

育種素材探索を目的としたウメ果実の品質成分および 形質の品種間差異

大江孝明・林恭平・桑原あき¹・根来圭一

和歌山県農林水産総合技術センター 果樹試験場 うめ研究所

Variation of Contents of Quaritcal Components and Characteristics in Japanese Apricot Fruits
in Purpose to Search Breeding Materials

Takaaki Oe, Kyohei Hayashi, Aki Kuwabara and Keiichi Negoro

Laboratory of Ume, Fruit Tree Experiment Station

Wakayama Research Center of Agriculture, Forestry and Fisheries

緒 言

和歌山県ウメ主力品種の‘南高’は自家不和合性のため授粉樹を必要とし、開花期の気候による着果量の変動はあるが、収量性、梅干や梅酒等への加工性が優れ、ブランドとして定着している。ウメ果実は生果で食されないことから、その品質は他の果実のように食味上重視される糖度、酸度ではなく、主に大きさや外観で評価されているが、消費者の健康意識の高まりの中で、保健機能に関係する果実中品質成分は生果や加工品の評価するうえで重要な位置づけとなってきている。よって、自家和合性を有する品種や品質成分に優れた品種を探索し、親品種として交雑することにより、優れた後代を得ることができる。

ウメは疲労回復効果や血液レオロジーの改善効果を有するクエン酸（尾崎，2004；伊藤，1991）等の有機酸，ビタミン A の前駆体である β -カロテン（田中，2002；矢野ら，2002），抗酸化性を示して生活習慣病予防効果を有するポリフェノール類（田中，2003）が豊富で，抗酸化能が高い（石川ら，1999；木村ら，2002）。また，ウメを含むバラ科果樹は整腸作用を有する糖アルコールのソルビトールを多く含む（伊藤，1991）。矢野（1999）は果実類に含まれ，生理機能研究の面から重要な化合物として，ポリフェノール，カロテノイド，糖アルコール等を，尾崎（2004）はウメに含まれる生理的機能に関わる品質成分として，有機酸，ポリフェノール等を挙げている。

ウメの品質成分の品種間差異に関して，多品種を比較したものとしては，垣内ら（1985）が有機酸について，田中ら（2001）がカロテノイドについて青果収穫果実で報告している。しかし，既報（投稿中）で，収穫期間中でもクエン酸含量は増加傾向を示し，抗酸化能は減少傾向を示したことから，品質成分含量の品種間差を断定するには収穫期間中の変化を考慮して比較しなければならない。また，筆者らは‘南高’では紅色着色果実は着色していない果実に比べて抗酸化能が高いという結果を得ている（大江ら，2003）。紅色着色した果実は外観の美しさから個性化商材として評価が高い。

そこで，本試験ではクエン酸， β -カロテン，ソルビトール，抗酸化能，紅色着色の面で優れた品種を探索し，育種素材として活用することを目的として，25 品種の青果の品質成分含量や紅色着色を比較した。青果で優れると判断された品種については，収穫期間中の含量の変化を調査した。

¹現在：果樹園芸課

材料および方法

試験1 青果収穫適期における品質成分の比較

2002年5月より、暖地園芸センター内ほ場（西向き斜面園）植栽の25品種について、外観（果皮色、つや、毛じの抜け具合）で判断した青果収穫適期に各品種成木1樹の樹冠外周部より果実を10果採取した。採取した果実は種を除いた後、果肉（果皮を含む、以下の試験すべて同様）を10果からほぼ均等に合計10g取り、 -28°C のフリーザーに保存した後、有機酸、ソルビトール、 β -カロテン含量および抗酸化能を分析した。また、外観上の評価項目の1つである紅色着色部の果実表面全体に占める割合を達観により調査した。

