

シークワシャー(Citrus depressa Hayata)果汁の品質特性と搾汁残渣の利用に関する研究

誌名	日本食品保蔵科学会誌
ISSN	13441213
著者名	宮城,一菜
発行元	日本食品保蔵科学会
巻/号	43巻2号
掲載ページ	p. 83-87
発行年月	2017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



シークワシャー (*Citrus depressa* Hayata) 果汁の 品質特性と搾汁残渣の利用に関する研究

平成28年度日本食品保蔵科学会奨励賞

宮城 一 葉*[§]

* 琉球大学教育学部

Use of the Quality Characteristics and the Waste Peels of the Shiikuwasha (*Citrus depressa* Hayata) Fruit Juice

MIYAGI Kazuna*[§]

* Department of Education University of the Ryukyus, 1, Senbaru, Nishihara-cho, Okinawa 903-0213

Key words : Shiikuwasha (*Citrus depressa* Hayata), polymethoxylated flavones (nobiletin), synephrine, waste peels
シークワシャー, ポリメトキシフラボン類 (ノビレチン), シネフリン, 搾汁残渣

1. はじめに

シークワシャー (*Citrus depressa* Hayata)¹⁾は、南西諸島や台湾に自生し沖縄でも古くから知られているカンキツ類の一種で、沖縄県内の本島北部で商業的に生産されている。

近年、消費者の健康志向の高まり、生活習慣病予防が国民的な課題となっているなか、シークワシャーには、発ガン抑制作用^{2)~4)}などの高い機能性を示す成分として、ポリメトキシフラボン類 (以降、PMF) の一つであるノビレチンが多く含まれている⁵⁾。他方、交感神経作動作用をもち、脂肪組織の代謝を活性化するフェンチルアミン誘導体であるシネフリン^{6),7)}がシークワシャー中に存在しており⁸⁾、ノビレチンと並ぶ機能性成分として注目してきた。このことから、シークワシャーの生理作用に大きな関心が寄せられ、健康食品の一つとしてシークワシャー果実およびその加工品に対する需要が急速に拡大してきた。

シークワシャー果実の全収量の70~80%が加工向けとなり、ジュースなど様々な製品に利用されている。しかし、シークワシャー果汁のその強い苦味と酸味から、嗜好上、大変飲みにくく、果実飲料として製品化するうえで大きな問題となっている。また、シークワシャーのジュース加工における搾汁効率は50%程度であり、その搾汁過程で、果皮を含む加工副産物 (以降、搾汁残渣) が多量に排出されている。前述のノビレチン、シネフリン

のような機能性成分は果皮に多く含有されている⁵⁾ことから、その有用成分を著量に含む搾汁残渣の用途開発が求められている。

本研究では、シークワシャー果汁に含まれているPMFやシネフリンなどの機能性成分を保持しながら、シークワシャー果汁の嗜好性改善を目的とした品質特性を調査した。さらに、調味料原料として直接利用が可能で、かつ、微生物的リスクが低い食酢に着目し、搾汁残渣から食酢によるノビレチンとシネフリンの抽出効率を検討した。

2. シークワシャー果汁の品質特性

(1) イオン交換樹脂処理と不溶性パルプ添加の併用効果による品質改善

シークワシャー果汁の酸度調整を行うために、16種類の塩基性イオン交換樹脂を用い、果汁100mlに対して添加量を3gに固定し、バッチ法で30分間処理した。

その結果、すべての樹脂に減酸効果がみられた。すなわち、最も減酸率が高い樹脂はWA30 (46.0%) であり、次いで、IRA67 (26.8%), WA10 (23.9%) の順となった。この結果を受け、以降の試験ではWA30を中心にイオン交換樹脂による試験を実施した。イオン交換樹脂を使用して減酸処理したシークワシャー果汁中のノビレチンおよびシネフリン含量を表1に示した。供試した樹脂すべてにおいて、両成分の減少がみられた。減少率が大きかった樹脂はHPA25 (ノビレチン:20.2%, シネ

