

干し上げ時の光条件の違いが白干し梅の品質に及ぼす影響

大江孝明¹・土田靖久

和歌山県果樹試験場うめ研究所

Influence of Light Conditions in the Drying Process on Qualities of Pickled Japanese Apricot Fruit

Takaaki Oe and Yasuhisa Tsuchida

Japanese Apricot Laboratory, Fruit Tree Experiment Station, Wakayama Prefecture

緒言

ウメは和歌山県の基幹作物の1つで、みなべ町、田辺市を中心に栽培されており、その代表的な加工品である梅干の加工業とともに地域の重要な産業ともなっている。ウメは生果を食しないことから、青果として市場を通じて家庭向けに取引されるのは一部で、多くは生産者が塩漬けた後、野外やハウス内で日光を利用した乾燥（以下ハウス内での乾燥をハウス干しとする）により白干し梅にまで加工（一次加工）し、梅干加工業者に販売している。‘南高’を一次加工し、白干し梅とする際の品質向上方法に関して、原料の熟度や塩漬け方法の面ではこれまで様々な検討が行われてきた（南部川村梅加工開発センター、1987, 1988, 1989, 1990）。その結果、柔らかさ等の官能評価に優れた梅干に仕上げるには完熟期まで熟度を進めた果肉歩合の大きい果実を用いる必要があることが明らかとなり、和歌山県の主産地では生産者が白干し梅に加工する場合は、敷設したネット上に完熟落下させて収穫するのが一般的となっている。ハウス干しは乾燥日数が短くてすむ夏秋季に主に行うが、近年、夏秋季が高温で推移する年が増加している。高温条件下でハウス干しした場合、白干し梅の表面が過度に乾燥した格別品となりやすい。また、表面が強く赤みを帯びた白干し梅となるが、そのようなものは加工業者が二次加工（脱塩、調味、色づけ等）し製品とする際に、色のバラツキにつながるため品質上問題となる。しかし、乾燥方法と梅干品質との関係についての研究事例は少ない。

一方、近年消費者の健康意識の高まりとともに、果実のもつ機能性が注目されている。ウメは健康によい果物として広く認知されており、健康食品として利用されてきた（杉浦、2010）。「ウメはその日の難のがれ」や「ウメは三毒を断つ」ということわざも知られており（間苧谷、2000）、近年ではウメ果実やその加工品の機能性についての科学的解析が進められている（金銅・赤木、2007；尾崎、2008）。ウメ果実に多く含まれる保健機能に関与する品質成分には、クエン酸（伊藤、1991；尾崎、2004；清水、2004）などの有機酸やポリフェノール類（石川ら、1999；田中、2003）が挙げられる。ウメ果実には重量の5%前後のクエン酸を含み、クエン酸やその誘導体にいくつかの健康機能性があること、‘南高’のポリフェノール濃度が乾物重量で約1%あり、果実類の中では比較的高いレベルにあることが報告されている（尾崎、2015）。クエン酸については、その摂取により、運動後の血中乳酸濃度を低下させることが実証され（三宅ら、1999）、機能性表示制度において

¹現在：和歌山県農林水産部農林水産政策局研究推進課

て、抗疲労効果がウメ加工品の一部で表示されている。また、消化液に含まれる胆汁酸等と協奏的に作用し、病原菌の生育を抑制することも報告されている（能勢ら，1988a, b）。ウメに含まれるポリフェノールについては、近年、詳細な研究が進められている。ポリフェノールは活性酸素を消去する抗酸化作用を有するが、ウメ果実の抗酸化能が他の果実や野菜と比較して高位であり（木村ら，2002；三谷・矢野，2006），ラットにウメ果実のポリフェノール画分を経口投与すると血中の抗酸化能が上昇することが報告されている（三谷・矢野，2006；山西ら，2005）。活性酸素は多くの疾病の原因となり、抗酸化成分の生活習慣病予防効果が期待されている（青柳，2008；大澤，2005）。また、梅酢から合成吸着樹脂などで処理して、ポリフェノールを分離し（稲葉ら，2011），実験動物に対する健康増進作用の評価が進められている（三谷，2010；三谷・矢野，2006）。これまでに強制遊泳装置を用いたマウスの抗疲労作用（高橋ら，2010），高脂肪食投与マウスに対する体重増加抑制作用（河合ら，2010），骨粗鬆症モデル動物である卵巣摘出ラットに対する骨密度改善作用（菱本ら，2009），マウスおよびラットの食後血糖値の上昇抑制作用（Kishida et al., 2014；三谷ら，2009），自然発症高血圧ラットに対する血圧降下作用（山崎ら，2011）が明らかにされている。

