

浸漬条件の異なる梅シロップの抗酸化活性

白 井 睦 子

Antioxidant Activity of Various Japanese Apricot Syrups with Different Soaking Conditions

Mutsuko SHIRAI

安田女子大学家政学部管理栄養学科

要 旨

浸漬条件が梅シロップの抗酸化活性に及ぼす影響について検討した。その結果、広島県産（品種不明）の圧力鍋梅シロップは抗酸化活性が最も高かったが、梅シロップの抽出量は最も少なく、圧力鍋は梅シロップの調製には向かなかった。産地別梅シロップの抗酸化活性は、観賞用の完熟梅を多く用いた広島県産が高く、南高梅の青梅を多く用いた宮崎県産と和歌山県産は低かった。梅シロップの抗酸化活性は、梅の品種あるいは熟度の違いが最も大きな要因であると考えられた。ビン漬けと炊飯器では、ビン漬け4週間が高い傾向を示し、果皮の色では赤が高かった。炊飯器では浸漬時間の長い24時間が高く、水砂糖よりきび糖や黒糖が高かった。梅シロップの抗酸化活性と総ポリフェノール含量との間に正の相関関係が認められた。梅ジュースの官能評価ではきび糖が高評価であった。以上のことより、完熟梅ときび糖を使用すると抗酸化活性の高い梅シロップができると考えられた。

キーワード：梅シロップ、抗酸化活性、
ポリフェノール、官能評価

防効果など梅果実の有する機能性が注目されている²⁾。梅果実には、クエン酸などの有機酸、カテキンやクロロゲン酸などのポリフェノールが含まれている。しかし、梅果実は酸味が強く少量の青酸配糖体も含まれることから生のままでは食べられず、梅干し、梅酒、梅シロップなどに加工されて食用とされてきた。その中でも梅シロップは梅に砂糖を添加するだけで簡単に作ることができ、抽出液を水で薄めた梅ジュースは、子どもから大人まで飲むことができる。梅シロップは、梅果実を高濃度の糖で漬け込む際に高浸透圧で梅果実から水分と共にクエン酸などの有効成分が梅シロップにも移行すると考えられる。これまでに梅果実や梅酒などの加工品についての研究報告^{3) 4)}はあるが、梅シロップの浸漬方法や使用する糖の違いによる抗酸化活性と官能評価について比較検討した報告はあまり見当たらない。

本研究では、梅シロップに注目し、浸漬条件が梅シロップの抗酸化活性に及ぼす影響を明らかにすることを目的として、DPPHラジカル捕捉活性、総ポリフェノール含量、クエン酸含量および β -カロテン含量を測定した。さらに、梅シロップを5倍希釈した梅ジュースの着色度、糖度、pHの測定、官能評価も行った。

はじめに

梅 (*Punus mume* Sieb.et.Zucc) は、古くから花は観賞用に、実は漢方や保存食として利用されてきた¹⁾。梅には静菌、解毒、整腸の3つの作用があり、近年これに加え、生活習慣病やがんの予

方 法

1. 試料

試料の梅は、和歌山県産（南高梅）、宮崎県産（南高梅）、広島県産（品種不明）を用いた。和歌山県産と宮崎県産は2018年6月に広島県のスーパ

一で購入し、広島県産は安田女子大学キャンパス内で収穫した。

2. 試料の調製

梅シロップは、梅重量と果皮色を色彩計（コニカミノルタCR-20）で測定し（表1）、冷凍後、梅：砂糖＝1：0.8になるように容器の中で梅と砂糖を混合した。砂糖は、氷砂糖を用い、比較として、きび糖、黒糖を用いた。浸漬は、ビン漬け（1、2、4週間）、炊飯器保温（72～73℃、12、18、24時間）、電気圧力鍋（加熱開始10分後、加圧5分、115～118℃、保温4時間）で行った。ビン漬け4週間では果皮の色で緑、赤、黄に分けたものも、氷砂糖で浸漬した。浸漬後の梅シロップを蒸留水で希釈し、測定試料とした。但し、圧力鍋梅シロップについては、浸漬後、ジャム状になったため、ジャムと種に分けて浸漬後の梅重量を測定し、梅シロップとジャムは、5倍量のジメチルスルフォキシド（DMSO）を加え、超音波処理（3分）し、遠心分離（4℃、12000rpm、20分間）後、上清を測定試料とした。圧力鍋シロップは、抽出量が少なかったため、官能評価は行わなかった。