* 〒902-0213 沖縄県中頭郡西原町千原1番地
§ E-mail: k_miyagi@edu.u-ryukyu.ac.jp

表1 イオン交換樹脂処理後のシークワシャー果汁中のノビレチンおよびシネフリン含量

	ノビレチン(mg/100ml)	シネフリン(mg/100ml)
未処理果汁	15.22±0.03	20.83±0.64
WA30	14.30±0.05(5.9%)	19.55±0.25(6.0%)
WA20	14.17±0.36(6.8%)	18.93±0.42(9.0%)
WA21	14.29±0.50(6.0%)	19.76±0.42(5.0%)
IRA67	14.17±0.73(6.8%)	19.55±0.08(6.0%)
IRA96SB	14.24±0.02(6.3%)	19.76±0.44(5.0%)
SA10A	14.49±0.09(4.7%)	18.51±0.12(11.0%)
SA20A	14.42±0.43(5.1%)	18.51±0.23(11.0%)
IRA400J CL	14.39±0.35(5.3%)	18.51±0.10(11.0%)
IRA410J CL	13.92±0.38(8.4%)	19.34±0.23(7.0%)
IRA411CL	12.27±0.30(19.3%)	18.93±0.23(9.0%)
IRA458RF CL	13.86±0.36(8.8%)	18.51±0.12(11.0%)
IRA900J CL	13.24±0.12(12.9%)	19.14±0.08(8.0%)
IRA904CL	14.27±0.12(6.1%)	19.14±0.12(8.0%)
HPA25	12.13±0.09(20.2%)	17.68±0.29(15.0%)
PA306	12.57±0.41(17.3%)	19.14±0.35(8.0%)
WA10	14.04±0.46(7.6%)	19.34±0.12(7.0%)

イオン交換樹脂16種(三菱化成工業製ダイヤイオン, オルガノ製アンバーライト)使用

樹脂添加量: 3%, 処理時間: 30分 mean±S.D. (n=4)

() 内は減少率を示す

フリン: 15.0%)であった。今回用いた樹脂のなかで最も減酸率の高かったWA30処理区におけるノビレチン, シネフリンの減少割合は両成分とも6.0%程度と低かった。

シークワシャー果汁の品質改善を目的に減酸処理を検討した結果, 塩基性イオン交換樹脂処理は有用な方法であることが認められた。しかし, WA30は減酸には効果があったが, ノビレチンおよびシネフリンなどの機能性成分まで減少してしまうという点では十分とはいえない。そこで, さらなる品質の改善を加えるべく, WA30を用

いた減酸処理後の果汁に微細な不溶性パルプ(湿重量)を添加した時のノビレチンの増加率を調査した。

その結果, 不溶性パルプ添加量の増加とともに, ノビレチン含量も増加した。果汁100mlに対し不溶性パルプ1g添加でノビレチンは8.5%増加した。前述のWA30処理後では, ノビレチンの減少率は5.9%であった。従って, 減酸処理後の果汁に, 不溶性パルプ1gを添加することで十分改善が可能であることが示唆された。また, 2g以上の添加では, 10.2%以上増加し, 減酸処理前のノビレチン含量を上回り, ノビレチンが増強した果汁となった。

シークワシャー果汁の品質改善には, イオン交換樹脂WA30を用い, 樹脂添加量は果汁100mlに対し3g, 攪拌時間30分で減酸処理を行い, その後, 果汁100mlに対し不溶性パルプ1g(湿重量)を添加する組み合わせ法が有用であることが明らかになった。

(2) 数種の搾汁方式と保蔵温度が果汁の品質安定性に及ぼす影響

本試験では, 沖縄県内の加工場で一般的に利用されているベルトプレス搾汁機, 遠心分離搾汁機, スクリュープレス搾汁機(図1)を使用して搾汁試験を実施した。これらの搾汁機で搾汁した果汁は, インキュベーター(Sanyo製, MIR-153)を用いて5℃区・20℃区・35℃区の3温度区で4か月間保蔵した。

