で置き換えたビスケットを調製し、その品質を、OT 無置換のビスケットと比較した。OT で小麦粉の 30% を置換したビスケットは、つぎの特色を示した。1) 外観や香りに変化がなかった。2) 膨化が不足した。3) レオロメーターによるテクスチャーは柔らかく、もろさに欠けたが、官能的にはテクスチャーの変化を認めることができなかった。4) DF 量は約 7 倍に増加した。5) 脂肪の酸化が強く抑制された。以上のことから、OT はビスケット用 DF 素材に適していることが明らかになった。

本報をまとめるにあたり、有益なご助言を賜りました本学 小川宣子助教授に感謝します。また、粉末おからをご提供くださいましたみずす豆腐(株)に厚く御礼申し上げます。

文 献

- 1) 河端 信, 田口邦子, 大槻耕三: 日本栄養・食糧学会近畿支部会講演要旨集, 22 (1985)
- 2) 松尾眞砂子: 栄養誌, 42, 173 (1989)
- 3) 池上幸江, 土橋文江, 文 福実, 三宅正展, 上野洋子, 西出英一: 栄養誌, 41, 239 (1988)
- 4) 日本油化学協会 (編): 基準油脂分析試験法 2. 4. 22-73 (1983)
- 5) 日本油化学協会 (編): 基準油脂分析試験法 2. 4. 12-71 (1983)
- 6) 浅野真智子: アジア無塩醗酵大豆会議 '85 講演集, 285 (1985)
- 7) 和田淑子, 倉賀野妙子, 長谷川美幸: 家政誌, 33, 313 (1982)
- 8) Frankel, E.N.: *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 61, 1908 (1984)
- 9) 松下雪郎: 化学と生物, 25, 337 (1987)
- 10) Nakatsugawa, K. and Kaneda, T.: 油化学, 30, 74 (1980); 32, 366 (1983)
- 11) Vratania, D.L. and Zabik, M.E.: *J. Food Sci.*, 40, 1590 (1978)

(1989年2月22日受理)