このように近年明らかにされつつあるウメ果実やその加工品の機能性成分は、ウメの消費拡大や差別化を図るうえで有用と考えられるが、貴志ら（2024）はクエン酸およびポリフェノール含量が梅干製造の各工程で大きく変動することを報告している。また、1 果当たりのポリフェノール量が乾燥工程で大きく減少することを報告している。

そこで本研究では、梅干の乾燥工程に着目し、梅干製品の品質や品質成分を高めるため、干し上げ時の光条件の違いが白干し梅の色調ならびにポリフェノールおよび有機酸含量に及ぼす影響を調査した。

材料および方法

1. 干し上げ時の光環境を変化させる各種資材が白干し梅品質に及ぼす影響（試験 1）

2013 年 6 月に和歌山県果樹試験場うめ研究所内（和歌山県日高郡みなべ町）植栽の‘南高’より完熟落下果実を採取し、選果機により 3L 果実（約 36g）を選別した。果実を洗浄後、60L 容器に果実重量の 20% の塩とともに入れて中蓋および重石を載せて漬けた。塩漬けした果実を 8 月上旬の晴天時にアクリルハウス内で干して白干し梅とする際、赤外光の 90% および紫外光の 99% を遮断するフィルム（（株）エフ，Nano80S）で覆う IR・UV カット区、紫外光の 99% を遮断するフィルム（（株）キング製作所，KU1000100）で覆う UV カット区、遮光率 90% の寒冷紗（タキイ種苗（株））で覆う寒冷紗区、ハウス内で何も覆わないハウス区ならびに野外で何も覆わない野外区を設置した（図 1）。なお、IR・UV カット区、UV カット区はフィルムを果実の約 2cm 上方に設置し、寒冷紗は果実の約 50cm 上方に設置した。光量子束密度および紫外線量は干し上げ期間中の晴天日にデータロガー（WatchDog1400，ollie 製）により 30 分間隔で測定した。なお、光量子束密度は可視光の強度の指標として測定した。また、果実周辺の温湿度を自記温湿度計（（株）ティアンドデイ，おんどとり TR72U）で測定した。外観および触感で干し上げ終了を判断して供試材料とし、平均的な 16 果の表面色 a^* 値（青～赤色の指標、大きいほど赤み



図 1 各区の干し上げ時の様子（2013 年）

が強い)、表面色 h^* 値(白干し梅では小さいほど赤みが強い)を分光色差計(NR-3000, 日本電色工業(株))で測定した。また、そのうち10果について、果肉の一部を採取して果肉含水率を測定するとともに、残りの果肉を用いて品質成分量を測定した。含水率は80°Cの通風乾燥機で5日以上乾燥後に乾物重を測定し求めた。品質成分分析用試料は、-30°Cの冷凍庫に保管した後、80%エタノール中で破碎して果肉の10倍量に定容し、0.45 μ mのメンブレンフィルタでろ過後、ポリフェノールは既報(大江ら, 2006, 2007)と同様に、フォーリンチオカルト法でクロロゲン酸相当量として、有機酸はクエン酸およびリンゴ酸をHPLC(LC-10Avp, (株)島津製作所)により分析した。比較対照として干し上げ前の果実も調査した。

2. 干し上げ時の遮光程度が白干し梅品質に及ぼす影響(試験2)

