

アルカリ溶液および試作器機を利用したクリの簡易渋皮剥皮技術

誌名	近畿中国四国農業研究
ISSN	13476238
著者名	平田,達哉 鳥居,俊夫 平田,俊昭
発行元	近畿中国四国農業研究協議会
巻/号	17号
掲載ページ	p. 37-42
発行年月	2010年9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



アルカリ溶液および試作器機を利用したクリの簡易渋皮剥皮技術

平田 達哉・鳥居 俊夫・平田 俊昭

山口県農林総合技術センター 753-0214 山口市大内御堀1419

A Quick Removal Method of Pellicles from Chestnuts after Immersion in Alkaline Solution Using Experimental Devices

Tatsuya HIRATA, Toshio TORII and Toshiaki HIRATA

Yamaguchi Prefectural Technology Center for Agriculture and Forestry, Yamaguchi, Yamaguchi 753-0214

クリは山口県中山間地の主要な果樹であり、県東部および中部を中心とした中山間地域に産地が形成され、収穫したクリは主に青果として販売されている。クリの収穫期は9月上旬から10月下旬の短期間に集中し、特に9月中旬から10月上旬には、市場への出荷量が最大となる。そのため、この時期の市場価格は低下する。また、近年では、韓国・中国から輸入される剥きクリが増加している。このような状況下で、今後、国内生産クリの消費拡大をはかるには、加工クリとしての需要を高めていく必要がある。

すでに一部の地域では、経営の安定や経営部門の多角化を目的として加工への取組も始まり、業務需用も増えつつある。しかし、加工または調理時の剥皮には多大な労力が必要となり、さらに、ナイフ等の刃物を使用した場合は切断面ができるため、仕上げの外観も不良となる。このためクリの形状を残し、美しい黄色で味が良く、付加価値の高い剥皮済みのクリを一時加工品として出荷することが求められている。本研究では、短時間に大量の渋皮を剥皮する技術と、クリ表面の褐変を消失させて黄色に着色させる技術を開発したのでここに報告する。

なお、器機による剥皮については、地域イノベーション創出総合事業重点地域研究開発推進プログラム「シーズ発掘試験」で実施した。

1 材料および方法

1) 材料

供試材料としては、山口県農林総合技術センターで収穫された品種「岸根」(晩生種)、「筑波」(晩生種)、「銀寄」(中生種)、「国見」(早生種)を用いた。

2) 渋皮軟化処理に使用する薬品の選定

食品添加物である4種類の薬品、重炭酸ナトリウム、炭酸ナトリウム、水酸化ナトリウムおよび塩酸をそれぞれ水に溶解して、濃度1%に調製した処理液を準備した。これらの処理液を温度40℃に保ち、その中に渋皮付きクリを5時間浸漬した。その後、剥皮の容易性を手剥きによって調査した。

