

メロンのドライフルーツ製造における微生物学的課題

藤原孝之*, 佐合 徹*, 苔庵泰志*

Microbiological Problems in the Processing of Dried Melon

Takayuki FUJIWARA, Toru SAGO and Yasushi KOKEAN

Microorganism contaminations in dried melon and the bacterial reduction method were studied. The viable cell counting in flesh melon exocarp were of the order of $10^3 \sim 10^6$ cfu/g by the individual fruits tested, whereas, few microbes were detected in the pulp. Some dried melons had numerous viable cell and coliforms counting. In contrast, viable cell and coliform were not detected in dried fruits of Japanese pear and grape. The pH of flesh melon was higher than those of Japanese pear and grape. The results indicate that microbes in melon pulp, which were transferred from exocarp, were easily able to proliferate during processing of dried fruit. This is due to the growth were not affected under low pH. A sodium hypochlorite treatment of intact melon fruits was not effective for the reduction of microbes in dried fruit. The product yield of dried melon from flesh melon was approximately 5 %. In conclusion, by the microbiological control and low product yield, the commercialization might be difficult.

Key words: Dried Fruit, Melon, Microorganism Contamination, Viable Cell Count, Coliform Count, Sodium Hypochlorite

1. 緒言

昨年度に、三重県名張市のメロン産地において、小型果など商品価値が低い果実の利活用が話題となり、ドライフルーツ加工の可能性を検討した¹⁾。赤肉種および緑肉種のメロンを用い、熱風乾燥にて可食部をスライスしたセミドライフルーツを試作したところ、両種とも食味が良好であった。特に、赤肉種のメロンを用いたドライフルーツの商品化例は他県でも少ないため、有望と思われた。しかし、伊賀園芸振興協議会がドライフルーツ試作品の菌検査を民間分析機関に外注したところ、多くの生菌および大腸菌群が認められた。市販メロンのカットフルーツにおいては、他の果実類と比較して菌数が多く、増殖しやすいという報告があり²⁾、ドライフルーツについても同様な菌汚染が懸念される。当所には、県内の他産地からもメロ

ンのドライフルーツとしての商品化に関わる相談歴があるため、製造時の菌数動向の把握と、対処法の確立が必要と考えられた。

そこで、産地より入手したメロンの生果およびそれをドライフルーツに加工した場合の菌数を調査したうえで、原料メロンの洗浄や殺菌により、ドライフルーツの菌数を低減する手法について検討した。また、他の果実類と比較するため、ニホンナシおよびブドウを用いたドライフルーツについても菌数を調査した。なお、農産加工品の商品化にあたっては、製品歩留りが経営上重要な数値であるため、原料果実に対するドライフルーツの重量割合を算出した。

2. 実験方法

2. 1 供試果実

* 食と医薬品研究課

2. 1. 1 メロン

名張市美旗地区で栽培され、2016年7月25日および8月10日に収穫されたメロン果実を用いた。7月25日収穫果は赤肉種のメロン（品種名不明、ネット型）6果で、7月26日に入手した。これらの果実重量は936~999gで、食用に適する熟度であった。8月10日収穫果は、赤肉種のメロン6果および緑肉種（品種名不明、ネット型）4果で、収穫後に産地で冷蔵されていたものを8月15日に入手した。これらの果実重量は、赤肉種が1085~1257g、緑肉種が826~1092gで、実験時はすべての果実がやや過熟であった。入手した果実は、実験日まで10℃で保存した。

2. 1. 2 ニホンナシ

三重県農業研究所（松阪市）で栽培され、7月25日に収穫された品種‘幸水’と、8月23日に収穫された‘豊水’の果実を用いた。収穫から実験に供するまで室温で保存した。

2. 1. 3 ブドウ

三重県農業研究所伊賀農業研究室（伊賀市）で栽培され、8月15日に収穫された‘シャインマスカット’の果実を用いた。実験に供するまで10℃で保存した。

2. 2 菌検査のための試料作製法

2. 2. 1 メロン生果の部位別試料

7月25日に収穫されたメロンのうち、4果を収穫1日後に供試した。まず、個体ごとに表皮部を包丁で切り取って菌検査用試料とした。次に、果実を切断し、胎座部（種子およびその周辺の軟弱部位）および表皮近くの果肉を除去して、可食部の果肉（以下、単に「可食部」という）を採取した。果実の切断や可食部の切り分けにあたって、使用した包丁およびまな板、並びに手（合成ゴム製使い捨て手袋を装着）は、作業前に消毒用エタノールで除菌した（次項以降の実験も同じ）。

