

カキ果実の乾燥に関する研究 第3報

誌名	園藝學會雜誌
ISSN	00137626
巻/号	484
掲載ページ	p. 519-524
発行年月	1980年3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



カキ果実の乾燥に関する研究(第3報)

乾燥脱渋における温度の影響

真部 正敏・上川 尚義・樽谷 隆之

(香川大学農学部)

A Study of the Drying Japanese Persimmons

III. Effects of Drying Temperatures on Astringency

Removal of Persimmon Fruits

Masatoshi MANABE, Hisayoshi KAMIKAWA and Takayuki TARUTANI

Faculty of Agriculture, Kagawa University, Miki-cho, Kagawa 761-07

Summary

The disappearance of astringency during drying of peeled persimmon fruits (*Diospyros Kaki* L., Hiratanenashi and Yokono cvs.) was observed at temperatures from 5°C to 50°C. The astringency was removed faster as the temperature rose, and the removal was complete after about 20 days at 5°C and 10°C, 10 days at 30°C, and 3 days at 40°C and 50°C.

In the course of drying, the amount of oxygen intake and carbon dioxide production by drying fruits increased as the temperature rose. In temperatures over 15°C, respiration pattern similar to that of the fruit with climacteric rise appeared in the drying peeled fruit but not in the non-peeled fruit at any temperature.

During drying, the amount of alcohol and acetaldehyde produced in the fruits increased as the drying temperature rose, and the alcohol content was about eight or more times that of acetaldehyde at all stages. The formation of the two volatiles was parallel at any temperature.

From these results, removal of astringency from persimmon fruits during drying from 5°C to 50°C seemed mainly due to the action of acetaldehyde which was produced by anaerobic respiration.

The same results were obtained using Japanese persimmon fruits harvested in 1976 and 1977.

緒言

渋ガキは強い渋味のためそのままでは食べられない。それがため古くから各種の脱渋法がとられている。多くの場合、脱渋は果実を外気からシャ断し、正常呼吸を抑えることにより果実内に不完全酸化物の生成を促し、特にアセトアルデヒドが可溶性タンニンを不溶化するため起こる現象と解されている(4, 6, 13)。ところで、果実を剥皮し、大気にさらしながら乾燥製品とする干しガキでも脱渋が起こる。この場合の脱渋は、酸化によってタンニンの不溶性化が起こるとの推測もあるが十分な裏付けはない(3)。筆者らは、干しガキの品質向上を目指して、まず、乾燥中に起こる脱渋の機構について検討した。その結果、乾燥中に果実表面に二次的に形成されたち密な皮膜によりガスの透過が抑えられ、外気をシャ断して

脱渋させるのと同じ機構によることがわかった。この成果は既に報告したが(8)、果実の呼吸との関係で脱渋が起こるものであれば温度が重要な要因となる。同時に温度は乾燥製品の品質を左右するため、それらについても検討を行った。

実験材料及び方法

供試材料は香川県綾歌郡綾南町の栽培農家で 1976 年次と 1977 年次に採取した平核無と横野を用いた。カキ果実はいずれも出荷熟度のもので、1977 年次に採取した平核無の一果平均重量は 151 g、横野は 226 g であった。

乾燥はこれらの果実を剥皮後、果実重量当たり 0.2% の割合でイオウくん蒸処理し、平核無では 0°, 5°, 15°, 25°C、横野では 0°, 5°, 10°, 30°, 40° 及び 50°C の定温室または定温器に入れて乾燥した。

1979 年 6 月 13 日 受理

測定項目のうち、水分、酸素吸収量と炭酸ガス排出量、可溶性タンニン、アルコール、アセトアルデヒドはいずれも既報(8)で述べたと同じ方法で測定した。また、肉質に関連の深いペクチン質の定量は次の要領で実施した。

供試材料にエタノールを加えて沸騰させ、ろ布でろ取後冷エタノールを加える常法の操作でアルコール可溶性成分を除いた後、アルコール不溶性固形物(AIS)を得た。乾燥微粉末としたAISよりMcCollochの方法(10)に従い、水可溶性ペクチン、シュウ酸アンモニウム可溶性ペクチン及び塩酸可溶性ペクチンの順に可溶性ペクチンを分別抽出した。これらの抽出液についてカルパズール法(11)でペクチンを比色定量した。