3) 渋皮軟化処理における処理液の濃度、温度および処理時間

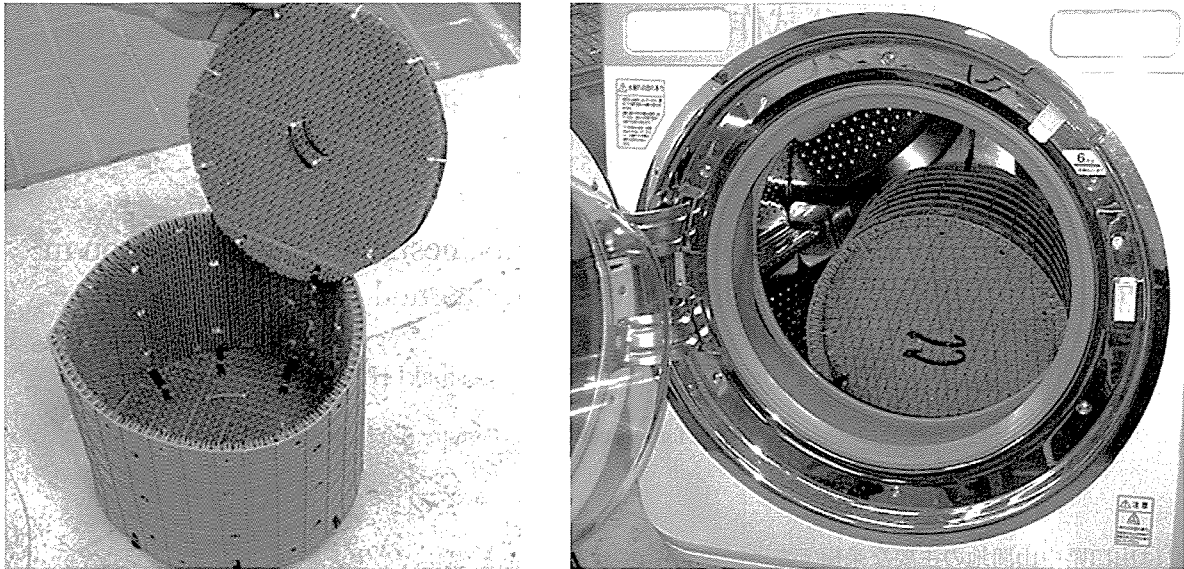
水酸化ナトリウム水溶液濃度、浸漬液温度、浸漬時間を組み合わせて渋皮剥皮試験を行った。即ち、水酸化ナトリウムを水に溶解して濃度が1%、2.5%、5%になるように調製し、これらの浸漬液温度を30℃、55℃、80℃に設定した。その中に渋皮付きクリを30分間、60分間、90分間浸漬し、渋皮剥皮の容易性を手剥きによって調査した。

4) 渋皮軟化処理クリの器機による剥皮

容易に変形および加工が可能な、市販のエチレン酢酸ビニル製のマット状素材(以下「マット素材」)を用い剥皮器を試作した。マット素材は、高さ10mmの三角錐状の突起(以下「葉」)を有し、葉は1cm²あたり6本の密度で直立しているものを用いた。剥皮器は、マット素材を天面、底面および側面に配し、何れも葉が内面に向くよう外形30cm、高さ26cmの円筒状に成形したものを剥皮器A(第1図)、マット素材を底面および側面に配し、何れも葉が内面に向くよう外径56cm、高さ30cmの円筒状に成形したものを剥皮器B(第2図)とし、この2種類を供試した。

剥皮器A、Bを用いて渋皮剥皮をする際、最適条件下で軟化処理(以下「軟化処理」)した渋皮が、マットの葉に付着することを防ぐため、器内に投入するクリと等量程度の水を注水した。

剥皮器Aを利用する場合は、軟化処理したクリを器内に入れ、蓋を固定した後、通水可能でクリが出てこない



第1図 試作した剥皮器A（写真左）とドラム式洗濯機での使用例（写真右）

程度の目を有する袋に入れて口を縛り、ドラム式洗濯機（TOSHIBA製 TW-180VE、投入口の径34cm、最短奥行き32cm）に投入した。投入後は、洗濯機の使用方法に準じて注水し、5分間および10分間回転した。

剥皮器Bは、攪拌翼を除去した小型ミキサー（株式会社ナカトミ製 MIX-300、ドラム内径56cm、同内径の奥行き30cm）の内部に固定した後、軟化処理クリおよびクリと等量程度の水を入れ、33回転/minで3分、5分および10分間運転した。

5) 剥きクリ表面の色戻しに用いる薬品の選定

食品添加物である4種類の薬品、クエン酸、塩酸、アスコルビン酸および酢酸をそれぞれ水に溶解して、濃度2.5%に調製した処理液を準備した。これらの処理液を温度40℃に保ち、その中に剥きクリを2時間浸漬した。その後、クリ表面の色の变化を調査した。

