

## 米粉マフィンの性状に及ぼすトレハロースの影響

橋場浩子 根本勢子 高木史恵

## Effects of trehalose on the properties of rice flour muffins

HIROKO HASHIBA, SEIKO NEMOTO and FUMIE TAKAGI

The effects of trehalose was studied on the properties of rice flour muffins where 5 to 15% of trehalose (flour basis) was added and sugar was adjusted to give the same sweetness. The volume of muffins tended to increase as trehalose level increased. Trehalose lowered water activity and improved storage property. Hardness of muffins increased during storage but T-10 muffin was softer than other rice flour muffins after 96hr of storage. Evaluating muffins by pair test, the taste of T-10 was significantly preferred to that of T-0.

日本の米消費量は年々減少し、農水省をはじめ多くの機関で、米の消費拡大を目指す活動がされている。その一環として、超微細粉末の米粉（パウダーライス）が開発された。通常製法の米粉の粉体サイズが120～400 $\mu$ と大きいのに対して、パウダーライスのサイズは25 $\mu$ という小粒子である<sup>1)</sup>。一方、小麦アレルギーの人のためのライスブレッドに関する研究もされてきたが、従来の製法の米粉では小麦粉の代替が30%までしかできなかった<sup>2)</sup>。それに対してこの超微細粉末の米粉にグルテンを15%混合して使用すれば小麦粉を100%代替することが可能となった<sup>3)</sup>。このようにこの米粉を小麦粉の代替として調製したパンについては報告もあり、すでに市販もされているが、マフィンについてはまだ報告がされていないのでこの米粉を小麦粉の代替としてマフィンを調製してみたところ、

米粉のマフィンは小麦粉のマフィンよりも、膨化率が低く硬かった。そこで小麦粉マフィンの膨化および硬化抑制に効果のあったトレハロース<sup>4)</sup>を米粉マフィンに添加し、その影響をみることを目的とした。

## 実験方法

## 1. 材料

- (1) 米粉：新潟製粉(株)パウダーライス A (一般)タイプ (蛋白質 15.7%、脂質 1.7%、糖質 73.4%)
- (2) トレハロース：林原商事(株) トレハロース
- (3) 砂糖：三井製糖(株) グラニュー糖
- (4) 卵：市販の新鮮卵
- (5) 油脂：雪印乳業(株) 無塩バター
- (6) 牛乳：雪印乳業(株) 3.5牛乳
- (7) 食塩：精製塩

Key words : muffin, rice flour, trehalose, texture, sensory evaluation

Table 1 Composition of rice flour muffins (g)

	T-0	T-5	T-10	T-15
Rice flour	100	100	100	100
Trehalose	0	5.00	10.00	15.00
Sugar	30.00	27.75	25.50	23.25
Baking powder	4.00	4.00	4.00	4.00
Salt	0.80	0.80	0.80	0.80
Milk	50.0	50.0	50.0	50.0
Egg	50.0	50.0	50.0	50.0
Butter	30.0	30.0	30.0	30.0

(8) 膨化剤：大宮糧食工業(株) アイコクベーキングパウダー

## 2. 試料の配合割合と調製方法

マフィンの配合割合は表1の通りとした。すなわち基本配合はトレハロース無添加のT-0とし、トレハロースを米粉に対して5% (T-5)、10% (T-10)、15% (T-15) 添加し、砂糖の量はT-0と同等の甘味を持つように調整した。使用したトレハロースの甘味度は45%とされている<sup>5)</sup>ので、その数値により換算した。したがって試料はT-0、T-5、T-10、T-15の4種類とした。

マフィンの調製法は、米粉・ベーキングパウダー・食塩を合わせて2回ふるった。次に卵をブレンダー (Braun multimix M880) にて60秒間攪拌し、牛乳および糖を加えてさらに60秒間攪拌したのちバターを加え、恒温槽にて40℃に保った。この液体材料を乾燥材料に加え、泡立て器で20回混合後、ミキサー (Braun multimix M880) No.2で60秒間混合した。この生地を50gずつマフィン型に秤取し、オーブンレンジ (National NE-J1) で180℃、30分間焙焼した。焙焼後網上で30分放冷の後、ラップで覆いさらに所定の時間放置し、焙焼1時間後、48時間後、96時間後の測定に供した。得られた結果はエクセル統計を用いて、分散分析を行った。