2021年6月にうめ研究所内植栽の‘南高’より完熟落下果実を採取し、選果機により3L果実を選別した。試験1と同様に塩漬けし、その後8月3日(以下8月上旬)、8月27日(以下8月下旬)および9月9日(以下9月上旬)よりアクリルハウス内で干し上げた。その際、遮光率90~95%の黒色寒冷紗(ダイオ化成(株), ダイオネット)で覆う90%黒区、遮光率90%の銀色の寒冷紗(日本ワイドクロス(株), S2012)で覆う90%銀区、遮光率70~75%の白色寒冷紗(日本ワイドクロス(株), L75)で覆う70%白区、遮光率50~55%の白色寒冷紗(日本ワイドクロス(株), L55)で覆う50%白区および何も覆わない無遮光区を設置した(図2)。ただし、干し上げ時期により設置した区は異なる。なお、寒冷紗は果実上方2.5m程度の高さに設置した。ハウス干し開始3日後より半日ごとに平均的な乾燥程度の果実のBrixを測定し、南部川村梅加工開発センター(1988)の報告をもとに、Brix値32(果肉含水率65%の指標)を目安に干し上げ終了を判断した。なお、9月上旬の試験において、曇雨天日は室内に取り込み中断しながら試験を行った。また、8月上旬の試験は曇雨天日が多く頻繁に中断したため調査項目は表面色のみとした。比較対照として干し上げ前の果実の表面色も調査した。試験1と同様に果実周辺の温湿度、光量子束密度、紫外線量、果肉含水率および白干し梅表面色(a^* 値, h^* 値)を測定した。なお、本試験の光量子束密度および紫外線量については干し上げ中の晴天日であった2021年8月30日および9月10日に、9~16時の間の1時間ごとに光量子束密度はLI-250A(LI-COR社)で、紫外線量はLutron UV-340(EKT Eelectronics, 測定範囲290-390nm)で測定した。また、比較対照として野外での値も測定した。さらに、果肉温度および果実表面温度をセンサー付き自記温度計((株)ティアンドデイ, おんどとりTR52)で測定するとともに、果肉歩合(果皮と果肉の重量/果実重*100)を測定した。

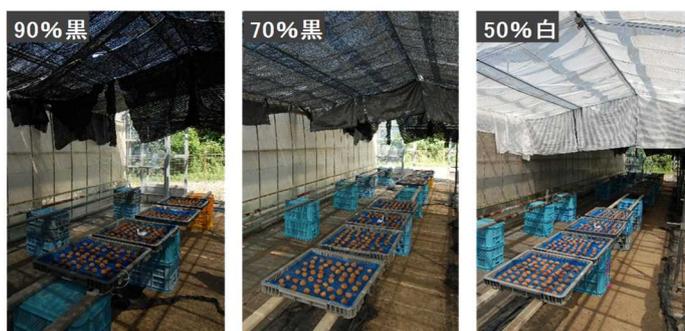


図2 各区の干し上げ時の様子(2021年)

結 果

1. 干し上げ時の光環境を変化させる各種資材が白干し梅品質に及ぼす影響(試験1)

干し上げ時の光量子束密度は野外区を100%とした場合、ハウス区、IR・UVカット区およびUV

カット区は48~60%であった一方、寒冷紗区では0.4%とごくわずかであった(表1)。干し上げ時の紫外線量は野外区を100%とした場合、ハウス区は50%であった一方、IR・UVカット区は6%、UVカット区および寒冷紗区は0%であった。日中の果実周辺の平均温度は、野外区が他の区と比べて2°C以上低く、寒冷紗区が他の区と比べて1.5°C以上高かった。湿度は野外区が他の区と比べて3%以上高く、寒冷紗区が他の区と比べて10%以上低かった。日平均での果実周辺の温度は、野外区が他の区と比べて1°C以上低く、ハウス内の各区間に大差がなかった。湿度は寒冷紗区で低かった。表面色a*値について、寒冷紗区は干し上げ前と差がなく、他の区では干し上げ前よりも大きかった(表2)。表面色h*値について、寒冷紗区は干し上げた他の区よりも大きく、干し上げ前よりも小さかった。寒冷紗区は外観上、干し上げた他の区に比べて赤みが小さかった(図3)。干し上げ後の果肉含水率は干し上げ前よりも低下し、野外区がハウス区および寒冷紗区に比べて高かったが、ハウス内の各区間に差がなかった(表3)。品質成分について、ポリフェノール含量は寒冷紗区が干し上げ前および干し上げた他のすべての区に比べて多かった。クエン酸含量は干し上げたすべての区が干し上げ前に比べて多く、寒冷紗区が野外区およびハウス区に比べて多かった。リンゴ酸含量は干し上げたすべての区が干し上げ前に比べて多く、干し上げた各区間に差がなかった。

