

グアバ果実のケチャップ加工への適性とその抗酸化評価

誌名	日本食品保蔵科学会誌
ISSN	13441213
著者	広瀬, 直人 前田, 剛希 和田, 浩二 高橋, 誠
巻/号	39巻3号
掲載ページ	p. 143-148
発行年月	2013年5月

グアバ果実のケチャップ加工への適性とその抗酸化評価

広瀬直人*¹・前田剛希*¹・和田浩二*²・高橋 誠*²§

* 1 沖縄県農業研究センター

* 2 琉球大学農学部

Assessment of the Suitability of Guava Fruits for Use in Ketchup and Evaluation of its Antioxidant Activity *in vitro*

HIROSE Naoto*¹, MAEDA Gouki*¹, WADA Koji*² and TAKAHASHI Makoto*²§

* 1 *Regional Agricultural System Section, Okinawa Prefectural Agricultural Research Center, 820 Makabe, Itoman-shi, Okinawa 901-0336*

* 2 *Faculty of Agriculture, University of the Ryukyus, 1 Senbaru, Nishihara-cho, Okinawa 903-0213*

To examine the possibility of using guava fruits as an ingredient in daily-use ketchup with food functionality, we prepared purees of eight pink guavas that were obtained from different areas in Okinawa and their chemical and physical compositions by measuring the Brix, pH, and color. The eight kinds of guava purees showed little difference in their compositions, Brix, pH, and color values. In addition, the purees maintained their color values after heating at 80°C for 5 min. The guava puree was then treated with pectinase to decrease the puree viscosity. The viscosity of the puree treated with pectinase (0.24 Pa·s) was lower than that of the untreated puree (0.6 Pa·s). The guava ketchup was prepared using the untreated guava puree. In the sensory evaluation, the guava ketchup scored low for sourness because the citric acid content was lower than that in the commercial tomato ketchups. To evaluate the antioxidant activity, guava ketchups prepared using guava purees with and without pectinase treatment (GK-P and GK, respectively) were examined for total polyphenol contents and DPPH radical-scavenging activities. The total polyphenol content and DPPH radical-scavenging activities were higher in guava ketchups than in the commercial tomato ketchups. Interestingly, GK-P showed significantly higher radical-scavenging activity than GK. These results suggest that guava fruits have the potential to be used in the manufacturing of ketchup, which could serve as an antioxidant food.

(Received May 31, 2012 ; Accepted Oct. 17, 2012)

Key words : *guava fruits, ketchup, pectinase, polyphenol, antioxidant activity*

グアバ, ケチャップ, ペクチナーゼ, ポリフェノール, 抗酸化活性

熱帯果実とは熱帯および亜熱帯地域を原産とする果実を指す。日本で唯一、亜熱帯地域に属する沖縄県では、その温暖な気候を利用して、パイナップル、マンゴー、パパイヤ、グアバのような熱帯果実を積極的に栽培している。特にグアバ (*Psidium guajava* L.) はフトモモ科バンジロウ属に属する熱帯アメリカ原産の果樹で、沖縄ではバンシルーの名で知られており、日本で生産されるグアバの7割以上が沖縄県で生産されている^{1),2)}。近年、グアバの葉に高い血糖値上昇抑制効果³⁾や、抗酸化作用⁴⁾および解熱効果⁵⁾などが報告されており、お茶をはじめ

とするグアバ葉加工製品の需要は拡大している状況にある。一方、グアバの果実は、特有の芳香をもち、多汁で、甘酸味があるうえに、チアミン、リボフラビン、アスコルビン酸などのビタミン類が他の果実に比べて豊富である⁶⁾ことから、主に熱帯、亜熱帯地域の国々で食されている。また、食品の三次機能性として、食物繊維として知られているペクチンが豊富⁷⁾であるために、整腸作用⁸⁾やコレステロール低下作用を示し^{9),10)}、プロアントシアニジンをはじめとするポリフェノール類を含有するために、抗酸化作用を示す¹¹⁾などの報告があることから、

