キャンディ原料としての甜菜糖 (その1)*

高木正敏**・山口直彦**・小山吉人**

Beet Sugar as Candy Ingredient (1)

MASATOSHI TAKAGI, NAOHIKO YAMAGUCHI, and YOSHITO KOYAMA

To compare the suitability of beet sugar with that of cane sugar as an ingredient for candy, effect of high pressure heating of sugar solutions, and properties of candy prepared from the sugar with various level of corn syrup were examined. On autoclaving at 130°C for 10-120 min., very little difference in color was found between beet and cane sugar solutions, however, inversion of beet sugar was significantly less pronounced than that of cane sugar. On candy preparing tests at 130-170°C, the content of direct reducing sugar in the products from beet sugar was lower than that from cane sugar, while the extent of caramelizing and the reducing power of caramelized substances at pH 6.8 were lower in the cane sugar product. (Received September 4, 1967)

甜菜糖の製菓方面への利用に関しては、製造業者の保守的な考え方と、また甘蔗糖に比較して甘味度、加熱耐性、風味において劣るという報告¹⁾もあり、利用度の低いのが現状である。

小山ら^{2)~4)}はさきに甜菜糖の製菓適性を再検討する目的から、若干の菓子について製菓試験を行ない結果を報告している。今回著者らは主としてキャンディ製造中における蔗糖分の変化を中心に甜菜糖、甘蔗糖の加熱試験を行ない、転化糖の生成などにおいて大きな差異を見出したので報告する。

実験方法

1. 実験材料

(1) 甜菜グラニュー糖 (以下甜菜糖と略す): 日本甜菜製糖(株)製(HB印)第1²⁾, 2³⁾, 3⁴⁾報と同一ロットのもの。

(2) 精製グラニュー糖 (以下甘蔗糖と略す): 芝浦精糖(株)製(GSF印)第1, 2, 3報と同一ロットのもの。

(3) 水飴: 林原(株)製, 酸糖化水飴(水分 12.8%, 直接還元糖 39.9%, 糊精 45.9%, pH 4.65)。

2. 測定方法

(1) 水分: 海砂法によって 105°C で定量した。

(2) 直接還元糖 (以下直糖と略す) 量, 蔗糖量: レー

ン・エイノン法で定量し, 無水物に換算して%で表わした。

(3) pH: キャンディまたは糖液の 50% 溶液をガラス電極 pH メーターにて測定した。

(4) 透過率: キャンディは 50% 溶液, 糖液は 25% 溶液について日立製分光光度計 EPR-2 型にて 430 m μ の透過率を測定した。

(5) かっ変物質の還元力: 足立の方法⁵⁾で測定した。

3. キャンディテスト

砂糖と水飴の割合をかえて 5:5 区, 6:4 区および 7:3 区を設定した。砂糖と水飴の合計量が 1 kg となるようにステンレス製カッセルに秤取し, 蒸溜水 100 ml を加えて 100 V, 1,200 W の電熱器上で 130°C から 170°C まで加熱した。その間 10°C ごとに試料を採取して室温に放冷してキャンディを作り, このキャンディを測定試料とした。

4. 糖液の加圧加熱処理方法

甘蔗糖, 甜菜糖について原料砂糖だけの 50% 溶液, 砂糖と水飴の比が 1:1 のものの 50% 溶液をそれぞれ調製し, 150 ml 容三角フラスコに 50 ml あて採取しオートクレーブ中で 130°C, 2.74 kg/cm² の条件で 10~120 分処理した。

* 甜菜糖の製菓への利用に関する研究 (第4報)

** 愛知県食品工業試験所 (名古屋市西区新福寺町 2-13)

Food Research Institute, Aichi Prefecture, Nishi-ku, Nagoya.

実験結果および考察

1. 砂糖と水飴の配合割合を異にした各区のキャンディ

第1図 5:5区における水分, pH 透過率の変化

●—● C 水分 C: 精製グラニュー糖区
○—○ B 水分 B: 甜菜グラニュー糖区
●—● C pH (以下各図とも同様)
○—○ B pH
●—● C 透過率
○—○ B 透過率

