

減圧濃縮法による「スイカ糖」の製造

誌名	山形県農事研究報告
ISSN	13473719
著者名	武田,愛 鈴木,東子 今野,周 仲野,英秋
発行元	山形県立農業試験場
巻/号	38号
掲載ページ	p. 103-107
発行年月	2006年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



減圧濃縮法による「スイカ糖」の製造

武田 愛・鈴木 東子*・今野 周
仲野 英秋

Production of Watermelon Syrup by Vacuum Concentrate Method

Megumi TAKEDA, Toko SUZUKI*, Shu KONNO and Hideaki NAKANO

高品質の「スイカ糖」をより効率的に製造する方法について検討した。スイカ果汁を減圧条件下において低温（80℃）で濃縮する方法により、製造所要時間を大幅に短縮することが可能であり、スイカの赤い果肉色を保持した従来にない新タイプの製品が製造できる。この製造法は、スイカをジューサーで搾汁後、通常行われる濾過を行わず、減圧濃縮機を用いて80℃で加熱濃縮していくことが最も効率的であった。

また、原料となる果汁は冷凍保存したものをを用いても遜色ない製品を製造でき、周年加工が可能となる。

製品の濃度が低い場合は固液分離が見られたが、Brix80まで濃縮することにより、固液分離の発生を防止できる。さらに、本製造法による「スイカ糖」中の機能性成分リコピンおよびシトルリンの含量は、市販品よりも多かった。

目次

I 緒言	103	〈試験 2 前処理方法の差異が製造工程および製品の色調に及ぼす影響〉	104
II 材料および方法	104	〈試験 3 製品の固液分離を防ぐ条件の解明〉	105
1 搾汁および濃縮方法	104	〈試験 4 製造方法の差異が「スイカ糖」中の機能性成分含量に及ぼす影響〉	105
2 濃縮処理温度	104	IV 摘要	107
3 濃縮前処理	104	V 引用文献	107
4 製品の固液分離条件	104	Summary	107
5 調査項目	104		
III 結果および考察	104		
〈試験 1 処理時間の差異が濃縮所要時間に及ぼす影響〉	104		

I 緒言

山形県は全国有数の夏スイカの産地であり、特に北村山管内では、県内における出荷量の約7割を占めている。北村山農業普及課では、ブランド力の強化および地域の特色づくりという面から、スイカを使った特産品の開発について提案を行ってきた。

スイカは果肉の約95%が水分であるが、栄養価は高く、果糖や数種類のビタミンをはじめ、カリウムやカルシウム、リン、鉄などのミネラルも豊富に含まれている。中国の古典「本草綱目」にはスイカの効用として、「尿の出を良くし、酒毒を防ぎ、風邪などによるのどの痛みおよび腫れを緩和する」と記されている。

本研究で検討した「スイカ糖」は、スイカの果汁を煮詰めたもので、むくみの防止や風邪によるのどの痛みの緩和などに良いとされ、産地では古くから作られてきたが、近年、スイカの加工利用への期待が高まる中、北村山農業普及課では、利尿作用および健康機能性などの面からこの「スイカ糖」に着目した。

しかし、鍋釜で煮詰めるこれまでの製造方法では濃縮に長時間を要し、生産効率が低く大量生産が困難であるとともに、最終製品の色調が暗褐色となり、購入意欲の低下にもつながっていると思われる。

そのため、スイカをイメージできる鮮やかな色調の製品を製造できれば、初めて「スイカ糖」を知る人も手を伸ばしやすく、さらにこれを利用した他の加工品

* 現置賜総合支庁

への展開も可能になると考えられる。そこで、濃縮の効率化および色調の改善をねらいとし、減圧濃縮法を用いた新しい「スイカ糖」の製造方法を検討した。

II 材料および方法

試験は2004～2005年に、山形県農業総合研究センターで実施した。供試材料および供試条件については以下のとおりである。

1 搾汁および濃縮方法

原料には7月下旬から9月上旬に収穫された尾花産および大石田産のスイカ（品種：「祭ばやし」）を用いた。原料スイカは果皮を洗浄したあと、果肉を切り抜いて適当な大きさにカットし、ジューサー（株式会社マキ製作所製JUICER250-I型、5mmメッシュ、漉し袋あり）を用いて搾汁した（果汁のBrix値は9.1～10.6）。得られた果汁は、加圧減圧攪拌試験機（株式会社サムソン製圧力真空斜軸ニーダー、容量60リットル）を用いて減圧条件（ゲージ圧 $-0.07\sim-0.03$ Mpa）下で攪拌しながら濃縮し、濃縮果汁のBrix値が80付近に到達したところで製造完了とし、ビン充填後、80℃・20分湯加熱殺菌し、冷却したものを分析に供した。