* 1 〒901-0336 沖縄県糸満市真壁820番地

* 2 〒903-0213 沖縄県西原町千原1

§ Corresponding author, E-mail: h119314@agr.u-ryukyu.ac.jp

グアバ果実は機能的な食素材としても期待されている。しかし、日本国内においてグアバの葉の部位はお茶としての需要がある反面、果実の部位は、パイナップルのような定番の熱帯果実と比べて馴染みが薄く、利用が低い状況にあり、果実の需要拡大を図るために、生食だけではなく、加工製品への利用が強く望まれている。

そこで、グアバ果実の特徴を活用できる可能性のある加工形態としてケチャップがあげられる。ケチャップとは野菜や果物などの食材を煮て裏ごししたものに、調味料や香辛料を加えて煮たソースのことを指し、特にトマトを原料としたケチャップは一般的に広く消費されている。ケチャップへの加工に最適な物性としては、ケチャップに特徴的である適度な粘性や酸味のみならず、加工後の製品においても鮮やかな色調を保持することがあげられるが、グアバ果実は、増粘多糖類として一般的に使用されているペクチンが他の果実と比べて非常に多い¹⁾ことや、特有の酸味や色調をもつことより、ケチャップとしての利用に適していることが予想される。一方で、熱帯果実の多くが加工時にその特性を失ってしまうことが報告されており¹²⁾、比較的加熱工程が多いケチャップへの適用は困難であると考えられる。グアバ果実については、これまでに加熱加工による色調の変化や粘性などの物性に関する報告はない。そこで本研究では、グアバ果実の付加価値を高め、ケチャップ加工に適用することを目的に、沖縄県で採取したグアバ果実を用いてケチャップの主原料となるグアバピューレを調製し、ケチャップ加工に重要な物性値や加熱加工前後の色調変化について検討した。また、調製したグアバピューレを用いてケチャップの調製を試み、得られたケチャップについての物性値やレオロジーを測定するとともに、食品機能性の評価として抗酸化活性の検討を行い、グアバ果実のケチャップ加工への適応性について若干の結果を得たので報告する。

実験方法

1. 供試試料

(1) **グアバピューレの調製** グアバは沖縄県恩納村産のグアバ青果(8種類、ピンク系、品種その他詳細は不明)を用いた。各グアバ青果は剥皮して可食部を破碎した後に家庭用ジューサーを用いて裏ごし処理を行い、石細胞や種子等を除去して8種類のグアバピューレを得た。また鮮度低下防止(加熱処理試験)のために、調製したグアバピューレは攪拌しながら80℃で5分間の加熱処理を行った。

(2) **ペクチナーゼ処理** ペクチナーゼ(EC 3.2.1.15)は合同酒精社製、Pectinase-GODOを用いた。またグアバピューレは1.(1)で調製した8種類のピューレを混合して使用した。グアバピューレのペクチナーゼ処理は、グアバピューレに対してペクチナーゼを0.05%添加して、50~55℃で1時間行った。ペクチナー

ゼ処理後は、ピューレを80℃で5分間加熱処理を行い、酵素を失活させた。

(3) **ケチャップの調製** トマトケチャップの製造方法¹³⁾を参考に行った。すなわち、タマネギ50gおよびニンニク5gをスライスして15分間弱火で煮熟し、ろ過してタマネギ浸出液を得た。グアバピューレを常圧下で加熱して糖度(Brix値)26まで濃縮し、さらに調製したタマネギ浸出液を加えて再びBrix値26まで加熱濃縮した。これに、こしょう1g、トウガラシ0.5g、グローブ0.5g、シナモン0.5g、食塩20gおよび食酢100gを混合して一夜置いた香辛料浸出酢溶液を加えた後、さらにBrix値30まで加熱濃縮してケチャップを得た。調製したケチャップはガラス容器にビン詰めし、90℃で15分間の加熱殺菌を行った。

2. 測定方法

(1) **酸度および糖度** 試料を蒸留水で希釈し、酸糖度分析計(日園連, NH-1000)を用いて酸度および糖度を測定した。

(2) **有機酸分析** 試料を遠心分離(2,000×g, 10分間, 室温)して得た上清を蒸留水で希釈して、0.45μmのメンブレンフィルター(ミリポア社製)でろ過したものを、SPR-Hカラム(イオン排除クロマトグラフィー, 島津社製)とpH緩衝化法により検出する有機酸分析システム(島津社製)を用いて、リンゴ酸、クエン酸およびアスコルビン酸の分析、定量を行った。

