

スダチ搾汁残渣を利用した食品素材の開発

市川亮一*, 深津鉄夫**, 八木祥子***

抄 録

徳島県特産の香酸柑橘であるスダチは、搾汁時に青果の約7割の残渣を排出する。スダチの搾汁残渣の一部であるスダチ果皮には、有効成分として香気成分が多く残存している。超音波霧化分離技術という新規の技術を利用することで非加熱・常圧条件で香気成分を濃縮し、スダチ本来の新鮮な香りを保持したスダチ精油を分離した。スダチ精油を添加した食品を試作し、無添加の従来品に対して高品質化を図った。

1 はじめに

スダチは徳島県特産の香酸柑橘であり、年間7000 トンが生産されている。このうち約半分の3500 トンは青果として販売され、残りの3500 トンは搾汁され果汁調味料として販売されている。スダチを搾汁した際に生じる残渣の多くは利用されずに堆肥化・廃棄されており、堆肥処理時の悪臭、汚水および廃棄費用は搾汁業者および農家の負担となっている。しかし、搾汁残渣中には香気成分等の有効成分が残存している。そこで、(株)本家松浦酒造場が有する超音波霧化分離技術¹⁾を利用して、搾汁残渣中の香気成分を分離して食品素材を開発した。この食品素材を使用して、スダチ製品の高品質化を図った。

2 実験方法

2・1 超音波霧化分離装置の改良

霧化能力の向上と霧化分離液の品質向上を目的として、(株)本家松浦酒造場製の超音波霧化分離装置の霧化部と冷却部を改良した(写真1)。また、装置内の洗浄性を向上させるため、霧化槽の形状変更等を行った。霧化能力は、分離されたアルコール溶液の量およびアルコール濃度から評価した。冷却部において、霧化液の品質劣化を防止するため、捕集容器の材質を変更した。

2・2 試料

スダチの香気成分は果皮に局在することが知られている。そこで、J A徳島市より平成19年産スダチ果皮を購入し、試験に用いた。スダチ果皮は、搾汁ラインに組み込まれている(株)井河鉄工所製のロータリースライサーを使用して、スダチ搾汁残渣から内皮・種を分離し調整されたものである。ロータリースライサーは、数社のスダチ搾汁業者の製造ラインに配備されており、スダチ果皮は安定的に入手可能である。

2・3 スダチ果皮の香気成分抽出

種々の濃度(0, 5, 15, 50, 100%(v/v))に調

整したエタノール水溶液をスダチ果皮に対して2倍量添加し、ミキサーを使用して3分間磨砕抽出を行い、香気成分を抽出した。抽出液中の香気成分は、2-プロパノールを用いて蒸留し、ブロム-ブロム酸滴定法により、回収油として測定した²⁾。

2・4 スダチ香気成分の2段階超音波霧化分離

香気成分抽出液を(2・1)で改良した超音波霧化分離装置(以下、新装置とする)を使用して1段目の霧化分離を行い、次に(株)本家松浦酒造場製の小容量超音波霧化分離装置(以下、小型装置とする)を使用して2段目の霧化分離を行った。霧化分離前後の品質評価は常法²⁾に従いpH、屈折示度、総酸、回収油を測定し、香気成分の各組成は既報に従いガスクロマト分析により測定した³⁾。

2・5 スダチ精油を添加した製品試作

スダチ精油を0.1%添加したスダチマーマレードを試作した。スダチ精油の添加は、製造工程の最終段階であるビン詰直前とし、スダチ香気の減少要因を極力排除した。専門のパネラー数名による官能試験およびガスクロマト分析を行い、精油無添加の従来品と品質比較を行った。試作品のスダチ香気成分を経時的に確認するために、蛍光灯照射下で30℃、7日間保存試験を行った。

3 結果および考察

3・1 超音波霧化分離装置の改良

超音波霧化において、霧化は試験液表面に形成された液柱表面から行われる。従って、液柱の安定化および霧化した霧の効率的な捕集が重要となる。最初に、霧化部の超音波振動子上部(液中)に円錐形のノズルを設置することで、液柱を安定化させた。併せて、発生した霧を効率的に捕集させる治具を設置した。この2つの働きにより、テスト機では試験液に15%(v/v)エタノール溶液を使用して時間当たり約2倍の霧化能力向上(旧装置との比較)を確認した。次に、超音波振動子の配列を(4個×1列)から(2個×2列)に変更し、霧化槽の容量を500mlから5000mlに拡大した。