3種の搾汁機で搾汁された果汁中のノビレチン, シネフリン含量はスクリュープレス搾汁機(ノビレチン42.8mg/100ml, シネフリン17.4mg/100ml)がベルトプレス搾汁機(ノビレチン28.0mg/100ml, シネフリン8.6mg/100ml), 遠心分離搾汁機(ノビレチン14.0mg/100ml, シネフリン10.8mg/100ml)に比べて最も多かった。スクリュープレス搾汁機のノビレチン含量が高かったことは, 果皮とともに果実を押し潰す圧力が強いいため, 果皮に含まれる成分が果汁中に多く移行したためと推察された⁵⁾。また, 品質劣化が進んでいると予想される35℃区4か月

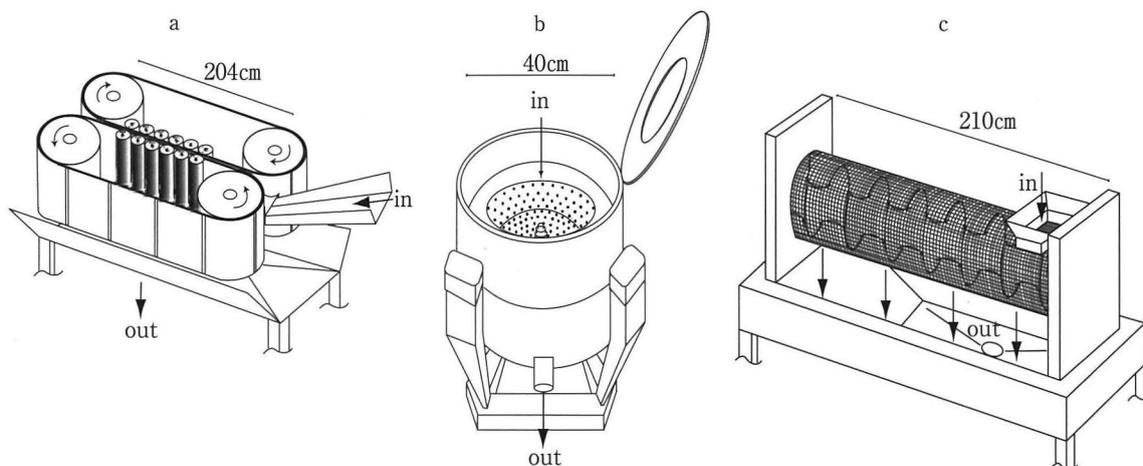


図1 ベルトプレス搾汁機, 遠心分離搾汁機, スクリュープレス搾汁機の概略図

a: ベルトプレス搾汁機, b: 遠心分離搾汁機, c: スクリュープレス搾汁機

保蔵後の両成分の減少率をみた場合、ノビレチンはベルトプレス搾汁機が4.9%、遠心分離搾汁機が4.6%、スクリュープレス搾汁機が2.7%となっており、その減少率は5%程度と高く保持されていた。一方、シネフリン35℃区4か月保蔵後の減少率は、ベルトプレス搾汁機16.3%、遠心分離搾汁機26.1%、スクリュープレス搾汁機12.6%と25%前後の減少に留まった(図2)。

搾汁機別による各種成分の安定性を比較したところ、3種類の搾汁機間における際だった変化は認められなかった。また、保蔵温度が高くなるにつれて品質劣化傾向が大きいと、低温で保蔵することが望ましい。

(3) 果汁の嗜好的・官能的特性に及ぼす搾汁機の影響

11月、12月上旬に採取したシークワシャー果実を前項の搾汁機によって搾汁した果汁について、酸味、甘味、苦味、風味、後味、総合評価の6項目を調査した。パネリストには「健康飲料としてのシークワシャー果汁」という名目で果汁試料6種類を評価させた。

酸味では11月のベルトプレス搾汁機が-1.60と最も評価値が低かった。果汁の酸度はスクリュープレス搾汁機、ベルトプレス搾汁機、遠心分離搾汁機の順で高かったが、酸味の評価値は、遠心分離搾汁機、スクリュープレス搾汁機、ベルトプレス搾汁機の順で評価が高く、酸濃度の高さと嗜好評価は一致してなかった。甘味の評価値は12