有機酸、ソルビトール含量および抗酸化能の測定は、試料10gを80%エタノールでホモジナイザー（Nissei, AM-3）およびマルチディスペンサー（SMT, PB95）を用いて磨砕抽出後、100mlに定容し、 $0.45\ \mu\text{m}$ のメンブランフィルターでろ過したものを用いて行った。曾根ら（2000）の方法に準じて、有機酸はShim-pack SCR-102Hカラム（移動相：5mM p-トルエンスルホン酸水溶液、緩衝液；5mM p-トルエンスルホン酸、 $100\ \mu\text{M}$ EDTA、20mM Bis-Tris水溶液、検出；電気伝導度）、ソルビトールはShim-pack SCR-101Cカラム（移動相：水、反応液；20mM タウロシアン、100mM 四ほう酸ナトリウム、1mM 過ヨウ素酸ナトリウム水溶液、pH10.5、検出；蛍光光度、Ex.320,Em.450）を用いてHPLC（島津製作所、LC10A）で測定した。抗酸化能は小林（1999）の方法を参考に、安定ラジカルであるDPPHを用いて測定した。すなわち、 $200\ \mu\text{L}$ の試料溶液に $800\ \mu\text{L}$ の0.1M Tris緩衝液（pH7.4）と1mlの $500\ \mu\text{M}$ DPPHエタノール溶液を加え、20分間反応させた後、分光光度計（JASCO, V-500）を用いて517nmの吸光度を測定し、 α -トコフェロール相当量（以下TE）として表した。 β -カロテン含量は満田ら（2002）および浜渦・茶珍（1995）の方法を参考に以下のように行った。試料10gを前述の有機酸等と同様、アセトン中で磨砕し、ガラスフィルター（11G-3）で吸引濾過しつつ残さの色素が無くなるまでアセトンを加えながら抽出した後、濾液を100mlに定容して分析試料とした。測定はShim-pack VP-ODSカラムを用いたHPLCにより、満田ら（2002）と同様に（移動相：90%アセトニトリルと酢酸エチルのグラジェント、検出；450nm吸光度）行った。

試験2 品質成分の収穫期間中の含量変化による比較

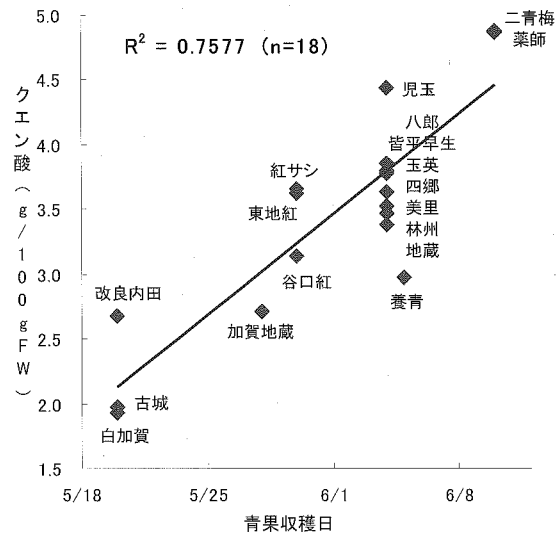
試験1で有望と判断された品種のうち、収穫労力や梅干加工適性を考慮して調査対象を普通種のウメ8品種（‘紅サシ’、‘児玉’、‘薬師’、‘地蔵’、‘谷口紅’、‘東地紅’、‘美里’、‘二青梅’）に絞り、‘加賀地蔵’とあわせた9品種を調査した。‘加賀地蔵’については、特に有望と判断された‘地蔵’を親にもつことから、熟度進行により品質成分が高まることが予想されたため調査対象に加えた。これら品種の品質成分や果実形質について、2003年に開花後100日頃から完熟落果終期までの推移を調査した。すなわち、各品種成木1樹の樹冠外周部より5日ごとに10果ずつ採取し、試験1と同様に、有機酸、可溶性糖、 β -カロテン含量、抗酸化能および紅色着色を調査した。なお、可溶性糖のうちフルクトースは試験1のソルビトールと同一条件で、グルコースとスクロースはShim-pack SCR-101Pカラム（移動相：水、検出；示差屈折率）を用いてHPLCで行った。また、梅干し品質の1つである果肉の柔らかさの目安として果実硬度を測定した。果実硬度は直径5mmの円形プランジャーを装着したレオメーター（サン科学、COMPACT100）を用い、60mm/minの速度で1mm侵入する時の最大負荷を測定した。