*応用生物課, ** (株)本家松浦酒造場, ***野田ハニー食品工業(株)

液面調整機構を簡略化することにより霧化槽内の凹凸を減少させた。併せて上蓋開閉構造の簡略化を行い、霧化槽内の洗浄を容易にした。最後に、冷却部の霧化液捕集容器の材質をポリプロピレンからステンレスとガラスに変更し、霧化液の品質劣化要因を排除した。

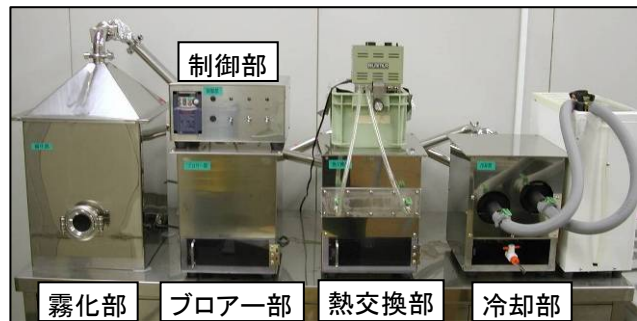


写真1 改良した超音波霧化分離装置（新装置）

3・2 スダチ果皮の香気成分抽出

エタノール抽出液中のスダチ香気成分量を回収油として測定した（図1）。エタノール濃度100%のとき回収油量は0.04%を示し、エタノール濃度の低下とともに増加し、エタノール濃度15%以下で急激に増加した。エタノール5%で最高値0.18%を示し、エタノール濃度0%では急激に減少した。これより、今後の香気成分の抽出溶媒としてエタノール濃度を5%に決定した。

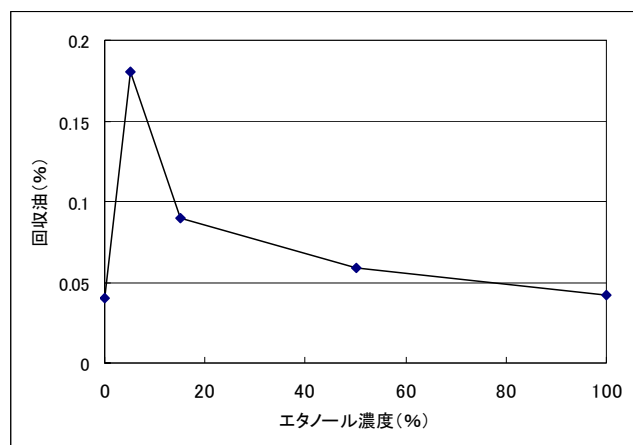


図1 エタノール濃度によるスダチ香気成分の抽出量変化

3・3 スダチ香気成分の2段階超音波霧化分離

5%エタノール溶液を用いて、スダチ果皮中の香気成分を抽出し、超音波霧化分離を2回行うことで、スダチ精油（回収油：100%）を分離した（表1）。分離条件は、溶液温度50℃、冷却部温度-20℃（1段階のみ-6℃）とした。1段階目は新装置を用いて、初期溶液5000ml（回収油：0.18%）を霧化分離することで、分離液1000ml（回収油：0.74%）を得た。表2において、1段階目初期溶液と分離液の品質比較を行い、分離液中の屈折示度および総

酸が低値であることから、初期溶液中の糖および有機酸は分離液中に移行しないことを確認した。続いて、一段目分離液の一部350mlを小型装置により霧化分離することで、2段階目の分離液70ml（回収油：3.2%）を得た（表1）。この分離液を静置すると油水分離を生じ、上澄を分離できた。上澄部分は水分、エタノールをほとんど含まず、無色透明でスダチの新鮮な香りを保持したスダチ精油が得られた。

表1 2段階超音波霧化分離によるスダチ香気成分の濃縮

		液量 (ml)	エタノール (%)	回収油 (%)
1 段階目	初期溶液	5000	5	0.18
	分離液	1000	15	0.74
2 段階目 (油水分離)	初期溶液	350	15	0.74
	分離液	70	35	3.20
	(上澄)	(2)	(0)	(100)

表2 超音波霧化分離前後の品質変化

		pH	屈折示度 (%)	総酸 (%)
1 段階目	初期溶液	2.4	7.8	6.43
	分離液	3.3	0.2	0.02

スダチ精油中の香気成分の中で主要なものを表3に示した。スダチ果汁と比較してスダチ精油は、加熱・保存により消失し易い α -、 β -ピネンが高濃度に濃縮されていた。比較的不安定なリナロールも濃縮されており、柑橘の主要香気成分であるd-リモネンは高濃度に濃縮されていた。また、加熱・保存により組成比が増加し、スダチ香気の劣化指標であるテルピネン-4-オール、 α -テルピネオール組成比が低いことが特徴的であった。これらの結果は、非加熱・常圧条件で処理できる超音波無化分離技術特有の現象であり、今回分離されたスダチ精油はスダチ香気を強化する食品素材として非常に優れた香気成分組成を有していることが明らかとなった。