6) 剥きクリ表面の色戻しにおけるアスコルビン酸水溶液処理条件

アスコルビン酸水溶液の濃度、浸漬液温度、浸漬時間を組み合わせて果肉の色戻し試験を行った。即ち、アスコルビン酸を水に溶解して濃度2.5%、5%に調製した処理液の温度を40℃および80℃に設定し、その中に水酸化ナトリウム水溶液で剥皮したクリを1分間および2分間浸漬して、表面の色の变化を調査した。

7) 品質評価

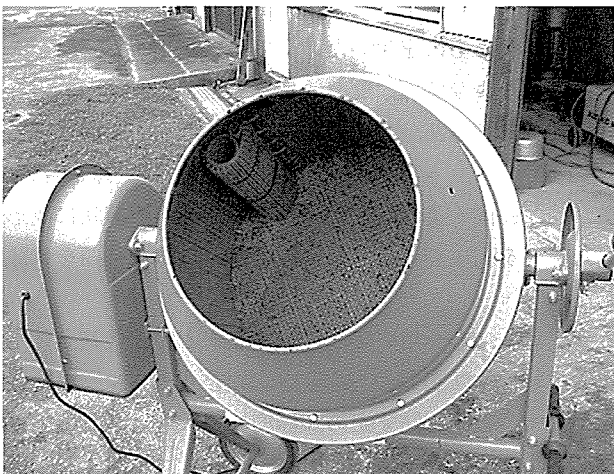
アスコルビン酸水溶液による色戻しをおこなった後に、水に漬し、15℃で24時間保存した後、品質評価に供した。

(1) 糖含有量

凍結乾燥した試料をフラスコに0.1g秤量し、80%エタノールを加えた後、20分間加熱還流抽出した。遠心分離（1,500g, 10min）後、上清液をメンブレンフィルター（ミリポア製、0.45 μ m）に通して、20 μ lを高速液体クロマトグラフに注入した。また、標準品としてブドウ糖、果糖、ショ糖を同時に分析した。分析装置はRechrospherカラム（4.6mm \times 150mm、関東化学）を装着したWaters650を用いた。カラム温度は35℃、流速は1.0ml/min、溶離液はアセトニトリル/メタノール/水（75:10:15, v/v）として示差屈折計で検出を行った。

(2) 硬度

剥皮したクリを1cm角に切断した後、硬度を測定した。硬度の測定条件はプランジャー直径3mm、測定速度1mm/sec、測定歪率80%とした。装置は卓上物性測定器RE2-3305S（株式会社山電製）を用い、測定は各試料につき3回とした。



第2図 小型ミキサー内部にマット素材を固定して試作した剥皮器B

2 結 果

1) 渋皮軟化処理に使用する薬品の選定

渋皮は、水酸化ナトリウム水溶液処理によって軟化した。ブラシで擦ることによって、表面に薄く残る状態まで渋皮を除去できたが、溝部分の剥皮は困難であった。炭酸ナトリウム水溶液で処理した渋皮はわずかに軟化した。ブラシで擦ると渋皮表層のみの除去であった。重炭酸ナトリウムと塩酸水溶液では、渋皮が軟化しなかった(第1表)。

2) 渋皮軟化処理における処理液の濃度、温度および処理時間

渋皮の軟化には、水酸化ナトリウム水溶液の効果が高いことが明らかになったが、濃度1%で温度40℃の条件で

は、剥皮は不十分であった。そこで処理液の濃度、温度および処理時間について検討した。品種に関係なく、濃度2.5%の水酸化ナトリウム水溶液処理の場合、温度55℃で30分以上の浸漬時間で剥皮が容易となった。温度30℃では、時間に関係なく剥皮は困難であり、温度80℃では果肉が溶け出した。また、濃度5%の水酸化ナトリウム水溶液処理の場合、温度55℃では30分以上の浸漬時間で剥皮が容易となった。温度30℃では時間に関係なく剥皮できず、さらに、温度80℃では果肉の表面が溶け出した(第2表)。