結 果

試験1 青果収穫適期における品質成分の比較

青果収穫果実の有機酸含量について、クエン酸含量は‘二青梅’、‘薬師’、‘児玉’が4.00g/100gFW

を超え、全品種の平均値の 1.30 倍以上であった(第1表)。また、アンズ系品種(‘大平’, ‘豊後’, ‘西洋梅’)および‘古城’, ‘白加賀’, ‘加賀地蔵’はクエン酸含量が平均値よりも少なく、リンゴ酸含量と同等かそれ以下であった。ソルビトール含量は‘地蔵’, ‘西洋梅’, ‘二青梅’が 600mg/100gFW を超え、平均値の 2.00 倍以上であった。β-カロテン含量は‘地蔵’が 0.81mg/100gFW と平均値の 2.24 倍であった。抗酸化能は‘大平’, ‘美里’, ‘紅サシ’が 760 μmolTE/100gFW を超え、平均値の 1.30 倍以上であった。紅色着色は‘紅サシ’, ‘東地紅’, ‘白王小梅’, ‘前沢小梅’, ‘竜峡小梅’, ‘谷口紅’が果実表面の 5%以上で着色した。また、小梅とアンズ系の品種を除くと、収穫時期が遅い品種ほどクエン酸含量が高い傾向が見られた(第1図)。



第1図 異なる品種の収穫時期とクエン酸含量(2002年)

注) 青果収穫, 小梅およびアンズ系品種を除く

第1表 品種と青果収穫果実の形質および品質成分(2002年)^z

品種	採取日	果実重 (g)	硬度 (kg)	紅色着色 (%)	有機酸(mg/100gFW)			ソルビトール (mg/100gFW)	β-カロテン (mg/100gFW)	抗酸化能 ^w (μmol TE/100gFW)
					クエン酸	リンゴ酸	計			
小梅類										
白王小梅	5月13日	4.9	1.7	13	3.5	2.6	6.1	253	0.40	586
織姫小梅	5月13日	6.2	1.3	2	3.0	1.8	4.8	140	0.32	435
竜峡小梅	5月13日	7.8	1.5	9	3.8	2.4	6.2	174	0.37	511
前沢小梅	5月13日	8.7	1.3	13	1.7	1.3	3.0	94	0.33	236
普通ウメ										
改良内田	5月20日	21.8	2.3	2	2.7	2.4	5.1	199	0.22	565
古城	5月20日	23.5	3.0	2	2.0	2.6	4.6	167	0.25	600
白加賀	5月20日	26.5	3.3	2	1.9	2.6	4.5	160	0.22	563
加賀地蔵	5月28日	31.0	2.9	3	2.7	2.7	5.4	363	0.28	592
東地紅	5月30日	14.2	1.9	17	3.6	2.0	5.6	158	0.40	609
谷口紅	5月30日	16.4	2.2	6	3.1	2.6	5.8	343	0.27	500
紅サシ	5月30日	18.9	2.4	18	3.7	1.7	5.4	531	0.39	764
八郎	6月4日	14.1	1.7	1	3.9	1.6	5.5	336	0.42	490
地蔵	6月4日	16.1	1.5	1	3.4	2.6	6.0	653	0.81	411
皆平早生	6月4日	16.2	1.3	0	3.8	1.8	5.6	228	0.43	561
玉英	6月4日	24.9	1.7	2	3.8	2.5	6.2	316	0.40	611
児玉	6月4日	36.8	1.7	4	4.4	1.8	6.2	207	0.19	670
林州	6月4日	37.4	2.4	0	3.5	2.1	5.6	221	0.21	698
美里	6月4日	37.9	2.1	0	3.5	2.1	5.6	240	0.26	806
四郷	6月4日	43.4	2.4	1	3.6	2.1	5.8	260	0.31	501
養青	6月5日	22.5	2.1	3	3.0	2.4	5.3	105	0.52	496
二青梅	6月10日	22.3	1.7	1	4.9	1.3	6.2	601	0.39	613
薬師	6月10日	23.5	1.8	2	4.9	1.3	6.1	381	0.35	612
アンズ系										
大平	6月4日	40.3	3.0	0	2.1	2.9	5.0	356	0.16	1052
豊後	6月5日	51.0	—	1	2.4	2.2	4.7	222	0.50	474
西洋梅	6月10日	60.0	—	2	2.8	2.8	5.7	615	0.57	508
平均			2.1	4	3.3	2.2	5.4	293	0.36	579

z: 各品種の達観による青果収穫適期に1樹より10果採取し調査
 y: 一の品種は調査不能
 x: 果実表面に占める赤みを帯びた部分の割合(%)を達観で判断した値
 w: TEはα-トコフェロール相当量を示す