3・4 スダチ精油を添加した製品試作

スダチ精油を添加したマーマレードと無添加の従来品を比較すると外観の差は全く見られず、スダチ精油添加品はスダチ香気の増加が官能的に確認された。また、ガスクロマト分析からスダチの主要香気成分であるd-リモネンが6倍に増加しており（図2）、従来品に対して明らかな優位性が見られた。続いて、蛍光灯照射下で30℃、7日間保存試験を行った（図3）。ガスクロマト分析から、保存試験後は従来品及び試作品共に、香気成分量が20%近く減少したが、スダチ精油を添加した試作

品の d-リモネン量は従来品の 6 倍以上を示し，官能的にも優位性を確認できた．

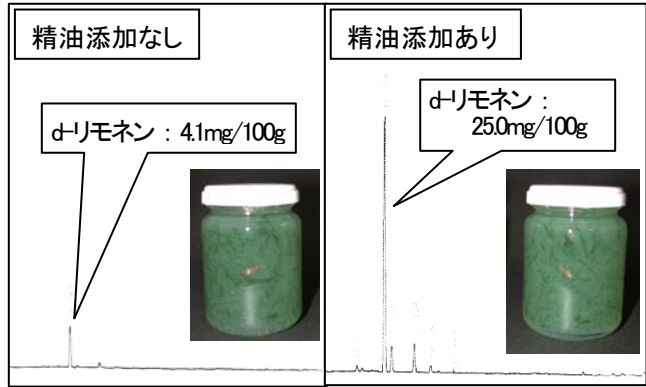


図 2 試作マーマレードの香気成分量

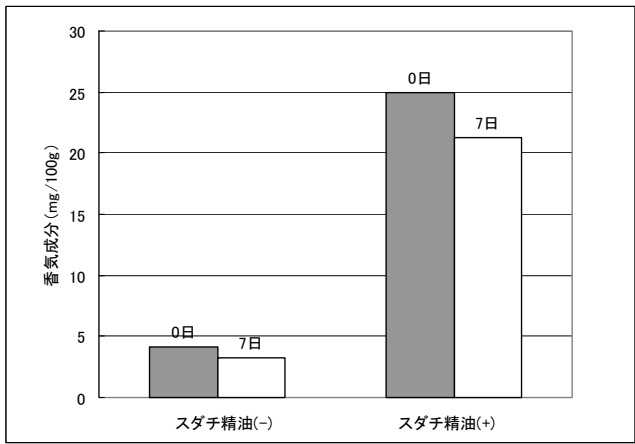


図 3 保存試験による試作品の香気成分量変化

4 まとめ

超音波霧化分離装置を改良し，霧化能力および洗浄性を向上した．搾汁残渣であるスダチ果皮から香気成分を抽出し，さらに 2 段階超音波霧化分離することにより，無色透明でスダチの新鮮な香りを保持したスダチ精油（回収油：100％）を得た．スダチ精油を添加したマーマレードを試作し，従来品からの高品質化を機器分析および官能検査によって確認した．

本研究は，平成 18～20 年度農林水産省の新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業（旧先端技術を活用した農林水産研究高度化事業），課題番号 18027 において行ったものである．

参考文献

- 1) 松浦一雄，超音波 TECHNO，(17)，19，2005
- 2) 最新果汁・果実飲料辞典，日本果汁協会監修，朝倉書店
- 3) 井内 晃，徳島工技セ研報，(5)，75，1996

表 3 100％スダチ精油とスダチ果汁中の香気成分比較

香気成分名	スダチ精油		スダチ果汁		濃縮倍率
	(mg/100ml)	(%)	(mg/100ml)	(%)	
α-ピネン	1914	2.9	4.2	2.9	459
β-ピネン	642	1.0	2.5	1.7	262
d-リモネン	62024	95.4	133.7	91.8	464
リナロール	336	0.5	2.0	1.4	170
テルピネン-4-オール	97	0.2	1.1	0.7	88
α-テルピネオール	0	0.0	2.1	1.5	0
合計	65012	100.0	145.6	100.0	447