

へべズの乾燥処理に伴う品質変化*

酒井 美穂^{*1}・柚木崎 千鶴子^{*1}・松ヶ野 一郷^{*2}・稲泉 亨^{*2}

Change in Quality of Hebezu in Dry Processing

Miho SAKAI, Chizuko YUKIZAKI, Kazusato MATSUGANO and Akira INAIZUMI

当県特産の香酸柑橘であるへべズを、真空凍結乾燥 (FD) および通風乾燥 (65℃, 75℃, 85℃) 後に粉末化し、ビタミンC (V.C) 含量, フラボノイド含量, 香気成分を測定した。その結果, V.C含量は乾燥処理前と比較し, FD処理で最も保持され, 通風乾燥粉末では乾燥温度が低い程, 保持される傾向にあった。また, フラボノイド含量は, 通風乾燥区65℃で最も保持された。香気成分は, FD処理が乾燥前果実の香気と類似していたが, 通風乾燥粉末でも65℃で乾燥することで加熱臭を抑えて乾燥できることがわかった。これより, FD処理あるいは65℃で通風乾燥処理することで, へべズが含有する成分を保持したまま粉末を製造できることがわかった。

キーワード: へべズ, 香酸柑橘, 乾燥, ビタミンC, 香気成分

1 はじめに

我々は, これまで当県産農産物の付加価値の向上, 機能性食品の開発を目的として農産物の機能性を網羅的に評価してきた¹⁾²⁾。機能性評価により見出された作物のうち, へべズに注目し研究を進めている。第1報³⁾では, へべズの収穫時期毎の品質や機能性の変化を調査し, 収穫時期毎に商品性が異なることを報告した。

本研究では, へべズの機能性成分および香気成分を指標として, 加工法として重要な工程である乾燥方法を検討したので報告する。

2 実験方法

2-1 使用原料および前処理

試験に用いるへべズは, JA日向より購入した。へべズは, 洗浄後に表面殺菌のため沸騰水中で1分間加熱した。冷却後に切断し, 荒粉碎した。(青果と定義) それを, 真空凍結乾燥あるいは通風乾燥 (65℃, 75℃, 85℃) し, 粉碎後に32メッ

シュのふるいを通して試験に供した。

2-2 V.C含量測定

V.C含量の測定は池ヶ谷ら⁴⁾の方法を用いた。試料を秤量し, 直ちに, 粉末には2%メタリン酸を, 青果には5%メタリン酸を加え摩砕した。定容後0.45μmフィルターでろ過し, 高速液体クロマトグラフィ (HPLC) 分析に供し, 還元型V.C (AsA) の特異吸収波長242nmで検出測定した。別に抽出液中の酸化型V.C (DAsA) はジチオスレイトール (DTT) 溶液で還元してAsAとして測定し総V.Cとし, 先のAsA測定値を差し引いてDAsA値を算出した。HPLCの測定条件は以下のとおりであった。

装置: 日本分光高速液体クロマトグラフ

検出器: MD-980 紫外 (242nm)

ポンプ: PU-980

カラム: Inertsil ODS-3 (4.6mm×250mm)

カラム温度: 30

移動相: 1%メタリン酸溶液

流量: 1.0ml/min

既知濃度の標準品についても前述の試料と同様の操作を行い, リテンションタイムおよびピーク面積を基に含有量を算出した。

* 機能性を活かす加工技術の開発: へべズおよびブルーベリーの機能性を活かした食品開発 (第2報)

*1 食品開発部

*2 ジェイエイ食品開発研究所

2-3 フラボノイド含量測定

フラボノイドの測定は市ノ木山ら⁵⁾の方法を用いた。粉末は100mgを、青果は1gを、メタノール：dimethyl sulfoxide (DMSO) = 1 : 1にて3回抽出し、抽出液をあわせて定容後、0.45 μ mフィルターでろ過しHPLC分析に供した。既報³⁾でへべズの果肉および果皮に含まれると報告したナリルチン、ナリンギン、ヘスペリジン、ネオヘスペリジンの含量を測定した。