2 濃縮処理温度

濃縮時の処理温度を70℃、80℃、90℃の3段階として試験を行い、原料果汁20kgを用いた場合の製造所要時間を検討した。また、対照として家庭用ガスコンロを用いた直火による濃縮区を設定し、減圧濃縮法との差異を検討した。

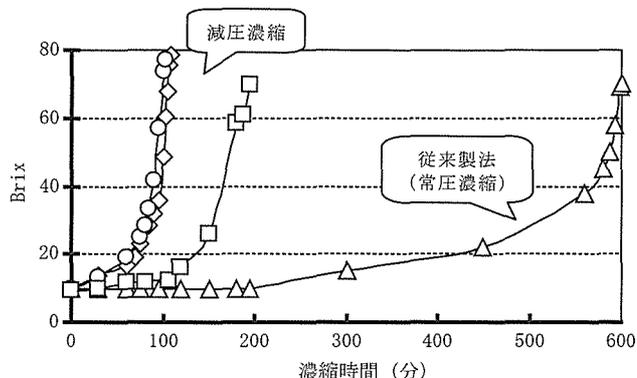
3 濃縮前処理

搾汁液の処理方法として、1) 搾汁後さらしで濾過した区、2) 果肉を除くために搾汁液をいったん100℃付近まで加熱したあと、さらしで2回濾過した区、3) 果肉だけでなく果皮を含めて丸ごと搾汁した区を設定し、それぞれについて80℃で減圧濃縮し、製造所要時間を検討した。

また、原料の凍結保存による製品への影響を調査するため、切り出した果肉およびジューサー搾汁液をビニール袋に入れ、 -20°C で50日程度凍結保存した。凍結果肉は流水解凍し、ジューサーで搾汁したものを濃縮試験に供した。凍結果汁は適当な大きさに砕いて濃縮装置に投入し試験を実施した。

4 製品の固液分離条件

ジューサーにより搾汁したスイカ果汁を90℃で減圧濃縮しながら、途中数回にわたり濃縮液を採取し、Brix50～80まで8段階のサンプルを採取した。これらについて、固液分離の有無を外観で評価し、それぞれのサンプルについてBrix値と水分活性を測定した。



第1図 濃縮方法及び濃縮温度の差異が濃縮所要時間に及ぼす影響

5 調査項目

2, 3で製造した「スイカ糖」について、濃縮所要時間、製品のBrix値、色調（日本電飾工業株式会社製測色色差計ZE-2000）、水分活性（マイルストーンゼネラル株式会社製水分活性測定装置アクアラブCX-3）を測定した。

また、機能性成分の遊離シトルリンは、財団法人日本食品分析センターに分析を依頼し、アミノ酸自動分析法により分析した。リコペンは分光光度法¹⁾に従い分析を行った。

III 結果および考察

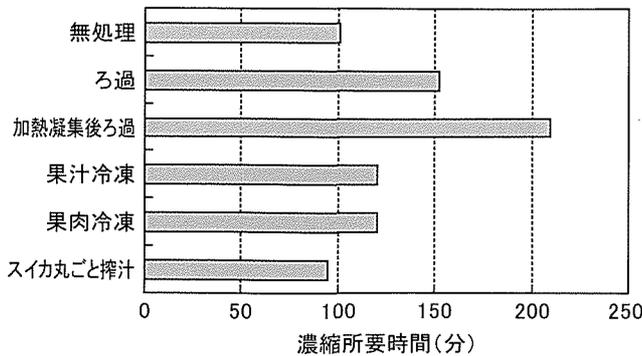
<試験1 処理の差異が濃縮所要時間に及ぼす影響>

スイカ果汁をBrix80程度まで濃縮した場合の所要時間について（第1図）に示した。

製造所要時間は80℃で減圧濃縮したときにもっとも短くなり、直火による濃縮（常圧、100℃）と比較すると、所要時間は5分の1以下に短縮された（第1図）。濃縮温度間で比較した場合、70℃区では果汁20kgを濃縮するのに約3時間を要し、作業効率性からみて実用的ではなく、90℃で濃縮した場合は突沸しやすいため、作業性が劣ることから、濃縮温度は80℃が最適と判断された。

