

マフィンの性状に及ぼす糖の影響

橋場浩子 根本勢子 高木史恵 浜島教子

Effects of sugars on the properties of muffins

HIROKO HASHIBA, SEIKO NEMOTO, FUMIE TAKAGI and NORIKO HAMAJIMA

The effects of sugars were studied on the properties of muffins where 5 to 15% of sugar was replaced with trehalose to give the same sweetness. The volume of muffins tended to increase as trehalose level increased. Water activity in the crumb decreased during 96 hr of muffin storage. Trehalose lowered water activity and improved storage property. Hardness of muffins increased during storage but T-33 muffin was softer than T-0 after 96 hr of storage at 5°C. Enthalpy for melting amylopectin crystallites in the crumb of T-33 was significantly less than T-0. So it is supposed to be one of the reasons why T-33 muffin was softer after storage. Evaluating muffins by sensory test, it was possible to add trehalose up to 33% (flour basis).

トレハロースは他の糖よりも水和力が強く¹⁾、澱粉の老化抑制作用がある²⁾といわれている。さらに低う蝕作用²⁾、脂質の酸敗抑制作用³⁾、SOD様活性の安定化効果⁴⁾を持ち、骨粗鬆症にも有効である⁵⁾といわれている。

一方若い女性の間にはやせ願望が一般的となり、やせの若年女子は有意に骨密度が低いという報告もあり⁶⁾憂慮されている。そこで西岡ら⁷⁾は若年成人女性を対象に、トレハロースを4ヶ月間継続摂取させ経時的に踵骨骨密度と骨代謝マーカーを測定した結果、1日当たり8.7gで骨密度上昇傾向がみられたと報告している。

このトレハロースは大福、まんじゅう、水羊羹などの和菓子やプリン、ムース、スポンジケーキなどの洋菓子にも利用されるように

なってきた。しかしマフィンへの利用についてはまだ報告されていない。そこで本研究は砂糖の一部をトレハロースで置換したマフィンの性状についておよびトレハロースの添加がどこまで可能であるかを知ることを目的とした。

実験方法

1. 材料

- (1) 薄力粉：日清製粉(株)バイオレット(蛋白質8%、脂質1.7%、糖質73%)
- (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

Key Words : muffin, trehalose, water activity, amylopectin crystallite, sensory test

Table 1. Composition of Muffins(g)

	T-0	T-11	T-22	T-33
Flour	100	100	100	100
Sugar	30	25	20	15
Trehalose	0	11	22	33
B.P.	4	4	4	4
Salt	0.8	0.8	0.8	0.8
Milk	50	50	50	50
Egg	50	50	50	50
Butter	30	30	30	30

B.P.:Baking Powder

- (6)牛乳：雪印乳業(株)3.5牛乳
 (7)食塩：精製塩
 (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。即ち、基本配合はトレハロース無添加のT-0とし、砂糖を25、20、15gと減量し、甘味度を砂糖30gのT-0と同じになるようにトレハロース11(T-11)、22(T-22)、33g(T-33)、で置換した。使用したトレハロースの甘味度はショ糖の45%と表示されているので、その数値により換算した。トレハロースは砂糖よりも溶解度が低くこれ以上添加すると、折出してしまうので添加量は小麦粉重量に対して33%までとした。したがってサンプルは、T-0、T-11、T-22、T-33の4種類とした。

マフィンの調製法は、小麦粉・B.P.・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りし、オーブンレンジ(National NE-J1)で200℃、30分焙焼した。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。

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^3 /生地の重量g) \times 100

4. 水分の測定方法

焙焼後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秤取りし、赤外線乾燥式水分計(YMC(株)、IB-30型)を用い、80℃で測定した。

5. 水分活性の測定方法

焙焼後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、23℃にて測定した。

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、凝集性、弾力性、そしゃく性を測定した。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4.5mm、ロードレンジ10.0kgで測定した。この測定結果はエクセル統計により分散分析を行った。

7. DSC測定

T-0、T-33の2種類のマフィンを5℃で96時間保存したものの中央部について熱分析を行った。測定には示差走査熱量計(島津製作所(株)、DSC-50)を使用した。測定条件は、昇