実験結果

いずれの測定項目においても、乾燥温度が同一であれば得られた結果は収穫年次や品種間であまり大きな差異は認められなかった。したがって、ここでは乾燥温度を0℃～50℃まで設定して調べた横野を中心に以下に結果を述べることにする。

果実水分

剥皮直後の果実水分は第1図に示すように80.2%であった。乾燥速度は当然のことながら、低温から高温にいたるほど増大し、特に40℃以上では著しく速く、10日目には40℃区で約30%、50℃区では約10%にまで低下した。一方、0℃では乾燥が極めて緩慢であり、乾燥40日目でも約15%の減少が認められたにすぎなかった。

ペクチン質

カキ果実のAISから抽出、定量したそれぞれの可

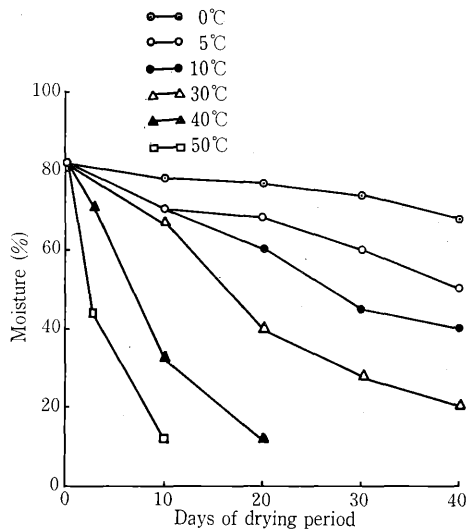


Fig. 1. Changes in moisture content in fruit during drying (Yokono cv., 1977).

Table 1. Changes in total pectic substances in fruit flesh during drying (Hiratanenashi cv., 1976). (mg/100g)

Temperature (°C)	Days of drying period				
	0	5	10	20	30
5	367	354	428	532	556
15	367	415	463	835	785
25	367	533	726	985	984
40	367	654	1,067	—	—

溶性ペクチンを合計し、その全ペクチンを供試時の果肉100gあたりに換算して表したのが第1表である。いずれの温度区においても乾燥期間が長くなるほどペクチン含有量は増大した。乾燥期間が同一であれば、温度が高いほど水分減量が多くなるため、それだけペクチン含有量も高くなっているが、水分減量を換算すればペクチンの増加は認められなかった。

それぞれの可溶性ペクチンの挙動を全ペクチンに対する割合から見たのが第2図である。乾燥期間が同一であれば高温に至るほど水可溶性ペクチンの増加、塩酸可溶性ペクチン、すなわちプロトペクチンの減少割合が高か

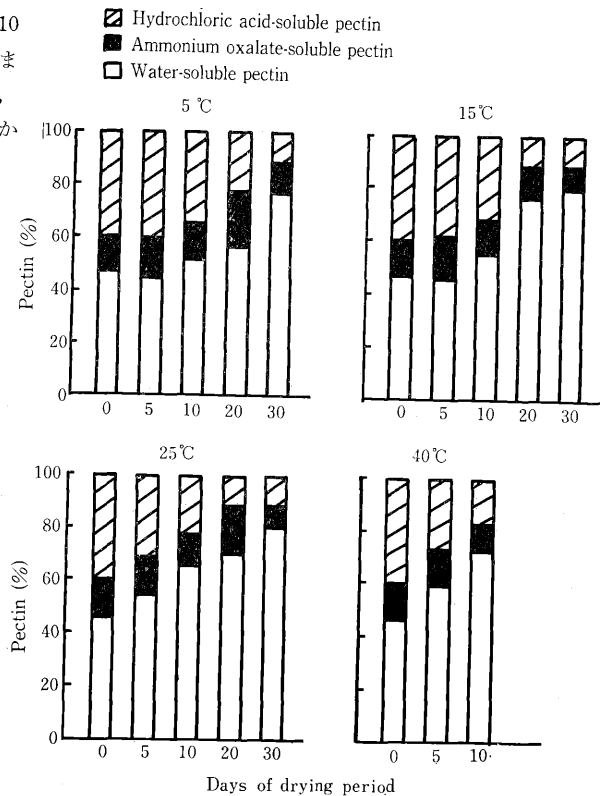


Fig. 2. Changes in pectic fractions in fruit flesh during drying (Hiratanenashi cv., 1976).