試験2 品質成分の収穫期間中の含量変化による比較

試験1で品質成分が多く紅色着色が優れると判断された8品種と‘加賀地蔵’について、収穫期間中の品質成分や果実形質の推移を調査した。果肉のクエン酸含量は、各品種の最大値で比較すると、‘二青梅’、‘薬師’が5.00g/100gFWを超え、各品種の最大値の平均に比べてそれぞれ1.27倍、1.10倍であった(第2表)。可溶性糖含量は発育とともに高まる品種が多かったが、ソルビトールは一定の傾向を示さなかった。ソルビトール含量は‘地蔵’が322mg/100gFW以上で各品種の最大値の平均よりも常に高く推移し、最大値は1.93倍であった。β-カロテン含量は‘地蔵’、‘二青梅’が最大値で1.0mg/100gFWを超え、最大値の平均に比べてそれぞれ2.39倍、1.74倍であった。抗酸化能は‘児玉’、‘二青梅’が最大値で900 μ molITE/100gFWを超え、最大値の平均に比べてそれぞれ1.25倍、1.24倍であった。紅色着色は試験1と同様、‘紅サシ’、‘東地紅’、‘谷口紅’が果実表面の5%以上で着色した。果実硬度は‘二青梅’、‘地蔵’、‘谷口紅’が完熟期にレオメーター値1kg以下にまで低下した。また、‘地蔵’は開花後日数が経過するにつれ、H⁺値が大幅に低下した。‘加賀地蔵’はH⁺値の大幅な低下がみられず、ソルビトール、β-カロテン含量が平均値程度で‘地蔵’よりも低かった。

第2表 品種、開花後日数と果実の形質および品質成分(2003年)