(3) **色調** 試料をガラス製セルに充填して分光測色計(ミノルタ社製, CM-2600d)でSCI(正反射光含む)測定を行い、L*a*b*表色系で評価した。色調の変化は色差 $\Delta E^* = \sqrt{(L^*)^2 + (a^*)^2 + (b^*)^2}$ で表した。色差と感覚値の関係は、藤富らの方法¹⁴⁾を用いて評価を行い、色差3.0以下が「相当に異なる」、3.0~6.0が「著しく異なる」、6.0~12.0が「極めて著しく異なる」、12.0以上が「別の色系統となる」とした。

(4) **粘度** 試料50gを100ml容のビーカーに入れた後、25℃に保持しながら、スパイラル粘度計(マルコム社製, PM-2B)を用いて測定した。

(5) **総ポリフェノール量** 試料に2倍量のエタノールを加えて遠心分離(2,000×g, 10分間, 室温)し、得られた上清を蒸留水で希釈して0.45μmのメンブレンフィルター(ミリポア社製)でろ過したものを測定試料とした。測定試料中の総ポリフェノールの測定はFolin-Denis法¹⁵⁾に準じて行い、没食子酸相当量として算出した。

(6) **抗酸化活性** 試料を遠心分離(9,000×g, 20分間, 4℃)して得られた上清を蒸留水で希釈し、0.45μmのメンブレンフィルター(ミリポア社製)でろ過したものについて、1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH)を用いたラジカル消去活性を沖らの方法¹⁶⁾によって測定し、Trolox相当量として算出した。

(7) **統計処理** 各実験結果は、平均値±標準偏差で

示した。各測定値の有意差は、Bonferroniによる多重多量比較検定により求め、 $p < 0.05$ をもって有意差ありと判断した。

実験結果および考察

1. グアバピューレの加熱による色調への影響

世界各地で栽培されているグアバの多くの系統は、自由交雑（所謂、異系交雑）により、偶発実生の地域品種であるとされている¹⁷⁾。そのため沖縄県で栽培されているグアバにおいても例外ではなく、実生苗による栽培が行われてきたことから、偶発実生により生じた多様な品種が存在すると考えられている。そこで、県内農場より無作為に選定したピンク系グアバの果樹8本からそれぞれ完熟果実を収穫し、果肉を分取してグアバピューレを調製し、ピューレ品質の指標として色調を測定した（Table 1）。加熱前の色調は赤色を示す a^* 値のばらつきがやや高かったが（ 19.5 ± 1.58 ）、明るさ L^* 値（ 43.8 ± 1.03 ）および黄色を示す b^* 値（ 11.3 ± 1.43 ）には大きな差異は観測されなかった。また、グアバピューレの糖度は 9.4 ± 1.06 （平均値 \pm 標準偏差、以下同様）、pHは 4.0 ± 0.28 であり、各ピューレに大きな差異は観測されなかった。また、各ピューレのBrix値およびpHに大きな差異は観測されなかった（データ非掲載）ことから、沖縄県内の多様なピンク系グアバ果実から調製されたピューレの品質は比較的均一であることが示された。

そこで、これらのピューレを鮮度低下防止（果肉由来の酵素失活と殺菌）の目的で、 80°C で5分間の加熱処理を行い、加熱後の色調の変化を確認した（Table 1）。その結果、 L^* 値および b^* 値については加熱前に比べて有意な変化が認められた（ $p < 0.05$ ）が、 a^* 値については有意な色調の変化を認めなかった。また、加熱前後の

色調の差異を示す色差 ΔE 値は 3.9 ± 0.75 となり藤富らの方法では「著しく異なる」と評価されたものの、グアバ果実の基調色である赤色（ a^* 値）に有意な変化は無く、加熱後のグアバピューレは加熱前と比較して、赤いグアバ果肉の色調を損なうことはなかった。

