報 文

タマネギ遊離糖の品種や産地による相違と貯蔵
および γ 線照射による変化

西堀 すき江*・並 木 和 子**

Free Sugar Contents in Onion Bulbs of Different Cultivars and Different
Production Areas, and their Changes by Storage and Gamma-Irradiation

(Free Sugars in Onion Bulbs Part I)

Sukie NISHIBORI* and Kazuko NAMIKI**

* Tokaigakuen Women's College, Nagoya-shi, Aichi, 468

** Sugiyamajyogakuen University, Nagoya-shi, Aichi, 464

Changes in the contents of free sugar in onion bulbs of different cultivars and different production areas were investigated during storage and processing by using gas-chromatography. No significant difference was observed in the total free sugar contents among the onions of different cultivars and different production areas except early season's cultivars which showed a slightly lower content of sugar. The free sugar was mainly composed with glucose (1.7-3.2%), fructose (1.1-2.5%) and sucrose (0.7-2.6%), and the composition was somewhat different among the onions of different cultivars and different production areas. During the storage at 4-5°C, the total free sugar contents gradually decreased during the first few months but more markedly to about 30% after sprouting. The middle part of onion bulbs contained more amount of total free sugar than the other parts (middle part, 5.6→3.5%, inner part, 5.2→3.2%, outer part, 4.8→1.5%), and the total free sugar contents in the outer part decreased markedly during the storage. The changes of the sugar contents after the freeze-drying were almost negligible, but showed significant decrease after the hot-air drying, especially for sucrose. The gamma irradiation with 5-50 krad gave no appreciable effects on the total free sugar contents though it seemed to make a slight increase in the sucrose content.

(Received Aug. 31, 1981)

タマネギは、和洋いずれの料理にも広範囲に利用され、その特徴的な香気とともに甘さを含むまろやかな呈味をもち、我々の食生活にとり重要な役割を演じている食品である。このタマネギの香気や甘さに関する知見は、香気については酵素系との関係など比較的多数の研究があるが¹⁾、甘さに関しての報告はあまりない。

タマネギの甘さの本体については、これまでにシュクロースを主体とする糖によるものであるという説があ

り、また、山西²⁾らは煮たタマネギの甘さについてジサルフアイド類が還元されて甘味の強いプロピルメルカプタンに変化して甘味が増すものとしている。

その他、凍結乾燥したタマネギが顕著な甘さをもつなどとも云われているが、これらタマネギの甘さについては未だ不明の点が多い。この、タマネギの特有な香気や甘さは、季節、栽培条件や個体によりかなり相違することが認められている³⁾ので、本報告では、青果市場で購

† タマネギの遊離糖について (第1報)

* 東海学園女子短期大学 (〒468 名古屋市天白区天白町平針)

** 相山学園大学 (〒464 名古屋市千種区田代町瓶入 1-254)

入可能な、もっとも一般的なタマネギを用いて、その成分中で甘さに関与すると考えられる遊離糖について、品種間差、経時的変化、部位別差、乾燥方法および γ 線照射処理などの影響について検討を行った。タマネギの糖分析は、従来の報告では、ほとんどが還元糖の定量により全糖量および還元糖量を求めているが⁴⁾⁵⁾⁶⁾⁷⁾、本報告では個々の遊離糖の量的変化を知る目的でガスクロマトグラフィーにより行った。

実験方法

1. 供試タマネギ

品種間差、経時的変化の実験試料は、昭和53年6月8日、名古屋市枇杷島青果市場にて購入したタマネギ11品種を用いた。参考のために、これら品種の年間の市場への出回り時期を Fig. 1 に示した。

(1) 国内産

秋播：淡路中甲 (中高)
岐阜黄 (淡路よりやや扁平)
愛知白 (極扁平)
愛知黄早生 (扁平)
春播：北見 F₁ (小粒球形)
札幌黄 (球形)

特殊用途タマネギ：

ペビーオニオン (極小形)
湘南レッド (皮…赤、果肉…紫)

(2) 外国産

台湾産 (大粒でいびつ)
ニュージーランド産 (小粒 球形)
オーストラリア産 (小粒 球形)

Fig. 1 Marketing season of onion (Nagoya Market in 1978)

●—● Marketing season ○—○ Drying season
●.....● Marketing season (controlled in all season)

部位別差、乾燥方法、抽出方法および γ 線照射処理には昭和52、53年度産の岐阜黄を用いた。

(1) 採取方法

各品種のタマネギにつき、ほぼ同形の健全なものを8個を選び、それぞれ外皮を除き、縦切りにし底盤部を除いたものから100gになるように均等に採取して試料とした。

また、部位別の糖量の測定は、8個のタマネギの鱗葉を外側から2~3枚、中間部2~3枚、中心部3~4枚の3群に分け、外側、中間、中心の各部位について100gずつ採取し、試料とした。