表1 干し上げ時の果実周辺の光環境および果実周辺の温湿度

	日中平均 ²				日平均	
	光量子束密度 ³ ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$)	紫外線量 ³ ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$)	温度 (°C)	湿度 (%)	温度 (°C)	湿度 (%)
野外	1434	98	34.1	54.4	31.3	64.0
ハウス	812 (57) ^x	49 (50)	36.5	51.1	32.3	65.7
IR・UVカット	685 (48)	5 (6)	37.8	50.9	33.0	65.0
UVカット	856 (60)	0 (0)	37.5	49.8	32.8	65.9
寒冷紗	6 (0.4)	0 (0)	39.3	39.1	32.8	60.0

² 日中平均は9~15時に30分間隔で測定した値で、光は晴天日3日間、温湿度は9日間の平均

³ 光量子束密度および紫外線量はWatchDog1400により、温湿度はティアンドデイ製TR-72Uにより各区1か所測定

^x 括弧内の数値は野外を100とした値

表2 干し上げ時の光条件と白干し梅および干し上げ前果実の果皮色

	表面色	
	a*値	h*値
野外	15.9 a ²	57.1 c
ハウス	15.7 a	55.1 c
IR・UVカット	15.7 a	55.7 c
UVカット	15.9 a	54.6 c
寒冷紗	11.2 b	65.1 b
干し上げ前	11.9 b	73.2 a

²Tukeyの多重検定により、異符号間に5%水準で有意差あり(n=16)



図3 干し上げ時の光条件と白干し梅および干し上げ前果実の外観

表3 干し上げ時の光条件と白干し梅および干し上げ前果実の果肉の含水率および品質成分

	含水率 (%)	ポリフェノール (mgCE/100g) ²	有機酸(g/100g)	
			クエン酸	リンゴ酸
野外	65.7 b ³	58.9 b	5.65 b	0.66 a
ハウス	64.2 c	52.7 b	5.59 b	0.66 a
IR・UVカット	64.3 bc	60.3 b	5.82 ab	0.68 a
UVカット	64.4 bc	58.6 b	5.88 ab	0.68 a
寒冷紗	63.6 c	78.7 a	6.20 a	0.67 a
干し上げ前	71.1 a	54.8 b	4.67 c	0.53 b

² CEはクロロゲン酸相当量を示す

³Tukeyの多重検定により、異符号間に5%水準で有意差あり(n=10)

2. 干し上げ時の遮光程度が白干し梅品質に及ぼす影響（試験 2）

干し上げに要した日数について、8月下旬では無遮光区に比べて90%黒区で0.1日、90%銀区で0.2日、9月上旬では90%黒区で0.3日、90%銀区で0.2日延び、8月下旬の70%白区および9月上旬の50%白区との差はなかった（表4）。8月下旬および9月上旬の果実周辺温度、果実表面温度、果肉温度はいずれも日平均、日中平均ともに遮光率が高いほど低かった。8月下旬および9月上旬の果実周辺の湿度は、日平均、日中平均ともに遮光率が高いほど高かった。干し上げ時の光量子束密度は野外区を100%とした場合、8月下旬では無遮光区が64%、70%白区が23%、90%黒区が3%、90%銀区が2%であった（表5）。9月上旬では無遮光区が63%、50%白区が28%、70%黒区が11%、90%黒区が4%であった。干し上げ時のUV-Bは、8月下旬では無遮光区が86%、70%白区が25%、90%黒区が4%、90%銀区が2%であった。9月上旬では無遮光区が102%、50%白区が42%、70%黒区が17%、90%黒区が5%であった。8月上旬について、表面色a*値は無遮光区に比べて70%