温速度10℃/分、試料量約10mgとし、吸熱開始温度、ピーク温度、吸熱量の平均値および標準偏差を求めた。

8. 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)によりLab値および ΔE 値を測定した。

9. 官能検査

焙焼24時間後のマフィンを用い、本学女子短大生15名により、T-0を基準としてT-33を2点比較変法により評価させ、t検定を行った。

結果および考察

1. 膨化率

トレハロース添加と膨化率の関係を図1に示す。膨化率はトレハロースの添加にともなって増加する傾向がみられた。これは蒸しパンの場合と同様に、糖がグルテン量を減少させ、グルテン形成力を弱める上、澱粉ゲルを弱める働きもするため、生地は加熱によって流動性を増し、生地の伸張抵抗が小となること、および糖がグルテンの熱凝固を遅らせる働きがあるため、ベーキングパウダーから発生するCO₂を有効に利用しうる結果になる⁸⁾ためと考えられる。

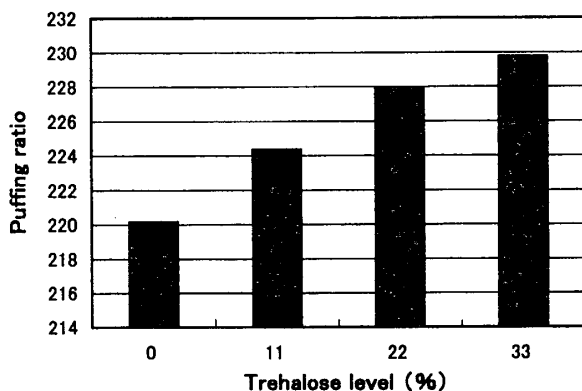


Fig 1. Trehalose addition and puffing ratio

2. 水分

マフィンの水分の測定結果を図2に示す。マフィンの水分は、保存日数が増すにつれ低

下していったが、トレハロースを添加したもののほうがやや低い値であった。これ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。

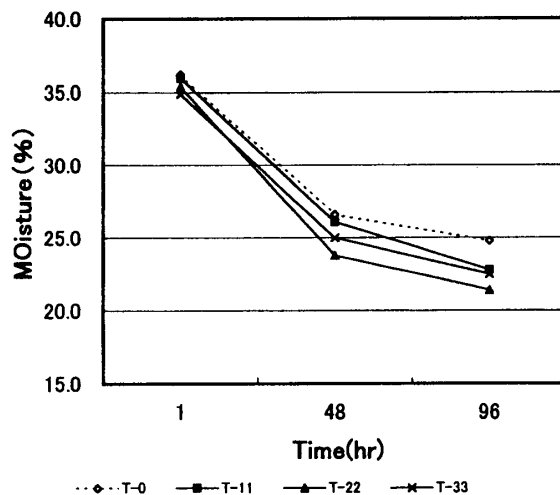


Fig 2. Muffin storage and moisture

3. 水分活性

マフィンの水分活性の測定結果を図3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いったが、トレハロースを添加したもののほうが低い値であった。96時間保存後のA_w値はT-0が0.91に対してT-33が0.87で保存性に優れていた。トレハロースは砂糖に比べequatorial-OHが多く水和性が強い¹⁾といわれており、そのため水分活性が低下したものと考えられる。

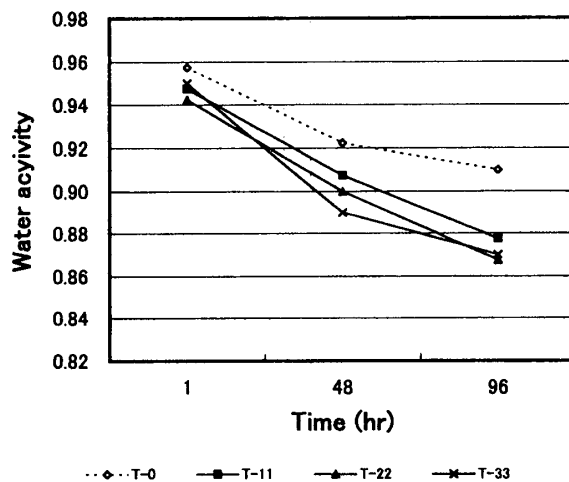


Fig 3. Muffin storage and activity

Table 2. Differential scanning calorimetric data for melting amylopectin crystallites in the crumb of muffin stored for 96 hr

	T_0 (°C)	T_p (°C)	ΔE (J/g)
T-0	50.26 ± 1.12	68.17 ± 1.10	1.40 ± 0.12
T-33	52.27 ± 3.55	73.77 ± 1.86	0.85 ± 0.16

Mean \pm S.D.