月の果汁で高く、そのなかでも遠心分離搾汁機が0.85と最も高かった。11月の果汁の甘味評価値が低いのは、その強い酸味が甘味がマスクされていたのではないかと推定された。苦味の評価値は11月のスクリュープレス搾汁機で-2.10とすべての調査項目のなかで最も低い値を示した。カンキツ果汁の苦味成分には、ナリンギン、リモニンおよびノミリンなどがあり、これらの成分はフラバド、じょうのう膜および種子に局在している。苦味成分の溶出は搾汁圧力と密接な関係があり、圧力が低いほど苦味成分の少ない果汁を得ることができると報告されている⁹⁾。本研究ではスクリュープレス搾汁機で搾汁した果汁が最も苦かった。これは、スクリュープレス搾汁機は他の2機に比較して果実を粉碎し押し潰す力が強いいため、果汁中に苦味成分が移行したと推察された。総合評価値では、すべての果汁で評価はそれほど高くなかったが、12月の遠心分離搾汁機で0.80と最も高い評価値が得られた。遠心分離搾汁機においては3機のなかでも、すべての評価項目において最も良い点数となった(表2)。

3種類の搾汁機には、搾汁収率や官能評価に差異があり、長所と短所が相互にみられた。今後、各搾汁機の特徴を活かし、健康食品の材料としてシークワシャー果汁を活用することが望まれる。

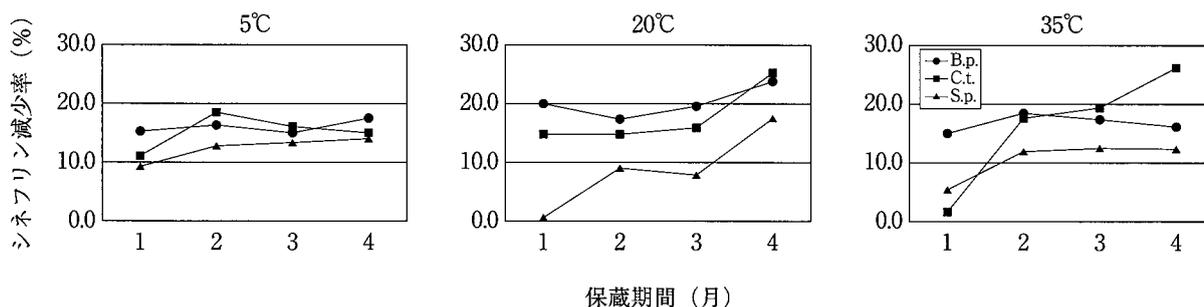


図2 5℃区、20℃区、35℃区保蔵における、シークワシャー果汁中のシネフリンの変化

●B.p.:ベルトプレス搾汁機, ■C.t.:遠心分離搾汁機, ▲S.p.:スクリュープレス搾汁機

表2 3種類の搾汁機を用いたシークワシャー果汁の官能評価

11月 評価項目	搾汁機			12月 評価項目	搾汁機		
	B.p.	C.t.	S.p.		B.p.	C.t.	S.p.
酸味	-1.60 ^a	-0.40 ^{bc}	-1.25 ^d	酸味	-0.65 ^b	0.40 ^c	-0.50 ^b
甘味	-1.20 ^a	0.05 ^b	-1.25 ^a	甘味	-0.05 ^a	0.85 ^b	-0.25 ^a
苦味	-1.45 ^a	0 ^b	-2.10 ^a	苦味	-0.70 ^{ac}	0.20 ^{ad}	-1.85 ^b
風味	-0.15 ^a	0.75 ^{bc}	-0.05 ^d	風味	0.05 ^a	1.05 ^b	0 ^a
後味	-1.30 ^a	0.05 ^b	-1.75 ^a	後味	-0.50 ^c	0.55 ^{ad}	-1.10 ^b
総合評価	-1.50 ^a	0 ^b	-1.90 ^a	総合評価	-0.50 ^{ac}	0.80 ^b	-1.35 ^{ad}

B.p.:ベルトプレス搾汁機, C.t.:遠心分離搾汁機, S.p.:スクリュープレス搾汁機

mean±S.D. (n=3)

a, b (p<0.01), c, d (p<0.05)