白

表4 干し上げ時の遮光条件と干し上げに要した日数、果実周辺温湿度、果実表面温度および果肉温度

	干し上げ 日数 ^z	果実周辺温度(°C) ^y		果実周辺湿度(%RH)		果実表面温度(°C)		果肉温度(°C)		
		日平均	日中平均	日平均	日中平均	日平均	日中平均	日平均	日中平均	
8月下旬	90%黒	4.1	30.4	38.5	66.2	36.9	29.6	36.6	29.5	36.3
	90%銀	4.2	30.5	38.7	66.6	37.0	29.5	36.5	29.6	36.6
	70%白	4	31.1	40.3	64.9	33.4	30.2	37.5	30.1	37.4
	無遮光	4	32.1	42.8	62.0	28.7	30.5	38.8	31.1	40.0
9月上旬	90%黒	4.8	28.0	33.8	74.9	49.7	27.8	33.1	27.4	32.2
	70%黒	4.7	28.1	34.4	74.9	49.3	28.0	34.0	27.9	33.5
	50%白	4.5	28.9	36.4	72.8	43.9	28.5	34.9	29.3	37.0
	無遮光	4.5	29.4	38.3	70.1	38.4	29.7	39.0	29.9	39.2

^z干し上げ日数は中断した期間を含めない日数(9月上旬のみ中断)

^y温湿度は晴天時の3日間の平均値で、日中平均は9:00~16:00の平均

表5 干し上げ時の遮光条件と果実周辺の光量

		8月下旬 ^z					9月上旬				
		90%黒	90%銀	70%白	無遮光	野外	90%黒	70%黒	50%白	無遮光	野外
光量子束密度 ^y ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$)	9:00	64	30	351	1237	1723	45	195	317	1152	1550
	10:00	50	38	373	757	1956	58	192	496	1111	1866
	11:00	104	44	573	1495	2159	101	277	728	1063	2165
	12:00	72	43	540	1868	2353	84	272	682	1666	2259
	13:00	46	63	478	1187	1877	93	297	692	1514	2147
	14:00	59	41	505	1442	1912	96	186	500	1188	1649
	15:00	64	25	410	1300	1641	65	92	444	1088	1499
	16:00	23	20	147	159	1061	32	45	172	226	1065
	平均	60	38	422	1181	1835	72	195	504	1126	1775
	(3) ^x	(2)	(23)	(64)		(4)	(11)	(28)	(63)		
UV-B (W/m^2)	9:00	27	16	137	431	692	20	76	134	457	365
	10:00	43	23	230	831	1078	25	81	282	732	675
	11:00	68	26	402	1440	1389	63	205	379	1001	961
	12:00	70	26	279	1624	1812	40	198	467	1047	1091
	13:00	39	26	422	1365	1438	45	170	413	1053	775
	14:00	43	14	208	457	566	26	74	198	414	528
	15:00	15	14	130	254	344	19	41	157	274	337
	16:00	8	7	71	66	239	10	18	73	97	252
	平均	39	19	235	809	945	31	108	263	634	623
	(4)	(2)	(25)	(86)		(5)	(17)	(42)	(102)		

^z8月下旬は2021年8月30日、9月上旬は2021年9月10日に調査

^y光量子束密度はLI-250、紫外線量はUV-340により3か所で測定した平均値

^x括弧内の数値は野外を100とした値

区が小さく、これらに比べて 90%銀区および 90%黒区が小さかった (表 6) . h*値は無遮光区に比べて 70%白区が大きく、これらに比べて 90%銀区および 90%黒区が大きかった. 8 月下旬について、表面色 a*値は無遮光区に比べて他のすべての区が小さかった (表 7) . h*値は無遮光区および 70%白区に比べて 90%銀区および 90%黒区が大きかった. 果肉含水率および果肉歩合は各区間に差がなかった. 9 月上旬について、表面色 h*値は無遮光区に比べて 70%黒区および 90%黒区が大きかった (表 8) . 表面色 a*値, 果肉含水率および果肉歩合は各区間に差がなかった.