さらに条件を絞り込んだ結果、水酸化ナトリウム水溶液濃度を2.5%、液温を60℃とし、渋皮付き生クリを1時間浸漬する方法が、溝の皮も容易に剥ぐことができることから、剥皮にもっとも適していた。ただし、1時間を超えて浸漬すると、果肉の軟化が進行して、果肉の歩留まりが低下した。

第1表 薬品の違いが渋皮剥皮に及ぼす影響

薬品の種類	濃度 (%)	剥皮の難易
重炭酸ナトリウム	1	困難
炭酸ナトリウム	1	渋皮はやや軟化する 剥皮はわずかのみ
水酸化ナトリウム	1	渋皮は軟化する 表面に薄くかつ溝に残る
塩酸	1	困難
熱湯処理(対照)	—	困難

- 注) 1 40℃水溶液に5時間浸漬
 2 対照は熱湯水中で3分間処理
 3 品種:「国見」,「銀寄」,「筑波」,「岸根」

第2表 水酸化ナトリウム水溶液浸漬条件が渋皮剥皮に及ぼす影響

NaOH濃度 (%)	浸漬温度 (℃)	浸漬時間 (分)	剥皮の難易
2.5	30	30	困難
2.5	30	60	困難
2.5	30	90	困難
2.5	55	30	容易であるが、薄く表面に皮が残る
2.5	55	60	容易であるが、溝に残る
2.5	55	90	容易であるが、溝に残る
2.5	80	30	容易であるが、果肉が溶け出す
2.5	80	60	容易であるが、果肉が溶け出す
2.5	80	90	容易であるが、果肉が溶け出す
5.0	30	30	困難
5.0	30	60	困難
5.0	30	90	困難
5.0	55	30	容易であるが、溝に残る
5.0	55	60	容易であるが、薬品が果肉まで浸透しやすい
5.0	55	90	容易であるが、果肉が溶け出す
5.0	80	30	容易であるが、果肉が溶け出す
5.0	80	60	容易であるが、果肉が溶け出す
5.0	80	90	容易であるが、果肉が溶け出す

- 注) 1 栗重1に対して水酸化ナトリウム溶液1.5%の割合で処理
 2 品種:「筑波」,「岸根」

剥きクリの果肉の糖含有量は、浸漬液の温度が50~60℃の場合において、無加熱の2.3%から3.8%へと高まった。また剥きクリの硬度は、浸漬液の温度が70℃以上になると、5 N以下へ大きく低下した（第3表）。

3) 渋皮軟化処理クリの器機による剥皮

剥皮器A、Bともに、器内でクリが水とともに回転することでマット素材の葉とクリが接触し、クリ表面に切断面や角などができると剥皮できた。

なお、剥皮後のクリでは、くぼみや溝、病虫害が認められる箇所（以下「障害箇所」）に渋皮が残るため、剥皮器による処理後に手作業で除去することが必要であった。

また、剥皮器A、Bとも、運転時間が5分と10分の場合を比較すると、剥皮の程度は同様であったが、10分運転ではクリの割れが認められた。なお、運転時間が3分の場合には障害箇所以外でもクリ表面に渋皮が残った。

これをもとに、剥皮器A、Bともに運転時間を5分とし、運転後は障害箇所に残った渋皮を手作業で除去することとして、渋皮剥皮にかかる時間を、刃物を利用する慣行の手作業の剥皮と比較した結果、剥皮器Aで約74%、剥皮器Bでは約82%短縮した（第4表）。

試作した剥皮器および機械を利用する場合の経費は、剥皮器Aで年間61kg、剥皮器Bでは45kg処理することで、慣行の作業労賃と相殺されると試算した（第5表）。

4) 剥きクリ表面の色戻しに用いる薬品の選定

剥きクリ表面の褐変を消失させて黄色に着色させるための薬品としては、アスコルビン酸水溶液が優れていた。クエン酸水溶液で処理した場合、クリ表面の褐色部はわずかに退色するだけで、完全に褐色部を元の色に戻すことはできなかった。塩酸および酢酸水溶液では褐色部の変化は見られなかった（第6表）。