品種および 採取日 加賀地蔵	果実重 (g)	硬度 (kg)	紅色着色 (%)	果皮色				有機酸(g/100gFW)			糖(mg/100gFW)		β-カロテン (mg/100gFW)	抗酸化能 (μ molITE/100gFW)
				L*	a*	b*	H*	クエン酸	リンゴ酸	計	ソルビトール	可溶性糖 ^y		
6月1日(100) ^x	37.1	2.9	0	55	-11	32	109	2.53	2.72	5.26	196	512	0.15	644
6月6日(105)	43.1	2.6	0	56	-11	33	108	3.22	2.67	5.89	244	839	0.15	771
6月11日(110)	49.6	1.8	1	59	-11	34	107	3.85	2.74	6.59	309	1377	0.21	666
紅サシ														
5月25日(100)	12.2	3.3	0	49	-6	26	103	2.60	2.45	5.05	202	725	0.27	633
5月30日(105)	11.6	3.1	3	50	-7	29	103	3.21	2.15	5.36	214	668	0.25	753
6月4日(110)	14.1	3.0	9	52	-8	28	107	3.41	1.51	4.92	232	967	0.35	757
6月9日(115)	18.6	1.9	7	54	-8	30	105	3.97	1.48	5.45	271	1417	0.39	859
6月14日(120)	20.8	1.3	18	56	-8	34	103	4.39	1.43	5.82	255	1682	0.65	702
児玉														
5月25日(100)	19.3	3.2	1	55	-9	30	107	2.72	2.51	5.23	157	486	0.18	819
5月30日(105)	20.5	3.1	2	54	-10	33	106	3.31	2.53	5.85	208	587	0.16	966
6月4日(110)	23.0	3.1	2	55	-11	33	108	3.16	1.94	5.10	135	417	0.13	829
6月9日(115)	28.0	2.1	1	58	-11	32	109	4.02	1.81	5.83	136	580	0.11	716
6月14日(120)	31.4	1.8	2	60	-11	33	109	4.52	1.71	6.23	145	767	0.18	661
薬師														
6月1日(100)	19.0	3.3	0	52	-9	28	107	3.63	2.13	5.76	221	672	0.31	792
6月6日(105)	21.2	3.7	0	54	-9	30	107	4.23	1.55	5.78	199	644	0.19	852
6月11日(110)	22.5	3.1	1	54	-9	29	107	4.62	1.12	5.74	262	905	0.18	800
6月16日(115)	31.6	1.8	0	56	-11	33	109	5.01	1.05	6.07	152	1098	0.20	803
6月21日(120)	32.7	1.4	0	56	-10	32	107	4.60	0.72	5.33	102	881	0.24	603
地蔵														
6月10日(100)	15.2	1.9	2	59	-9	31	106	3.84	2.81	6.64	575	1512	0.24	600
6月15日(105)	19.5	1.1	4	60	-7	38	100	4.06	2.36	6.42	409	1398	0.75	452
6月20日(110)	21.6	0.9	1	63	-2	39	93	4.07	2.05	6.12	329	1365	1.15	442
6月25日(115)	23.6	1.0	3	63	1	42	89	4.08	1.81	5.89	399	1359	1.22	458
6月30日(120)	22.5	0.8	2	63	3	44	86	4.46	1.46	5.92	322	1349	1.58	403
谷口紅														
6月4日(100)	17.6	3.3	2	55	-9	29	108	2.73	2.61	5.34	190	685	0.27	584
6月9日(105)	25.1	1.8	6	58	-8	31	105	3.87	2.57	6.43	188	1147	0.23	627
6月14日(110)	23.7	0.8	4	63	-7	42	99	4.42	1.90	6.32	188	1523	0.70	470
東地紅														
6月7日(100)	21.0	2.0	6	59	-10	36	105	4.28	2.35	6.63	225	933	0.29	634
6月12日(105)	23.0	1.0	5	62	-6	41	100	4.25	1.84	6.09	331	1580	0.56	540
6月17日(110)	28.1	1.1	13	61	-6	38	100	4.40	1.56	5.96	118	1140	0.96	686
美里														
6月10日(100)	38.4	3.1	0	54	-11	32	108	3.36	2.28	5.63	206	787	0.11	597
6月15日(105)	44.6	1.9	1	56	-12	37	107	4.05	1.72	5.76	74	579	0.18	536
二青梅 ^z														
6月13日	22.8	2.3	0	57	-11	34	108	4.63	1.49	6.12	29	687	0.22	938
6月18日	23.4	1.7	0	57	-10	36	105	4.97	1.15	6.12	217	842	0.23	958
6月23日	24.6	1.3	0	59	-9	37	104	4.80	1.13	5.92	314	1082	0.32	804
6月28日	25.9	1.1	0	59	-8	39	102	5.34	0.87	6.22	328	-	0.40	759
7月3日	27.1	0.9	0	59	-7	38	100	5.46	0.71	6.17	258	-	0.55	747
7月8日	27.8	0.7	0	60	-5	39	97	5.75	0.61	6.36	297	-	1.15	750
最大値の平均			5					4.54		6.28	298		0.66	768

z: 二青梅のみ青果収穫始期から5日ごとに採取

y: ソルビトール, フルクトース, グルコース, スクロースの合計

x: ()内は開花後日数を示す

考 察

育種素材としての有用な品種を探索するために、ウメの品質成分面から重要と考えられるクエン酸、 β -カロテン、ソルビトール、抗酸化能および紅色着色程度について、品種間比較を行った。ウメ果実の発育と品質成分の関係については、発育に伴い果肉（果皮を含む）のクエン酸含量は増加し（稲葉・中村, 1981; 垣内ら, 1985）、ソルビトール含量は果皮の黄化始期から急激に増加することが報告されている（稲葉・中村, 1981）。また、抗酸化能は果肉一定量当たりでは減少傾向を示すことが報告されている（石川ら, 1999）。筆者らも、既報（投稿中）の‘南高’において、クエン酸含量や抗酸化能で同様の傾向を認めており、さらに本試験ではすべての品種で収穫時期が遅いほどクエン酸含量が高い傾向が認められている。一方で、筆者らは日射条件等の違いにより品質成分含量が異なる結果を得ており（投稿中）、樹冠内部に着果した果実は樹冠外周部に着果した果実に比べ、果実肥大が遅れ、クエン酸含量が低く推移するという結果を得ている（未発表）。これらのことから、本試験では同一園地の樹冠外周部より果実を採取して比較した。