2. グアバピューレの酵素処理による粘度への影響

調製したグアバピューレの糖度、pH、酸度および粘度をTable 2に示す。調製したグアバピューレの粘度は $0.6 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ を示した。グアバ果実には他の熱帯果実と比べて非常に多くのペクチン含有していることが知られており⁷⁾、本グアバピューレにも相当量のペクチンが含有していると考えられる。ペクチンは通常、pH3.0付近で、加熱とともにゲル化することが知られている。そこで、本グアバピューレをBrix値が20になるまで加熱し続けたところ、ピューレのゲル化が進み、粘度は $3.9 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ に達した。一般的なケチャップの粘度が $1.0 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ であるために、原材料となるピューレの粘度が高すぎるとケチャップの仕上がりだけでなく、加熱中の操作性にも影響すると考えられた。そこで、ペクチナーゼ処理により、グアバピューレ中のペクチンを低分子化することで、粘度調整が可能であるか検討を行ったところ、ピューレの粘度は $0.24 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ まで低下を示した。さらに、ペクチナーゼ処理したピューレを濃縮しても、無処理に対して低い粘度を示すことが明らかとなった。したがって、加熱およびペクチナーゼ処理によって、効果的な粘度調整が可能であるものと考えられた。

3. グアバケチャップの品質評価

トマトケチャップの製造方法を参考に、トマトピューレをグアバピューレに置き換えて資材配合を設計し、グアバケチャップ調製を試みた。得られたグアバケチャップの酸度、pH、粘度および色調を測定し、市販のトマ

Table 1 Color of the guava fruit purees

Samples	Color ^a						Color difference ΔE
	Before			After			
	L^*	a^*	b^*	L^*	a^*	b^*	
1	44.3	17.8	8.6	48.3	16.5	11.9	5.4
2	41.9	20.9	11.2	45.0	20.2	13.2	3.7
3	44.5	19.9	11.1	47.8	19.3	12.3	3.5
4	43.4	18.1	13.2	46.0	17.1	16.3	4.1
5	43.7	19.6	12.7	46.5	18.6	16.2	4.6
6	43.3	21.5	11.6	46.6	21.0	12.3	3.4
7	43.7	20.7	11.9	46.6	19.9	11.9	3.1
8	45.4	17.2	10.2	48.6	16.6	11.4	3.5
Mean	43.8	19.5	11.3	46.9*	18.7	13.2*	3.9
S. D.	1.03	1.58	1.43	1.22	1.74	1.93	0.75

^a Color of each guava fruit puree was measured before and after heat treatment at 80°C for 5 min.

The asterisks represent significant differences ($p < 0.05$ vs. before heat treatment).

Table 2 Chemical and physical compositions of guava fruit purees with and without pectinase treatment

Puree types	Brix	pH	Acidity (%)	Viscosity (Pa·s)
Not condensed				
Not treatment	10.0	3.5	0.9	0.60
Pectinase treatment ^a	9.6	3.5	0.9	0.24
Condensed				
Not treatment	20.2	3.2	1.7	3.9
Pectinase treatment	20.3	3.2	1.7	2.2

^a Guava fruit puree was mixed with 0.05% pectinase (pectinase-GODO), and incubated at 50~55°C for 60 min.

Table 3 Chemical and physical compositions of guava ketchup and commercial tomato ketchups

Ketchups	Acidity (%)	Brix	pH	Viscosity (Pa·s)	Color		
					L*	a*	b*
Guava	8.3	30.3	3.0	0.90	41.6	19.1	20.1
Tomato (commercial)							
A	8.4	33.8	3.7	0.93	46.9	16.7	14.2
B	9.8	35.7	3.2	1.15	41.6	10.0	10.7

トケチャップ (2種類, AおよびB) の物性値と比較した (Table 3)。トマトケチャップ (A) と比較して, グアバケチャップのBrix値およびpHは低い値を示したが, 粘度は同程度であった。一方, トマトケチャップ (B) と比較した場合, グアバケチャップのpHは同程度であったものの, Brix値および粘度は低い値を示したことから, 粘度を上昇させる要因としては, 至適pH (3.0前後) であると共に, 比較的高いBrix値であることが考えられた。したがって, グアバケチャップの調製においてさらにBrix値を35程度に加熱濃縮することで, ケチャップのゲル化を進め, 粘度を上昇させることが可能であるものと思われた。また, 調製したグアバピューレをグアバケチャップに加工した際の色調を測定したところ, ケチャップの明るさ (L*値) はピューレと比較して同程度か若干の減少を示したものの, 赤色a*値および黄色b*値はいずれも高い値を示したため, グアバの果肉色を強調した色となった。近年, 市販食品は添加物を使用しないことが望まれており, 着色料を使用せずグアバの自然な果肉色を保持するケチャップ調製の可能性が明らかになった。今後は, 加工食品としての実用化評価として本ピューレの色調の安定性を確認する必要がある。一方, 酸度については市販のトマトケチャップ (A) とほぼ同値を示した。しかし成人10名による (男性5名, 女性5名) 食味試験を行ったところ, 酸度が市販のトマトケチャップ (A) と同程度であったにもかかわらず, 酸味が非常に弱いという結果を得た。そこで私たちは, グアバ