3. 試薬

1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl（DPPH）は富士フイルム和光純薬工業（株）より、フェノール試液および没食子酸はナカライテスク（株）より、F-キットクエン酸は、（株）J.Kインターナショナルより購入した。その他の試薬は、市販の特級試薬または高速液体クロマトグラフ（HPLC）用溶媒を用いた。

4. 糖度およびpHの測定

糖度の測定は屈折糖度計（A T A G O

MASTER-A2）を使用した。pHの測定は簡易pHメーター（HANNA instruments）を使用した。試料はいずれも梅シロップを5倍希釈して測定した。

5. 着色度の測定

着色度の測定は分光光度計（SHIMAZU UVmini-1240）を用いて行った。試験は430nm、520nm、680nmの3つの波長における試料の吸光度を測定した。試料はいずれも梅シロップを5倍希釈して測定した。

6. 抗酸化活性の測定

抗酸化活性の測定は、既報⁹⁾に従ってDPPH法で行った。褐色試験管に100mMトリス-塩酸緩衝液（pH7.4）1.8-2ml、0.5mM DPPHエタノール溶液2ml、試料溶液20-200 μ lを加え20分間反応（遮光下）させた後、517nmにおける吸光度を測定した。システインを標準物質として用い、1molのシステインが1molのDPPHを捕捉するとして、DPPHラジカル捕捉活性（ μ mol DPPH trapped/100ml sample）を算出した。試料は、和歌山県産と宮崎県産は原液、広島県産は2倍希釈、圧力鍋シロップは10倍希釈、圧力鍋ジャムは5倍希釈して測定した。

7. ポリフェノールの定量

総ポリフェノールの定量は、既報⁹⁾に従ってFolin-Denis法で行った。試料溶液0.1ml、蒸留水2.7ml、フェノール試液0.2mlを加え混合後、10%炭酸ナトリウム溶液1mlを加え30分間静置し、760nmにおける吸光度を測定した。没食子酸を標準物質として検量線を作成し、これより総ポリフェノール含量を算出した。試料は、和歌山県産と

表1 梅果皮の色度

産地	品種	色	梅 (個)	L (明度)	a(緑～赤)		b(青～黄)	
和歌山	南高	緑	9	55.8 ± 1.1	-2.1 ± 0.7	34.2 ± 1.2		
		赤	9	47.2 ± 3.5	14.3 ± 3.3	28.3 ± 4.6		
		黄	9	56.0 ± 2.6	8.4 ± 1.7	38.3 ± 2.8		
		混合	42	54.1 ± 3.5	3.6 ± 3.2	35.2 ± 2.7		
宮崎	南高	混合	32	54.1 ± 2.5	8.5 ± 2.7	35.5 ± 2.8		
広島	不明	混合	42	61.1 ± 2.8	8.9 ± 2.8	40.0 ± 2.9		

L (明度) : 暗い(0)～明るい(100), a : 緑(-)～赤(+), b : 青(-)～黄(+)

宮崎県産は2倍希釈、広島県産は5倍希釈、圧力鍋シロップは10倍希釈、圧力鍋ジャムは20倍希釈して測定した。

8. クエン酸の定量

クエン酸の定量は、市販の酵素法によるUV吸収測定キット (F-キットクエン酸) を用い、340nmにおける吸光度を測定した。試料は、圧力鍋シロップとジャムは50倍希釈し、その他の試料は10倍希釈して測定した。

9. β -カロテンの定量

β -カロテンの定量は、既報¹⁰⁾に従ってHPLC法に準じ測定した。高速液体クロマトグラフ；日立L-4705、カラム；TOSOH TSKgel Silica-150 (4.5×250mm)、移動相；アセトニトリル/メタノール=60/40/v/v、流速；1 ml/min (ポンプ；TOSOH Dp-8020)、検出波長；474nm、Retention Time；3.4minで行った。データ処理は島津クロマトパックC-R6Aを用い、ピーク面積より β -カロテン含量を算出した。測定は、和歌山県産と広島県産の一部の試料のみ行った。いずれの試料も移動相で溶解し、広島県産の圧力鍋シロップとジャムは10倍希釈、炊飯器シロップは4倍希釈して測定した。