装置：日本分光高速液体クロマトグラフ
 検出器：MD-9109 フォトダイオードアレイ
 ポンプ：PU-980
 グラジエントユニット：HG-2080-02
 カラム：Mightsil RP-18 (4.6mm \times 250mm)
 カラム温度：40

移動相：A液；10mMリン酸溶液

B液；メタノール

流量：1.0ml/min

グラジエント：B液20% (2分) 45% (43分)
 50% (5分) 20% (5分)
 -20% (5分)

既知濃度の標準品のピーク面積を基に含有量を算出した。

2-4 香気成分の測定

香気成分の測定は樋口ら⁶⁾、久池井ら⁷⁾の方法を参考にした。粉末試料は0.1gを、青果は1.0gを4mlバイアル瓶に取り、湯浴中で30-10分間加温した。その後、固定相をCarboxen/PDMSとしてヘッドスペースを15分間抽出し、ガスクロマトグラフ質量分析計GCMS-QP5050A (島津製作所)にて測定した。分析条件は以下のとおりであった。

装置：GCMS-QP5050A

カラム：ZB-WAX (内径0.25mm, 長さ60m, 膜厚0.25 μ m, 島津製作所)

カラム温度：初期温度50 (5分), 昇温2 /分, 最終温度220 (5分)

注入口温度：220

検出器温度：250

カラム流量：He 1.0ml/分

注入方法：スプリットレス (サンプリング時間3分)

なお、香気成分の同定はマスライブラリデータによった。

3 結果および考察

3-1 総V.C含量

青果を対照区として、FD区および通風乾燥(65, 75, 85)区の総V.C含量とを比較し、その成分保持について検討した。その結果を図1に示す。FD区は対照区より総V.C含量が高くなった。この要因については不明であるが、FD処理により、総V.C含量を保持できることがわかった。一方、通風乾燥区の総V.C含量は、対照区と比較し低くなった。しかし、乾燥温度が低い程、総V.C含量が高くなる傾向がみられたことから、65以下で乾燥することで、ある程度総V.C含量を保持できることがわかった。AsAおよびDAsAの割合については、すべての試験区でAsAが70~95%となり大部分を占めた。また我々は、既報³⁾で収穫時期毎の総V.C含量を調査しており、11月以降の果肉および果皮の総V.C含量が高くなることを報告している。以上の結果をあわせると、V.Cを特徴とする素材を製造する際には、V.C含量の高い11月以降の原料を用い、FD処理あるいは65以下で通風乾燥を行うと良いことがわかった。

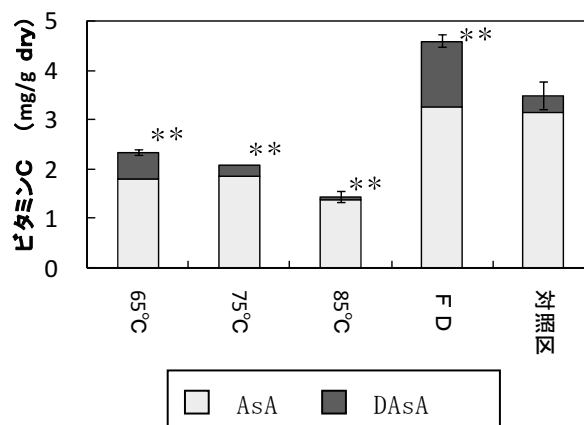


図1 乾燥処理後のビタミンC含量

N=3 平均値 \pm 標準偏差

対照区と比較し総ビタミンC含量が** : p<0.01

3-2 フラボノイド含量

青果を対照区として、FD区および通風乾燥(65, 75, 85)区のフラボノイド含量とを比較し、その成分保持について検討した。その結果を図2に示す。通風乾燥区65は、対照区と有意差がなかったことから、フラボノイド含量を保持できることがわかった。さらにその他の試験区