第3表 浸漬温度の違いが糖含有量及び硬度に及ぼす影響

温度 (°C)	糖含有量 (%)	硬度 (N)
40	2.6 (±0.01) ^a	19.4 (±0.11) ^a
50	3.1 (±0.05) ^b	15.6 (±0.22) ^b
55	3.8 (±0.05) ^c	17.7 (±0.68) ^c
60	3.8 (±0.04) ^c	19.6 (±0.19) ^a
65	1.4 (±0.01) ^d	12.5 (±0.53) ^d
70	1.3 (±0.01) ^d	4.9 (±0.17) ^e
75	0.8 (±0.03) ^e	2.8 (±0.06) ^f
80	0.7 (±0.01) ^e	1.2 (±0.05) ^g
90	0.7 (±0.03) ^e	1.7 (±0.05) ^g

- 注) 1 浸漬: 2.5%NaOH 60分
 2 品種: 「岸根」 n=15
 3 糖含有量はシュクロースとグルコースの合計量ただし、グルコース含有量は0.08%程度
 4 平均値 (±標準偏差)
 5 分析項目内で異符号間にはTukeyの多重比較法により1%水準で有意差あり

第4表 器機による剥皮作業時間の比較

方法	1回当たり 処理量 (kg)	青果15kg当たり 作業時間 (分, (指数))
剥皮器A (ドラム式洗濯機利用)	5	43.5 (25.8)
剥皮器B (小型ミキサー利用)	15	29.5 (17.5)
現地慣行	—	168.8 (100.0)

- 注) 1 現地慣行は、生産者聴き取りの平均
 2 剥皮作業時間の合計欄の()は、現地慣行を100とした場合の比率
 3 品種: 「岸根」

第5表 器機の利用による剥皮経費

方法	青果10kg 当たり 労賃(円)	慣行との 労賃差額 (円)	年間償却費等 (円)			青果処理 必要量 (kg/年)	労賃関係	
			動力源	剥皮器	計		単価 (円/h)	人数
剥皮器A (ドラム式洗濯機利用)	1,444	4,159	16,667	8,785	25,452	61		
剥皮器B (小型ミキサー利用)	979	4,624	6,570	14,307	20,877	45	664	3
現地慣行 (手剥き)	5,603	—	—	—	—	—		

- 注) 1 年間償却費等の洗濯機は購入額100,000円、耐用年数6年として、小型ミキサーは購入額45,990円、耐用年数7年で計算した。
 2 各剥皮器の年間使用数量は、2個とした。剥皮器A、B間の償却費の差は使用した材料による。
 3 年間処理必要量は、年間償却費等計を慣行との労賃差額で除して算出した。
 4 品種: 「岸根」

5) 剥きクリ表面の色戻しにおけるアスコルビン酸液の処理条件

剥きクリ表面の褐変を消失させて黄色に着色させる方法としては、品種に関係なく、アスコルビン酸水溶液の濃度を2.5%、液温を80℃とし、その中に剥きクリを2分間浸漬することが最適であった。すなわち、アスコルビン酸水溶液の温度が低い場合には、褐変部分の色戻し効果は低く、一方、水溶液の温度が高い場合、浸漬液濃度2.5%および5%では、水酸化ナトリウム水溶液剥皮処理により生じたクリ表面の褐変が消失し、黄色に着色した。なお、浸漬液濃度5%では、酸味が強くなるため、処理条件としては適さなかった(第7表)。

温度100℃で1分未満の短時間処理した場合、黄色への色戻しはできるが、着色状態が不均一となった。アスコルビン酸水溶液濃度を1%に薄くして、温度80℃で長時間処理した場合も黄色への色戻しはできるが、クリが軟化して脆くなった。