Table 4 Organic acid composition of guava ketchups and commercial tomato ketchups

Ketchups	Malic acid	Citric acid	Ascorbic acid
Guava	0.6	0.2	0.1
Tomato (commercial)			
A	0.8	5.0	0.0
B	0.7	3.1	0.1

ケチャップおよび市販のトマトケチャップの有機酸組成に差異があると考え, グアバケチャップとトマトケチャップの有機酸 (リンゴ酸, クエン酸およびアスコルビン酸) を定量して組成を比較した。その結果, グアバケチャップおよび市販のトマトケチャップに含有するリンゴ酸およびアスコルビン酸量は同程度であったにも関わらず, グアバケチャップのクエン酸含有量は市販のトマトケチャップと比較して1/15.5~1/25量であった (Table 4)。トマトケチャップではトマトに含まれているクエン酸が酸味に大きく寄与している報告がある¹⁸⁾。よって, グアバケチャップの酸味を調整するためには, クエン酸の添加が有効であると考えられた。

4. グアバケチャップの食品機能性

グアバ果実には, 抗酸化作用にかかわる主要なポリフェノールとしてプロアントシアニン¹¹⁾, 没食子酸およびフェルラ酸¹⁹⁾などが同定されていることから, グアバ

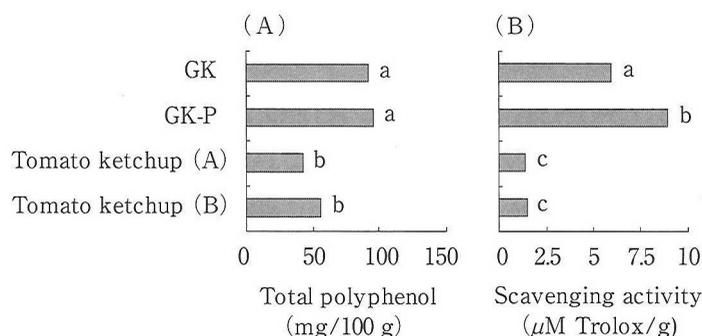


Fig. 1 Total polyphenol contents (A) and DPPH radical-scavenging activities (B) of guava ketchups and commercial tomato ketchups

GK: Guava ketchup; GK-P: Guava ketchup prepared using pectinase-treated guava puree.

(A) Total polyphenol contents were expressed as gallic acid equivalents. (B) DPPH radical scavenging-activities were expressed as trolox equivalents.

The values were expressed as means \pm SD ($n=3$).

Different letters indicate significant difference ($p<0.05$).

ケチャップにも抗酸化活性を保持していると考えられた。そこで、グアバピューレおよびペクチナーゼ処理したピューレを用いて2種類のグアバケチャップ（ペクチナーゼ処理なしケチャップ：GK，ペクチナーゼ処理ありケチャップ：GK-P）を調製し、ケチャップ中の総ポリフェノール量およびDPPHラジカル消去活性を測定した。また、対照には市販のトマトケチャップ（2種類，AおよびB）を用いた。各試料中の総ポリフェノール量およびDPPHラジカル消去活性値をFig. 1に示す。GKおよびGK-Pの総ポリフェノール量は市販のトマトケチャップと比較して有意に高い値を示した（ $p<0.05$ ）が、GKおよびGK-P間に有意差は認められなかった。同様に、GKおよびGK-Pのラジカル消去活性についても市販のトマトケチャップと比較して有意に高い値を示した（ $p<0.05$ ）。しかし、GKおよびGK-P間のラジカル消去活性についてはGK-Pが有意に高い値を示したことから、GK-Pはポリフェノール以外の成分がラジカル消去活性に寄与していることが示唆された。R_{HA}ら²⁰⁾はペクチンのペクチナーゼ処理によって抗酸化活性が増加することを報告している。ペクチンの主要構成糖はガラクトツロン酸であることが知られているが、ペクチナーゼ処理によってオリゴペクチンの生成量が増加すると共に、ガラクトツロン酸の還元末端（ヘミアセタール部位）が増加することで抗酸化活性が増加すると考えられている。したがってGK-Pについてもペクチンのペクチナーゼ処理によってオリゴペクチンが増加し、GKと比較してラジカル消去活性が増加したと考えられる。以上の結果より、特にグアバピューレをペクチナーゼ処理することでより抗酸化活性が高いケチャップが調製可能であることが示された。またトマトおよびグアバの果実には、抗酸化作用にかかわる共通するカロテノイドとしてリコペンや β -カロテンが知られており、いずれも可食部100g当たり