<試験2 前処理方法の差異が製造工程および製品の色調に及ぼす影響>

搾汁液をさらしで1回濾過した場合、さらしに粗い果肉繊維が多少残るものの、目視では搾汁液に変化は見られなかった。搾汁液を100℃付近まで加熱した場合は、赤色の果肉繊維質が分離し、さらし濾過後の濃縮原料はスイカの香りがする透明度の高い液体となった。前処理の違いによる製造所要時間は、ジューサー搾汁のみと比較して、濾過することで長くなった（第2図）。



第2図 搾汁液の前処理方法の差異が濃縮所要時間に及ぼす影響 (果汁約20Lを供試した場合)

また、冷凍保存後の果汁および果肉を原料とした場合、若干製造所要時間が長くなる傾向が認められたが、その差は小さく実用であると考えられた。この際、搾汁液を加圧減圧攪拌試験機に入る大きさにあらかじめ分けて凍結しておけば、解凍処理から濃縮工程へとスムーズに移行できると思われた。

一方、スイカの果皮を含めて丸ごと用いた区の製造所要時間は、果肉のみの場合よりも若干短縮される傾向にあった (第2図)。

試作した製品の色調は、減圧濃縮法の場合、果肉色を保持した赤色となり、従来製品の色調とは明らかに異なるものとなった (第1表)。濃縮温度別に比較した場合は、温度が低いほど製品の明度が高く、赤色度および黄色度は80℃区でもっとも高かった。

さらに濾過による色調への影響はほとんど認められなかった。一方、加熱凝集後に濾過した区では、オレンジ色の透明度の高い製品となった (第2表)。

また、果実を丸ごと搾汁した原料を用いた製品は、色彩色差計によると明度・赤色度・黄色度ともに低下していたが、目視では赤肉のみを用いた製品と大きな差は認められなかった。

さらに、凍結保存した原料を使用した場合についても、色彩色差計の測定値では明度・赤色度・黄色度ともに低下が見られたが、目視では色調の差はほとんど感じられなかった。

<試験3 製品の固液分離を防ぐ条件の解明>

予備試験の結果、第4図右のように分離が見られる製品があった。このため、濃縮の過程で適宜取り出したサンプルおよび各種製造条件で試作した製品について、濃縮液の糖度と水分活性および製品の分離との関係をグラフにプロットした。その結果、製品のBrix値と水分活性には負の相関関係が認められ、Brix値が高く、製品糖度が高いサンプルでは分離が起こらず、Brix値が低く、糖度が低いサンプルほど、赤い果肉層と透

第1表 濃縮方法の差異が「スイカ糖」製品の色調に及ぼす影響

試験区	色 彩		
	L*	a*	b*
直火常圧濃縮	1.9	4.6	2.6
蒸気釜常圧濃縮	4.5	6.2	4.5
90℃減圧濃縮	12.5	29.3	18.3
80℃減圧濃縮	16.4	33.7	23.5

第2表 前処理方法の差異が「スイカ糖」製品の色調に及ぼす影響

試験区	色 彩		
	L*	a*	b*
無 処 理	16.4	33.7	23.5
ろ 過	16.9	31.2	23.0
加熱凝集後ろ過	15.4	16.2	23.3
果 肉 冷 凍	13.1	25.3	19.2
果 汁 冷 凍	13.8	27.5	20.0
スイカ丸ごと搾汁	12.8	21.5	18.0

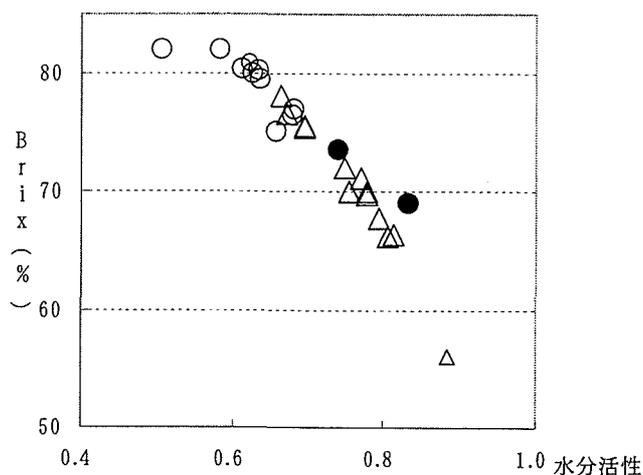
明な液体層に分離が見られた (第3図)。ここで、Brix値が80以上に到達するまで濃縮すると、分離をほぼ確実に防ぐことができた。一方、通常の常圧濃縮ではBrixが80以下であっても、製品に固液分離は見られなかったがその要因については不明である。