これまでにウメ品質成分の品種間差異に関しては、クエン酸含量について垣内ら（1985）が 26 品種を適熟期に調査し、全遊離酸含量は 4.2 ~ 5.5%と差がみられ、アンズ系のウメ品種ではリンゴ酸が主体であることを報告している。垣内らはアンズの適熟期での有機酸組成はリンゴ酸が多く、アンズ系の品種は形態的だけでなく有機酸上からもアンズに近いとしている。本試験でも同様に、アンズ系の品種ではリンゴ酸が多い傾向がみられた。カロテノイド含量については田中ら（2001）が 29 品種を調査し、ウメの主要なカロテノイドが β -カロテンであり、‘南高’では青果に比べ完熟果で含量が高いことを報告している。‘南高’については既報（投稿中）で筆者らも、緑色がぬけて黄化の進んだ完熟果で β -カロテン含量が高く、黄化が急激に進行する果実成熟後期に急激に増加することを認めている。しかし、先述のクエン酸や β -カロテンの品種間差異についての報告では、ほとんどの品種が達観による青果適熟期に採取した果実で比較されており、青果適熟期は客観的な指標に基づくものではない。果実の品質成分は採取時期や発育環境により大きく異なることから、品種間差異を判断するには同一園地内で発育段階の異なる果実を採取して比較する必要があると考えられる。

本試験における青果収穫果実の品質成分での比較から、‘二青梅’、‘薬師’、‘児玉’、‘地藏’、‘西洋梅’、‘大平’、‘美里’が優れる傾向であり、‘紅サシ’、‘東地紅’、‘白王小梅’、‘前沢小梅’、‘竜峡小梅’、‘谷口紅’は紅色着色しやすいと判断される。そこで、これら品種のうち、果実が小さく収穫労力を多く要する小梅（‘白王小梅’、‘前沢小梅’、‘竜峡小梅’）と果実が大きく梅干加工に不適であるアンズ系の品種（西洋梅’、‘大平’）を除き、普通種のウメに絞って品質成分や果実形質の推移を詳細に調査した。その結果、果実の有機酸含量で‘二青梅’が、ソルビトール含量で‘地藏’が、 β -カロテン含量で‘地藏’、‘二青梅’が、抗酸化能で‘児玉’、‘二青梅’が、品質成分に優れる（各品種の最大値の平均の 1.2 倍以上）と判断される。また、紅色着色で‘紅サシ’、‘東地紅’、‘谷口紅’が、果実硬度で‘二青梅’、‘地藏’、‘谷口紅’が柔らかく優れると判断される。これらの中でも、‘地藏’と‘二青梅’は 3 項目以上で優れ、育種素材として有望品種と考えられる。特に‘地藏’は β -カロテンやソルビトール含量が最大値の平均値のほぼ 2 倍以上と突出して高く、果実硬度が低いうえに、自家和合性を有する（林ら, 2003）ことから、育種材料としての有用性が高いと考えられる。また、‘地藏’は H*値が他の品種に比べて低く、果皮色が強いオレンジ色を呈することから外観上他の品種と違った特徴も有する。‘地藏’を親にもつ‘加賀地藏’についてはこのような特徴がみられず、有機酸組成等の品質成分含量も併せて考えると、もう一方の親品種である‘白加賀’に近い品種であると考えられる。

‘二青梅’は β -カロテンや有機酸含量が高く、果実硬度が低い有用な形質をもつが、開花期間が約 50 日と長く、極めて特異的な形質を有することから、育種材料として用いる場合にはこれらの特性も考慮する必要がある。