10. 官能評価

ビン漬けと炊飯器梅シロップを水で5倍希釈した梅ジュースの官能評価を行った。安田女子大学管理栄養学科の学生 (18～21歳) 20名を評価員とし、梅ジュースを少量口に含み、味を評価した。評価項目は色、香り、味 (酸味、甘味) の強さの4項目と色、香り、味の良さ、飲みやすさ、身体に良さそう、総合評価の6項目について7段階評点法 (-3点～3点) を用い実施した。それぞれの評価の基準は、-3点が非常に弱い (非常に悪い)、-2点が弱い (悪い)、-1点がやや弱い (やや悪い)、0点がふつう (どちらでもない)、1点がやや強い (やや良い)、2点が強い (良い)、3点が非常に強い (非常に良い) とした。

11. 統計処理

抗酸化活性、総ポリフェノール含量、クエン酸含量、 β -カロテン含量の測定は、それぞれ3回繰り返して行い、その平均値±標準偏差で表した。

統計処理はExcel 2016 (Microsoft) の関数および解析ツールで行った。

官能評価については、一元配置分散分析により有意性を確認した後、Tukeyによる多重比較を行い、有意水準5%未満とした。

結 果

1. 梅シロップの浸漬条件とシロップ抽出量

表2に梅シロップの浸漬条件とシロップ抽出量を示した。果実重減少率は、広島県産の梅で比較した場合、ビン漬けより炊飯器で高く、圧力鍋が最も高かった。原料果実100g当たりのシロップ抽出量は、ビン漬けが炊飯器より多い傾向を示し、圧力鍋は他と比べてかなり少なかった。

2. 梅ジュースの糖度、pHおよび着色度

表3に梅シロップを5倍に希釈した梅ジュースの糖度、pHおよび着色度の測定結果を示した。糖度は10.8～13.0%で、きび糖で少し高かった。pHは2.4～3.0の間で、いずれの試料も酸性であった。着色度は430nm (緑黄色) > 520nm (赤紫色) > 680nm (青緑色) の順に高く、いずれの試料も430nm (緑黄色) で高値を示し、特に黒糖が高い値を示した。430nmと520nmの吸光度は褐色度の評価にも用いられるが、黒糖、きび糖、圧力鍋は、430nmと520nmで高値を示し褐色度が高かった。

3. 梅シロップの抗酸化活性

図1 (A) に梅シロップのDPPHラジカル捕捉活性 (抗酸化活性) の結果を示した。梅シロップの抗酸化活性 ($\mu\text{mol DPPH trapped}/100\text{ml}$) は、ビン漬け4週間の産地別では広島県産 (890) > 宮崎県産 (150) > 和歌山県産 (100) の順に高かった。和歌山県産の浸漬期間別では4週間 (96) > 1週間 (82) > 2週間 (74) の順に高く、果皮の色別では赤 (128) > 黄 (111) > 緑 (98) の順に高かった。ビン漬けと炊飯器の比較では、宮崎県産のビン漬け4週間 (148) が炊飯器12時間 (86) より高く、広島県産のビン漬け4週間 (893) が炊飯器24時間 (750) や18時間 (550) より高かった。広島県産の炊飯器砂糖別では黒糖 (1300) > きび糖 (940) > 氷砂糖 (750) の順に高かった。