3. シークワシャー搾汁残渣の有効利用

ノビレチンやシネフリン等の機能性成分を豊富に含むシークワシャー搾汁残渣の有効利用を目的とし、食酢を用いた有用成分の抽出について検討した。

(1) 溶媒濃度の検討

溶媒として、市販品の穀物酢（酸度4.2%）を基準とし、その0.5倍希釈液（酸度2.1%）、特濃酢（市販品：酸度8.4%）を用い、有用成分の抽出量を比較した。

その結果、ノビレチンは酸度が高くなるほど抽出量が多くなり、抽出量が平衡に達したと考えられる2～4週目の平均値で、酸度8.4%では4.2%の1.26倍、2.1%の1.18倍となった。一方、シネフリンは、抽出量に顕著な差異はみられなかった（図3）。これらのことから、酸度が高くなると、有用成分の抽出量も高くなる傾向にあるものの、食品素材としての利用を考慮すると、酸度が低いほうが配合割合を高くすることが可能となり、機能性を生かすという観点からは、穀物酢（酸度4.2%）が

有効と推察された。

(2) ショ糖添加の検討

穀物酢にショ糖（10, 20, 40, 100 g）を添加して抽出を行ったところ、ノビレチンはショ糖添加10 gで最も抽出量が多くなった（図4）。2～4週目のノビレチン抽出量を比較すると、無添加（6.2mg/100ml）に対して10 g添加（10.0mg/100ml）では1.61倍、20 g添加（8.4 mg/100ml）では1.35倍、40 g添加（7.2mg/100ml）では1.15倍となった。一方、シネフリンでは、各試験区間に目立った差異はみられなかった。また、ショ糖100 g添加では、ノビレチン、シネフリン共に無添加より抽出量が少なくなった。

飲用酢としての展開を考慮すると食味向上のうえでショ糖の添加は欠かせない。ショ糖20%以下の添加なら食味に大きな影響はないことから、酢抽出においてはショ糖の添加によって有用成分の抽出効率が上がるため、ショ糖の添加は有効であると推測された。

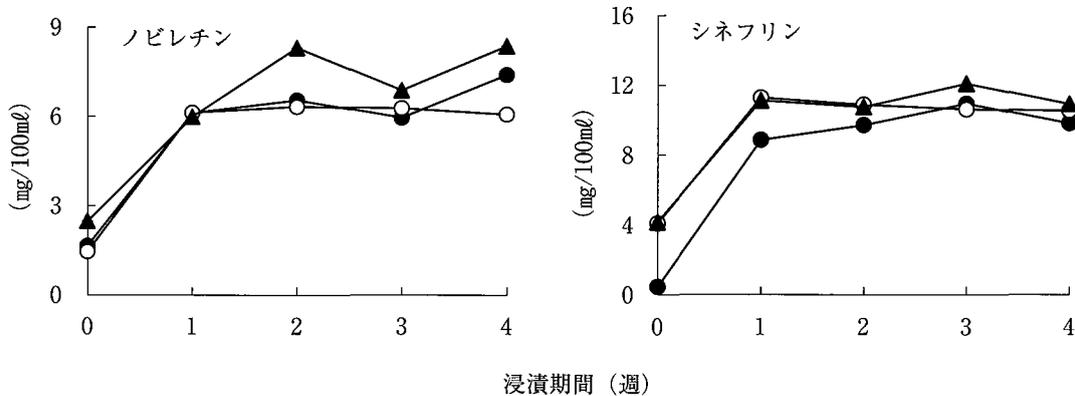


図3 酸濃度の検討によるノビレチンおよびシネフリン抽出量の変化

●2.1%酸度, ○4.2%酸度, ▲8.4%酸度
穀物酢200 gに凍結乾燥果皮10 gを浸漬
mean (n = 3)