2. 2. 2 メロンのドライフルーツ

（1）表皮の洗浄・殺菌法

7月25日に収穫され、前項の実験に用いなかったメロン2果については、収穫3日後に実験に用いた。水道水をかけながら1分間たわしで擦ることにより、表皮を洗浄した。

8月10日収穫果のうち、赤肉種5果および緑肉種3果については、入手当日（収穫5日後）に、以下の処理により表皮の殺菌を試みた。殺菌剤は、

青果物において一般的に用いられる次亜塩素酸ナトリウムとした。生鮮野菜の洗浄試験を行った知見^{3,4)}を参考に、中性洗剤による洗浄後、次亜塩素酸ナトリウム液に浸漬した。始めに、果梗およびつるを除去した果実を洗い桶に入れ、水道水の流水中で、たわしを用いて表面を30秒間擦り洗った。次に、台所用中性洗剤を水道水で400倍希釈した液中で、たわしを用いて1分間擦り洗いし、水道水流水で1分間すすいだ。最後に、次亜塩素酸ナトリウム（和光純薬工業）を塩素濃度200ppmとなるように水道水で希釈した液に5分間浸漬し、水道水流水により5分間すすいだ。以上の一連の処理を、以後「次亜塩素酸ナトリウム処理」という。

また、8月10日収穫の赤肉種および緑肉種各1果を、収穫8日後に、水道水の流水中で、たわしを用いて表面を30秒間擦り洗った。次亜塩素酸ナトリウム処理は行わなかった。

（2）ドライフルーツ作製法

前項の方法で、水洗または次亜塩素酸ナトリウム処理を行った直後のメロンを用いて、近年需要が伸びているセミドライタイプのドライフルーツを作製した。果実を縦方向に8分割の楕円形切りにした後に、可食部のみを切り取り、1片を縦および横方向にそれぞれ2分割した。以上の切断方法により、1果当たり32の果実片を得た。果実片を60℃に設定した定温送風乾燥器（WFO-1001SD、東京理化器械、以下同じ）で熱風乾燥し、セミドライフルーツ（以下、単に「ドライフルーツ」という。水分17~20%、次項以降で作製した他の果実のドライフルーツも同様）を作製した。熱風乾燥時間は最大17時間であった。なお、各工程における歩留りを算出するため、生果および乾燥前後の試料重量を計測した。

2. 2. 3 ニホンナシのドライフルーツ

‘幸水’は収穫2日後、‘豊水’は収穫日にドライフルーツ加工を行った。水道水で表皮を洗浄した果実について、剥皮および除心を行った。‘幸水’については楕円形切りに8等分した可食部の果実片について、熱風乾燥でドライフルーツを作製した。‘豊水’については、熱風乾燥前にマイクロ波照射の前処理を行うことにより、乾燥促進および酸化酵素の不活性化を図る当県の特許製法⁵⁾

でドライフルーツを作製した。楕形切りに6等分した果実片 400 g に、業務用電子レンジ (NE-1801, パナソニック, 以下同じ) を用いて 2 450 MHz のマイクロ波を出力設定 1 800 W で 160 秒間照射した。定温送風乾燥器の設定温度はいずれも 70 °C とし、乾燥時間は‘幸水’では 16 時間, ‘豊水’では 21~23 時間であった。

2. 2. 4 ブドウのドライフルーツ

収穫 5 日後のブドウを用いて、房から手ではずした果粒を水洗し、果皮がついたままで、特許製法⁹⁾によりドライフルーツを作製した。果粒のマイクロ波処理は、業務用電子レンジを用いて、350 g の果粒に出力設定 1 800 W のマイクロ波を 80 秒照射することにより行った。定温送風乾燥器の設定温度は 70 °C とし、乾燥時間は 25~33 時間であった。

2. 3 菌数の計測法

メロンの生果試料および各種果実によるドライフルーツを細断し、1 試料当たり 20 g をストッキング袋に入れ、滅菌した生理食塩水を 100 mL 加えてストマッカーで 1 分間破碎、混合し、試料液を得た。滅菌した生理食塩水を用いて試料液を 10 倍段階で希釈し、試料液および各段階希釈液 1 mL を滅菌シャーレに採った。一般生菌数は標準寒天培地 (和光純薬工業), 大腸菌群はデゾキシコレート寒天培地 (日水製薬) を用いて 35 °C で 48 時間混釈平板培養後、コロニーを計測した。