第2図 5:5区における直糖量, 蔗糖量の変化

▲—▲ C 直糖 ■—■ C 蔗糖
△—△ B 直糖 □—□ B 蔗糖

イテスト

(1) 5:5 区のカンディの性状

甘蔗糖, 甜菜糖それぞれの 5:5 区におけるキャンディの性状は第 1, 2 図のとおりである。

すなわち, 水分は 130°C で 6%程度, 170°C で 1%程度で各火詰温度においてほぼ一定した試料が得られた。pH は各火詰温度において甘蔗糖のほうが甜菜糖より低くなっていたがその差はわずかなものであった。すなわち, 甘蔗糖の 130°C 火詰製品から 170°C のそれまでの pH の低下は 1.05 であり, 甜菜糖の場合は 1.06 で両者間にほとんど差はなかった。

透過率は甘蔗糖の場合は, 160°C のものまでほとんど変化せず, 160°C をこえるとやや低下する。いっぽう甜菜糖は 140°C から 170°C まで急激に低下した。すなわち, 甘蔗糖の 130°C と 170°C 製品の透過率の差は 13%であったのに対して甜菜糖のそれは, 50%であり両者の着色性には非常に大きな差があることを認めた。また 170°C における両者の差は 38.5% であった。

直糖量の変化は第 2 図のように甘蔗糖については, 140°C から増加し火詰温度の上昇に伴う変化量は大きかった。しかし, 甜菜糖の場合は 150°C までほとんど変化しないが, 160°C をこえるとやや増加の傾向を示した。すなわち, 甘蔗糖の直糖量は 130°, 150°, 170°C でそれぞれ 21.96, 23.66, 30.98% であるのに対して甜菜糖のそれはそれぞれ 22.01, 22.31, 24.45% であった。また甘蔗糖, 甜菜糖それぞれについて 130°C から 170°C までの直糖の増加量は, 前者が 9.02%であったのに対して後者は 2.44% と大きな差異のあることが認められた。

同様に各火詰温度における蔗糖量の変化を調べた結果, 甘蔗糖は甜菜糖と比較して大幅に減少し, 転化しやすいことを認めた。すなわち, 甘蔗糖, 甜菜糖それぞれの 130°C から 170°C までの蔗糖の減少量は, 前者が 7.96%であったのに対して後者は 3.31% であった。

(2) 6:4 区のカンディの性状

前区と同様 6:4 区におけるキャンディの性状を調べた結果は第 3, 4 図のとおりである。

水分は 130°C において甜菜糖のほうが 1% 程度多かったが他はほぼ一定した試料が得られた。pH は甜菜糖と甘蔗糖ともほとんど差がなかった。また火詰温度における pH の変化は 5:5 区よりも甘蔗糖のほうが甜菜糖よりも大きかった。

透過率は 5:5 区と同様に甘蔗糖, 甜菜糖の間に大きな差異を認めた。すなわち, 甘蔗糖の 130°C から 170°C

第3図 6:4区における水分, pH, 透過率の変化

●—● C 水分
○—○ B 水分
●—● C pH
○—○ B pH
●—● C 透過率
○—○ B 透過率

第4図 6:4区における直糖量, 蔗糖量の変化

▲—▲ C 直糖
△—△ B 直糖
■—■ C 蔗糖
□—□ B 蔗糖

Cまでの透過率の差は11%であったのに対して甜菜糖のそれは39.7%であった。

直糖量の変化は第4図のとおりである。5:5区では甘蔗糖は140°Cから増加の傾向が見られたが、本区においては150°Cから増加しており、前区と本区の直糖量の変化は約10°C程度の差があるように思われる。甜菜糖は160°Cから増加し170°Cではじめてある程度の増加が認められた。また甘蔗糖, 甜菜糖それぞれについて130°Cから170°Cまでの直糖の増加量は、前者が7.23%であるのに対して後者は3.11%であった。

つぎに蔗糖量の変化を見ると、甘蔗糖, 甜菜糖それぞれの130°Cから170°Cまでの蔗糖の減少量は、前者が7.06%であったのに対して後者は3.54%であった。

(3) 7:3区のキャンディの性状

前2区と同様7:3区におけるキャンディの性状を調べた結果は第5, 6図のとおりである。

水分は各火詰温度において、ほぼ一定した試料が得られた。

pHについては、両者の間にはほとんど差がなかった。

透過率は、甘蔗糖では160°Cまでほとんど変化は認められなかったのに対して、甜菜糖は前2区と同様150°Cから170°Cまでに大きな変化を認めた。すなわち、甘蔗糖, 甜菜糖それぞれの130°Cから170°Cまでの透過率の差は、前者が17%であったのに対して後者は35%であった。また、170°Cにおける両者の透過

