

原著論文

食用油を利用したクリの渋皮剥皮法^{†1}

正田守幸^{†2}・高田教臣・齋藤寿広^{†3}・澤村豊・壽和夫^{†4}

独立行政法人 農業・生物系特定産業技術研究機構

果樹研究所遺伝育種部

305-8605 茨城県つくば市

A Method for Quickly Removing Pellicles from Chestnuts by Deep Frying in Cooking Oil

Moriyuki SHODA, Norio TAKADA, Toshihiro SAITO, Yutaka SAWAMURA and Kazuo KOTOBUKI

Department of Breeding, National Institute of Fruit Tree Science

National Agriculture and Bio-oriented Research Organization

Tsukuba, Ibaraki 305-8605, Japan

Summary

The easy removal of the pellicle from the kernels of chestnuts (*Castanea* spp.) is an important breeding objective, since few Japanese chestnut (*Castanea crenata*) cultivars have easily removable pellicles. So far, the removal of the pellicle from the kernel at the selection stage of chestnut breeding has been evaluated using roasted nuts, but this treatment is laborious and time-consuming. To develop a method for quick removal, nuts from eight cultivars were deep-fried in salad oil for 2 min at 190 °C. The time required for removal of the pellicle using a paring knife without damaging the embryo was 3.1 min (average of eight cultivars) for fried nuts, 13.3 min for raw nuts, and 11.2 min for roasted nuts. In addition, there was a high correlation in the time required for pellicle removal between the fried nuts and the roasted nuts ($r = 0.868$) and the raw nuts ($r = 0.929$), indicating that the oil treatment was as effective as other treatments in identifying varietal differences. The present results indicate that the method of frying in salad oil is effective, simple, and rapid enough to discriminate chestnut genotypes. We therefore named it the HOP (High-temperature Oil Peeling) method.

Key words: chestnut, *Castanea* spp., pellicle, HOP method, removing pellicle, breeding

†1 果樹研究所業績番号：1393

(2005年11月7日受付・2005年12月16日受理)

†2 現 沖縄県農業試験場名護支場 905-0012 沖縄県名護市

†3 現 山梨県果樹試験場 405-0043 山梨県山梨市

†4 現 果樹研究所リンゴ研究部

緒 言

ニホングリ (*Castanea crenata* Sieb. et Zucc.) は我が国原産の果樹として古くから栽培され、近年はその省力性を活かして過疎化した農山村での里山利用としても栽培されている。また、北は北海道から南は鹿児島に至るまで全国的に栽培され、栽培面積から見ると果樹の中ではカンキツ類、リンゴに次いで第三位を占めている(猪崎, 1978; 農林水産省統計部, 2005)。ニホングリは家庭で煮蒸して食する以外に、生産量のかなりの部分が加工用原料としても利用されているが、渋皮剥きの困難性が加工上の障害となり、消費を停滞させる要因ともなっている(壽ら, 1982; 松本, 1951; 宮崎ら, 1998)。

ニホングリの渋皮剥きが困難であるのは、果実の成熟に伴って渋皮組織内に重合型フェノールが蓄積し、これが果肉と渋皮を癒着させることに原因があるとされている(Tanaka ら, 1981; 田中・壽, 1992; Tanaka・Kotobuki, 1998)。しかし、重合型フェノールの蓄積の程度には種および品種間差が存在し、チュウゴクグリ (*Castanea mollissima* Blume) のフェノール蓄積量はニホングリと比べて少なく、このことが一般にニホングリと比較してチュウゴクグリの渋皮剥皮性が良好である理由であると推定されている(Tanaka ら, 1981)。