## 3. 膨化率の測定方法

焙焼1時間後に菜種法により体積を測定し、次式により算出した。膨化率=(製品の

体積 cm<sup>3</sup>/生地の重量 g) × 100

## 4. 水分の測定方法

焙焼1時間、48時間、96時間経過した試料の中央部で表面皮膜に近い部分を3g秤取し、赤外線乾燥式水分計 (YMC(株)、IB-30型) を用い、80℃で40分間乾燥し測定した。得られた結果はエクセル統計を用いて、分散分析を行った。

## 5. 水分活性の測定方法

焙焼1時間、48時間、96時間経過した試料の中央部で表面皮膜に近い部分を容器に適量入れ、水分活性測定器 (フロイント産業(株) EZ-100型) を用い、23℃で測定した。得られた結果はエクセル統計を用いて、分散分析を行った。

## 6. テクスチャーの測定方法

レオロメーター物性解析IPCシステム (飯尾電機(株)、IPC-134A型) により焙焼1時間後、48時間後、96時間後の硬さ、弾力性を測定した。試料はマフィンの下から5mm切断し、中央部で縦横20mm高さ20mmの試料を切り取り、直径40mmのディスク型プランジャーを用いて、運動回数2回、サイクルスピード6回/分、クリアランス4.0mm、ロードレンジ10.0kgで測定した。得られた結果はエクセル統計を用いて、分散分析を行った。

## 7. 色差の測定方法

マフィンの上部および下から10mm切断した試料をMIS色彩情報分析システム (経営科学研究所(株)、測定センサーMCR-A) に

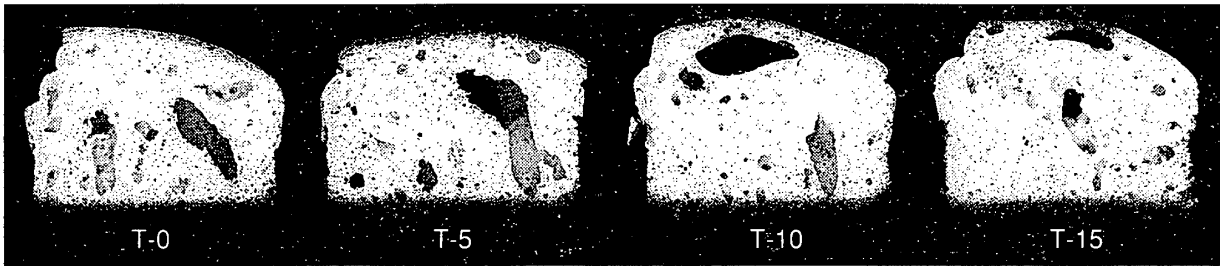


Fig. 1 Vertical section of muffins

より  $L^*a^*b^*$  値および  $\Delta E^*$  値を測定した。

### 8. 官能検査

96 時間冷蔵保存したマフィンを用い、本学女子短大生 18 名により、T-0 と T-10 を 2 点比較法により評価させた。

## 実験結果および考察

### 1. マフィンの形状

米粉マフィンの断面をコピーしたものを図 1 に示す。米粉マフィンは表面がやや扁平であった。トレハロースの添加量を米粉に対して 15% まで増加すると、形・きめにはほとんど差が認められないが、T-10, T-15 は T-0 に比べて容積が増加していた。

### 2. 膨化率

トレハロース添加量と膨化率の関係を図 2 に示す。膨化率は、トレハロースの添加にもなって増加する傾向がみられ、分散分析の結果、T-0 と T-10 および T-15 との間にそれぞれ有意水準 1% で差が認められた。これは小麦粉マフィンの場合と同様に、糖の総量が増加することにより、生地流動性が増し、ベーキングパウダーから発生する  $CO_2$  を有効に利用しうる結果になる<sup>6)</sup> ためと考えられる。

### 3. 水分

マフィンの水分の測定結果を図 3 に示す。マフィンの水分は、保存時間が増すにつれ低下し 1 時間後と 48 時間後および 96 時間後との間にそれぞれ有意水準 1% で差が認められたが、マフィンの種類による差は認められなかった。トレハロースを添加したものの方がやや低い値であったのはトレハロースの添加により糖の総量が増え、相対的にマフィンの