3. 結果と考察

3. 1 メロンの部位別菌数

メロン生果の表皮部と可食部の一般生菌数および大腸菌群数を表 1 に示す。表皮部の一般生菌は 10^3 cfu (colony forming unit) / g から 10^6 cfu / g

オーダーと多く認められたが、果実の個体による差も大きかった。表皮部の大腸菌群は 1 個体に認められたが、その数は少なかった。可食部には、一般生菌のみ 1 個体でわずかに認められた。小野らの研究によると、市販のネット型メロンの菌数を調査したところ、表皮部では一般生菌が 10^6 cfu / g オーダー、大腸菌群は 10^5 cfu / g オーダーであるとともに、果肉からはいずれの菌も検出されなかった⁶⁾。また、表皮部のこれら菌数を計測したところ、ネット型メロンは、他の果実類 (モモ, リンゴ, ニホンナシ, カキ) より多いとともに、ノーネット型メロンと比較した場合も顕著に多いことを報告している⁶⁾。このことから、ネット型メロンは表皮の構造が複雑で表面積が大きいことが、表面が滑らかな果実類より菌数が多い原因であると推察される。

今回の実験において、表皮部の一般生菌数は、最も多い個体が小野ら⁶⁾の報告と同等であり、大腸菌群はかなり少なかった。可食部の菌数は少なかったが、小野ら⁶⁾の報告と異なりわずかに検出された理由として、小野らが果実の切断前に果実表面をホルムアルデヒド液で殺菌後、表皮を剥ぎ取って可食部試料を得たのに対し、今回の実験では殺菌せずに果実を切断したため、表皮の菌が可食部に移行した可能性がある。

3. 2 ドライフルーツの菌数と洗浄・殺菌処理の効果

作製した各種果実のドライフルーツの菌数を表 2 に示す。7 月 25 日収穫のメロンを用いたドライフルーツからは、一般生菌が 10^4 の 4 乗オーダーで検出され、大腸菌群は少数認められた。ドライフルーツの原料としたメロンと同じ収穫日の生果において、果肉にはほとんど一般生菌が検出されな

表 1 メロン生果の部位別菌数

試料 (個体 No.)	一般生菌 (cfu / g)		大腸菌群 (cfu / g)	
	表皮部	可食部	表皮部	可食部
1	1.7×10^4	<100	<100	<100 *
2	5.2×10^3	<100 *	<100 *	<100 *
3	1.3×10^6	<100 *	<100 *	<100 *
4	1.0×10^5	<100 *	<100 *	<100 *

すべて赤肉種

* : 検出せず

表 2 ドライフルーツの菌数

果実種	品種・系統	収穫日	原料果実表面の殺菌・洗浄方法	一般生菌 (cfu / g)	大腸菌群 (cfu / g)
メロン	赤肉種	7月25日	水洗	2.0×10^4	<100
		8月10日	水洗	<100	<100 *
	緑肉種	8月10日	水洗	1.0×10^2	<100 *
			次亜塩素酸ナトリウム	3.8×10^2	<100
ニホンナシ	幸水	7月25日	水洗	<100 *	<100 *
	豊水	8月23日	水洗	<100 *	<100 *
ブドウ	シャインマスカット	8月15日	水洗	<100 *	<100 *

* : 検出せず

メロン, ニホンナシ (幸水) : 熱風乾燥によりドライフルーツを作製した。

ニホンナシ (豊水), ブドウ : マイクロ波照射による前処理と熱風乾燥によりドライフルーツを作製した。

水洗 : 水道水を用いて洗浄した。

次亜塩素酸ナトリウム : 水道水および中性洗剤を用いて順次擦り洗いした後, 次亜塩素酸ナトリウム溶液に浸漬し, 水道水ですすいだ。

かった (表 1) . それにもかかわらず, ドライフルーツの生菌数が多かった原因として, 果実の切断時に表皮部の菌が果肉に移行し, ドライフルーツ作製中に菌が増殖したことが考えられた。

8月10日収穫の赤肉種メロンを用いたドライフルーツについては, 水洗のみの果実を用いた場合は菌数が極めて少なかったが, 次亜塩素酸ナトリウムで果実を処理した場合は, 多数の一般生菌および大腸菌群が検出された (表 2) . 緑肉種メロンについては, 原料果実を水洗した場合と次亜塩素酸ナトリウム処理した場合のドライフルーツの生菌数はほぼ同等であり, 大腸菌群は両処理ともに極めて少なかった。これら緑肉種を原料とするドライフルーツの菌数は, 赤肉種を次亜塩素酸ナトリウム処理したものよりかなり少なかった。