表2 梅シロップの浸漬条件と抽出量

産地 (品種)	浸漬方法	浸漬時間・ 期間 (その他)	浸漬前			浸漬後		果実 重減 少率 (%)	原料 果実 100g 当た りのシ ロップ 量(g)
			梅 (個)	梅重量 (g)	砂糖量 (g)	梅重量 (g)	シロップ 重量 (g)		
和歌山 (南高)	ビン漬け	1week	9	239.4	191.5	105.0	321.0	43.9	134.1
		2week	9	266.6	213.2	98.5	376.6	36.9	141.3
		4week	9	252.7	202.1	77.0	374.2	30.5	148.1
		4week(緑)	9	237.4	189.7	77.4	343.3	32.6	144.6
		4week(赤)	9	259.9	207.7	79.4	383.0	30.6	147.4
		4week(黄)	9	253.8	203.1	72.4	376.6	28.5	148.4
宮崎 (南高)	ビン漬け	4week	16	492.0	394.0	138.0	739.0	28.0	150.2
	炊飯器	12h	16	491.0	393.0	192.0	661.0	39.1	134.6
広島 (不明)	ビン漬け	4week	6	200.5	160.4	97.9	258.8	48.8	129.1
	炊飯器	18h	6	196.0	157.0	103.0	256.0	52.6	130.6
		24h	7	217.0	173.0	114.0	238.0	52.5	109.7
		24h(きび糖)	5	144.0	115.0	65.0	179.0	45.1	124.3
	24h(黒糖)	5	162.0	130.0	56.0	222.0	34.6	137.0	
	圧力鍋	5min	7	216.1	172.8	135.1 種 31.7	151.8	77.2	70.2

表3 梅ジュースの糖度、pHおよび着色度

産地 (品種)	浸漬方法	浸漬時間・期間 (その他)	糖度 (Brix%)	pH	着色度		
					430nm (緑黄)	520nm (赤紫)	680nm (青緑)
和歌山 (南高)	ビン漬け	1week	11.5	2.97	0.023	0.012	0.005
		2week	11.3	3.03	0.020	0.010	0.008
		4week	11.7	2.87	0.013	0.008	0.002
		4week(緑)	11.1	3.04	0.037	0.021	0.011
		4week(赤)	11.4	2.97	0.029	0.021	0.007
		4week(黄)	11.2	2.95	0.023	0.013	0.007
宮崎 (南高)	ビン漬け	4week	11.4	2.68	0.383	0.253	0.066
	炊飯器	12h	12.0	2.77	0.042	0.024	0.014
広島 (不明)	ビン漬け	4week	11.6	2.61	0.018	0.010	0.003
	炊飯器	18h	10.8	2.36	0.122	0.047	0.014
		24h	12.7	2.53	0.215	0.068	0.005
		24h(きび糖)	13.0	2.65	0.513	0.210	0.056
		24h(黒糖)	12.5	2.91	2.498	1.291	0.590
	圧力鍋	5min(シロップ)	12.5	2.59	0.463	0.112	0.004
5min(ジャム)		12.1	2.65	0.790	0.191	0.012	

本研究の中で抗酸化活性が最も高かったのは、広島県産の圧力鍋梅シロップ(2524)で圧力鍋梅ジャム(2015)より高かった(図のデータ省略)。

4. 梅シロップの総ポリフェノール含量

図1(B)に梅シロップの総ポリフェノール含量を没食子酸当量で示した。梅シロップの総ポリフェノール含量(mg/100ml)は、ビン漬け4週間の産地別では広島県産(76) > 宮崎県産(35)

>和歌山県産(21)の順に高かった。和歌山県産の浸漬期間別では4週間(21) > 1週間(18) > 2週間(16)の順に高く、果皮の色別では赤(27) > 黄(26) > 緑(25)の順に高かった。ビン漬けと炊飯器の比較では、宮崎県産のビン漬け4週間(35)と炊飯器12時間(36)で差はなく、広島県産のビン漬け4週間(76)は炊飯器18時間(75)とは差がなかったが24時間(86)より低かった。広島県産の炊飯器砂糖別では黒糖(193) > きび糖(142) > 氷砂糖(86)の順に高かった。本研究の中で総ポリフェノール含量が最も高かったのは、圧力鍋梅ジャム(234)で圧力鍋梅シロップ(154)より高かった(図のデータ省略)。

5. 梅シロップのクエン酸量

図1(C)に梅シロップのクエン酸含量を示し

た。梅シロップのクエン酸含量(mg/100 ml)は、和歌山産のビン漬け1週間と2週間(616)で差はなく、4週間(629~636)は果皮の色別で差はなかった。宮崎県産のビン漬け4週間(559)は全体で一番少なく、炊飯器12時間(591)も少なかった。広島県産の炊飯器ビン漬け18時間(594)と炊飯器24時間氷砂糖(602)で差はなく、きび糖(624)と黒糖(622)で差はなかった。圧力鍋梅ジャム(2177)と圧力鍋梅シロップ(1989)で高かった(図のデータ省略)。