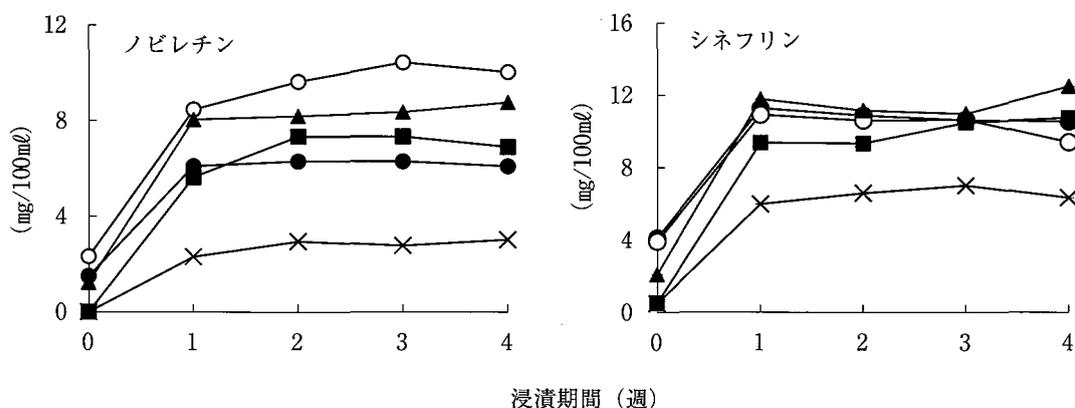


図4 ショ糖濃度の検討によるノビレチンおよびシネフリン抽出量の変化

●対照群, ○10 g (4.8%ショ糖溶液), ▲20 g (9.1%ショ糖溶液), ■40 g (16.7%ショ糖溶液), ×100 g (33.3%ショ糖溶液)
穀物酢200 gに凍結乾燥果皮10 gを浸漬
mean (n = 3)

4. おわりに

本研究において、その強い苦味と酸味から嗜好上、大変飲みにくく、製品化するうえで問題となっているシークワシャー果汁の品質特性を明らかにするとともに、搾汁機の適用試験を通じて果汁特性を示した。また、シークワシャー搾汁残渣の有効利用に関しても道筋をつけることができた。今後とも多様な食品機能性を有する新規な食品素材として、研究を進めていきたい。

謝 辞 本研究を遂行するにあたり、終始ご指導を賜りました中村学園大学栄養科学部・太田英明教授に厚く御礼を申し上げます。さらに、本研究の遂行にご指導を頂きました関係者各位に感謝と御礼を申し上げます。

文 献

- 1) 国際柑橘学会日本支部編：カンキツ用語集 改訂第2版，(国際柑橘学会日本支部，静岡)，pp.126~127 (1999)
- 2) MURAKAMI, A. and OHIGASHI, H. : Cancer-preventive anti-oxidants that attenuate free radical generation by inflammatory cells, *Biol. Chem.*, **387**, 387~392 (2006)
- 3) WU, Y.-Q., ZHOU, C.-H., TAO, J. and LI, S.-N. : Antagonistic effects of nobiletin, a polymethoxy-flavonoid, on eosinophilic airway inflammation of asthmatic rats and relevant mechanisms, *Life Sci.*, **78**, 2689~2696 (2006)
- 4) SUZUKI, R., KOHNO, H., MURAKAMI, A., KOSHIMIZU, K., OHIGASHI, H., YANO, M., TOKUDA, H., NISHINO, H. and TANAKA, T. : Citrus nobiletin inhibits azoxymethane-induced large bowel carcinogenesis in rats, *Biofactors*, **22**, 111~114 (2004)
- 5) NOGATA, Y., SAKAMOTO, K., ISHII, T., YANO, M. and OHTA, H. : Flavonoid composition of fruit tissues of citrus species, *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, **70**, 178~192 (2006)
- 6) 木下武司・鮫島美枝子・三川 潮：Citrus 属基原生薬の交感神経作動性物質について，*生薬学雑誌*，**33**，146~149 (1979)
- 7) 三川 潮：陳皮の薬理・化学・生化学，*現代東洋医学*，**5**，52~54 (1984)
- 8) MIYAGI, K., FUJISE, T., KOGA, N., WADA, K., YANO, M. and OHTA, H. : Synephrine in Shiikuwasha (*Citrus depressa* Hayata) : Change during fruit development, and its distribution in citrus varieties, *Food Sci. Technol. Res.*, **15**, 389~394 (2009)
- 9) 福谷敬三・宮本 等：柑橘果実の苦味物質の含量と時期別変化，*日食工誌*，**30**，642~649 (1983)