小野ら⁶⁾は, ネット型メロンについて, 滅菌水または次亜塩素酸ナトリウム中に10分間攪拌しながら浸漬し, 滅菌水で1分間洗浄する処理を行ったにもかかわらず, 両処理ともに, 菌数減少効果はほとんど認められなかったと報告している。また, 農作物においては, 表面のワックス成分や複雑な構造のために, 水洗や次亜塩素酸ナトリウム等による洗浄殺菌処理では十分な効果が得られない場合があるとされている^{6,7)}。今回の実験においても, 同様な理由により, 次亜塩素酸ナトリウム処理に

よる菌の減少効果が得られなかったと考えられる。生果の菌数測定結果 (表 1) や過去の知見^{2,6)}も併せると, メロンでは表皮部の菌数にばらつきがあるとともに極めて多い場合があり, それがドライフルーツ作製時に可食部に移行し, pHが中性付近であるために菌が増殖しやすいことが, ドライフルーツの菌数変動が大きい原因と考えられた。

表 2 には, ニホンナシおよびブドウそれぞれのドライフルーツの菌数も記した。いずれの試料からも, 一般生菌および大腸菌群は検出されなかった。名塚らは, 市販されていた6種のカット果実 (メロン, スイカ, パイナップル, グレープフルーツ, オレンジおよびキウイフルーツ) について菌数を調査した結果, メロンは供試した果実の中で一般生菌数が最も多く, 大腸菌群も多くの検体で認められたことを報告している²⁾。さらに, 食中毒菌の汚染に遭遇した場合を想定して, 果実の可食部に腸管出血性大腸菌 O157 およびサルモネラ菌の接種試験を行って 20 °C で保存したところ, メロン (pH 6.5) では両方の菌が急激に増殖したのに対し, パイナップル (pH 3.7) およびグレープフルーツ (pH 3.6) では増加しないことを認め, メロンでは pH が高く, 摂取した菌が他の果実のような低 pH による発育抑制を受けなかったこと

が原因と考察している²⁾。今回供試した果実の pH は、メロン 6.8, ニホンナシ ‘幸水’ 5.1, ‘豊水’ 4.9, およびブドウ 3.9 であった。今回のドライフルーツ作製実験においては、ニホンナシおよびブドウの乾燥温度がメロンの場合より高かったことや、ニホンナシ ‘豊水’ およびブドウにおいては熱風乾燥の前処理としてマイクロ波による加熱を行っているため、メロンの結果と単純な比較はできない。しかし、メロンでは pH の高さ等によりドライフルーツの菌数が極めて多くなる可能性があるため、ドライフルーツの製造にあたっては注意が必要と考えられた。小野ら⁹⁾は、メロンの表面殺菌には常圧加熱水蒸気による処理が有効と報告しており、ドライフルーツ製造においても菌数制御を図るためには、このような加熱処理を検討することが必要と思われる。

3. 3 ドライフルーツの製造歩留り

8月10日に収穫されたメロンを用いてドライフルーツを作製した時の、各工程における歩留りを表3に示す。試料調製時に非可食部として除去したのは、果梗とつる、表皮部、表皮近くの果肉および胎座部である。日本食品標準成分表⁸⁾によると、メロンの非可食部廃棄率は、温室メロン（アールスメロン系、緑肉種）が50%、露地メロンが緑肉種、赤肉種ともに45%であり、今回の実験（廃棄率は赤肉種58.4%、緑肉種54.7%）の方がやや高かった。8月10日収穫果は、7月25日収穫果と比較し、過熟であったため胎座部の割合が高いように見え、これが廃棄率を高めた原因と推測される。一方、ニホンナシの試料調製時の廃棄率は22.1%（幸水）および22.8%（豊水）であった。ブドウは今回の実験ではデータを取得していなかったが、過去の知見による同品種の調製（主に穂軸と支梗の除去）による廃棄率は4%であった。ニホンナシおよびブドウと比較し、メロンの試料調製に伴う廃棄率は著しく高く、胎座部の重量が大きいことが主な原因と考えられる。