6. 梅シロップのβ-カロテン含量

図1(D)に梅シロップのβ-カロテン含量(mg/100ml)を示した。和歌山県産の浸漬期間別では4週間(0.25)のみ測定できたが、1週間と2週間は検出限界(0.05mg/100ml)以下であった。

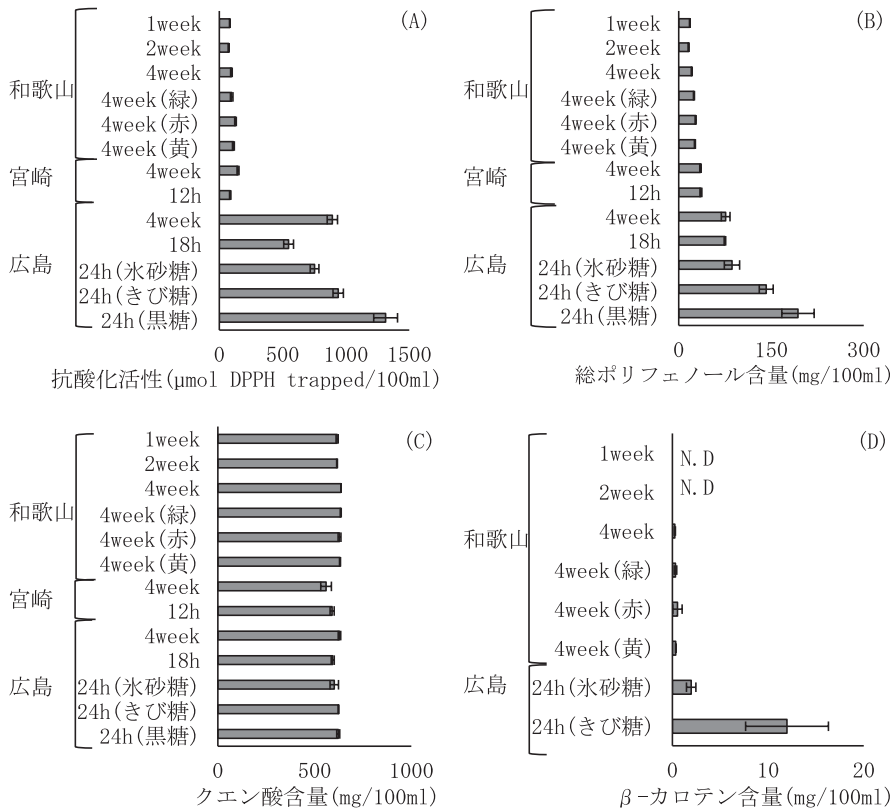


図1. 梅シロップの抗酸化活性と機能性成分

A: 抗酸化活性 B: 総ポリフェノール含量 C: クエン酸含量 D: β-カロテン含量
 1week, 2week, 4week: ビン漬け, 12h, 18h, 24h: 炊飯器
 N.D.: 検出限界 (β-カロテン 0.05mg/100ml) 以下
 平均値 ± 標準偏差 (n=3)

果皮の色別では赤 (0.53) > 黄 (0.35) > 緑 (0.32) の順に高かった。広島県産の炊飯器砂糖別では、きび糖 (12.0) が氷砂糖 (1.96) よりも高く、圧力鍋梅シロップ (54.9) は圧力鍋梅ジャム (12.7) より高かった (図のデータ省略)。

7. 梅シロップの抗酸化活性と総ポリフェノール含量との相関性

図2に梅シロップの抗酸化活性と総ポリフェノール含量との相関性を示した。抗酸化活性と総ポリフェノール含量の相関係数は0.8897、圧力鍋の梅シロップと梅ジャムを含まない相関係数は0.9535で両者の間に高い相関を示した。

8. 梅ジュースの官能評価

図3に梅ジュースの官能評価の結果を示した。ビン漬け4週間の産地別では、有意差はないが、宮崎県産が飲みやすさ、味、総合評価で高評価であった。和歌山県産の浸漬期間別では、浸漬1週間は4週間より酸味が有意に弱く、有意差はないが、飲みやすさ、味、総合評価で高評価であった。果皮の色別では、有意差はないが、緑が香り、味、飲みやすさでは高評価で、総合評価では赤が高評価であった。宮崎県産では、有意差はないが、炊飯器12時間はビン漬け4週間より酸味が弱く甘味が強かった。広島県産では、炊飯器24時間は、ビン漬け4週間より酸味が有意に弱く、飲みやすさは有意に良く、総合評価も高評価であった。炊飯

