

2021年3月11日発行

トレハロースを置換したスポンジケーキに関する研究

安谷屋倭子、吉田沙紀、深作貴子、大迫早苗

相模女子大学紀要 VOL.84 (2020年度)

トレハロースを置換したスポンジケーキに関する研究

安谷屋倭子、吉田沙紀、深作貴子、大迫早苗

Study on sponge cake with trehalose added

Wako ADANIYA, Saki YOSHIDA, Takako FUKASAKU, Sanae OSAKO

Amongst conventional food additives, trehalose is prevailing as it plays important role in the current commercial confectionery industry by providing functions such as additional moisturizing, protein denaturation suppression, and impedance of starch aging.

Our group examined how trehalose effects to the final quality of sponge cake products by replacing with sugar in it, with different percentage (10-30%) of total use of sugar.

We set co-standing method (whole egg is beat in the process of sponge cake production) due to precise control of analysis. Experimental condition is as follows, 120 g of egg, 72 g of granulated sugar, 72 g of cake flour, and 24 g of butter (without salt). Using 100% granulated sugar as a control, trehalose was replaced with 10 to 30% of granulated sugar and baked. The final sponge cake product left to cool down at 22 to 25°C after baking process finished. We calibrated the swelling rate, weight change rate, breaking strength measurement, and water activity of the final products from 0 to 5 days daily.

As a result, there was a positive correlation between sum of trehalose and weight change rate. At the same time, dough became finer as we increased the usage of trehalose. Water Activity declined significantly at 30% trehalose substitution with total sugar.

From our observations, it is considered that application of trehalose for sponge cake baking contributes to incremental hydration power of the dough, enhanced stability of protein and the prevention of gelatinization of starch at the final product. However, trehalose has lower sweetness (approximately 40%) compared to conventional sugar, so it cannot be simply substitute of conventional sugar from the facet of taste. We will plan to have a subsequent analysis of trehalose substitution with sugar in an organoleptic evaluation and different food products.

Key Words : トレハロース Trehalose, スポンジケーキ Sponge cake, 水分活性 Water activity,

I. 緒言

日本では、米、麦などの穀類、小豆、大豆などの豆類、でん粉及び砂糖を主原料とした菓子が古くから親しまれ食文化を築いてきた。しかし、近年では

洋菓子の普及によりデザート及びスイーツの需要が増加傾向にある一方で、日本人の和菓子離れが報告されている¹⁾。その中でトレハロースの利用は、和菓子、洋菓子にかかわらず多くの食品に利用され、品質の向上および食感の保持等に影響を与えている。

トレハロースはグルコースの2分子が α, α -1,1結合した非還元性の二糖類で自然界に広く存在し、キノコ類、海藻類、酵母など身近な食品に含まれている²⁾。自然界に存在するトレハロースだが、従来の製法では酵母を大量に培養して抽出するというものであり高価であった²⁾。トレハロースの甘味度は約40%で砂糖より低く、糖度は砂糖と同様である³⁾。また、保湿作用、たんぱく質の変性抑制、でん粉の老化抑制があり和菓子や洋菓子などの食品に多く用いられる既存添加物の一つであることから加工食品の品質向上に一翼を担っている³⁾。和菓子の劣化は時間経過による乾燥や離水、硬化などがあげられ、これらは、でん粉の老化が大きく起因していることからトレハロースの食品への使用事例は、でん粉の老化防止を目的とした報告が多く⁴⁾、葛粉や餅粉を使用した和菓子や米粉パンなど、でん粉の糊化の改善が期待できることが明らかになっている^{5)~7)}。和菓子と比べ砂糖や油脂、乳製品を多く使用する洋菓子では、品質も異なるため時間経過による劣化の性状も異なるだろう。そのためトレハロースにおける役割も添加する割合もお菓子によって調製しなければならぬと考えられる。

そこで本研究では、基本的な洋菓子の材料で作れるスポンジケーキに使用するグラニュー糖の一部にトレハロースを置換し糖度は同じ条件下で、ケーキの品質に及ぼす影響を検討することとした。