乾燥による重量減少も加味すると、メロン生果に対するドライフルーツの歩留りは5%前後であった（表3）。これまでの知見によると、他の果実類におけるセミドライフルーツの製品歩留りは、ニホンナシでは10%弱、ブドウでは約15%である⁹⁾。仮に、廃棄率の低い適熟果のメロンを用いたとしても、製品歩留りは6%程度と予想され、

ニホンナシ、ブドウと比較し、メロンのドライフルーツはかなり低いことがわかった。前述のように、メロンは廃棄率が高いことが、ドライフルーツの歩留りを低くする主な原因と考えられる。

表3 メロンのドライフルーツ作製における歩留り

系統	試料調製 (%)	乾燥 (%)	総合 (%)
赤肉種	41.6	11.0	4.6
緑肉種	45.3	12.1	5.5

試料調製：非可食部除去後の重量／生果の重量

乾燥：ドライフルーツの重量／非可食部除去後の重量

総合：ドライフルーツの重量／生果の重量

4. まとめ

メロンのドライフルーツを作製し、生菌数および大腸菌群数を計測したところ、両者ともに極めて多い場合があった。メロンの表皮部は菌数が多い場合があり、さらにメロンは pH が比較的高く、菌の発育抑制効果が低いことから、ドライフルーツ作製工程において、表皮部の菌が可食部に移行し、増殖しやすいものと推測された。切断前の果実について次亜塩素酸ナトリウムによる減菌を試みたが、ドライフルーツにおける菌の低減効果は低かった。カット果実のような非加熱食品においては、一般生菌や大腸菌群の存在は、腐敗菌や食中毒菌の存在を意味するものではないが、計測菌数の多い場合には製造や保存時の非衛生的な管理が疑われる²⁾。ドライフルーツにおいても同様に、これら菌数が多いことは衛生上問題であると考えられる。

また、水分が比較的多いセミドライタイプの製品であっても、メロンのドライフルーツの製品歩留りは約5%と、極めて低いことがわかった。今回試料を入手した三重県のメロン産地においては、1kg程度の小型果のドライフルーツ加工が期待されている。今回の実験結果によれば、1kgの生果をドライフルーツに加工すると、約50gの製品しか得られないことになる。原料には、生食流通には不向きな果実を用いることとしても、ある程度の原料購入費は必要であり、他の製造経費を加

えると、極めて高級なドライフルーツ商品以外には実用化できないと考えられる。

以上の結果から、メロンを用いて食味の良いドライフルーツを製造できる可能性はあるが、実用に当たっては、菌数制御と製造コストの両課題を克服する必要がある。

謝辞

試料の入手や生産地との調整をいただいた、三重県伊賀農林事務所および中央農業改良普及センターの各位にお礼申し上げます。

参考文献

- 1) 藤原孝之ほか：“平成 27 年度 海外・大都市圏を目指すグローバル食品の開発促進事業報告”。平成 27 年度三重県工業研究所研究報告, 40, p127-131 (2016)
- 2) 名塚英一ほか：“市販カット果実における衛生指標菌調査と接種した腸管出血性大腸菌 O157:H7 および *Salmonella* Enteritidis の消長”。日本食品微生物学会雑誌, 21(4), p269-274 (2004)
- 3) 石黒 厚ほか：“調理パンに使用する生鮮野菜の洗浄・殺菌システム”。生活衛生, 38(5), p251-256 (1994)
- 4) 横山佳子：“野菜サラダ加工過程における細菌叢の変化に関する検討”。日本食生活学会誌, 24(1), p21-27 (2013)
- 5) 藤原孝之ほか：“ドライフルーツ, 及びその製造方法”。特許第 5358773 号 (2013)
- 6) 小野和広ほか：“過熱水蒸気等による生鮮果実の高品質殺菌技術の開発”。平成 20 年度福島県ハイテクプラザ試験研究報告, p13-15 (2009)
- 7) 名塚英一ほか：“レタス, キャベツおよびキュウリに接種した大腸菌 O157:H7 の次亜塩素酸ナトリウム溶液による洗浄殺菌効果”。日本食品微生物学会雑誌, 22(3), p89-94 (2005)
- 8) 文部科学省 科学技術・学術審議会資源調査分科会：“日本食品標準成分表 2015 年版 (七訂)”。文部科学省, p106-107 (2015)
- 9) 藤原孝之ほか：“マイクロ波前処理および熱風乾燥による新規セミドライフルーツの開発と普及”。日本食品科学工学会誌, 64(4), p177-181 (2017)