器の浸漬時間では、有意差はないが、24時間は18時間より飲みやすさ、味、総合評価で高評価であった。砂糖別では、きび糖と氷砂糖が飲みやすさ、味で高評価であったのに対し、黒糖は色、香り、味、飲みやすさの評価が低く、総合評価はきび糖より有意に低かった。

考 察

本研究では、浸漬条件が梅シロップの抗酸化活性に及ぼす影響について検討した。その結果、梅シロップの抗酸化活性は、広島県産 (品種不明) の圧力鍋梅シロップが最も高かった。しかし、圧力鍋梅シロップは梅の実が崩れジャム状になり、抽出量も最も少なかったため、水で希釈することが難しく、梅ジュースの官能評価は行えなかった。圧力鍋梅シロップと梅ジャムは、抗酸化活性、ポリフェノール含量、 β -カロテン含量、クエン含量が高く、圧力鍋は梅シロップより梅ジャムの調製に適していると考えられた。

ビン漬け4週間の産地別梅シロップの抗酸化活性は、広島県産が高かったが、官能評価では宮崎県産が総合評価で高評価であった。宮崎県産および和歌山県産の南高梅はスーパーで入手した食用の青梅を多く使用したのに対し、広島県産の梅は品種不明の観賞用で、完熟したものを多く使用した。梅シロップの抗酸化活性は、梅の品種あるいは熟度の違いが最も大きな要因であると考えられ

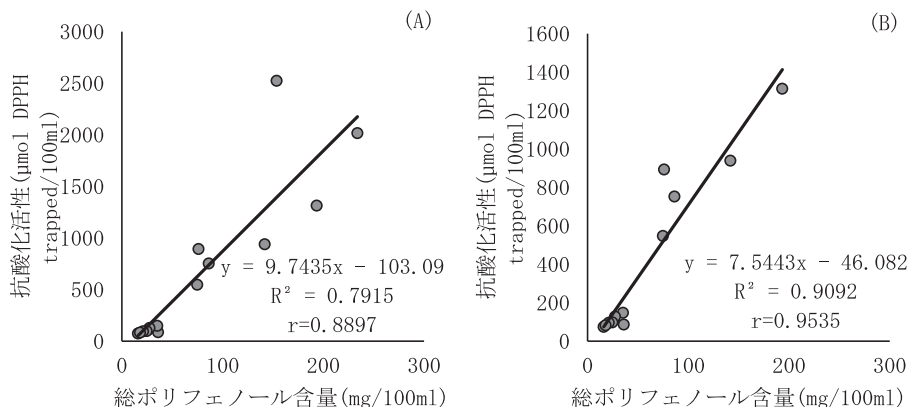


図2. 梅シロップの抗酸化活性とポリフェノール含量との相関
A:ビン漬け, 炊飯器, 圧力鍋の梅シロップ (圧力鍋の梅ジャムを含む)
B:ビン漬けと炊飯器の梅シロップ (圧力鍋の梅シロップと梅ジャムを含まない)