水分が減少したためと考えられる。

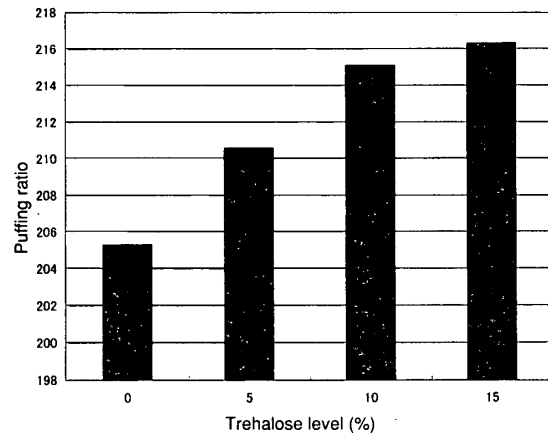


Fig. 2 Trehalose addition and puffing ratio

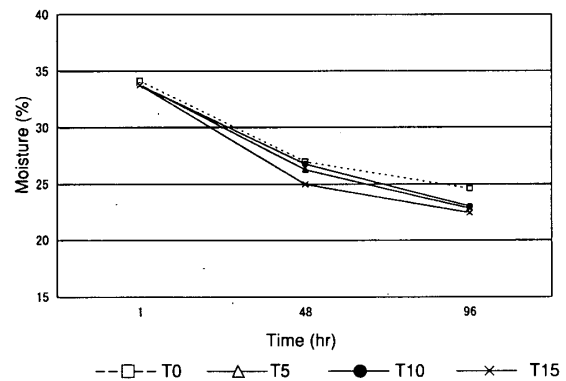


Fig. 3 Muffin storage and moisture

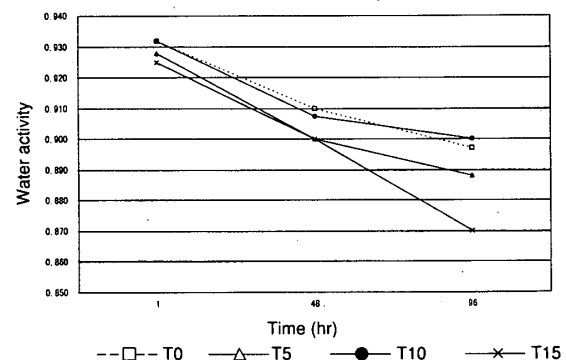


Fig. 4 Muffin storage and activity

#### 4. 水分活性

マフィンの水分活性の測定結果を図4に示す。マフィンの水分活性は、水分と同様に保存時間が増すにつれ低下しており、トレハロースを添加したものの方が低い値であった。96時間保存後のAW値はT-0が0.897に対してT-15が0.870で保存性に優れていた。トレハロースは砂糖に比べエカトリアルOHが多く水和性が強い<sup>7) 8)</sup>といわれている。そのため水分活性が低下したものと考えられる。

#### 5. テクスチャー

マフィンのテクスチャーとして硬さおよび弾力性を測定した結果を、それぞれ図5および図6に示す。米粉マフィンは保存時間が増すにつれ硬くなっていったが、96時間後ではT-10が他のマフィンよりも有意水準5%で軟らかかった。それに対して弾力性は保存時間が増すにつれて、低下しており、T-0の弾力性が最も低かった。96時間後ではT-10の弾力性が最も高く有意水準5%でT-0との間に差が認められた。

#### 6. マフィンの色

色差計による測定結果を表2に示す。マフィン上皮の色は、T-0とT-15の間にほとんど差は認められなかったが、T-0とT-5およびT-10との間に差が認められた。それに対して、内相の色はT-0とT-5の間に色差はほとんど認められなかったものの、T-10、T-15とトレハロースの添加量が増すにつれてb値が低下する傾向が認められた。即ち黄味度が減少した。これはトレハロースの添加に伴い総糖量が増加し、相対的に卵・バター量が減少したためと考えられる。

#### 7. 官能評価

マフィン上皮の色および96時間保存後の硬さの項目で差の認められたT-0とT-10について2点比較法による官能評価を行った。その結果を表3に示す。上皮の色および内相の色について色差計では差が認められたにもかかわらず、色に対する好みに差は認められなかった。軟らかさについても、テクスチャーの測定結果ではT-10がT-0よりも有意に