に同程度含まれている^{21)~23)}。特にリコペンは一重項酸素消去能の最も強いカロテノイドであることが示されており、トマトやその加工品からのリコペンの摂取が、活性酸素の関与が考えられている疾病のリスクの低下に有効であるとされている²⁴⁾。しかし、今回のDPPHラジカル消去活性試験ではカロテノイドにおける抗酸化活性は検出され難いことから、今後はグアバピューレおよびケチャップ中のカロテノイド含量およびカロテノイド由来の抗酸化活性値を測定し、より付加価値の高い食品機能性を付加したグアバ果実素材調製の検討が今後の課題である。

要 約

沖縄県で栽培されているグアバ果実を用いてグアバピューレおよびケチャップを調製し、ケチャップ加工に重要な物性値や加熱加工前後の色調を測定した。その結果、以下の知見を得た。

- ① 沖縄県内農場より無作為に選定したピンク系グアバ果実から調製した各ピューレの糖度、pHおよび色調は比較的均一であった。また、ピューレ加熱後でも赤色（ a^* 値）に有意な変化は生じず、赤いグアバ果肉の色調を損なうことはなかった。
- ② グアバピューレは加熱によって粘度が増加し、また、ペクチナーゼ処理によって粘度を低下させることが可能であった。さらに、ペクチナーゼ処理したピューレを濃縮しても、無処理に対して低い粘度を示すことが明らかとなった。
- ③ グアバピューレから調製したケチャップは市販のトマトケチャップと比較して、クエン酸含量が低いことが示され、酸味不足の原因と考えられた。またグアバケチャップの色調はグアバの果肉色を強調した色となった。

④ 市販のトマトケチャップと比較してグアバケチャップは抗酸化活性が高く、特にグアバピューレをバクチナーゼ処理することでより抗酸化活性が高いケチャップが調製可能であることが示された。