3 考 察

製菓に用いられるクリの甘露煮などを製造するには、クリの外皮である鬼皮と内皮である渋皮を剥皮する必要がある。クリの渋皮にはフェノール系化合物であるタンニンが含まれており、プロトペクチンとともに果肉に結着させる働きをしていると考えられている^{3, 8)}。この渋

皮を手作業で取り除く際には、1果ごとにナイフ等の刃物で果肉の一部ごと剥ぎ取る必要がある。しかし、渋皮を剥皮した果肉の歩留まりは低下し、果肉の形状が不正形になる。さらに、剥皮したクリは白色化して外観が悪いため、商品価値が著しく低下する問題が生じている。このことから、小サイズのクリは甘露煮等の加工用としては適さないとみなされ、破棄されてきた。

そこでクリ剥皮に関する先行技術^{4, 5, 9, 10)}を参考に、クリの形状を残すことを条件として、クリ渋皮を簡易かつ大量に剥皮できる技術を検討した。

クリの形状を保つ剥皮のためには、渋皮を軟化させる必要がある。従来より、渋皮付きクリをアルカリ水溶液に浸漬することで、渋皮に含まれるタンニンやセルロースをアルカリ溶液と反応させて分解し軟化させる方法が考えられてきた。本研究では、タンニンを主体とする渋皮を、品種の違いに関係なく、水酸化ナトリウムによって軟化させることを明らかにしたので、水酸化ナトリウム水溶液処理の最適な条件を求めた。

この結果、水酸化ナトリウム水溶液2.5%、温度60℃、処理時間1時間が適しているとの結論を得た。この条件によって渋皮を軟化したクリは、表層部は柔らかいものの果肉内部は硬いため、ブラシ等による物理的処理によって簡易に渋皮を除去することができる。

クリの剥皮に関する器械および機械に関しては、これまで様々な試みがなされている。例えば、高圧水のジェット

第6表 薬品の違いが表面色へ及ぼす影響

薬品の種類	濃度 (%)	クリ表面色の変化
クエン酸	2.5	褐変が多少退色する
塩酸	2.5	褐変のままで変化がない
アスコルビン酸	2.5	黄色に着色し、褐変部分は残らない
酢酸	2.5	褐変のままで変化がない

注) 1 40℃水溶液に2時間浸漬
2 品種は「筑波」, 「岸根」

第7表 アスコルビン酸水溶液浸漬条件が表面色と酸味に及ぼす影響

アスコルビン酸濃度 (%)	浸漬温度 (℃)	浸漬時間 (分)	表面色及び酸味の状況
2.5	40	1	褐色のままで変化がない
2.5	40	2	褐色のままで変化がない
2.5	80	1	黄色へ着色するが、褐変部分が多少残る
2.5	80	2	黄色に着色し、褐変部分は残らない
5.0	40	1	わずかに黄色に着色する
5.0	40	2	わずかに黄色に着色する
5.0	80	1	黄色に着色するが、酸味が強い
5.0	80	2	黄色に着色するが、酸味が強い

注) 品種: 「筑波」, 「岸根」

噴射によって渋皮を剥皮する方法⁷⁾、渋皮にナイフ等で傷をつけた後に、マイクロ波照射処理を行う方法¹⁾であり、その他にも多くの報告がある⁶⁾。しかし、これらの方法には、裂果の発生や高コストな設備などの問題点がある。

そこで筆者らは、渋皮を軟化したクリに適した器機を開発(特願2010-55683)した。その際、渋皮に物理的処理を与える素材を事前に検討した。当初、二槽式洗濯機の洗濯槽に軟化処理したクリを、複数の束子とともに投入し、洗濯機の使用方法に準じて注水し、運転する方法を試みた。その結果、運転時間に関わらず、クリと洗濯槽内の凸部が接触する際の衝撃で、ほとんどのクリに割れが認められた。また、投入したクリの剥皮の程度には、束子との接触頻度によるものと思われる差が顕著に認められた。このことから、軟化処理されたクリの剥皮には、クリに直接的で大きな衝撃を与えることなく、連続して物理的処理を与えられる素材と配置が必要と考えられた。本研究で試作した剥皮器では、事前に得た素材および素材の配置の知見を検討した結果、素材は一般的、かつ安価に入手可能なマット素材とし、形状は軟化処理したクリを収容できる円筒状の容器とした。