To: Onset temperature, Tp: Peak temperature, ΔE : Enthalpy

4. テクスチャー

マフィンのテクスチャーは有意差のあった硬さおよび弾力性について示す。マフィンの保存と硬さの関係を図4に示す。マフィンの硬さは、トレハロース無添加のものが、トレハロースを添加したものよりも有意水準1%で硬いという結果になった。またマフィンは保存時間が増すにつれ硬くなっていったが、トレハロースを添加したものの方が硬くなりにくい傾向にあった。

次に、マフィンの保存と弾力性の関係を図5に示す。マフィンの弾力性は、トレハロース無添加のものは、トレハロース添加のものより大きい値を示した。つぎに保存時間との関連をみると、1時間後と46時間後との間には有意差は見られないが、96時間後には弾力性が有意に低下した。

5. DSC測定結果

DSCによる測定結果を表2に示す。焼成後短時間のうちに可溶性アミロースはデンプン

粒間のグルテン層中でゲル化し、またデンプン粒内のアミロースも結晶化するため、焼成直後の硬化に大きく関与するが、その後の老化に対しては影響が少ないとされている⁹⁾。そこでアミロペクチンの老化度をenthalpyとして測定した。食パンの場合に比べ¹⁰⁾ T_0 、 T_p ともに高温側にシフトしているのは、糖量の影響¹¹⁾と考えられる。T-33がT-0よりもさらに高温側にシフトしたのは、水分活性の低いほうが糊化温度が高くなる¹²⁾ためであろう。吸熱量は有意水準5%でT-0の方がT-33よりも大きく、アミロペクチンの老化度が大きいことが示された。そのために保存96時間後のT-0のマフィンがより硬くなったものと推察される。

6. マフィンの色

色差計による測定結果を表3に示す。マフィン上面の色は、T-0を基準とした ΔE 値がトレハロース添加にともない、やや増加した。トレハロースは非還元糖であり、褐変反応は

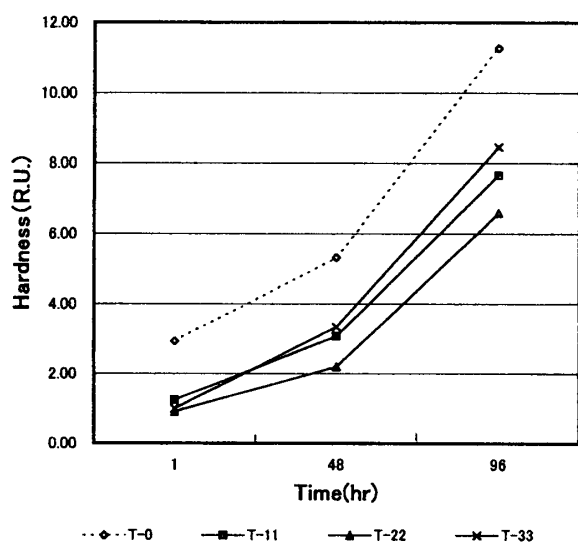


Fig 4. Muffin storage and hardness

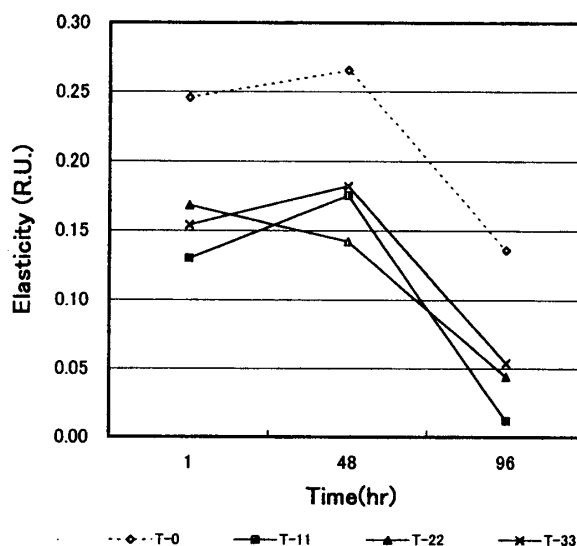


Fig 5. Muffin storage and elasticity

Table 3. The Color of muffins

Crust color				
	T-0	T-1	T-22	T-33
L	53.21±1.36	53.02±1.88	52.29±3.17	54.44±0.76
a	20.85±0.55	21.09±1.16	21.35±1.26	21.48±0.31
b	38.14±1.03	37.03±2.18	36.67±0.98	40.38±0.97
ΔE	—	1.15	1.81	2.63
Crumb color				
	T-0	T-1	T-22	T-33
L	73.98±1.97	74.01±1.84	74.94±1.49	75.41±1.74
a	0.28±0.56	-0.39±0.34	-0.50±0.37	-0.19±0.37
b	33.26±2.14	31.38±1.37	31.95±1.50	32.00±1.08
ΔE	—	1.99	1.80	1.97

Mean±S.D.