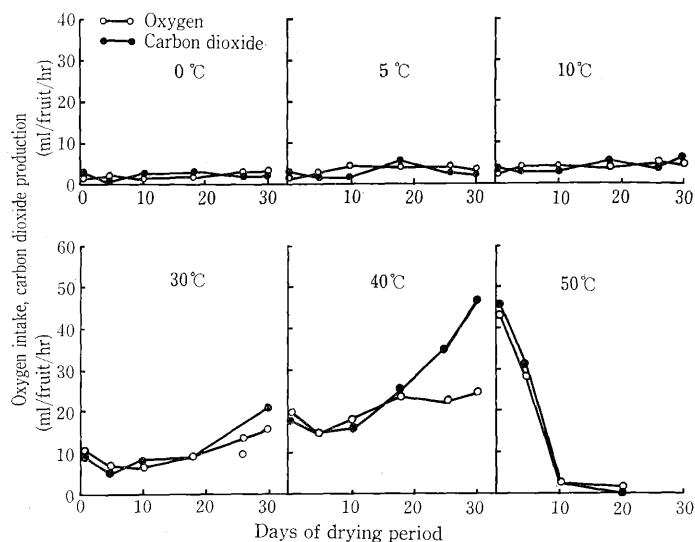


Fig. 3. Changes of oxygen intake and carbon dioxide production from non-peeled fruit during drying (Yokono cv., 1977).

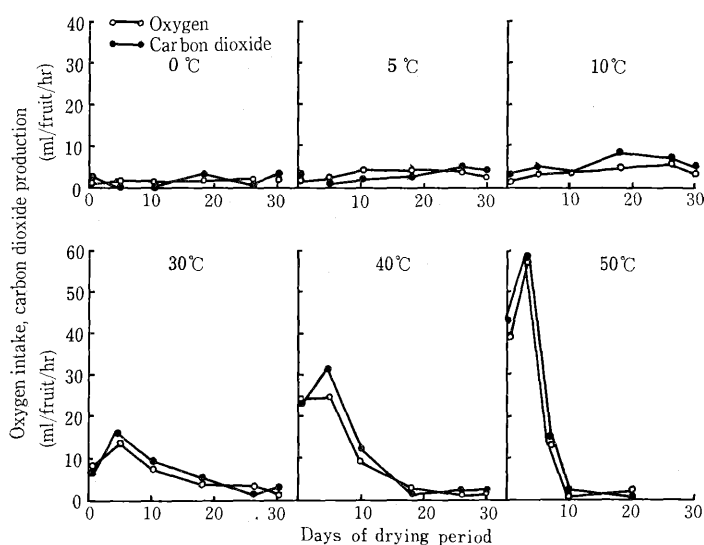


Fig. 4. Changes of oxygen intake and carbon dioxide production from peeled fruit during drying (Yokono cv., 1977).

った。しかし、5℃の低温区でも乾燥期間が長くなれば15℃区と同程度までにプロトペクチンの水可溶性ペクチンへの転換がみられた。

O₂ 吸収量及び CO₂ 排出量

横野の剥皮果実と無剥皮果実について調べた。剥皮しないでそのまま乾燥させて調べた結果は第3図に示すとおりである。0℃～10℃までは、乾燥開始直後のものと30日目のものとを比べ、O₂、CO₂量ともあまり差がみられなかった。平核無の15℃区でもほぼこれと同様の結果が得られた。30℃と40℃区では乾燥の後半期に増大

し、50℃区では乾燥初期に著しく高まり、その後は急激に低下した。

一方、剥皮果実では、第4図に示すように10℃までは無剥皮果実とはほぼ同様の傾向であったが、30℃以上ではガス交換量が乾燥初期に増大し、処理開始数日後にはあたかも climacteric 様のピークが現われた。このピークは温度が高いほど高まった。ガス交換量が最高に達した後再び減少を示すが、40℃以上の区ではそれが顕著に現れた。平核無の15℃区でも climacteric 様ピークが明らかに認められた。