摘 要

ウメ果実の品質成分含量，紅色着色，硬度の点で育種上有用な品種を探索した。

1. 遠観による青果収穫果実の比較において，品質成分含量で‘二青梅’，‘薬師’，‘児玉’，‘地藏’，‘西洋梅’，‘太平’，‘美里’が，紅色着色で‘紅サン’，‘東地紅’，‘白王小梅’，‘前沢小梅’，‘竜峡小梅’，‘谷口紅’が有望と考えられた。
2. 小梅とアンズ系の品種を除いた普通種のウメでは，青果収穫時期が遅い品種ほどクエン酸含量が高い傾向が見られた。
3. 青果収穫果実で有望と考えられた品種のうち，収穫労力や梅干加工適性を考慮し，普通種のウメに絞って品質成分含量や果実形質の推移を詳細に調査した結果，‘地藏’と‘二青梅’が有望と考えられた。特に‘地藏’は β -カロテンやソルビトール含量が突出して高く，外観上鮮やかなオレンジ色を呈する特徴を有していた。

引用文献

- 浜渦康範・茶珍和雄. 1995. 収穫後のトマト果実におけるカロチン類および α -トコフェロールの生合成に及ぼす高温の影響. 園学雑. 63: 879-886.
- 林恭平・根来圭一・岩本和也・細平正人・菅井晴雄. 2003. PCR 法によるウメ品種の遺伝子型. 和歌山農林水産研報. 5: 67-73.
- 稲葉昭次・中村怜之輔. 1981. ウメ果実の樹上及び収穫後の成熟. 園学雑. 49: 601-607.
- 石川（高野）祐子・山口正己・朝倉利員・村松昇・田中敬一・土師岳. 1999. 果実類における抗酸化活性の評価. 第2報. ウメ果実の生育に伴うポリフェノール含量とラジカル消去能の変化. 園学雑. 68 (別2): 169.
- 伊藤三郎. 1991. 果実の栄養・食品科学. 果実の食品特性. 有機酸. p. 64-65. 伊藤三郎編. 果実の化学. 朝倉書店. 東京.
- 垣内典夫・石川和子・森口早苗・京谷英寿・吉田雅夫. 1985. ウメ果実の有機酸と遊離アミノ酸の熟度及び品種別変化. 日食工. 32: 669-676.
- 木村俊之・山岸賢治・鈴木雅博・新本洋士. 2002. 農産物のラジカル消去能の検索. 日食工. 49: 257-266.
- 満田幸恵・新本洋士・小堀真珠子・津志田藤二郎. 2002. 高速液体クロマトグラフィーによる野菜のカロテノイドおよびクロロフィルの同時分析. 日食工. 49: 500-506.
- 大江孝明・桑原あき・細平正人・菅井晴雄. 2003. ウメ‘南高’果実の形態と機能性成分. 園学雑. 72 (別2): 345.
- 尾崎嘉彦. 2004. 近畿の地域特産物. 和歌山県. ウメ. p.245-250. 地域特産物の生理機能・活用便覧. サイエンスフォーラム. 東京.
- 曾根一純・望月龍也・野口裕司. 2000. イチゴ果実の糖・有機酸の含量・組成およびその収穫期間を通じた安定性と食味官能評価との関係. 園学雑. 69: 736-743.
- 田中敬一・朝倉利員・村松昇. 2001. 核果類果実に含まれている機能性成分に関する研究. 1. ウメ，アンズ，ネクタリンに含まれているカロテン含量の品種間差異. 園学雑. 70 (別1): 172.
- 田中敬一. 2002. 貯蔵・出荷，加工. 果実摂取の意義と健康機能性. 日本人の健康と落果実摂取の意義. 果物の成分と疾患予防. p. 143-148. 農業技術体系果樹編8 共通技術. 農文協. 東京.
- 田中敬一. 2003. ポリフェノール. 果物でいきいき健康. p.84. 間苧谷徹・田中敬一著. 果物のはたらき. 日園連. 東京.
- 矢野昌充. 1999. 果実類の生理機能. 農及園. 74: 113-118.

矢野昌充・川崎あけみ・加藤雅也・生駒吉識・田中敬一・山田昌彦・松本光・杉浦実. 2002. カロテノイド供給源としての果実. 日本フードファクター学会講演要旨集. 7: 23.