(2) 糖液の調製

タマネギの調製は、2-(1)で述べた方法により採取した可食部100gに、150mlの99.5%エタノールを加えて1分間ホモジナイズ後濾過し、濾別されたバルブ分は99.5%エタノールで洗浄し、濾液、洗液を集め、タマネギの水分含量を考慮に入れ、最終濃度が80%エタノール溶液となるようにして500mlの糖抽出液を得た。

(3) 遊離糖の抽出条件の検討

試料からの遊離糖の抽出条件の検討としては、まずスライスした場合と、ホモジナイザーを用いてホモジナイズした場合との比較、およびスライスしたものについて抽出の温度、時間、振とうの有無を比較した。

その結果は、Table 1 に示したごとく、ホモジナイズ

Table 1 Effect of procedure for extraction on the content of total free sugar in onion bulbs

Preparation	Extraction			Total free sugar (g/100g)
	Temperature	Time (min)	Shaking	
Slice	Room temp.	10	—	2.3
		60	—	4.7
		60	+	4.8
	Heat at 80°C	60	—	4.8
		120	—	5.1
		180	—	4.8
Homogenize	Room temp.	0	—	6.2
	Heat at 80°C	60	—	5.9

後、室温により抽出したものが最も糖抽出効率が高かったため、品種間差、経時的変化、部位別差の実験にはこの方法により糖抽出を行うことにした。但し、乾燥による影響および γ 線照射の影響の場合には、80°Cで3時間の加温抽出を行った。

Fig. 2 Gas Chromatogram of free sugar in onion

[1: Xylitol (internal standard), 2: Fructose, 3, 4: Glucose, 5: Sucrose]

Column: Glass capillary column (1% ov-1) 30 m,

Column temp.: 120-230°C,

Temp. rate: 5°C/min

3. 遊離糖の分析

タマネギ遊離糖の分析は、ガスクロマトグラフィーにより行った。小型共栓試験管に糖抽出液 0.5 ml と内部標準物質のキシリトール 0.2 ml (400 mg/100 mg) を入れ、減圧濃縮乾固した後ピリジン 0.7 ml で溶解し、ヘキサメチルジシラザン 0.2 ml とトリメチルクロルシラン 0.1 ml を入れ、常温で約 1 分間激しく振とうし、TMS 誘導体としてガスクロマトグラフィーに 1 μ l 注入し分析を行った。このガスクロマトグラフィーの条件およびクロマトグラムを Fig. 2 に示した。また各遊離糖の定量は、ピークの高さを用いた。

4. 乾燥試料からの抽出液の調製

試料は 1~2 mm のスライスとした後、以下の方法で

乾燥したものに 80% エタノール 300 ml を加え、80°C で 3 時間加温したのちバルブ分を分別して糖抽出液を得た。

(1) 熱風乾燥

100 g のスライスした試料を 100°C に調節した東洋製作所製、KCV-5 型送風乾燥機中に広げ、ほぼ水分がなくなるまで約 2 時間 30 分乾燥した。

(2) 温風乾燥

100 g のスライスした試料を熱風乾燥に用いた乾燥機を 40°C に調製し、温風にてほぼ水分がなくなるまで約 17 時間乾燥した。

(3) 凍結乾燥

100 g のスライスした試料を名古屋大学農学部 共和式 RL 500 HS 型 真空凍結乾燥機を用い、ドライアイス・メタノール中で凍結させ、減圧下で水分がなくなるまで乾燥させた。ほぼ完全な乾燥には約 48 時間を要した。

5. γ 線照射方法

タマネギは、線源からの距離が等しくなるように、箱の中に 4 個を縦につみ上げて入れ、これを立てて置いて照射した。 γ 線照射は名古屋大学農学部 ^{60}Co γ 線照射装置を用い、5, 10, 50 krad の照射を行った。

実験結果および考察

1. タマネギ品種による遊離糖の差異

年間を通じ、我々が青果市場で購入可能な一般的なタマネギ、国内産 8 種、外国産 3 種の遊離糖含有量を調べた。

糖の定量は、タマネギより糖を抽出し、これを TMS 誘導体としたのち、ガスクロマトグラフィーを用いて行った。この結果、ガスクロマトグラムのピークとして認められた遊離糖は、主に、フラクトース、グルコース、シュクロースである。他にはイノシトールと思われる

Table 2 Contents of free sugar in different cultivars of onion (1978)

(g/100 g)