可溶性タンニン

横野の剥皮直後の可溶性タンニンは約2%であった。第5図に示すようにこのタンニンの不溶化に及ぼす温度の影響は顕著であり、脱渋所要日数は低温区ほど長時間を要した。すなわち、40℃乾燥では処理開始2日目に既に0.5%以下にまで低下したが、0℃では約3週間経過しても可溶性タンニンの減少は軽微であった。0℃でも本実験では約40日間の乾燥で残存可溶性タンニンは著しく減少した。しかし、0℃区については2カ年間に3回試験を実施したうちの2回は、乾燥40日後も可溶性タンニンの残存量がかなり多く、可食は全く不可能であった。5℃では0℃より脱渋がかなり速く進み、約3週間後に渋味が少し感じられる程度であった。40℃と50℃乾燥では3日目にして可溶性タンニンは著しく減少したが、渋味はいくらか残存していた。

アルコール

剥皮直後の果実には、すでに100g当たり74mgのアルコールが含まれていた。このアルコールの生成は第6図に示すように乾燥温度に対応して増加した。すなわち、その生成量は0℃区では軽微であったが、5℃区では乾燥が進むにつれて増加し、20日以降でかなりの増加がみられた。30℃以上では乾燥開始直後から著しい増加を示したが、ピーク到達後はかなり急速に減少した。アルコール生成量が最高であったのは40℃区の10日目のもので果実100g当たり350mgであったが、0℃区を除く他の温度区での最高は約200～280mg

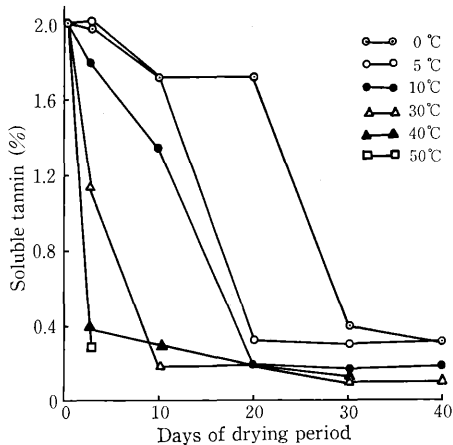


Fig. 5. Changes of soluble tannin in fruit during drying (Yokono cv., 1977).

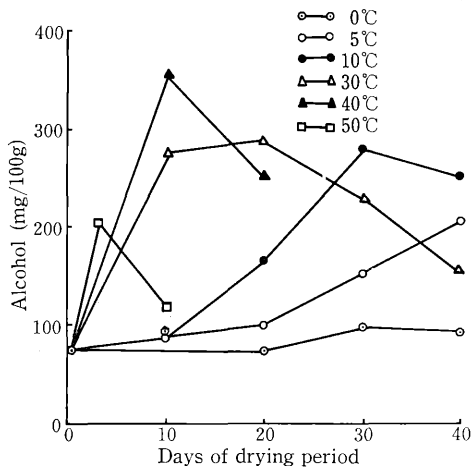


Fig. 6. Changes of alcohol content in fruit during drying (Yokono cv., 1977).

であった。

アセトアルデヒド

アセトアルデヒドもアルコールの場合とほぼ同様の生成傾向がみられた。第7図に示すようにアセトアルデヒドは0°C区では乾燥中ほぼ一定であったが、温度が高くなるほどその生成量は増大し、また、同一温度内で最高に達するまでの所要日数は高温区ほど短く、50°C区で3日、40°C区で10日、30°C区で20日であった。しかし、30°Cを越えると生成量が最大値に達した後はいずれも急激な減少を示した。

考 察

干しガキの製造は、剥皮し乾燥させるものであるから、これを生物的にみると生活体から非生活体に移行する。したがって、その間に起こる脱渋がどのような機構

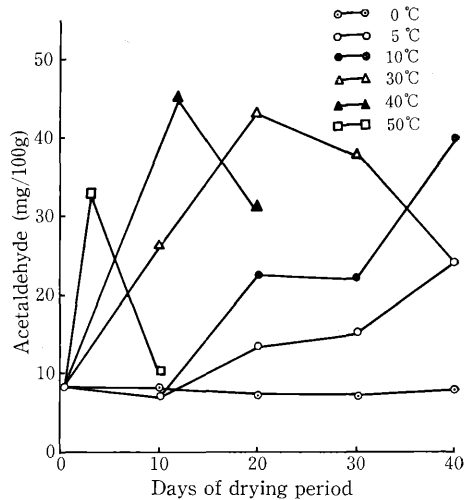


Fig. 7. Changes of acetaldehyde in fruit during drying (Yokono cv., 1977).