Ⅱ. 試料および実験方法

1. 試料と配合割合

(1) 試料

卵は神奈川県相模原市産、グラニュー糖は日清製糖(株)、トレハロースは林原(株)、薄力粉は日清製粉(株)、バター(食塩不使用)は森永製菓(株)を試料とした。

(2) 試料調製

スポンジケーキの配合割合は姫井らの方法³⁾に準じて調製を行った。グラニュー糖100%使用したものをコントロールとし(以下コントロール)、グラニュー糖の10%をトレハロースに置換したスポンジケーキ(以下10%)、グラニュー糖の20%をトレハロースに置換したスポンジケーキ(以下20%)、グラニュー糖の30%をトレハロースに置換したスポンジケーキ(以下30%)、4種類のスポンジケーキを試料とした。またスポンジケーキの配合割合は表1. に示し、調製方法は図1. に示した。

(3) 焼成方法

焼成方法は、高木ら⁸⁾の方法に準じて、ビルトイン型ウォーターオーブン【RKO-30E】リンナイ(株)を用いて直径7.5cmのセルクル型に30g分注し、170℃で15分焼成した。スポンジケーキは、焼成後2時間放冷した0日の試料と約22~25度の室温で密閉容器に5日間保存した試料を比較し測定を行った。予備実験の結果から、5日以上では品質の劣化がみられたことにより保存期間は5日までとした。

表1. スポンジケーキの配合割合

	コントロール (0%)	10%	20%	30%
卵 (g)	120	120	120	120
グラニュー糖 (g)	72	64.8	57.6	50.4
トレハロース (g)	—	7.2	14.4	21.6
薄力粉 (g)	60	60	60	60
バター(食塩不使用)(g)	24	24	24	24

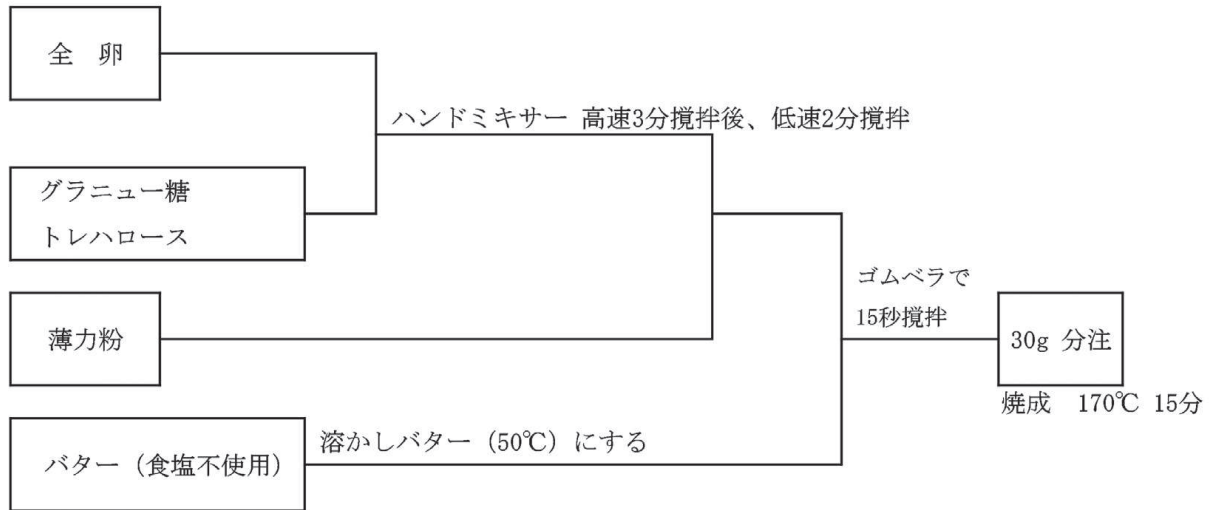


図1. スポンジケーキの調製方法

2. 測定項目

(1) 形状及び断面

生地断面については、焼成後のスポンジケーキを縦半分にカットしキメおよび気泡の形状について観察した。

(2) スポンジケーキの膨化率

スポンジケーキの膨化については、葉種法によって測定を行い、以下の計算式より算出した。焼成後0日と焼成5日後も同様の方法で行った。

$$\text{膨化率} = \text{焼成後の体積} / \text{生地の重量} \times 100$$

(3) 水分活性

焼成後放冷したスポンジケーキを1cm幅にカットし、中心部を測定容器のサイズに従い、くり抜いた。LabSwift-aw (Novasina) を使用し、水分活性の測定を行った。焼成5日後も同様に測定を行った。

(4) スポンジケーキの明度及び色相

焼成後放冷したスポンジケーキの上面と内部の中心部の焼き色を測定した。カラーリーダー CR-20 (コニカミノルタ株) を用いて測定した。焼成5日後についても同様に行った。