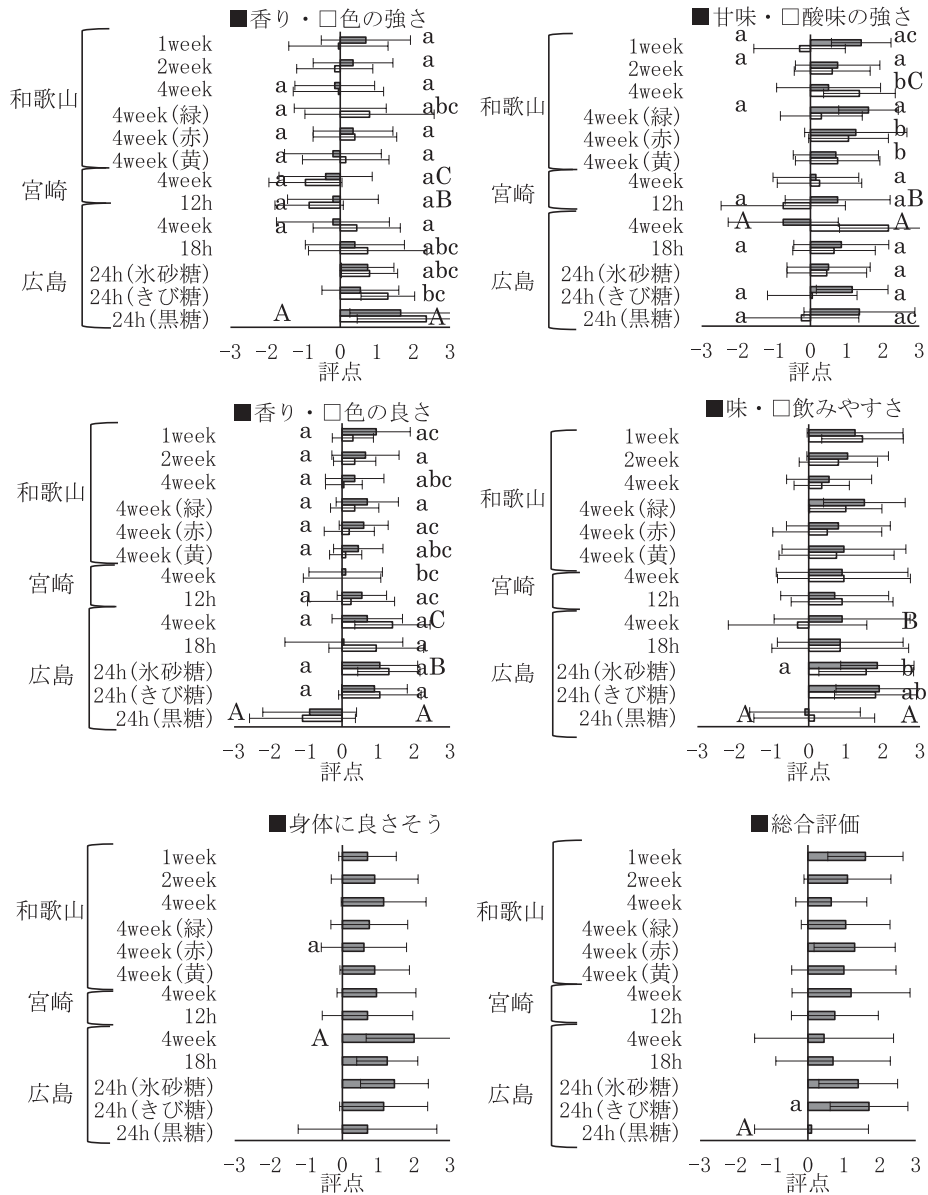


図3. 梅ジュースの官能評価
 平均値±標準偏差 (n=20)
 ■左、□右の同じアルファベットの大小文字間に有意差あり (p<0.05)

た。

和歌山県産のビン漬け梅シロップの抗酸化活性は、浸漬期間の長い4週間が高く、官能評価では浸漬期間の短い1週間が味、飲みやすさ、総合評価で高評価であった。浸漬期間が長いとポリフェノールなどの抗酸化成分やクエン酸などの有機酸がより多く抽出され、抗酸化活性は高いが、酸味

が強く、官能評価では低評価になったと考えられた。果皮の色では赤が抗酸化活性、総ポリフェノール含量、β-カロテン含量が高く、官能評価でも、総合評価では高評価であった。大江らは、果実の成熟が進むにつれて果皮の赤色着色が増大するとともにアントシアニンやβ-カロテン含量が増加していることを報告している⁷⁾。本研究において、

果皮が赤色の梅シロップはアントシアニンや β -カロテンを多く含むため、抗酸化活性が高くなったと考えられた。

宮崎県産の梅シロップの抗酸化活性は、ビン漬け4週間が炊飯器12時間より高く、着色度も高かったが、ポリフェノール含量には差がなかった。広島県産の梅シロップの抗酸化活性はビン漬け4週間が炊飯器より高く、ポリフェノール含量はビン漬けより炊飯器24時間が高かった。データは示さないが、原料果実100g当たりのシロップ量から算出した抗酸化活性とポリフェノール量を比較すると、ビン漬けと炊飯器のポリフェノール量には大きな差はないが、抗酸化活性はビン漬けが高いことから、ビン漬け4週間の梅シロップは浸漬期間中にポリフェノール以外の抗酸化物質が生成された可能性が示唆された。