表 6 干し上げ時の遮光条件と白干し梅の表面色 (8 月上旬)

	表面色	
	a*値	h*値
90%黒	9.1 c	65.2 a
90%銀	8.2 c	66.6 a
70%白	11.0 b	61.0 b
無遮光	12.9 a	57.5 c
有意性 ^z	*	*

^zTukeyの多重比較により*は異符号間に5%水準で有意差があることを示す (n=3)

表 7 干し上げ時の遮光条件と白干し梅品質 (8 月下旬)

	表面色		果肉含水率 (%)	果肉歩合 (%)
	a*値	h*値		
90%黒	7.1 b	72.1 a	69.0	87.6
90%銀	6.7 b	72.7 a	69.3	87.5
70%白	7.3 b	68.1 b	68.6	87.6
無遮光	9.2 a	65.3 b	68.9	87.7
有意性 ^z	*	*	ns	ns

^zTukeyの多重比較により, 異符号間に5%水準で*は有意差があること, nsは有意差がないことを示す (n=3)

表 8 干し上げ時の遮光条件と白干し梅品質 (9 月上旬)

	表面色		果肉含水率 (%)	果肉歩合 (%)
	a*値	h*値		
90%黒	8.7	67.4 a	65.4	85.9
70%黒	8.8	66.3 ab	64.6	84.5
50%白	9.5	63.5 bc	64.1	85.1
無遮光	10.2	62.7 c	64.2	85.3
有意性 ^z	ns	*	ns	ns

^zTukeyの多重比較により, 異符号間に5%水準で*は有意差があること, nsは有意差がないことを示す (n=3)

考 察

本研究では梅干製品の品質を高める一環として梅干の乾燥工程に着目し, 干し上げ時の光条件の違いが白干し梅の色調ならびにポリフェノールおよび有機酸含量に及ぼす影響を調査した.

白干し梅の色調について, 2013 年の 8 月上旬に行った試験において, ハウス内での干し上げ時に遮光率 90%の寒冷紗で果実を覆った場合, 外観上, 何も覆わない場合や赤外光または紫外光をカットするフィルムで覆った場合に比べて赤みが小さかった (図 2) . 白干し梅表面色において大きいほど赤みが強い指標となる a*値について, 寒冷紗で覆った場合は干し上げ前と差がなく, 何も覆わない場合や赤外光または紫外光をカットするフィルムで覆った場合に比べて小さかった (表 2) . また, 白干し梅表面色において小さいほど赤みが強い指標となる h*値について, 寒冷紗で覆った場合は何も覆わない場合や赤外光または紫外光をカットするフィルムで覆った場合に比べて大きかった. 2021 年の 8 月下旬および 9 月上旬に行った試験においても, 遮光率 90~95%の寒冷紗で覆った場合は同様の結果であった (表 5) . これらのことから, 遮光率 90%程度の寒冷紗で覆ってハウス干しをすると, 赤みの弱い白干し梅となることが示された. 実際の果実周辺の光強度について, 本試験では可視光の強度として光量子束密度を測定したが, 2013 年の干し上げ時にハウス内で果実

の約 2cm 上方を赤外光および紫外光をカットするフィルムで覆った場合や何も覆わなかった場合は、野外に比べて 48~60%の強度であった一方、遮光率 90%の寒冷紗で果実の約 50cm 上方を覆った場合は 0.4%とごくわずかであり、可視光が大きく遮断されていた（表 1）。また、2021 年の干し上げ時にハウス内で遮光率 90~95%の寒冷紗により果実の約 2.5m 上方を覆った場合も野外に比べて 2~3%とごくわずかであった（表 5）。一方、2013 年の干し上げ時の紫外線量は、野外に比べてハウス内が 50%であったが、紫外光をカットするフィルム、赤外光および紫外光をカットするフィルム並びに遮光率 90%の寒冷紗で覆った場合は 0~6%であり、紫外光が大きく遮断されていた。紫外光や赤外光および紫外光を遮断した白干し梅と遮断しなかった白干し梅との間に外観上の赤みや表面色 a^* 値および h^* 値に差がないことから（表 2）、干し上げ時の可視光が白干し梅表面の赤化に関与すると考えられた。