によるかは非常に興味ある問題ではあるが、これまでほとんど分かっていない。筆者ら(8)はその点に関し、乾燥初期に剥皮果表面に二次的皮膜が形成し、無気呼吸が強制される結果生成するアセトアルデヒドに起因することを予報した。これは生体活動の一部とみられる現象であり、温度の影響を大きく受けるはずである。従来から経験的に乾燥温度は5°C以上、35°C以下の範囲内であればよい製品は得られないといわれてきたが、脱渋との関連から詳細に検討されたものはほとんど見当たらない。その点、今回の試験により50°C近い高温でも十分脱渋されることが分かった。一方、生活生理がほとんど休止する0°Cでも可溶性タンニンに明らかな減少が認められた。このように予想外に広い温度範囲で脱渋がみられることは、単一な脱渋機構、すなわち、アセトアルデヒドに起因すると断定するには若干問題が残るようである。特に剥皮により果肉が直接大気に接する部分では、Joslynら(3)が述べている単なる酸化反応による可能性も多分に考えられる。また、北川(5)はタンニン細胞を顕微鏡で観察し、干しガキでは炭酸ガスや、アルコール脱渋でみられる凝固型タンニンのほかに、収縮型タンニンのあることを指摘しており、乾燥果実の表面近くが、乾燥が進むにつれて褐色から黒色まで変わることからしても酸化による脱渋のあり得ることは否定できない。しかし、果肉内部の脱渋は、本研究結果からみても前報(8)で述べた呼吸(ガス交換)に関連する不完全酸化物のアセトアルデヒドに起因すると考えるのが妥当のように思われた。

まず、乾燥を開始してから果実にみられる顕著な変化

としてペクチン質が挙げられる。もともと果肉中のペクチン質は中層や第一次細胞膜に水不溶性のプロトペクチンの形で存在し、熟度が進むにつれてペクチン分解系の酵素により可溶性ペクチンに転換する。干しがキ製造の場合は第1表で明らかのように乾燥温度が高いほどこの変化は急速に進み、細胞相互の結合力が低下して果肉が軟化する。その場合、ペクチン質の可溶性が他にどのような作用をもたらすかは不明の点も多い。凍結乾燥した渋ガキ粉末に種々の濃度のペクチン溶液を加えて反応を試みたところ、タンニンの不溶化は認められなかった。したがって、ペクチンが可溶性タンニンに作用して直接脱渋をもたらすことはなさそうである(9)。むしろ細胞間隙をふさぎ、ガス交換を妨げて無気呼吸を強制し、間接的にタンニンの不溶性化に関係すると考えられる。その様子を推測させるものとして果実からのガス交換の消長がある。元来、カキは climacteric rise を示さない果実として知られている(2)。本試験でも無剥皮果で温度が高まればガス交換量も増大するが、climacteric 様のピークは見られなかった。しかし、剥皮した果実では初期にガス交換量は急増するが、やがて減少に移りあかかも climacteric rise と同じ様相を呈する。このことは供試した両品種とも高温ほどピークは速やかに、かつ、強く現れた。このような変化は、はじめ剥皮したことによりガス交換が容易となり、生理が異常に進行するが、やがて可溶性ペクチンの増大に伴いガス交換通路がふさがれたためと考えられる。果肉内の成分変化を見てもピーク後にアセトアルデヒドが急増し、同時にタンニンの不溶性化が進んだ。

なお、アルコールとアセトアルデヒドにおいて、両者の生成曲線に平衡関係が見られたが、この現象は生果の脱渋でも認められている(1, 12)ことであり、乾燥脱渋と生果の脱渋との間で脱渋機構にあまり差異のないことを物語っている。ただ、楠本ら(7)によればアルコール中に占めるエタノールの割合は温湯脱渋と乾燥脱渋とはかなり異なっているから、乾燥脱渋におけるアセトアルデヒドの生成については更に検討を行う必要がある。

以上、乾燥脱渋における温度の影響を調べた結果、温度が高いほど脱渋が急速に進むけれども、脱渋の主流は既報(8)のごとく果面に生成される二次的皮膜と、ペクチンの可溶性化に伴うガス交換の抑制が果実内の無気呼吸を誘起し、アセトアルデヒド生成によるタンニンの不溶性化によると考えられた。ただ、剥皮により果肉が直接空気に触れることから、今後さらに酸化による脱渋についても検討する必要があると思われる。