スイカの加工品では、シャーベット様冷菓を製造する際パルプの沈殿が起こるが、これは単位容積当たりの量と粒径、および果汁の粘性が大きな要因となり、粘質多糖類の増粘効果により沈殿を抑制できたという報告がある²⁾。このことから、Brixを低く抑えた製品を製造するには添加剤などにより固液分離を抑えることが必要であると思われた。

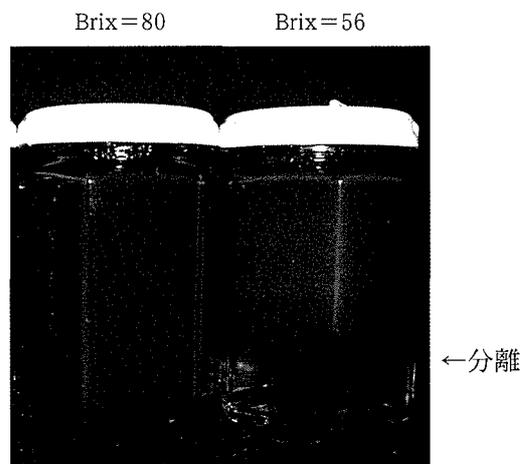
<試験4 製造方法の差異が「スイカ糖」中の機能性成分含量に及ぼす影響>

試作した「スイカ糖」のうち、実用性が最も高いと考えられた濃縮温度80℃および90℃で製造したサンプル、また、製品性状の異なる加熱後2度濾過したサンプル、および原料使用部位の異なる丸ごと濃縮処理したサンプルについて、機能性成分含量を分析し比較した。比較対照として、従来の常圧濃縮で製造された市販品を供試した。

シトルリンは、乾物100g当たりで比較した場合、80℃で減圧濃縮した区で市販品の1.8倍、90℃で濃縮した区では約1.4倍となっていた (第4表)。加熱後濾過した区や果皮を含む果実全体を原料とした区では、市販品と比較して2倍以上のシトルリンが含まれることが明らかとなった。



第3図 Brix値と水分活性から見た製品の固液分離の発生状況 (○=分離なし・減圧濃縮, ●=分離なし・常圧濃縮, △=分離あり・減圧濃縮)



第4図 製造後45日におけるスイカ糖の分離状況

第3表 製造方法による「スイカ糖」の機能性成分含量の差異 (乾物100gあたり)

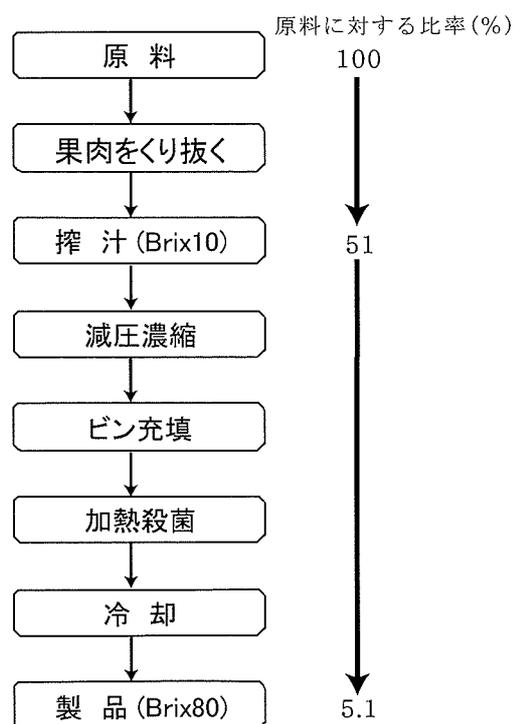
試験区	遊離シトルリン含量 (g/100g)	同左対比 (%)	リコペン含量 (mg/100g)	同左対比 (%)	水分 (%)
80℃減圧濃縮	0.70	(182)	24.8	(152)	24.6
90℃減圧濃縮	0.56	(147)	26.5	(163)	21.1
加熱凝集固ろ過・80℃減圧濃縮	0.90	(237)	1.1	(7)	28.8
丸ごと・80℃減圧濃縮	0.98	(256)	16.0	(98)	19.7
市販品	0.38	(100)	16.3	(100)	47.3