温湿度との関係について、2013 年の 8 月上旬に行った試験では、果実周辺の平均温度は日中では野外ではハウス内の他の区と比べて 2°C 以上低く、寒冷紗で覆った場合は何も覆わない場合や赤外光または紫外光をカットするフィルムで覆った場合に比べて 1.5°C 以上高かった（表 1）。日平均では、野外ではハウス内の他の区と比べて 1°C 以上低く、ハウス内の各区間に大差がなかった。果実周辺の湿度は日中では野外ではハウス内の他の区と比べて 3%以上高く、寒冷紗で覆った場合は何も覆わない場合や赤外光または紫外光をカットするフィルムで覆った場合と比べて 10%以上低かった。日平均では、寒冷紗で覆った場合に他の区よりも低かった。一方、2021 年の 8 月下旬および 9 月上旬に行った試験では、果実周辺温度、果実表面温度および果肉温度はいずれも日平均、日中平均ともに遮光率が高いほど低かった（表 4）。また、果実周辺の湿度は、日平均および日中平均ともに遮光率が高いほど高かった。これらの年次による違いは遮光資材およびフィルムの設置方法の違いによると考えられた。すなわち 2013 年の試験では果実に近い位置で覆うように設置したことから熱が逃げにくいため、何も覆わないよりも果実周辺温度が高くなり、相対湿度が下がったものと推察された。このように温湿度が一定の傾向を示さなかったにも関わらず、90%程度の遮光により外観上の赤みが軽減され、表面色 a^* 値の低下および h^* 値の上昇認められたことから、温湿度は白干し梅表面の赤化への関与は小さいと考えられた。ただし、野口ら（2021）は塩蔵したウメ果肉をペースト状にして 50°Cで加熱すると a^* 値が経時的に緩やかに増加することを報告していることから、白干し梅表面の赤化と温度との関係についてはさらに詳細な検討が必要である。

次に品質成分について、ポリフェノール含量は遮光率 90%の寒冷紗で覆った場合は、野外およびハウス内で何も覆わない場合やハウス内で赤外光または紫外光をカットするフィルムで覆った場合に比べて多かった（表 3）。果肉含水率に差はなかったことから、乾燥度合いの違い、すなわち品質成分の濃縮度合いの違いではないと判断された。よって、干し上げ時の可視光が白干し梅のポリフェノール含量を減少させると判断された。Mitani et al.（2017）は、太陽光により梅酢のフェノール性化合物の組成が変化することを報告しており、本試験でも太陽光がポリフェノール組成に何らかの影響を与えたものと考えられる。一方、Horinishi et al.（2021）はウメ‘南高’果実にプロアントシアニジンが多く含まれ、特に核部分に多く含まれることを報告している。また、ウメ‘南高’果実を用いた梅酒についても、核由来のプロアントシアニジンが多く含まれることを報告している（Horinishi et al., 2022）。このプロアントシアニジンについて、野口ら（2021）はウメ果肉から抽出したポリフェノール画分に塩とクエン酸を加えたものを 100°Cで加熱するとプロアントシアニジンが減少すると報告している。筆者らは本試験において、プロアントシアニジン含量を調査していないが、ハウス干しの際にプロアントシアニジン含量が減少している可能性がある。プロアントシ

アニジンは抗腫瘍活性を有するなど機能性成分としても重要な成分であるため（真壁，2023），今後さらに詳細な検討が必要である．また，遮光率90%の寒冷紗で覆った場合，クエン酸含量は野外やハウス内で何も覆わない場合に比べて多かったが，この要因についても今後検討が必要である．