広島県産の炊飯器梅シロップの抗酸化活性は、浸漬時間の長い24時間が18時間より高く、砂糖別ではきび糖や黒糖が氷砂糖より高かった。官能評価ではきび糖や氷砂糖が高評価で、黒糖は総合評価できび糖より有意に低評価であった。きび糖や黒糖の原料であるサトウキビにはビタミン、ミネラル、ポリフェノールなどの栄養成分が多く含まれている¹¹⁾。氷砂糖は不純物を完全に除去するのに対し、きび糖や黒糖は必要最低限の不純物だけを取り除くため、ポリフェノールなどの抗酸化物質が多く含まれている¹²⁾。きび糖や黒糖の梅シロップの抗酸化活性が高かったのは梅に含まれる緑黄色系のポリフェノールに加え、砂糖に含まれる抗酸化物質が関与したためと考えられた。しかし、黒糖は、抗酸化活性は高いが、官能評価では低評価であったため、梅シロップの調製には向かない。

クエン酸含量は、ビン漬けと炊飯器では、産地、浸漬時間、砂糖の種類で多少違いはあったが、大きな差はなく、クエン酸は梅シロップの抗酸化活性には関与していないと考えられた。抗酸化活性とポリフェノール含量との間に正の相関関係が認められたことから梅シロップの抗酸化活性にはポリフェノールが関与していることが示唆された。

以上のことより、梅シロップを作る際には青梅より完熟梅を原料とし、浸漬はビン漬けで4週間か炊飯器を用い、氷砂糖よりきび糖を使用することで、より抗酸化活性の高い良好な香味の梅シロ

ップができることが明らかとなった。

引 用 文 献

1. 杉田浩一, 平宏和, 田島真, 安井明美. (2008) 日本食品大辞典 うめ. 医歯薬出版, 229-230
2. 小林恭一. (2000) 食品加工総覧 素材 果樹・樹木 ウメ. 農山漁村文化協会, 11: 82-91
3. 八重垣英明. (2013) ウメの生産、流通、加工の現状と育種目標. 果樹研究所研究報告, 16: 1-12
4. 大江孝明. (2016) 有用成分に基づく梅加工品づくり. 化学と教育, 64: 288-291
5. 大江孝明, 根来圭一, 岡室美絵子, 土田靖久, 細平正人. (2009) 加工方法の違いが梅酒およびウメ抽出液の品質に及ぼす影響. 近畿中国四国農業研究, 14: 118-122
6. 大江孝明, 櫻井直樹, 山崎哲弘, 奥井弥生, 石原紀恵, 岡室美絵子, 中西慶, 土田靖久, 細平正人. (2012) ウメ'南高'果実の着果位置の違いが梅酒加工品の品質に及ぼす影響. 園芸学研究11(3): 371-378
7. 大江孝明, 竹中正好, 櫻井直樹, 根来圭一, 古屋拳幸, 岡室美絵子, 土田靖久. (2013) ウメ'露茜'果実の熟度と着果条件がアントシアニンの蓄積およびその他の機能性成分に及ぼす影響. 園芸学研究, 12(4): 411-418
8. 白坂憲章, 野村毅, 村上哲男, 吉栖 肇. (2003) 梅酢中のアリルテトラリン化合物の抗酸化活性および抗変異原性. 日本食品化学工学会誌, 50: 203-206
9. 白井睦子, 高村一知. (2015) カムカム飲料の抗酸化活性. 安田女子大学紀要, 44: 325-331
10. 白井睦子, 河野由希子. (2018) 常緑キリンソウの栄養成分と抗酸化活性. 安田女子大学紀要, 46: 219-224
11. 石井恵史, 吉本誠, 杉本明. (1999) 食品加工総覧 素材編 サトウキビ. 農山漁村文化協会, 9: 379-391
12. 前川文男, 山田充, 石川尚子. (2000) 食品加工総覧 加工品編 砂糖. 農山漁村文化協会, 7: 359-371

[2021. 9. 16 受理]

コントリビューター：能勢 晶 教授
(管理栄養学科)