スイカのシトルリン含量を果皮と果肉で比較した場合、乾物では果皮の方が多いという報告があり³⁾、このことは、本研究で製造した「スイカ糖」の分析結果と一致している。

一方、「スイカ糖」乾物100gあたりのリコペン含量は、80℃および90℃減圧濃縮区で、市販品の約1.5倍であった。また、搾汁液を加熱後に濾過した区との比較でその差は顕著となり、濾過によりリコペンが大幅に減少することが明らかとなった。さらに、果皮を含む丸ごと原料果汁を濃縮した場合も、果肉のみ搾汁した区と比較するとリコペン含量は減少が見られた。

リコペンの加熱による変化に関連して、トマトジュースを95℃の温度で10時間加熱しても、約2%程度の損失がみられるのみであるという報告がある⁴⁾が、本試験における常圧加熱(100℃)条件ではリコペン含量が減少していることから、加熱による減少や消失が起きているのではないかと推察された。

以上のことから、果肉の赤い色調を残した高品質な「スイカ糖」の製造に当たっては、ジュースで搾汁した果汁を80℃で減圧濃縮することにより、製造所要



第5図 減圧濃縮によるスイカ糖製造フロー

時間を大幅に短縮することができ、この「スイカ糖」は、シトルリンおよびリコペン含量が高く保持されていることを明かにした。この「スイカ糖」の製造フローを(第5図)に示した。本研究の成果をもとに、平成17年度より県内食品企業で事業化の取り組みを開始している。今後は①原料品質の変動に対応した製造方法の改良、②2次加工品メニューの拡大などの課題が考えられる。

なお、本研究にあたり、北村山農業普及課の井関礼子氏(現最上総合支庁農業技術普及課)より、従来法によるスイカ糖製造に関するデータを提供していただいた。ここに記して、心より御礼申し上げる。

IV 摘 要

機能性成分に富み、赤い色調を残した高品質な「スイカ糖」を製造するため、減圧濃縮による効率的な製造方法について検討した。

- (1) 減圧濃縮法において、濃縮処理温度が80℃の時に製造所要時間が最も短くなり、常圧加熱で製造した場合の1/5に短縮できる。また、搾汁液を濾過すると濃縮所要時間は長くなった。
- (2) 減圧濃縮で製造した製品は、果肉色を保持した赤い色調の「スイカ糖」となった。また、濃縮処理温度が低いほど色調の明るい製品が得られた。冷凍保存した原料を使用した場合は、生原料に比較して、明度(L*)・赤色度(a*)・黄色度(b*)がやや低下するものの、外観品質としては遜色ない製品が得られた。

- (3) Brixの低い製品では固液分離が起こるが、製品のBrixを80以上に保つことにより、分離を防ぐことができる。
- (4) 減圧濃縮法で製造した製品中の遊離シトルリンおよびリコペン含量は、常圧加熱で製造された市販品と比較して高かった。

V 引用文献

- 1) 日本食品科学工学会新・食品分析法編集委員会：新・食品分析法 p.643 (1996)
- 2) 潟岡巖一, 里見良二：石川県工業試験場報告 No.30 p.59-64 (1981)
- 3) RIMANDO Agnes M., PERKINS-VEAZIE Penelope M.: J.Chromatogr.A Vol.1078 No.1-2 p.196-200 (2005)
- 4) 木村進, 中林敏郎, 加藤博通：食品の変色の科学 p.225 (1995)

Production of Watermelon Syrup by Vacuum Concentrate Method

Megumi TAKEDA, Toko SUZUKI*, Shu KONNO and Hideaki NAKANO

Summary

We have analyzed the method that can produce high quality watermelon syrup much more efficiently than ever been done. The method that concentrates it under low-pressure condition does not only enable the time of process to be greatly shorter, but also sustain its pulpy color. This method shows the best result less than 80 degree Celsius when juice is not filtrated. Liquid separation could be found in case of low concentration, however, concentrating its amount until Brix80 could prevent it. Moreover, it can produce same quality of products as by using cryopreserved juice, so that it can produce yearly. This alternative watermelon syrup contains lycopene and citrulline more than commercial products.

Present address

* Okitama Area General Administration