第5図 7:3区における水分, pH, 透過率の変化

●—● C 水分
○—○ B 水分
●—● C pH
○—○ B pH
●—● C 透過率
○—○ B 透過率

第6図 7:3区における直糖量, 蔗糖量の変化

▲——▲ C 直糖
 △——△ B 直糖
 ■——■ C 蔗糖
 □——□ B 蔗糖

率の差は 21% であった。

この区における直糖量の変化は第6図のとおりで、甘蔗糖では 6:4 区と同様 150°C から増加しはじめ、160°C をこえると急激に増加した。いっぽう、甜菜糖は前 2 区と同様 160°C においてやや増加し、170°C においてかなりの増加が認められた。また甘蔗糖、甜菜糖それぞれについて 130°C から 170°C までの直糖の増加量は、前者が 7.48% であったのに対して後者は 2.49% であった。

つぎに蔗糖量の変化は、甘蔗糖、甜菜糖それぞれについて 130°C から 170°C までの減少量は、前者が 6.86% で後者は 2.31% であった。

(4) かっ変物質の還元力

甘蔗糖、甜菜糖それぞれの各区キャンディのかっ変物質の還元力を測定した結果は第7図のとおりである。

すなわち、甘蔗糖区は甜菜糖区よりもかっ変物質の還元力は小さかった。また、甜菜糖区においては水飴の添加量が減少するにしたがってかっ変物質の還元力は小さくなる傾向にあり、甘蔗糖区においては逆に水飴の量が減少するにしたがって大きくなる傾向を示した。

以上の 5:5 区、6:4 区および 7:3 区のキャンディテストの結果を考察すると透過率、直糖量、蔗糖量およびかっ変物質の還元力に差異のあることがわかった。しかし、pH は甘蔗糖と甜菜糖との間に大きな差はなかつ

第7図 各区キャンディのかっ変物質の還元力

●——● C 5:5区
 ○——○ B 5:5区
 ▲——▲ C 6:4区
 △——△ B 6:4区
 ■——■ C 7:3区
 □——□ B 7:3区

たが、全試験区をととして甘蔗糖のほうがやや低い傾向を示した。

透過率は両者に大きな差異が認められ、170°C における甘蔗糖と甜菜糖の透過率の差は 5:5 区で 38.5%, 6:4 区で 31.2%, 7:3 区で 21.0% と水飴の添加量が減少するにしたがって、両者の透過率の差は減少する。しかしながら、甘蔗糖および甜菜糖の各区における 130°C と 170°C の透過率の差をみると、甘蔗糖は 5:5 区で 13%, 6:4 区で 11%, 7:3 区で 17% となり、配合割合による差はほとんど認めることはできなかった。これに対し甜菜糖のそれは 5:5 区で 50%, 6:4 区で 40%, 7:3 区で 35% となり水飴の添加量が減少するにつれて透過率は減少する傾向にあった。すなわち、甜菜糖は水飴の添加量が減少するにしたがって着色しにくくなるようである。

直糖量の変化は甘蔗糖では各試験区の 130°C と 170°C までの増加量をみると、5:5 区で 9.02%, 6:4 区で 7.23%, 7:3 区で 7.48% となり、水飴の添加量が

多い 5:5 区において転化率が高い傾向を示した。甘蔗糖の転化が水飴の添加量の影響を受けるかどうか今後さらに検討したい。いっぽう、甜菜糖のそれは、5:5 区で 2.44%，6:4 区で 3.11%，7:3 区で 2.49% とほぼ一定しており、甜菜糖の転化は、水飴の添加量とは直接関係は認められないようであった。甜菜糖は甘蔗糖と比較して pH はやや高く転化しにくいにもかかわらず着色しやすいのはどのような原因に基づくか、今後さらに検討する必要がある。キャンディテスト中甘蔗糖の泡立ちには均一でかつ直ちに消える状態にあったが、甜菜糖のそれは不均一で消えにくく作業性は甘蔗糖のほうがすぐれていた。

2. 糖液の加圧加熱処理

キャンディテストは常圧加熱によるキャンディの性状を試験したものであるが、加圧加熱下で各砂糖はどのような影響を受けるかを調べるため、各砂糖の 50% 溶液、各砂糖と水飴の比 1:1 のものの 50% 溶液を調製し試験した。

