

みかんジュース廃棄物の活用法の検討

Study of utilization of mandarin orange juice waste

庄 司 豊、小 川 ももこ

要約

目的：静岡県は温州みかんの産地であり、多くの規格外みかんがジュース原料として加工されている。みかんジュースの製造過程では、原料の約半分が「搾りかす」として廃棄されており、これを有効活用することで経済的・環境的に大きな利点が得られると考えられる。本研究では、みかんジュース廃棄物の活用法について検討を行った。

方法：ミツウロコフーズ株式会社（静岡市興津）より提供されたみかんジュース廃棄物を使用し、その活用法を検討した。みかんジュース廃棄物は、①みかん残渣と②みかんパルプの2種類があり、それぞれにマイクロ波減圧乾燥法（西光エンジニアリング）による乾燥処理を行った。さらに乾燥した2種類のみかん廃棄物を粗砕し、粒子化を実施した。これらのみかん粒子に対して生菌検査を行い、小包装にして保存した。また、2023年11月に開催されたヒガナンフェスティバル（主催：静岡県）において、みかん粒子を用いた試食を提供し、アンケート調査を実施した。

結果：粒子化したみかんジュース廃棄物について、①みかん残渣では凍結乾燥法に比べ、マイクロ波減圧乾燥法で処理したものはみかん外皮の爽やかな香りが感じられた。②みかんパルプでは、マイクロ波減圧乾燥法により元々の甘酸っぱいみかんの風味が保持され、食べやすい粒子が得られた。生菌検査の結果、みかん粒子は清潔で衛生的であり、食用に適していることが確認された。ヒガナンフェスティバルでは、みかん粒子をツナマヨネーズに混ぜたサンドイッチとして提供し、アンケート結果は概ね好評であった。

考察：マイクロ波減圧乾燥法によるみかんジュース廃棄物の乾燥処理により、重量の削減、常温での保存、味や香りの良さなどの利点があった。また、乾燥後の粒子化によって、みかんの風味が際立ち、活用効果が高まることが考えられた。問題点として、みかん粒子が静電気を帯びるため、小包装化が難しく、何か工夫が必要である。また、粗砕による粒子化では粒の大きさが不均一で、硬い粒が大きく残るため、食感に影響することが明らかになった。

1. 研究背景および目的

日本のみかん栽培は第二次世界大戦前後に拡大され、1979年の収穫量3618000 t をピークに減少しているものの（<https://www.e-stat.go.jp/dbview?sid=0003313868>）、2023年度においても681600 t の収穫量がある（https://www.maff.go.jp/j/tokei/kekka_gaiyou/sakumotu/sakkyou_kajyu/mikan/r5/）。静岡県は全国有数の温州みかんの産地であり、和歌山県、愛媛県に次いで

全国3位（10万t、2021年度）を誇る（<https://www.pref.ehime.jp/uploaded/attachment/127281.pdf>）。温州みかんはサイズや外観により選別され、市場に出回らない規格外品はジュースの原材料として加工される。本研究に協力を得た静岡ミツロコフーズ株式会社（静岡県静岡市興津）では、年間1800トンのみかんをジュースに加工しているが、そのうち約半分の900トンがジュース残渣となる。このジュース残渣のうち、約600トンが家畜飼料として利用され、約300トンが廃棄物として処理されている。この廃棄物の処理にはみかん購入価格の約半分に相当するコストが必要となる(1)。一般にジュース廃棄物のような食品廃棄物は焼却処分され、焼却灰は埋立処分される。現状では、ジュース廃棄物が文字通り無駄となっているため、これを活用することで経済的・環境的に有効であると考えられる。

本研究では、みかんジュース廃棄物の有効な活用方法として、食用加工の可能性を探ることを目的とする。具体的には、みかんジュース廃棄物の乾燥・粒子化を試み、食用として利用できるかを検討した。