このため、渋皮剥皮性に優れるクリとして昭和初期から各地でチュウゴクグリの栽培試験が行われたが、クリタマバチに弱く、果実がニホングリに比べて小粒で、しかも収量性に劣ることから、わが国での経済栽培は困難である(松尾, 1989)。したがって、ニホングリの渋皮剥皮性の改善はクリの育種目標のひとつとなっている。田中ら(1981) および壽ら(1982) はチュウゴクグリとニホングリの種間雑種を素材に用いて、それらの系統間交雑や戻し交雑等を行って実生を育成した結果から、ニホングリタイプで渋皮剥皮性の良好な品種育成が可能となることを示唆している。独立行政法人農業・生物系特定産業技術研究機構果樹研究所ではニホングリとチュウゴクグリの種間雑種を育成し、その後代から渋皮剥皮性に優れた系統の選抜を進めているが、現在のところ、大果でかつ渋皮剥皮性に優れる品種の育成には至っていない。

従来、育種における渋皮剥皮性の評価には、焼きグリを作成してその難易を判定していた。Tanaka ら(1981) は、焼きグリをナイフで剥皮するのに要した時間をスコア化したものと、生グリの剥皮時間および生グリでの渋皮と果肉の接着力の強さとの間にそれぞれ正の相関があることから、焼きグリを用いることでクリの実生個体に

おける渋皮剥皮性の難易を表すことができることを示している。しかし、この焼きグリによる評価は一回あたり30分程度の加熱処理時間を要する上に、甘栗焼成機(果実を加熱した小石とともに攪拌しながら焼く機械)中で攪拌されるため、一度に複数の系統を処理する場合は目印を鬼皮に付けておく必要がある等作業が繁雑であった。この繁雑な作業を多数の系統を短時間で評価する必要のある育種の現場に適用する事は大きな難事であった。このため、渋皮剥皮性の改善を目的とした育種の現場に適用できる、効率的な渋皮剥皮法が求められていた。

一般にクリは煮蒸して食されているが、茨城県のあるクリ栽培農家では食用油で揚げたいわゆる揚げグリとして食べることがあり、この時渋皮が剥がれやすくなっているという(私信)。そこで、本報ではこの揚げグリを用いた渋皮剥皮法が育種の現場に適用できるか否かについて検討した。

材料および方法

1. 生果における果実表面積と渋皮剥皮時間の関係

果実の大きさが渋皮剥皮時間に与える影響を検討した。ニホングリ品種‘森早生’、‘大峰’、‘国見’、チュウゴクグリ品種‘弓場1号’、‘傍土360’、ニホングリとチュウゴクグリの雑種である‘筑波31号’(‘68-6’×‘林甘栗’)、‘68-6’(‘傍土360’×‘豊多摩早生’)、‘林3号’(交配組合せ不詳)‘む-8’(‘傍土480’×‘岸根’)の6品種、3系統の収穫直後の果実各10果を供試した。果実の表面積は果実中央部から剥離した渋皮1cm²の重量と果実全体から剥皮した渋皮の総重量の比率から算出した。渋皮の剥皮時間はTanaka ら(1981)の方法に従ってフルーツナイフを用いて果肉の表面を傷つけることなく渋皮を剥皮するのに要した時間で表した。

2. 揚げグリを利用した渋皮剥皮法

1) 食用油中への浸漬時間および処理温度の検討

鬼皮を剥皮したクリを食用油中で加熱処理したもの(以下、揚げグリとする)を用いた効率的な渋皮剥皮法を開発するため、食用油中への至適浸漬時間および処理温度について検討した。ニホングリ品種‘国見’、チュウゴクグリ品種‘傍土360’、およびニホングリとチュウゴクグリの雑種‘林甘栗’(‘笠原早生’×チュウゴクグリ)の収穫直後の果実10果を供試した。各品種の鬼皮を除去した後、市販の電気調理器(フライヤークリスピー、T-FAL社製、以下フライヤーとする)を用いて加熱したコーンオイル中に果実を浸漬した。処理区として、浸漬開始時

の温度条件は150, 170および190℃とし、加熱時間は1, 2, 4および8分とした合計12区を設定し、それぞれ加熱処理を行った。加熱処理後は室温で放冷した後、田中ら(1981)の方法に従ってフルーツナイフを用いて渋皮の剥皮時間を測定した。