(5) 破断強度測定

焼成後放冷したスポンジケーキを2cm幅にスライスし、中央部を2cm角で切落したものをRHEONER RE-3305 (山電株) を使用し、プランジャーはくさび型 (1mm)、圧縮歪率 (100%)、測定スピード: 1mm/秒、測定温度は25℃の条件で破断応用力、破断エネルギーを測定した。

III. 結果及び考察

1. 形状および断面

図2. に4種類のスポンジケーキの焼成後の断面を示した。4種類の比較により、トレハロースを置換することで気泡のキメが細くなり、しっとりとした生地になった。トレハロースは卵のたんぱく質変性を適度に調整し、また気泡の安定性が高いことが報告されている³⁾。そのためトレハロースの置換量が増加するにつれ生地の気泡は小さくなる傾向が示唆された。

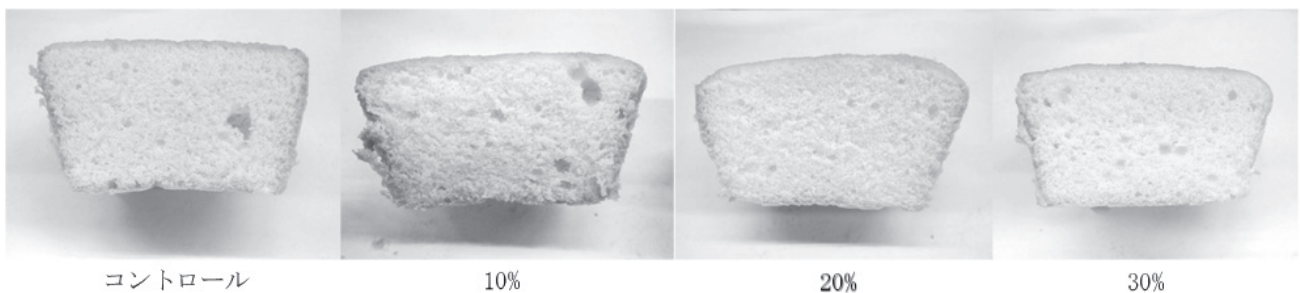


図2. 焼成後のスポンジケーキの断面

2. スポンジケーキの膨化率

図3. にスポンジケーキの膨化率について示した. 膨化率はトレハロースを添加するにつれ高くなり, 20%で最も高く, 30%では低下する傾向がみられた. また0日と5日後で同様の結果であった. トレハロースは水和力に優れているため¹⁰⁾, 30%では膨化に影響がでたと推測された.

3. 水分活性

スポンジケーキの保存性について, 水分活性を用いて比較し, 図4. に示した. 0日と5日とも30%が最も低く, トレハロースを置換することにより水分活性も低下することが示唆された. トレハロースは水和活性が強く, 製品中の水分活性を低下させ保湿性を高め保存・日持ちを向上させること²⁾ からトレハロースはグラニュー糖と比べて水和力が高く, このような結果が得られたと考えられる.