Cultivars	Treatment month	Fructose	Glucose	Sucrose	Total free sugar
Awaji-chūko	Sep.	1.1	2.1	2.6	5.8
Gifu Yellow	Sep.	1.5	2.9	1.4	5.8
Aichi White	Apr.	1.4	1.7	1.0	4.1
Early Aichi Yellow	May	2.5	2.3	1.1	5.9
Kitami F ₁	May	2.4	2.2	0.9	5.5
Sapporo Yellow	Apr.	2.3	2.2	0.9	5.4
Baby onion	Sep.	1.2	2.8	2.0	6.0
Shōnan Red	Oct.	1.7	2.6	1.9	6.3
Taiwan	May	1.9	2.2	0.7	4.8
New Zealand	May	1.1	3.2	1.8	6.1
Australia	May	1.8	3.0	1.4	6.2

ピークが認められたが極めてわずかであった。そこで上記3種の糖の合計値を国内産8種、外国産3種のタマネギについて求め、これを Table 2 に示した。以後、フラ

Fig. 3 Composition of free sugar in the onion bulbs of different cultivars and different countries

*.....Treatment month

クトース、グルコース、シュクロースの合計を遊離糖合計値として示す。

後述するように、タマネギの糖含量は収穫後徐々に減少する傾向が認められたため、糖含量の比較に際し、測定時期を参考に記した。これら実験に供したタマネギの正確な収穫期は一部を除き不明である。この結果でみると、タマネギ可食部 100 g に含有される遊離糖合計値は 5.5~6.0% とほぼ近似値を示し、栽培品種および産地による差異はみられなかったが、早生品種はいく分遊離糖含量が低いようにみられた。

しかし、個々の遊離糖についてみると、含有量が品種によってかなり相違することが認められたので、3糖の合計値が 4.0~6.2% である 11 種のタマネギについて 3 糖の組成比を Fig. 3 に示し検討した。この結果によると、一般に貯蔵性が良好な特

徴と云われる腰高の形状をもつ国内産で淡路中高、外国産のニュージーランド産など後述の実験で経時的な糖減少傾向の少ないもので遊離糖合計値に対するシュクロース比率が高く、逆に、経時約変動の実験から貯蔵性が悪いことが認められた愛知黄早生、台湾産ではシュクロース含有比が小さいことが認められ、貯蔵性とシュクロース含有比率との関係に興味もたれた。緒方⁴⁾も本邦産タマネギ中の糖を還元糖および非還元糖として調べており、品種と糖量との関係については相関性は認められないとしているが、非還元糖の含有率は腰高晩生品種に大きいことを認めている。

2. タマネギ糖量の経時的変動

タマネギ遊離糖の貯蔵中における経時的変動を、国内産 4 種、外国産 3 種を 4~5°C 低温室に保存して調べた。この結果は Fig. 4 にみられるように、品種によって遊離糖含量の経時的な減少が著しい群と、数カ月間保存しても糖量の減少がみられない群とが認められた。なお、極早生種の愛知白は貯蔵性が顕著に悪く、収穫後 1 カ月で

Fig. 4 Change of free sugar contents of onion during storage at 4-5°C
Sp.....Sprouting De.....Decay *.....Experimental month

発芽と腐敗をはじめ、糖量の経時的変化の測定が出来なかった。

岐阜黄, 北見 F₁, 台湾産の 3 種では、遊離糖含量は経時的に減少を示し、収穫後約 4 カ月で発芽を開始し、発芽期には遊離糖含量は収穫後の約 65% に減少した。しかし、国内産の淡路中甲や、外国産のニュージーランド産、タスマニア産などでは、購入後約 8 カ月間は発芽も腐敗もほとんどなく、遊離糖合計値の減少はわずかであった。このように、一般に遊離糖合計値の経時的減少傾向の少ないタマネギ品種では貯蔵性が優れていた。タマネギの貯蔵性を低下させる因子としては、従来、発芽、発根、および腐敗などが挙げられているが、上記の実験結果から貯蔵性と遊離糖の経時的減少率の間に何らかの因果関係があるものと考えられた。

3. タマネギの部位別の遊離糖量

タマネギの部位による遊離糖含量の差異を知る目的で、外皮を除いたタマネギを外側部、中間部、および中心部の 3 つの部位に分け、これらの部位の収穫直後、および 4~5°C 保存における 4 カ月後、5 カ月後の遊離糖量を調べた結果を Fig. 5 に示した。

ここで用いた試料としては収穫期日の明確な岐阜黄を用いた。その結果、部位別に遊離糖の合計値を比較してみると、4~5°C 保存において、各部位とも経時的に減少を示すが、いずれの時期においても部位としては中間部

Fig. 5 Change of total free sugar contents in three parts of onion for storage period at 4-5°C

の糖量が多く、経時的な減少の傾向は外側部が顕著であり、収穫後 5 カ月を経過したタマネギは外側の遊離糖量が収穫直後の約 1/3 に減少することが認められた。

緒方ら⁴⁾もタマネギ部位による還元糖、全糖量を調べているが、それによると本実験結果と少し異なり、全糖量は外側より内側部に向い順次高糖量を示し、還元糖についてはその傾向はみられないが、非還元糖が中心部に蓄積しているといっている。