2) 揚げグリを利用した渋皮剥皮法の妥当性の検討

揚げグリを利用した渋皮剥皮法の妥当性について検討するために、生果および焼きグリの渋皮剥皮時間との比較を行った。試験にはニホングリ品種‘大峰’、‘国見’、チュウゴクグリ品種‘傍土360’、‘傍土377’およびニホングリとチュウゴクグリの雑種である‘筑波31号’、‘68-6’、‘林3号’、‘む-8’の5品種、3系統をそれぞれ10果供試した。

揚げグリは、鬼皮を除去した後190℃のコーンオイル中に2分間果実を浸漬して作成した。焼きグリは、果実を「甘栗焼成機」中で水で希釈した水あめを適宜添加しながら30分間加熱した後、フルーツナイフにより鬼皮を除去して作成した。生果は果実の鬼皮をフルーツナイフにより除去して作成した。各々の果実について、上述の方法で渋皮の剥皮時間を測定した。

結 果

1. 生果における果実表面積と渋皮剥皮時間の関係

生果における果実表面積と渋皮剥皮時間の関係をFig. 1に示した。果実の表面積と渋皮剥皮時間の相関係数は0.219であり、有意な相関は認められなかった。したがって以後の調査では果実の大きさを考慮せずに渋皮剥皮性の調査を行うこととした。

2. 揚げグリを利用した渋皮剥皮法

1) 食用油中への浸漬時間および処理温度の検討

食用油中への浸漬時間および処理温度と渋皮剥皮時間との関係をTable. 1に示す。生果と170℃で2分間加熱処理を行った時の渋皮剥皮時間を比較すると、‘国見’では一果あたり40.8分から7.2分、‘傍土360’では一果あたり3.8分から1.2分、‘林甘栗’では一果あたり5.2分から1.5分となり、いずれの品種も加熱処理を行うことにより生果より渋皮剥皮時間が大幅に短縮された。また、加熱時間が同じであればより高温で処理した場合に剥皮時間が短縮された。190℃で2分間加熱処理することで、渋皮の剥皮時間が生果と比較して‘国見’では15.4%、‘傍

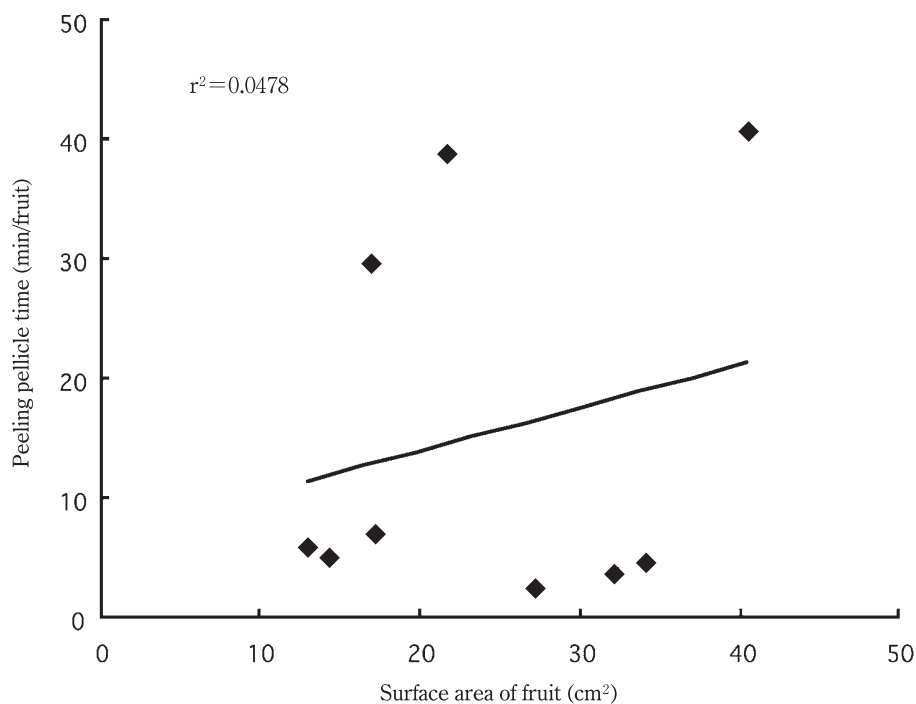


Fig. 1. Correlation between surface area and pellicle removal time of chestnut

Table 1. Times required for pellicle removal using a paring knife after deep frying (min).