(1) 各砂糖液の加圧加熱処理

甘蔗糖、甜菜糖それぞれの砂糖液を加圧加熱処理したときの变化は第 8 図のとおりである。透過率は各処理時間をとって甜菜糖のほうが甘蔗糖よりも高くなっていったがその差はほとんどなく、同程度に着色することがわかった。すなわち、この程度の濃度の砂糖液の加圧加熱による着色性は甘蔗糖、甜菜糖とも差はないようである。

転化糖量は図から明らかなように、甘蔗糖、甜菜糖との間に大きな差異のあることを認めた。すなわち、甘蔗

第 8 図 各蔗糖液を加圧加熱処理した時の転化糖量、透過率の変化

●—● C 転化糖
○—○ B 〃
●- - ● C 透過率
○- - ○ B 〃
蔗糖液濃度 50%
加圧加熱条件 130°C, 2.74 kgw/cm²

第 9 図 蔗糖と水飴の混合液を加圧加熱した時の直糖量、pH、透過率の変化

●—● C 直糖
○—○ B 〃
●- - ● C pH
○- - ○ B 〃
●- - ● C 透過率
○- - ○ B 〃
糖液 (蔗糖: 水飴 = 1:1) 50% 溶液
加圧加熱条件 130°C, 2.74 kgw/cm²

糖は 10 分処理で 16.59%，30 分処理で 48.71%，60 分処理で 100% となり、いっぽう、甜菜糖は 10 分処理で 2.22%，30 分処理で 9.35%，60 分処理で 48.71% と非常に大きな差異のあることを認めた。

(2) 砂糖と水飴の混合液の加圧加熱処理

砂糖と水飴の混合液を加圧加熱した際の変化は第 9 図のとおりである。

透過率は砂糖液だけの場合とは異なり甘蔗糖のほうが甜菜糖より高くなり、120 分の処理で両者の差は 11% と甜菜糖の着色性が大きかったが、他の処理区においては 1~2.5% でほとんど差はないものと考えられる。pH は各処理区において、甘蔗糖のほうが甜菜糖よりやや低くなっていったが、キャンディテストの場合と同様ほとんど差はなかった。

直糖量の変化は両者の間に差異のあることを認めた。すなわち、甘蔗糖は 0 分で 20.41% であったものが、10 分処理で 33.98%，30 分処理で 53.02%，60 分処理で 69.30% となり、いっぽう甜菜糖は 0 分で 20.24% であったものが、10 分処理で 26.07%，30 分処理で 40.21%，60 分処理で 61.73% となり、その差は砂糖液だけの両者の変化よりも小さかったが、水飴を添加した糖液の加圧加熱処理の場合も、甜菜糖は転化しにくいことが認められた。

要 約

甘蔗糖、甜菜糖の差異を調べるため配合割合を異にしたキャンディテストを行なった。

(1) 水アメを配合したキャンディテストの各区における甘蔗糖と甜菜糖の差異は、透過率、直糖量、蔗糖量およびかっ変物質の還元力において認められた。

(2) 甜菜糖は水飴の量が減少するにしたがって着色性は減少する傾向にあり、直糖量の変化は水飴の添加量が直接影響するのではなく火詰温度が影響を与えるように考えられる。

(3) かっ変物質の還元力は各区とも甜菜糖のほうが大きかった。

(4) 甘蔗糖、甜菜糖の溶液を加圧加熱処理したとき、透過率はほとんど差はなかったが転化糖量において大きな差のあることを認めた。

以上本実験は農林省食糧研究所が中心となり、日本ビート糖業協会の協力のもとに行なったものの一部である。実験を行なうにあたり試料の提供をいただいた日本

ビート糖業協会、終始御指導を賜った農林省食糧研究所食糧加工部長鈴木繁男博士、当所鳥山史郎前所長、河村稔所長に深甚なる謝意を表する。

本報告の一部は日本食品工業学会第14回大会(1967年4月)にて発表した。

文 献

- 1) 飯田廉雄: 菓子・飴・砂糖,* (高陽書院), p. 103 (1954).
 - 2) 小山吉人・横尾良夫: 食品工誌, 15, 121 (1968).
 - 3) 石田欽一・岡田安司・小山吉人: 食品工誌, 15, 109 (1968).
 - 4) 大島克巳・横尾良夫・小山吉人: 食品工誌, 15, (5), 207 (1968).
 - 5) 足立 達: 農化, 32, 313 (1958).
- (1967年9月4日受理)