起こらないとされているが、添加にともなってマフィンの容積が増加し、上面がヒーターに近づいたため砂糖による褐変反応が促進されたものと考えられる。内相の色はT-0と大差ないという結果になった。

7. 官能評価

マフィンの官能評価の結果を図6に示す。T-0を基準にして、T-33を評価した結果、上面の色がやや濃く色差計の測定結果に対応していた。またトレハロースの甘さはあっさりしているといわれ、甘味のよさにおいてやや

劣る傾向がみられた。総合評価においてもやや劣る傾向がみられるものの、t検定の結果、すべての項目において有意水準5%で有意差はみられなかった。この結果からトレハロース添加量は小麦粉に対して33%まで可能と考えた。このマフィンを2個食すことによりトレハロースを11.6g摂取でき、骨密度上昇効果が期待できる。

要 約

砂糖の一部をトレハロースで置換したマフィンを調製し、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. マフィンの膨化率はトレハロースの添加にともなって増加する傾向がみられた。
2. マフィンの水分活性は、保存時間が増すにつれ低下したが、トレハロースを添加したもののほうが低い値であり、保存性に優れていた。
3. マフィンは、保存時間が増すにつれ硬くなっていったが、トレハロースを添加したもののほうが硬くなりにくかった。これはDSCの測定結果より、澱粉の老化が抑制されたためと推察された。
4. 官能検査の結果、トレハロースは33%まで添加が可能であった。

最後にトレハロースをご提供下さいました林原商事株式会社に厚く御礼申し上げます。

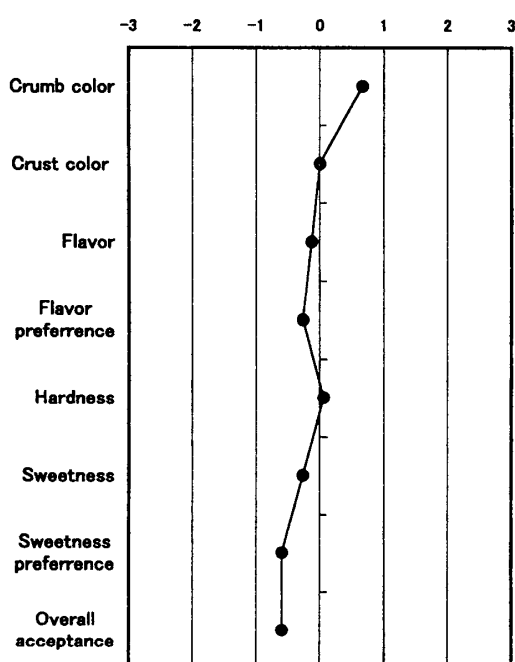


Fig 6. Sensory evaluation of T-33 muffin (using T-0 as the reference)

なお本研究の一部は第48回日本栄養改善学会総会において発表した。

参考文献

- 1) 櫻井実, 井上義夫: 生物物理, **209**, 326 (1977)
- 2) 竹内安雄, 姫井佐恵, 定清剛: 食品と開発, **33**, No.11, 7(1998)
- 3) 奥和之, 茶園博人, 福田恵温, 栗本雅司: 日本食品工業学会誌, **46**, 749(1999)
- 4) 阿賀創, 渋谷孝, 茶園博人, 福田恵温, 栗本雅司: 日本食品工業学会誌, **45**, 210 (1998)
- 5) 西崎泰司, 花谷利春, 新井成之, 池田雅夫, 栗本雅司: 医学と生物学, **137**, No. 3, 91(1998)
- 6) 戸田歩, 丸山千寿子, 塚原典子, 江澤郁子: 思春期学, **11**, 167(1993)
- 7) 西岡茂子, 藤居彩子, 江藤義春: 第55回日本栄養・食糧学会大会講演要旨集, 114 (2001)
- 8) 吉田レイ: 山梨女子短大紀要, **1**, 15 (1967)
- 9) 田中康夫, 松本博: 製パンプロセスの科学, 第2版, 光琳(東京), p252(1997)
- 10) CZUCHAJOWSKA, Z. and POMERANZ, Y.: Cereal Chem., **66**, 305(1989)
- 11) 塩坪聡子: 日本調理科学会誌, **24**, 157 (1991)
- 12) SPIES, R.D. and HONSENEY, R.C.: Cereal Chm., **59**, 128(1982)