Cultivar	Oil temperature (°C) ^z	Heating time (min) ^y				
		0	1	2	4	8
Kunimi	150		18.4 ± 5.1	15.2 ± 5.0	10.2 ± 1.5	5.9 ± 1.3
	170	40.8 ± 5.7	19.0 ± 3.1	7.2 ± 0.7	6.3 ± 0.6	6.7 ± 0.8
	190		9.9 ± 1.2	6.3 ± 0.8	6.1 ± 0.8	3.9 ± 0.9
Houji 360	150		4.6 ± 0.5	1.6 ± 0.3	1.3 ± 0.5	1.1 ± 0.3
	170	3.8 ± 0.5	0.7 ± 0.2	1.2 ± 0.3	0.6 ± 0.2	0.8 ± 0.4
	190		0.6 ± 0.3	0.4 ± 0.1	0.1 ± 0.0	0.1 ± 0.0
Hayashi-amaguri	150		2.9 ± 0.6	2.6 ± 0.6	2.7 ± 0.5	1.5 ± 0.4
	170	5.2 ± 0.5	2.8 ± 0.6	1.5 ± 0.5	0.2 ± 0.1	1.1 ± 0.4
	190		2.1 ± 0.4	1.5 ± 0.4	2.2 ± 0.8	1.9 ± 0.7

^zTemperature for settings on the machine^ymean ± SE (n = 10)

Table 2. Times required for pellicle removal by using a paring knife on raw, roasted and fried nuts (min).

Species	Cultivar	Peeling time (min/fruit)			Roasted/Raw Fried/Raw	
		Raw	Roasted	Fried		
<i>C. crenata</i>	Kunimi	40.8 ± 5.7	10.4 ± 0.7	6.3 ± 0.8	0.25	0.15
	Oomine	39.0 ± 6.0	52.1 ± 28.2	9.3 ± 1.9	1.34	0.24
<i>C. crenata</i> x <i>C. mollissima</i>	68-6	7.2 ± 2.7	7.1 ± 1.1	2.1 ± 0.5	0.99	0.29
	Hayashi 3 gou	2.6 ± 0.6	3.3 ± 0.8	0.9 ± 0.2	1.27	0.35
	Tsukuba 31 gou	4.7 ± 0.7	5.8 ± 0.7	3.5 ± 0.6	1.23	0.74
	Mu-8	6.1 ± 1.2	8.8 ± 1.2	1.4 ± 0.5	1.44	0.23
<i>C. mollissima</i>	Houji 360	3.8 ± 0.5	1.7 ± 0.4	0.4 ± 0.1	0.45	0.11
	Houji 377	2.5 ± 0.2	0.7 ± 0.3	0.5 ± 0.3	0.28	0.20

Mean ± SE

Roasted: Nuts were roasted in a chestnut roaster (containing heated small stones) for 30 min with occasional addition of syrup.

Fried: Nuts were deep fried in salad oil for 2min at 190°C.