では、対照区よりフラボノイド含量が低くなった。またフラボノイド組成は、いずれの試験区でも、乾燥処理により変化しなかった。我々は、既報³⁾で収穫時期毎のフラボノイド含量を調査しており、8月から9月の果肉および果皮のフラボノイド含量が高くなることを報告している。これよりフラボノイドを特徴とする素材を製造する際には、フラボノイド含量の高い8月から9月の原料を用い、65℃で通風乾燥を行うと良いことがわかった。

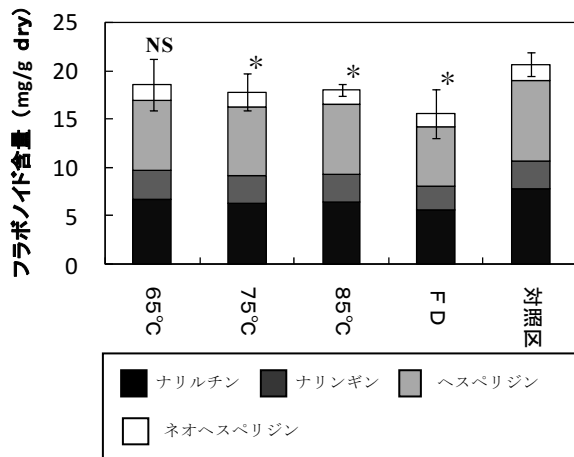


図2 乾燥処理後のフラボノイド含量
N=3 各成分の平均値積み上げ±標準偏差
対照区と比較し、NS:有意差なし、*:p<0.05

3-3 香気成分

青果を対照区として、FD区および通風乾燥区(65℃, 75℃, 85℃)の香気成分とを比較し、その成分保持について検討した。その結果を表1に示す。対照区からは炭化水素化合物を14種、含酸素化合物を10種同定した。炭化水素化合物については、乾燥処理後、全ての試験区で生成あるいは消失する成分はなかった。今回の検出法では定量的なことは不明であるが、これら炭化水素化合物は、乾燥処理に対して比較的安定であることが考えられた。一方、含酸素化合物については、生成あるいは消失する化合物が確認された。生成された化合物は、酢酸、フルフラールであった。酢酸は全ての試験区において、フルフラールは通風乾燥区の75℃および85℃で検出された。なお、フルフラールは、温州ミカン果汁の貯蔵臭としても知られ、品質劣化の指標となりうる成分であると報告されている⁸⁾⁹⁾。今回の試験では、通風乾燥区75℃, 85℃で焦げ臭のような加熱臭が確認されており、フルフラールはこれに寄与している可能性が高いと思われた。加えて、乾燥処理後に消失した化合物は、エタノール、オクタノール、酢酸エチルであった。通風乾燥区では、これらの化合物

表1 乾燥処理後の香気成分の消長

分類	化合物名	対照区	FD	65℃	75℃	85℃
炭化水素化合物	モノテルペン	α-ピネン	+	+	+	+
		α-フェランドレン	+	+	+	+
		β-ピネン	+	+	+	+
		β-ミルセン	+	+	+	+
		リモネン	+	+	+	+
		β-フェランドレン	+	+	+	+
		3-カレン	+	+	+	+
		βトランスオシメン	+	+	+	+
		シメン	+	+	+	+
		カレン	+	+	+	+
	セスキテルペン	エレメン	+	+	+	+
		α-カリオフィレン	+	+	+	+
		β-ファルネッセン	+	+	+	+
		α-ファルネッセン	+	+	+	+
含酸素化合物	アルコール	エタノール	+	+	-	-
		リナロール	+	+	+	+
		1-オクタノール	+	+	-	-
	アルデヒド	オクタナール	+	+	+	+
		ノナナール	+	+	+	+
		フルフラール	-	-	-	+
		デカナール	+	+	+	+
	エステル	酢酸エチル	+	+	-	-
		酢酸オクチル	+	+	+	+
		酢酸リナリル	+	+	+	+
ケトン	アセトン	+	+	+	+	
酸	酢酸	-	+	+	+	