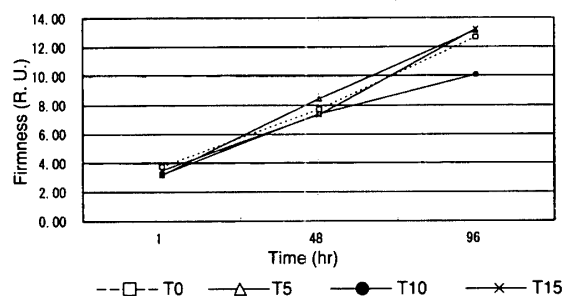


Fig. 5 Muffin storage and firmness

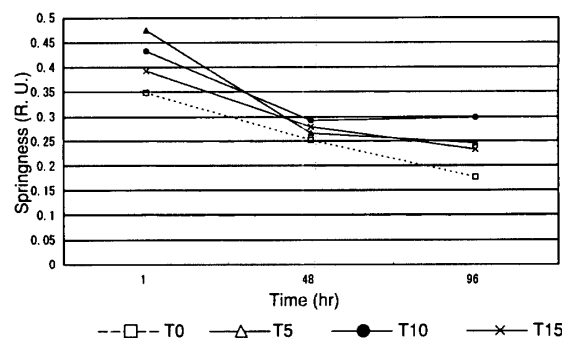


Fig. 6 Muffin storage and springness

軟らかかったにもかかわらず、軟らかさに対する好みに差は認められなかった。すだちの良さ・香りの好ましさの項目についても、ほとんど差はみられなかった。味については有意水準5%でT-10のほうが好まれた。これはトレハロースのあっさりしてしかも持続性のある甘味<sup>9)</sup>が好まれたのであろう。しかし総合評価については有意差が認められなかった。

## 要 約

砂糖の一部をトレハロースで置換した米粉マフィンを調製し、その性状について調べた結果、以下のことが明らかになった。

1. 米粉マフィンの膨化率はトレハロースの添加とともに増加し、T-10およびT-15はT-0よりも有意に大きい値を示した。
2. 水分および水分活性は保存とともに、低下していった。96時間後の水分活性はT-15が最も低く、保存性に富んでいた。
3. テクスチャーのうち、硬さは保存とともに増加していったのに対して、弾力性は減少していった。96時間保存後のT-10は他の米粉マフィンよりも有意に軟らかかった。

Table 2 The color of muffins

Crust color				
	T-0	T-5	T-10	T-15
L*	56.04	52.63 ± 4.58	52.64 ± 3.00	56.91 ± 4.16
a*	19.08	20.23 ± 2.06	20.79 ± 0.91	18.41 ± 2.00
b*	36.54	35.50 ± 3.63	34.89 ± 2.15	36.36 ± 1.84
ΔE*	—	3.75	4.15	1.11
Crumb color				
	T-0	T-5	T-10	T-15
L*	72.14	73.28 ± 0.80	72.81 ± 1.10	72.81 ± 2.35
a*	-0.69	-0.75 ± 0.09	-0.91 ± 0.25	-0.88 ± 0.36
b*	27.55	28.68 ± 0.24	24.03 ± 1.80	22.13 ± 4.59
ΔE*	—	1.61	3.59	5.46

Mean ± S. D.

Table 3 Sensory evaluation of muffins

	T-0	T-10	Significance
Crumb color preference	8	10	n.s.
Crust color preference	11	7	n.s.
Porosity	9	9	n.s.
Aroma preference	8	10	n.s.
Softness preference	8	10	n.s.
Springness preference	10	8	n.s.
Taste preference	4	14	*
Overall acceptance	7	11	n.s.

Pair test (n=18)

\*Significant at p&lt;0.05, n.s.not significant

4. 官能検査の結果、味の項目で T-10 が T-0 よりも有意に好まれた。

本研究の一部は平成 15 年度日本調理科学大会において発表した。

## 文 献

- 1) 八藤 真：食の科学, No. 280, 53 (2001)
- 2) NISITA, K.D. and BEAN, M.M.: Cereal chem., **56**, 185 (1979)
- 3) 中村幸一：ジャパンプードサイエンス, 11月号, 55 (2001)
- 4) 橋場浩子, 根本勢子, 高木史恵, 浜島教子：聖徳栄養短期大学紀要 **32**, 24 (2001)
- 5) 竹内叶：New Food Industry, **40**, 1 (1998)
- 6) 吉田レイ：山梨女短大, **1**, 15 (1967)
- 7) LIU, Q., SCHMIDT, R. K., TEO, B., KARPLUS, P. A. and BRADY, J. W. : J. Am. Chem. Soc., **119**, 7851 (1997)
- 8) 片桐直彦：ジャパンプードサイエンス, 11月号, 28 (1998)
- 9) PORTMANN, M.O. and BIRCH, G.: J. Sci. Food Agric., **69**, 275 (1995)