士360'では10.5%, '林甘栗'では28.8%に短縮された。また、190°Cの条件下において'国見'の剥皮時間は2分間、4分間、8分間の加熱処理でそれぞれ一果あたり6.3分、6.1分、3.9分と、2分間以上処理しても、渋皮剥皮時間は大きく短縮されなかった。このことから、短時間でより多くの系統を評価するためには2分以上の加熱は必要ないと考えられ、これ以後の揚げグリの作成は食用油中での加熱処理を190°C、2分の条件で行うこととした。

2) 揚げグリを利用した渋皮剥皮法の妥当性の検討

揚げグリと焼きグリの渋皮剥皮時間を比較した結果、調査に用いた8品種・系統における一果あたりの渋皮剥皮時間の平均値は生果では13.3分、焼きグリでは11.2分、揚げグリでは3.1分となった (Table. 2)。また、生グリ

の渋皮剥皮時間を1とした場合、焼きグリは0.25から1.44、揚げグリは0.11から0.74となり、揚げグリを用いた場合、焼きグリに比べてより短時間で渋皮剥皮が可能であった。揚げグリと生果の渋皮剥皮時間の間の相関係数は0.929であり有意水準1%で有意な相関が認められた。また、揚げグリと焼きグリの渋皮剥皮時間の間の相関係数は0.868であり有意水準1%で有意な相関が認められた。

揚げグリ処理した後で渋皮の剥皮を行った'林3号'の果実写真をFig. 2に示した。このように渋皮剥皮性の良い品種では渋皮を果肉から完全に除去することが可能であった。

考 察

近年、大手食品会社等から販売された焼きグリ菓子が若年層を中心に爆発的に売れ、クリの加工品としての利



Fig. 2. Chestnut kernels of 'Hayashi-3gou' whose pellicle was removed after deep frying in salad oil for 2 min at 190°C.

用の可能性を大きく広げた。しかし、その原料のほとんどが海外からの輸入品であり、日本国内におけるクリの生産量および栽培面積の増加には結びついていない。この理由としてニホングリの渋皮剥皮性が極めて悪く、加工過程で渋皮剥皮に労力を要することからコスト高となることが挙げられる（田中・壽，1992）。さらにニホングリの渋皮の除去には刃物で果肉表層ごと渋皮を削り取る方法が用いられているが、この方法では果肉の歩留まりが50～52%であることもニホングリ加工品のコスト高につながっている（松本，1951）。このニホングリの渋皮剥皮性を向上させるためには、剥皮方法の改善による方法と育種による方法が考えられる（田中・壽，1992）。

このうちクリの剥皮方法の改善に関しては、民間の食品会社を中心に現在まで機械化や薬品処理などいくつかの方法が検討されている。近年になっても、水酸化ナトリウム水溶液に浸漬する方法（佐藤，1979）、水蒸気の断熱膨張力を利用した方法（赤尾・塚田，1984；塚田・平山，1985；早川，2000）、加圧水を噴射して渋皮の剥皮を行う方法（宮崎ら，1998）などが検討されてきた。しかし、これらの方法では渋皮を完全に剥皮することが困難であったり、果肉表層が渋皮側に付着してしまうという欠点があった。一方、塩酸水溶液で処理した果実をマイクロ波処理する方法（磯松，1992）や熱風を流動させながら加熱処理を行うことによって剥皮を促進する方法（川本，2000）も開発されたが、特殊な設備や機械を必要としたり、剥皮を促進するための加熱時間や薬品処理の時間が長いなどの欠点がある。

このため、渋皮剥皮性に優れるニホングリ新品種の育成が期待されているが、現在のところ渋皮剥皮性に優れたニホングリ品種の育成には至っていない。この理由と

して、渋皮剥皮性の評価は一度に多数の系統を扱う必要があるため簡便な方法が求められるが、従来の焼きグリによる渋皮剥皮性の評価は操作が繁雑であり、多数の個体を扱う実際の育種ではその選抜手法に利用しにくい点が挙げられる。こういった理由から、育種の場面に適用できる簡便な渋皮剥皮法の開発が望まれていた。そこで、本研究では育種における簡便な渋皮剥皮法を開発するため、サラダ油等の食用油を利用した加熱法について検討した。