2. 材料

みかんジュース廃棄物は静岡ミツロコフーズ株式会社より供与された。みかんジュース廃棄物は以下の2種類に分類される。①みかん残渣：ミツロコフーズでは、みかんを洗浄・殺菌後にそのまま潰して全果搾汁しており、この搾りかすがみかん残渣に該当する。このみかん残渣にはみかん外果皮、じょうのう（果肉が詰まっている袋）、アルベド（白い筋）などが含まれている。②みかんパルプ：搾汁したみかん果汁は遠心分離機にかけられ、比重の軽い成分がみかんジュースとして得られる一方、比重の重い成分はみかんパルプとして除去・廃棄される。本研究では、この2種類のみかん廃棄物をそれぞれ乾燥・粒子化した。

3. 方法

みかん廃棄物の乾燥・粒子化および小包装化は西光エンジニアリング株式会社（静岡県藤枝市）に委託し、協力を得た。西光エンジニアリングでは自社開発のマイクロ波減圧乾燥機を有しており、その特徴は対象物の色、香り、成分の損失を抑えながら水分を除去できる点にある（参考：<https://www.youtube.com/watch?v=TjfmhwbJwhQ&t>）。みかんパルプは、マイクロ波減圧乾燥機を用い、40℃、45℃、48℃の条件で試験乾燥を行い、粉碎機による粗砕を経て粒子化した後、食物サークル「Kaede Kitchen」のメンバーと共に試食を実施した。粉碎機には株式会社寺田製作所（静岡県島田市）の美砕機を使用した。みかん残渣についても、同様に40℃前後で乾燥および粒子化の操作を行った。各粒子は1gずつ単層フィルム素材で平面小包装化した。原材料およびみかん粒子については、株式会社静環検査センターに生菌検査を依頼した。

ヒガナンフェスティバルにおいては、乾燥みかん粒子を用いた試食を実施した。市販のツナフレー

ク（油漬け）に適量のマヨネーズを混ぜ、これに①みかん残渣粒子および②みかんパルプ粒子の2種類を加え、みかんの香りや味が感じられる程度に混合した。みかん風味のツナマヨネーズを市販のコッペパンに挟み、サンドイッチ状にして提供した。また、市販のサラダチキンにみかん粒子をまぶしたのも試食として提供した。試食者には以下の項目についてアンケートに回答を求めた。(1) 性別、(2) 年齢、(3) みかんパウダーの味に関する評価、(4) みかんパウダーの香りに関する評価、(5) みかんパウダーの食感に対する感想、(6) みかんパウダーを購入する際の希望価格。なお、市場には輸入オレンジパウダーが100gあたり800円、国産温州みかんパウダーが100gあたり3000円程度で出回っている（補足：問(4)および(5)は5点満点で評価した）。

3. 結果および考察

マイクロ波減圧乾燥機を用いたみかんパルプの試験乾燥は、40℃、45℃、48℃の条件で行ったが、外見、味、香りなどの点で大きな差は見られなかった。これらを粗砕して粒子化し、試食した結果、45℃の条件が最も良いという意見が多数派であったため、今後45℃の条件で乾燥化させることとした。しかし、バルク乾燥を行った結果、みかんパルプは45℃で一部焦げてしまうことがわかった（表1の※）。そのため40～41℃で乾燥を行った。これは、みかんパルプには多くの果汁が含まれており、糖度が高いためではないかと考えている。みかん残渣に関してはマイクロ波減圧乾燥機にて38～40℃にて乾燥した。みかんパルプと残渣での歩合の違いは、パルプには水分が多く含まれているのに対し、残渣は主にセルロースを多く含む成分から構成されているからだと考えている。

	温度（℃）	乾燥時間（分）	初期重量（g）	終了時重量（g）	歩合（％）
みかんパルプ	40～45※	130	1856	89	4.8
	40～41	330	1473	216	14.7
	40～41	330	1490	214	14.4
みかん残渣	38～40	165	882.7	183	20.7
	38～40	165	832.4	171	20.5

表1 マイクロ波減圧乾燥機によるみかんジュース残渣の乾燥条件と結果

みかんパルプの生菌検査の結果は原料で一般生菌数（細菌数）130CFU/g、大腸菌群 陰性（10 CFU/g以下）、粒子化後では一般性菌数（細菌数）50CFU/g、大腸菌群 陰性（10CFU/g以下）であった。非加熱加工食品の一般生菌数の目安は1000000CFU/g以下となっており、今回のみかん粒子は食用としての品質が保たれていることを意味している。