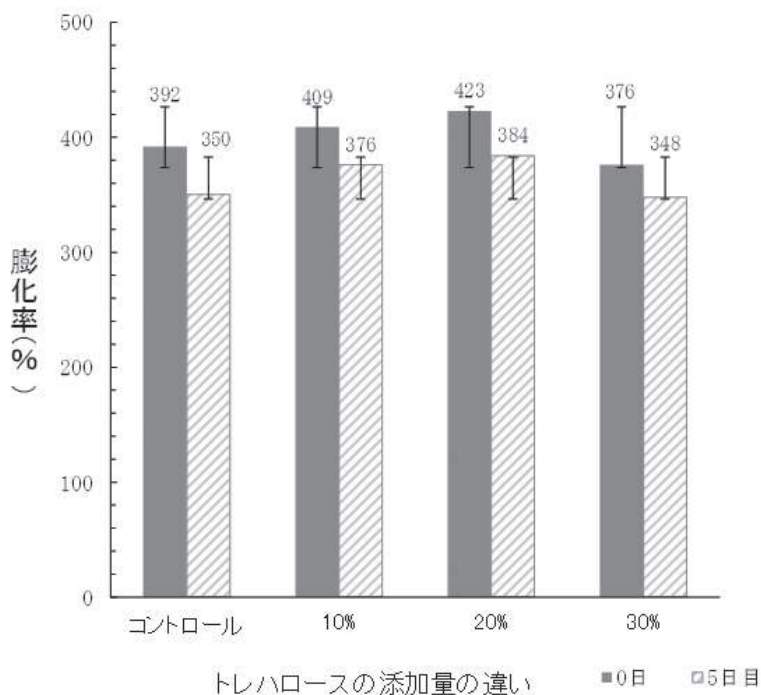


図3. スポンジケーキの膨化率

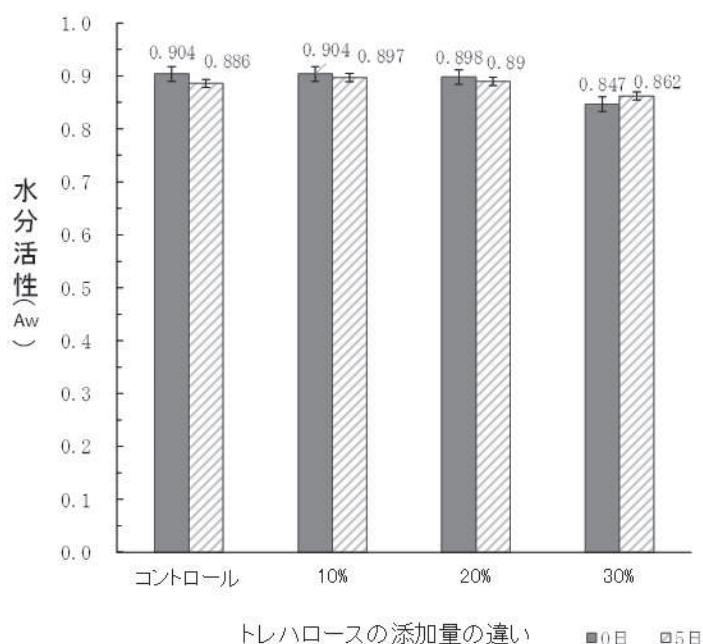


図4. スポンジケーキの水分活性

4. スポンジケーキの明度及び色相

スポンジケーキの明度及び色相について表2. に示した。外側は、コントロールと比べトレハロースを置換することによりL*値(明度)は高くなった。

a*値(赤方向) b*値(黄方向)は、コントロールより20%, 30%で低くなる傾向がみられた。トレハロースの非還元糖の特性が焼成後のL*値, a*値, b*値に影響をおよぼしたと考えられる。

表2. スポンジケーキの明度及び色調

	配合	L*	a*	b*
外側	「コントロール」	44.4±4.48	15.5±0.86	30.6±3.00
	「10%」	49.4±2.00	14.0±1.30	30.0±1.14
	「20%」	57.2±2.60	3.9±0.35	23.3±1.15
	「30%」	61.6±2.80	4.6±0.15	26.6±0.90
内側	「コントロール」	56.8±2.50	3.9±0.35	23.1±1.10
	「10%」	58.0±2.00	5.6±0.37	26.8±1.70
	「20%」	68.4±2.80	5.1±0.20	29.6±1.00
	「30%」	60.8±3.00	4.6±0.13	26.3±0.90