Tanaka ら（1981）および田中・壽（1992）は渋皮剥皮性の困難なニホングリと容易なチュウゴクグリとの比較から、両者間に重合型フェノールの蓄積量に著しい相違のあることを認め、これが渋皮剥皮性に影響していることを示して、剥皮性の難易は果実の大きさよりも種特異的性質に影響されると考えた。本研究においても、果実の表面積と渋皮剥皮性との関係を調査した結果、両者の間に有意な相関は認められなかったことから、渋皮の剥皮時間を評価するにあたって、果実の大きさを考慮に入れる必要性は極めて少ないと考えられた。

次いで揚げグリ作成時の加熱時間および加熱温度を検討した結果、より高温で長時間加熱するほど渋皮剥皮時間が短縮された。しかし、190°Cの条件下では2分以上加熱しても渋皮剥皮時間はほとんど変わらなかったため、多数の系統を短時間で処理・評価する必要のある育種選抜に応用する場合には、190度、2分間の加熱処理で揚げグリを作成することが最も効率的であると考えられた。

さらに揚げグリを利用した渋皮剥皮法の妥当性について検討するために、ニホングリ、チュウゴクグリおよびニホングリとチュウゴクグリの雑種を供試して、揚げグリと焼きグリおよび生果の渋皮剥皮時間を比較した。その結果、いずれの品種・系統についても、揚げグリを用いることでより短時間で剥皮が可能となった。また、加熱処理の操作も焼きグリの作成と比べ簡便かつ短時間で済む事が明らかとなり、渋皮剥皮法として揚げグリを用いることが効率的であると判断された。

一方、揚げグリの渋皮剥皮時間をニホングリ、チュウゴクグリおよびニホングリとチュウゴクグリの雑種系統を比較した場合、チュウゴクグリおよびニホングリとチュウゴクグリの雑種系統の渋皮剥皮時間はニホングリよりも極端に短かった。この結果は田中ら（1981）が焼きグリを用いて行った結果と一致している。また、揚げグリと生果および揚げグリと焼きグリの渋皮剥皮時間の間の相関係数が0.929、0.868とそれぞれ有意水準1%で有意な相関が認められたことから、揚げグリをクリの渋皮剥皮性の評価方法として用いることが可能であることが

明らかとなった。

本法によって渋皮の剥皮が促進される理由は加熱処理による急激な脱水によって乾燥収縮率の異なる果肉と渋皮の剥離が起こるためと思われる。この点で揚げグリは油を使用するために小石を使用する焼きグリと比較して均一な加熱が可能であり、このことが渋皮剥皮性の向上につながっていると考えられる。

本実験に用いたフライヤーは、使用する油量が約2Lと少ないため、投入する果実量により油温の変化の差が大きくなる可能性がある。そこで投入する果実量と油温の関係を検討したところ、300gのクリを190℃に設定したフライヤーに投入した場合、油温は2分後に168℃まで低下し、4分後に185℃まで上昇した。一方150gのクリを投入した場合には1分後に178℃まで低下した後ほぼ180℃を保つことができた（データ省略）。このため油温の変化を品種・系統間で一定とするためには、投入するクリの重量あるいは体積を同じにする必要がある。しかし実際の育種試験においては30gを超える大果系統が出現する一方で、10g以下の小果系統も多数生じる。このような小果系統において大果系統と同量の果実を用いて比較を行うためには30果以上の果実が必要となり、少量のサンプルしか利用できない育種試験においては現実的ではない。また、10果で約300gと大果で油温の変化が大きい‘国見’において、190℃ 2分および4分の加熱処理で剥皮時間はそれぞれ6.3分、6.1分とほとんど差が見られなかったことから（Table. 1）、190℃、2分間の加熱処理で渋皮と果肉表面に十分な加熱がなされていると考えられる。従って本研究においては、果実の大きさに関わらず、いずれの品種・系統も10果の果実を用いることとした。