乾燥温度の違いは脱渋以外の面でも製品の品質に大き

な影響を及ぼす。すなわち、蒸散速度、熟度の進行度合、変色、異臭の発生、微生物の被害などがそれぞれ温度で異なってくる。結局、脱渋、肉質、香味など総合的にみただけ乾燥温度は15℃前後が望ましいように思われた。

摘 要

渋ガキの平核無と横野を用い、乾燥脱渋に及ぼす温度の影響について1976年次と1977年次の2カ年間調べた。

1. 乾燥脱渋は5℃～50℃まではいずれの温度区においても可能であり、温度が高くなるほど脱渋の完了が早まった。0℃では実験の都度脱渋が異なり、乾燥40日後において可食に近いものから、約2分の1脱渋までまちまちであった。
2. ペクチンについては測定した5℃～40℃区ではいずれも塩酸可溶性ペクチンの減少と水可溶性ペクチンの増大が認められたが、それらの変動は乾燥温度が高いほど顕著に現れた。
3. O₂ 吸収、CO₂ 排出量はいずれも温度が高くなるほど増大した。剥皮果では15℃以上であたかも climacteric 様パターンが認められたが、無剥皮果ではそのような現象はみられなかった。
4. 果肉内のアルコールとアセトアルデヒドの生成量はほぼ乾燥温度に対応して増大した。
5. 上記の事実から5℃～50℃までの乾燥脱渋は、糖の嫌氣的分解が促されることにより生成したアセトアルデヒドによるものと考えられる。

謝 辞 本研究は文部省科学研究費の助成を受けて行ったものである。実験材料に便宜を与えていただき、種々ご高配をいただいた香川県綾歌郡綾南町滝宮故高重昌治氏に感謝いたします。

引用文献

1. 荒木忠治・古田道夫・金子勝芳・明田川太七郎. 1975. カキ果実の脱渋に関する研究(第1報). 脱渋過程におけるアルコール脱水素酵素, パーオキシダーゼ活性および果実成分の変化. 園学雑. 44: 183—191.
2. 岩田 隆・中川勝也・緒方邦安. 1969. 果実の収穫後における成熟現象と呼吸型の関係(第1報). カキ果実における呼吸の Climacteric の有無. 園学雑. 38: 194—201.
3. JOSLYN, M. A., and J. GOLDSTEIN. 1964. Changes in phenolic content in persimmons during ripening and processing. Agr. Food Chem. 12: 511—520.
4. 掛下謹次郎. 1930. 二三果実の貯蔵中及び成熟過程におけるアセトアルデヒド及びアルコール量の消長. 農及園. 5: 1151—1161.
5. 北川博敏. 1968. カキの脱渋および貯蔵に関する

- 研究(第1報). 脱渋果中のタンニン細胞の顕微鏡的観察. 園学雑. 37: 89—94.
6. 駒沢利雄・内田 泉. 1956. 柿の脱渋機構について. 農産技研誌. 3: 69—72.
 7. 楠本正次・吉村不二夫. 1976. カキ果のタンニン(第2報). 脱渋と揮発性物質. 園学雑. 45: 76—80.
 8. 真部正敏・上川尚義・樽谷隆之. 1978. カキ果実の乾燥に関する研究(第1報). 乾燥脱渋の機構に関する2, 3の考察. 園学雑. 46: 555—560.
 9. 真部正敏・上川尚義・樽谷隆之. 1977. カキ果実の乾燥に関する研究(第2報). 凍結乾燥したカキ果実の脱渋現象について. 園芸学会研究発表(昭52年秋).
 10. MCCOLLOCH, R. J. 1952. Determination of pectic substances and pectic enzymes in citrus and tomato products. Bureau of Agricultural and Industrial Chemistry, Agricultural Research Administration, U. S. Dept. Agr., Western Regional Research Laboratory, Albany, Calif., AIC-337.
 11. MCCOMB, E. A., and R. M. MCCREADY. 1952. Colorimetric determination of pectic substances. Anal. Chem. 24: 1630—1632.
 12. 中村怜之輔. 1973. カキ果実の脱渋機構に関する一考察(II). カキ果実のアセトアルデヒド含量, エタノール含量およびアルコール脱水素酵素活性の品種間差異. 食品工誌. 20: 529—536.
 13. 樽谷隆之・真部正敏. 1957. 柿果実の利用に関する研究I. ビニール袋による柿果脱渋, 貯蔵試験. 香川大農学報. 8: 233—239.