みかんパルプ（乾燥重量合計430g）とみかん残渣（乾燥重量合計354g）は、それぞれ1gずつ単層フィルム素材で平面小包装化した。もともとはステック小包装を考えていたが、そのノウハウを持つ企業との連携がなく、また予算の都合もあり、平面小包装とした。小包装化するにあたり、み

かん粒子が静電気を帯びて、うまく小包装に入れることができないという問題が生じた。今回は全て手作業でみかん粒子を小包装に充填したが、今後スチック小包装化を考えるのであれば、静電気の問題は改善すべき点である。

2023年11月23日に東静岡駅のグランシップ広場で行われたヒガナンフェスティバルでは、食物サークルであるKaede Kitchenの有志と著者らでみかんパウダー（みかんパルプと残渣の粒子を混ぜてみかんパウダーとした）の試食発表会を行った。みかんパウダーはみかんツナマヨネーズのサンドイッチとみかんパウダーをサラダチキンに塗して提供し、試食して頂いた68名からアンケートを集めた。アンケート参加者は男性28名（41.2%）、女性40名（58.8%）、19歳以下12名（17.2%）、20代24名（35.3%）、30代7名（10.3%）、40代10名（14.7%）、50代11名（16.2%）、60歳以上4名（5.4%）という分布であった。20代が多い理由としては、このイベントに多くの大学生が参加しているためだと考える。質問(3)の「みかんパウダーの味は如何でしたか？」という質問に対し、5段階で評価した結果、平均点4.04の高評価を得られた。また、質問(4)の「みかんパウダーの香りは如何でしたか？」に関しても、5点満点で平均3.83の評価を得た。質問(5)の「みかんパウダーの食感はどう感じましたか？」に関しては、丁度いい（54.4%）、もっと粒が大きい方がよい（20.6%）、もっと細かい粉末が良い（5.9%）、わからなかった（19.1%）となった。また、質問(6)の「みかんパウダーを買うとしたらどのくらいの値段だと購入を検討しますか？」に対して、100 gあたり平均値で900円という結果が得られた。個別に頂いたコメントとしては「淡泊な味のものと合わせると美味しいかも」、「もう少し風味が強くていいなと思う」、「タンパク質の食べ物に合う気がする」、「思っていたより香りが主張しすぎない感じ」、「最初にもっと味がするといいかも」、「みかんパウダーがメインであるかどうかで、印象が変わってくると思う」などのご意見を頂いた。これらのご意見から、試食された方は思っていた以上にみかんの味や香りの主張が強くないと感じたのではないかと考えている。味の主張が強くないのは、みかんパウダーは味のある果汁だけを粒子化したのではなく、多くの食物繊維質（無味）を含むためではないかと考える。また、香りに関しては、マイクロ波減圧乾燥法により、明確なみかんの香りを残すことができたが、香気成分を含むみかん外果皮以外に多くの食物繊維が含まれるため、香りが薄まっている可能性が考えられた。

今後の課題としては、食用としてみかんパウダーの品質を高める必要性を感じている。味と香りの向上させる工夫として、粒子の均一化もしくは粒子を顆粒化することでより一層のみかんの味や香りが引き立つのではないかと考えている。また、使い勝手の良い小包装化、コストの削減、メニュー開発、機能性食品として価値の付加、食品開発展などの展示会参加による広告などについても検討する必要があると考える。

4. まとめ

みかんジュース廃棄物からマイクロ波減圧乾燥法により、食用可能なみかん粒子を作成した。みかん粒子はヒガナンフェスティバルの試食会にて、一定の評価を得ることができたが、その味や香

りに関しては改善の余地があると考えられた。このようなアップサイクル（創造的再利用）は企業や社会から注目されている分野であり、SDGsの観点や、地方大学の存在感を示す上でも重要な取り組みであり、今後も発展させて行くべき研究であると考えている。

参考文献

（１）小川ももこ、庄司豊：摘果廃棄みかん及び、みかんジュース廃棄物の活用法の検討に関する研究(I) 静岡英和学院大学 紀要22号