これらのことから食用油を利用した渋皮剥皮法は加熱処理時間が短く、短時間に多数の系統の果実を処理することが可能であり、生果および焼きグリの剥皮時間との相関も高いことから、育種における渋皮剥皮法として有効であることが明らかとなった。そこで、食用油を利用した渋皮剥皮法をHOP (High-temperature Oil Peeling) 法と名付け、今後この方法を用いて渋皮剥皮性の品種および系統間差異を明らかにするとともに育種における渋皮剥皮性の評価方法として利用していく予定である。

摘 要

1. 効率的なクリの渋皮剥皮法を開発するために、クリ果実を食用油で加熱した後に渋皮剥皮を行う方法を検討したところ、短時間での渋皮剥皮が可能であった。

また加熱条件として190℃、2分間の加熱処理が最も効率的であると判断された。

- 揚げグリ、焼きグリおよび生果を用いた場合の渋皮剥皮時間の比較を行った結果、揚げグリを用いた場合が最も短くなり、揚げグリと生果および焼きグリの渋皮剥皮時間の間にそれぞれ有意な相関が認められた。
- 以上の結果から食用油を利用した渋皮剥皮法は育種における渋皮剥皮性の評価方法として有効であり、この方法をHOP (High-temperature Oil Peeling) 法と名付けることとした。

引用文献

- 赤尾 剛・塚田 直. 1984. 栗の剥皮方法. 特許公報 (2) 昭59-50307号125-131.
- 早川 功. 2000. 水蒸気の断熱膨張力を利用した新しい食品加工・殺菌技術. 化学と生物. 38:666-672.
- 磯松 勲. 1992. 栗の剥皮処理法並びに剥皮処理装置. 公開特許公報 (A) 平4-112779号437-444.
- 猪崎政敏. 1978. クリ栽培の理論と実践. pp738. 博友社, 東京.
- 川本裕巳. 2000. 栗の皮遊離方法. 公開特許公報 (A) 2000-125832.
- 壽 和夫・田中敬一・町田 裕. 1982. クリの日×中種間雑種の育成と利用に関する研究 (第1報) 渋皮剥皮の容易な優良品種育成のための基礎的研究. 園芸学会 昭和57年秋季大会発表要旨. 140-141.
- 松本熊市. 1951. 栗の簡易渋皮剥皮法. 果実日本. 6 (4) :25-27.
- 松尾孝嶺. 1989. 植物遺伝資源集成. p.1174-1184. 講談社, 東京.
- 宮崎正則・奥 正和・佐藤 宏・高橋 徹. 1998. 日中雑種グリの渋皮の剥皮性と加工適性. 東洋食品工業短大・東洋食品研報. 22:1-12.
- 農林水産省統計部. 2005. 耕地及び作付面積統計. p.170-171. 農林水産省大臣官房統計部, 東京.
- 佐藤幸夫. 1979. 栗の渋皮剥離整形方法と装置. 公開特許公報 (A) 昭54-80450号269-272.
- 田中敬一・壽 和夫. 1992. ニホングリの渋皮剥皮性に関与する要因の組織的・化学的解析. 園学雑. 61:1-6.
- Tanaka, K. and K. Kotobuki. 1992. Comparative ease of pellicle removal among Japanese chestnut (*Castanea crenata* Seib. et Zucc.) and Chinese (*C. mollissima* Blume) and their hybrids. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 60:811-819.
- Tanaka, K. and K. Kotobuki. 1998. Partial purification,

- estimated chemical structure, and the adhesive property of castahesion between the pellicle and kernel of chestnut. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 67:14-20.
- 15) Tanaka, K., K. Kotobuki and N. Kakiuchi. 1981. Numerization of peeling easiness and role of phenolic compounds of the pellicle in the adhesion between the pellicle and embryo in comparison of Japanese (*Castanea crenata* Seib. et Zucc.) and Chinese (*C. mollissima* Blume) and their hybrids. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 50:363-371.
- 16) 塚田 直・平山達雄. 1985. 栗の剥皮方法. 特許公報 (B2)昭60-57826号143-147.