以上の知見より、グアバ果実又はピューレおよびケチャップ加工へ適応可能であり、また抗酸化活性を付加した新しい食品素材として有用性が示された。

文 献

- 1) 多和田真淳・池原直樹：沖縄植物野外活用図鑑（新星図書出版，沖縄），p.250（1984）
- 2) 農林水産省生産局農産部園芸作物課：平成20年産特産果樹生産動態等調査（農林水産省，東京），（2009）
- 3) 出口ヨリ子・長田邦子・内田和美・木村広子・芳川雅樹・工藤辰幸・保井久子・綿貫雅章：グアバ葉熱水抽出物のdb/dbマウスにおける抗糖尿病効果およびヒト飲用試験による食後血糖値上昇抑制効果，*農化*，**72**，11～19（1998）
- 4) CHEN, H.Y. and YEN, G.C.: Antioxidant activity and free radical-scavenging capacity of extracts from guava (*Psidium guajava* L.) leaves, *Food chem.* **101**, 686～694（2007）
- 5) OLAJIDE, O.A., AWE, S.O. and MAKINDE, J.M.: Pharmacological studies on the leaf of *Psidium guajava*, *Fitoterapia*, **70**, 25～31（1999）
- 6) KATSURA, M.: Studies on the usage of tropical fruits in Okinawa (Part1): Characteristics and chemical composition of Guava, *J. Home Econ. Jpn.*, **41**, 103～108（1990）
- 7) MOWLAH, G. and ITOO, S.: Changes in pectic components, ascorbic acid, pectic enzymes and cellulase activity in ripening and stored guava (*Psidium guajava* L.), *日食工誌*, **30**, 454～461（1983）
- 8) PIRMAN, T., RIBEYRE, M.C., MOSONI, L., RÉMOND, D., VRECL, M., SALOBIR, J. and MIRAND, P.P.: Dietary pectin stimulates protein metabolism in the digestive tract, *Nutrition*, **23**, 69～75（2007）
- 9) BASU, T.K., OORAIKUL, B. and GARG, M.L.: Effects of dietary pectin on the hepatic activities of hydroxymethyl glutaryl CoA reductase and acyl CoA cholesterol acyltransferase in cholesterol supplemented mice, *J. Nutr. Biochem.*, **4**, 472～475（1993）
- 10) SANDRA, P., ASSIS, M.S. and TAPAN, K.B.: Effect of pectin on the lipid status in high cholesterol-fed mice, *Nutr. Res.*, **10**, 99～108（1990）
- 11) 須田郁夫・沖 智之・西場洋一・増田真美・小林美緒・永井沙樹・比屋根理恵・宮重俊一：沖縄県産果実類・野菜類のポリフェノール含量とラジカル消去活性，*食科工*，**52**，462～471（2005）
- 12) 農林省食糧研究所：農林省食糧研究所報告書/食糧—その科学と技術/—熱帯果樹とその利用加工（農林省食糧研究所，東京），**15**，72～91（1972）
- 13) 伊東裕子：トマト加工品，食品加工貯蔵学実習（朝倉書店，東京），pp.56～60（1986）
- 14) 藤富慎一・北原郁文・住吉 強：分光測色計を用いた量表原料イグサからの量表色調の「青味」および「白味」程度の推定，福岡県農業総合試験場研究報告，**19**，37～40（2000）
- 15) MAEDA, G., TAKARA, K., WADA, K., OKI, T., MASUDA, M., ICHIBA, T., CHUDA, Y., ONO, H. and SUDA, I.: Evaluation of antioxidant activity of vegetables from Okinawa prefecture and determination of some antioxidative compounds, *Food Sci. Technol. Res.*, **12**, 8～14（2006）
- 16) 沖 智之・増田真美・古田 収・西場洋一・須田郁夫：紫サツマイモを原材料としたチップスのラジカル消去活性，*食科工*，**48**，926～932（2001）
- 17) THAIPONG, K. and BOONPRAKOB, U.: Genetic and environmental variance components in guava fruit qualities, *Sci. Hort.*, **104**, 37～47（2005）
- 18) 稲熊隆博・早川喜郎：トマトケチャップ，食品加工総覧，（農文協編，農文協，東京）165～176（2000）
- 19) CHEN, H.Y. and YEN, G.C.: Antioxidant activity and free radical-scavenging capacity of extracts from guava (*Psidium guajava* L.) leaves, *Food Chem.*, **101**, 686～694（2007）
- 20) RHA, H.J., BAE, I.Y., LEE, S., YOO, S.H., CHANG, P.S. and LEE, H.G.: Enhancement of anti-radical activity of pectin from apple pomace by hydroximation, *Food Hydrocolloids*, **25**, 545～548（2011）
- 21) 文部科学省 科学技術・学術審議会 資源調査分科会報告/五訂増補食品成分表（女子栄養大学出版社，東京），（2006）
- 22) HIROTA, S., SATO, H. and TSUYUKI, H.: Separation and Determination of Carotenoids in Fruit Flesh of Typical Tomato Strains, *日食工誌*, **29**, 477～483（1982）
- 23) KONG, K.W., ISMAIL, A. and RAJAB, N.F.: Optimization of oven drying conditions for lycopene content and lipophilic antioxidant capacity in a by-product of the pink guava puree industry using response surface methodology, *LWT-Food Sci. Technol.*, **43**, 729～735（2010）
- 24) ASAI, A., YAMADA, Y., NAKAGAWA, K., TAKADA, N. and MIYAZAWA, T.: Antioxidative Effect of Concentrated Plastids of Tomato Fruit in Rats, *日食工誌*, **47**, 716～721（2000）

（平成24年5月31日受付，平成24年10月17日受理）