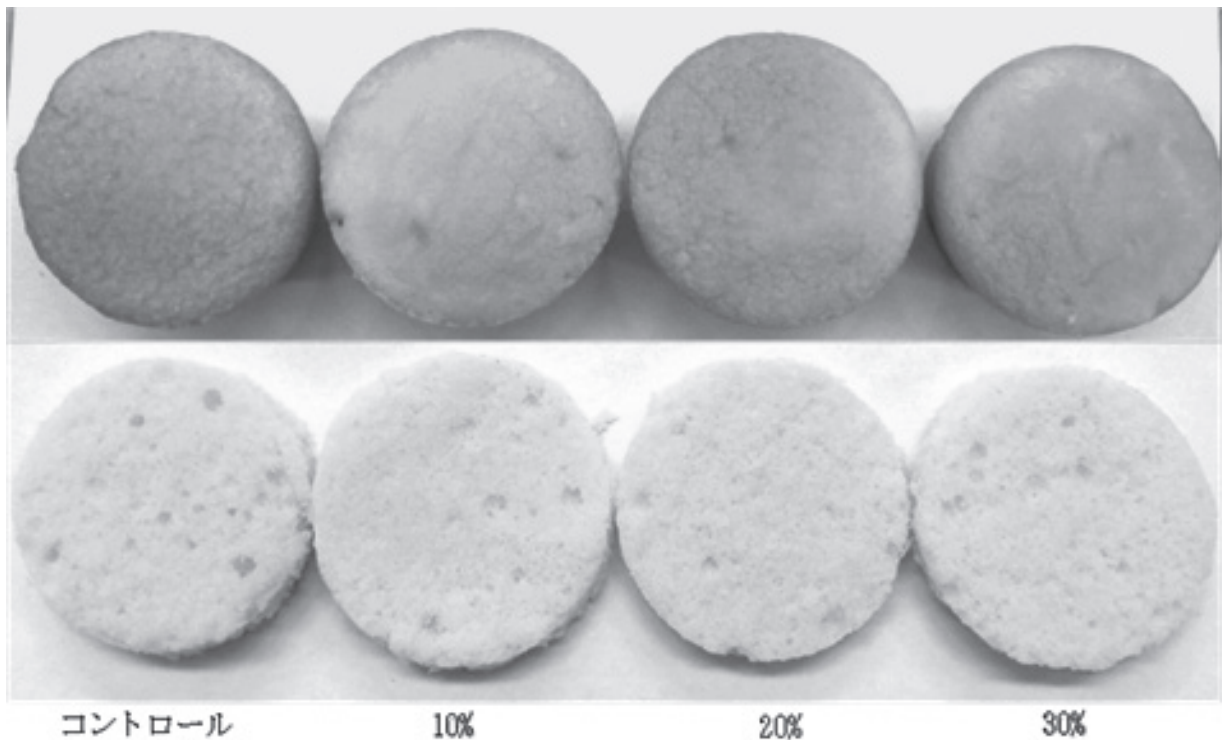


図5. スポンジケーキの焼成後の性状

5. 破断強度測定

スポンジケーキの破断測定した結果を図6. 図7. に示す. スポンジケーキはトレハロースを置換することにより, 生地のはりさは柔らかくなり30%では顕著にみられた. トレハロースの水和力の高さや, で

ん粉老化抑制が生地の硬さに影響していることが示唆された. また, 0日, 5日後も同様の傾向であった. 破断エネルギーはトレハロースの置換量が増加するごとに低下する傾向がみられた.