+ : 検出, - : 未検出

が全て消失した。酢酸エチルはバナナやパイナップルなどの代表的な香気成分であり、果実様臭として表現される。今回の試験では、通風乾燥区に、対照区やFD区にあるような新鮮な香気が感じられなかったことから、これらの成分の消失が影響している可能性も考えられた。また、含酸素化合物のうちリナロールやペリラルデヒド、C₈~C₁₂の直鎖アルデヒドは、香酸柑橘のベース香気と報告されている¹⁰⁾。今回の試験では、リナロールやオクタナール、ノナール、デカナールを検出しているが、いずれの試験区でも消失などの変化はみられなかった。よって、いずれの乾燥法においても、香酸柑橘の特徴は保持されていることが推測された。さらに、加熱によるカンキツ果汁香気の変化は、減少する成分よりも増加する成分の影響を受けるという報告もあることから¹¹⁾、加熱臭の原因と推測されるフルフラールの生成を抑えることで、乾燥処理による極端な香りの変化を抑えることができると推測された。

以上の結果より、FDは生成された酢酸以外は対照区と共通の成分を保持していることから、最も対照区の香気に近いことがわかった。また、通風乾燥では、加熱臭の原因と推測されるフルフラールを生じない65℃以下で実施することが重要であるということがわかった。

なお、へべズの香気成分については、本報が初めての報告である。

4 まとめ

へべズに含まれるV.C含量、フラボノイド含量および香気成分を指標として、各成分を保持する最適な乾燥方法を検討した結果、以下の知見が得られた。

- 1) 総V.C含量は、FD処理で最も保持された。一方、通風乾燥区では、低温で乾燥することで、ある程度総V.C含量を保持することがわかった。
- 2) フラボノイド含量は、通風乾燥区65℃で最も保持された。

- 3) 香気成分は、FD区で最も青果の香気を保持できた。また、通風乾燥では、加熱臭の原因と推測されるフルフラールを生じない65℃以下で実施することが重要であるということがわかった。

以上より、FDが乾燥法として最も適することが考えられたが、通風乾燥でも65℃以下で乾燥することである程度成分を保持することが可能であることがわかった。

5 参考文献

- 1) 柚木崎千鶴子, 小村美穂, アショク・クマル・サーカー, 岡部玲二, 宮崎県工業技術センター・宮崎県食品開発センター研究報告, 48, 91-98 (2003)
- 2) 酒井美穂, 柚木崎千鶴子, 岡部玲二, 宮崎県工業技術センター・宮崎県食品開発センター研究報告, 50, 87-93 (2005)
- 3) 酒井美穂, 木下哲次, 一政洋介, 奥野智子, 宮崎県工業技術センター・宮崎県食品開発センター研究報告, 51, 73-78 (2006)
- 4) 池ヶ谷賢次郎, 高柳博次, 阿南豊正, 茶業研究報告, 71
- 5) 市ノ木山浩道, 園芸学会雑誌別冊, 73-2, 109
- 6) 樋口雅彦, 佐藤昭一, 濱崎正樹, 眞正清司, 堀田博, 茶業研究報告書 98, 33-42 (2004)
- 7) 久池井朗, 香料, 215, 135-142 (2002)
- 8) 児玉雅信, 松本恭郎, 別所康守, 愛媛県工業技術センター研究報告 19, 13 (1981)
- 9) 金子勝芳, 石間紀男, 豊島英親, 小沢小百合, 飯野久栄, 食総研報, 49, 39-46 (1986)
- 10) 楊 栄華, 杉沢 博, 中谷洋行, 田村啓敏, 高木信雄, 日本食品工業学会誌, 39-1, 16-24 (1992)
- 11) 熊沢賢二, 和田善行, 増田秀樹, 日本食品科学工学会誌, 54-6, 266-273 (2007)