剥皮器内で、マット素材の葉が軟化処理したクリと連続して接触が可能となるよう、ドラム式洗濯機および小型ミキサーのように水とともに回転できる機械と組み合わせることにより、5分程度の運転時間で効率よく渋皮を剥皮できることが明らかとなった。なお、この方法ではクリ本来の形状を保ったまま渋皮を剥皮することができる。また、軟化処理したクリを剥皮するための特殊な装置を購入する必要がないので、生果の加工処理のための設備投資を安価にすることができるとともに、加工処理に要する時間の短縮等の効果が認められた。

しかしながら、器機での剥皮処理にかかわらず軟化処理されたクリでは、クリ本来の形状は保たれているものの、表面色の白色化や水酸化ナトリウム処理によって分解されたタンニン等による褐変(着色)で、外観のよい製品にはならない。

褐色部分の変化は、アントシアニンのpHによる構造変化によるものと考え、塩酸などによる処理を行ったが、褐変の消失効果は認められなかった。そこで、酸化防止剤または褐変防止剤として食品に利用されているアスコルビン酸による処理を試みた。その結果、クリの褐変は消失し、さらに黄色に着色する変化が認められた²⁾(第7表)。この褐変の消失は、酸化還元反応によるものと考えられ、着色はフラボノイドによるものと考えられるが、発現機構は解明されていない。

本法で剥皮されたクリは、黄色に着色される他に、手剥きに比べて煮くずれがしにくいこと、および甘味が向上することの2つの特徴を持っている。手剥きでは指の力が部分的に加わることから、歪みが生じて煮くずれするのに対し、本法では歪みが生じないことにより煮くずれしないと考えられる。

また、60℃のアルカリ処理がアミラーゼを活性化していることにより、糖が増加して甘くなると考えられる。

本研究の結果、製菓材料などに使用可能な付加価値の高い剥皮クリを大量に生産することができるようになり、食品産業への用途拡大が可能となった。

4 摘 要

1. 鬼皮を剥いたクリを60℃に加熱した2.5%水酸化ナトリウム水溶液に1時間漬けることで渋皮がやわらかくなるため、ナイフを使わずに水流とブラシによる剥皮ができた。さらに、剥皮したクリは元の形状が保たれた。

2. 軟化処理されたクリの剥皮時間は、マット素材で試作した剥皮器に回転運動を与えることで、慣行の手作業の剥皮と比べて約74~82%短縮され、剥皮作業の効率化ができた。

3. クリの病気や害虫による変質部分には渋皮が残るため、低品質のクリの選別ができた。

4. 水酸化ナトリウムで剥いたクリの表面は薄い褐色となるため、剥いたクリを80℃に加熱した2.5%アスコルビン酸水溶液に2分間処理することで、褐変を消失させて黄色に着色した。この処理により、糖含有量も増加して商品性が向上した。

引用文献

- 1) 平林利郎・佐藤明彦・澤村 豊・高田教臣：特開2008-054548, 2008.
- 2) 平田達哉：特開2009-254346, 2009.
- 3) 池田稜子・中井明美・下村幸子・北浦多榮子：九州女子大学紀要. 41, 11-22, 2004.
- 4) 川本裕巳：特開2001-125832, 2001.
- 5) 森本良一：特開平10-201458, 1998.
- 6) 森本良一：特開2000-004855, 2000.
- 7) 森本良一：特開2001-238654, 2001.
- 8) 岡村 浩・飯塚義富：日林誌. 42(8), 309-313, 1960.
- 9) 恒松繁人：特開平10-084928, 1998.
- 10) 吉松敬祐：特開2002-199868, 2002.