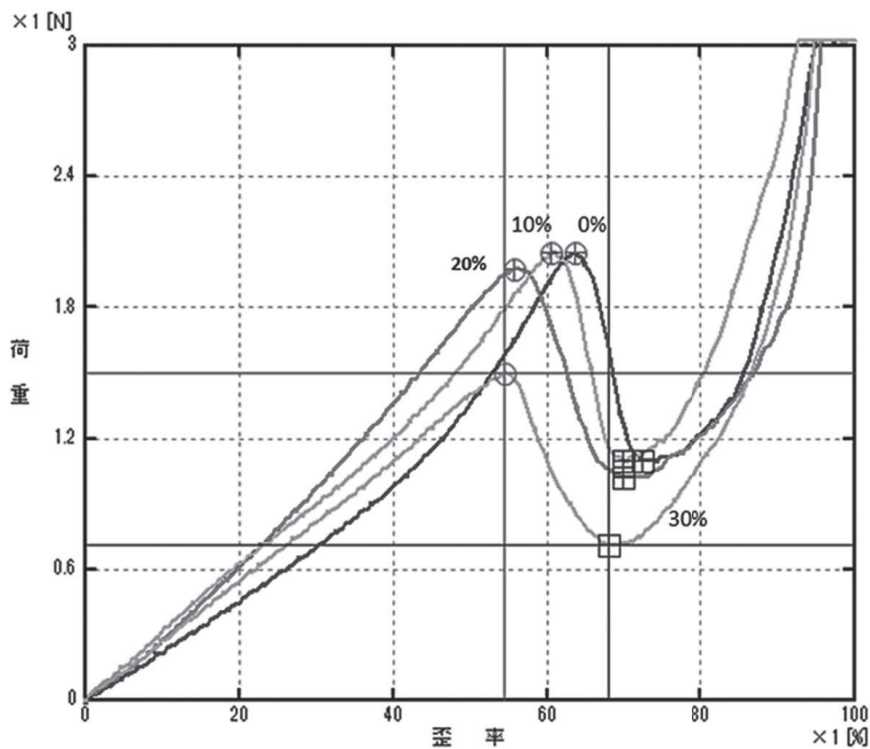


図6. スポンジケーキの破断

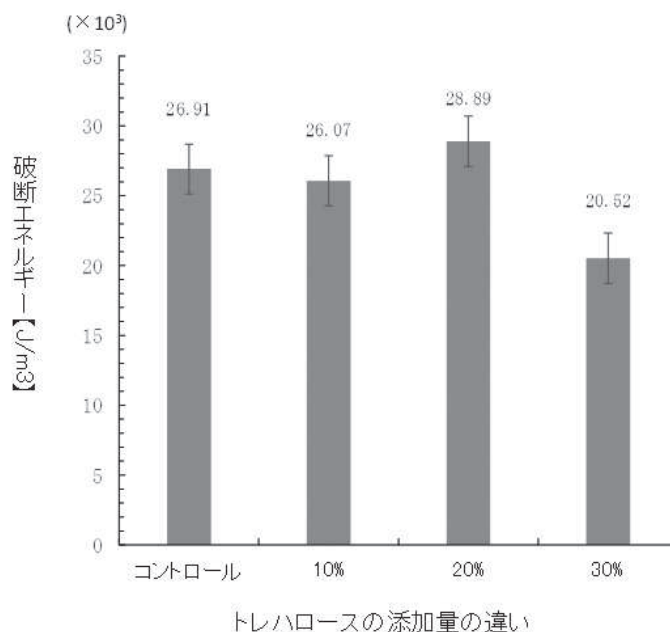


図7. スポンジケーキの破断エネルギー

IV. 要約

スポンジケーキに用いるグラニュー糖の一部をトレハロースに置換してスポンジケーキの品質に及ぼす影響について比較検討した。

1. トレハロース置換により焼成後、生地断面の気泡は細くなり、しっとりとした生地になった。コントロールより10%、20%で膨化率は高くなる傾向がみられたが30%では膨化率の低下がみられたため、トレハロースの水和力が膨化に影響していると推測された。
2. 4種のスポンジケーキについては、水分活性を用いて比較した結果、30%で最も低い値が0日、5日目で同様に得られた。トレハロースには生地の水和力を保つ機能や、たんぱく質の安定性、でん粉の糊化を防止に関与していることから保存性が高くなる傾向であった。
3. 破断測定からは、30%では顕著にみられ生地のしっとり感が増しやわらかくなることが示唆された。また、トレハロースの水和力や、でん粉老化抑制効果が破断にも影響していることがみられた。

以上のことから、トレハロース置換量としては20%を上限とすることでグラニュー糖近似の形状を保持できると考えられた。トレハロースは砂糖の約40%の甘味であることから、食味評価に関与すると思われるため、今後はスポンジケーキの官能評価との関連性について検討したいと考える。

参考文献

- 1) 村上 陽子, 和菓子の嗜好性および喫食状況に関する研究 静岡大学教育学部研究報告 (自然科学篇) 2009, 第59号 p.21-36
- 2) 奥 和之, 澤谷 郁夫, 杉本 純夫, 神戸 三幸, 竹内 叶, 村井 佐恵, 黒瀬 真弓, 久保田 倫夫, 福田 恵温. トレハロースの機能特性 日本応用糖質科学会 2002, Vol.49, No.3, p.351-357
- 3) 姫井 佐英, 川口 恵子, 高倉 幸子, 横山 せつ子. TREHA BOOK トレハを知り、糖を知る - 洋菓子編 - 株式会社柴田書店出版, 2019, p.644
- 4) 姫井 佐恵, 竹田 恵子, 川口 恵子. トレハを知り、和菓子を創る 株式会社柴田書店出版, 2011, p.122
- 5) 平田 健, 炊飯米のテクスチャーに及ぼすトレハロースの影響 広島食工技研報 2009, No.25 p.1-4
- 6) 太田 義雄, 三宅 教子, 入江亜希子, 小川 靖代, 金居 千尋, 立尾 未来. トレハロースによる米粉パンの老化防止抑制効果 中国学園紀要 2001, p.245-249
- 7) 橋場 浩子, 根本 勢子, 高木 史恵. 米粉マフィンの性状に及ぼすトレハロースの影響 聖徳栄養短期大学紀要2003, No.34 p.13-17
- 8) 高木 康政, 洋菓子の基本 新星出版, 2008, p.206
- 9) 茶園 博人, 新規酵素法によるトレハロースの生産とその利用 応用糖質科学 1997, 第44巻 第1号 p.115-120
- 10) 原島 哲, トレハロースの生理作用の探索 - 始まりからメカニズムにせまる最新の研究まで 応用糖質科学 2017, 第7巻 第2号, p.91-96