4. 乾燥による遊離糖量の変化

凍結乾燥したタマネギが甘いということがいわれているが、その本体については不明である。本実験では、熱風、温風、および凍結という異なった乾燥方法によって処理されたタマネギの遊離糖量を調べ、生試料からの抽出糖量と比較した結果を Fig. 6 に示した。

Fig. 6 Effect of drying methods on the composition of free sugar in onion bulbs

これによると、タマネギの遊離糖含量は乾燥の方法によって異なり、凍結乾燥が最も多く、温風、熱風乾燥と高温乾燥になるに従って遊離糖合計値は低下し、個々の糖では熱風乾燥におけるシュクロース量の減少が顕著に認められた。また、凍結乾燥と生試料からの抽出遊離糖は、遊離糖合計値はほぼ同程度の糖量を示したが生試料からの抽出糖ではシュクロースがやや少く、抽出中における加水分解酵素の作用の結果ではないかと考えられた。

5. γ 線照射の影響

タマネギの発芽防止の手段として、 γ 線照射が有効であることはすでに知られ、また、照射タマネギの健全性という点についても結論が出されたが、なお慎重な検討が続けられ照射許可には至っていない。本実験では、発芽防止のための有効線量前後の 5, 10, および 50 krad の γ 線を照射した場合のタマネギ遊離糖へ及ぼす影響について検討した。

収穫後 4~5°C に 2 カ月保存したタマネギに上記線量

Fig. 7 Change of free sugar contents in onion treated with γ -irradiation

S.....Sucrose G.....Glucose F.....Fructose
S.G.F.....Total free sugar

の γ 線を照射し、照射後直ちに遊離糖を抽出した。 γ 線照射によって遊離糖はあまり影響をうけないが、総量でわずかに減少し、また、個々の糖ではシュクロースのみがやや増加の傾向を示した。この照射によるシュクロース増加の理由については不明であり、今後、更に検討を要するものと考えられる。

要 約

主要タマネギ11品種（国内産8品種、外国産3品種）の遊離糖類をガスクロマトグラフィーにより測定し、品種による相違、保存期間中の経時的変化、タマネギ部位による糖量および乾燥による糖量への影響について検討した。

また、近年、タマネギの発芽抑制の手段として関心が寄せられている γ 線照射による糖量への影響についても検討した。

(1) タマネギ可食部100gに含有されるフラクトース、グルコース、シュクロースの3糖の合計値としての遊離糖量は早生品種などでは幾分低い値を示すが、その他は5.5~6.0%の範囲のものが多く、ほぼ近似値を示し、品種間に大きな差は認められなかった。タマネギ

に含有される個々の遊離糖としては、フラクトース、グルコース、シュクロースがほとんどをしめていたが、これら個々の糖の組成比は品種によってかなり相違することが認められ、シュクロース含有率の高いものは貯蔵性の良いものと傾向が同じであった。

(2) タマネギの遊離糖量は、一般に収穫後徐々に減少するが、この減少傾向は品種によって違いがあり、糖減少の少ない品種では保存性が良好であった。

(3) タマネギの部位別では、鱗葉の中間部が他の部位より常に遊離糖が多い。また、収穫後時間の経過とともに特に外層部の遊離糖量は顕著に減少し、収穫後5ヶ月貯蔵したものは収穫直後の約1/3であった。

(4) 乾燥方法による遊離糖量への影響は、高温乾燥になるに従って遊離糖が減少した。

(5) 5~50 kradの γ 線照射では、遊離糖量への影響はあまり大きくないが、遊離糖合計値はやや減少傾向を示すのに反し、シュクロースは逆に増加するようにみられた。

(本研究の要旨は1978年6月、日本食品工業学会に於いて発表したものである)

謝辞 実験をまとめるにあたり種々御教示いただきました愛知県立農業大学校校長 勝又廣太郎先生に深謝の意を表します。

文 献

- 1) BRODNITZ, M.H. and PASCALE, I.V.: J. Agr. Food Chem., **19**, 269 (1971).
- 2) 山西 貞・織岡桔久乃: 家政誌, **6**, 45 (1955).
- 3) 勝又廣太郎・松尾良満・桜井雅三: 愛知県農業総合試験場研究報告 B (園芸) 第4号 (1972).
- 4) 緒方邦安・井上 隆・邨田卓夫: 農産加工技術研究会誌 **2**, 4 (1955).
- 5) 緒方邦安・岩田 隆・茶珍和雄: 園学雑, **28**, 143 (1959).
- 6) 茶珍和雄・黒崎敏晴: 園学雑, **40**, 91 (1971).
- 7) 矢野昌充・伊藤 洋・速水昭彦: 野菜試験場栽培部研究年報 **4**, 145 (1977).

(昭和56年8月31日受理)