次に，どの程度の遮光率であれば，白干し梅の赤みが抑制されるかを調査した．果実周辺の光量子束密度およびUV-Bともに，遮光資材の色に関係なく，遮光率が高いほど低い値であった（表5）．Brixを目安に果肉歩合および果肉含水率に差がない同じ乾燥程度で比較したところ，表面色a*値およびh*値からみて，8月上旬から9月上旬では，遮光資材の色に関係なく70%以上の遮光率では赤みが抑制され，50%の遮光率では赤みが抑制されないと判断された（表6，7，8）．よって，8月上旬から9月上旬でのハウス干しにおいて白干し梅表面の赤みを抑制するには，直射光の23%以下程度にまで可視光を低下させる必要があると判断された．

このように，遮光率70%以上の遮光資材で果実の2.5m程度上部を覆うことで白干し梅表面の赤みを小さくすることが可能と判断された．ただし，干し上げに要する日数をみると，遮光率90~95%の寒冷紗で覆った場合，遮光しない場合に比べて2~7時間程度延長されたことから（表4），作業効率の点からは遮光率は70%程度が良いと判断された．なお，本試験で遮光率70%の寒冷紗で覆った場合のポリフェノール含量について調査していないため，今後，ポリフェノール含量など内容成分の面からも適切な遮光率の検討を行う必要がある．また，塩の種類により天日干し後の表面色のL*値に違いがみられたとの報告があることから（Nakayama and Noda, 2020），赤みを抑制するための他の加工技術についても検討が必要である．

摘 要

本研究では，梅干の乾燥工程に着目し，梅干製品の品質を高めるため，夏秋季における干し上げ時の光条件の違いが白干し梅の色調ならびにポリフェノールおよび有機酸含量に及ぼす影響を調査した．

1. 遮光率70%以上の寒冷紗で覆ってハウス干しをすると，表面の赤みが弱い白干し梅となることが示された．
2. 干し上げ時の可視光が白干し梅表面の赤化に関与すると考えられた．
3. 遮光率90%程度の寒冷紗で覆ってハウス干しをすると，ポリフェノール含量が多い白干し梅となることが示された．
4. 赤みの弱い白干し梅とするためには，干し上げ作業の効率も考慮すると遮光率70%程度が良いと判断された．

なお本研究の一部は，生研支援センター革新的技術開発・緊急展開事業「特長ある品種のラインアップによるウメ需要拡大と生産者の所得向上」の支援を受けて行った．

引用文献

- 青柳康夫. 2008. 第2章 抗酸化（活性酸素除去）機能. p.24-27. 青柳康夫編著. 改訂食品機能学. 建帛社. 東京.
- 菱本峻・矢野史子・青谷佳緒留・佐藤夏生・船本悠以・三浦千春・前田千恵子・山西妃早子・木村

- 美和子・尾崎嘉彦・三谷隆彦. 2009. 卵巣摘出ラットに及ぼす梅酢ポリフェノール画分の作用. 農化講演集. 237.
- Horinishi, A., S. Osaki, T. Masuda, E. Nomura, Yoshie Tanaka, Y. Nakamura, M. Horiuchi, M. Negi, T. Shoji and Y. Ozaki. 2021. Show more proanthocyanidin in the fruit of Japanese apricot (*Prunus mume* Sieb. et Zucc.) and their structural estimation by HPLC-ESI-MS/MS. J. Food Compos. Anal.. 103: 104039.
- Horinishi, A., Y. Toyama, M. Watanabe S. Ayano and Y. Ozaki. 2022. Changes in proanthocyanidin content during the processing of umeshu, a spirit-based liqueur of Japanese apricot (*Prunus mume* Sieb. et Zucc.) Fruit. Food Sci. & Tech. 2: 1565-1573.
- 稲葉伸也・綾野茂・谷口義仁・神保豊・宮村紗世・廣緒竜良・宮本いつか・山西妃早子・赤木知裕・矢野史子・三谷隆彦. 2011. 健康増進作用を有する梅酢ポリフェノールの調製と利用に関する検討. 日本清涼飲料研究会. 第21回講演集: 50-55.
- 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. p.60-65. 伊藤三郎編. 果実の化学. 朝倉書店. 東京.
- 河合良美・津田愛里・矢野史子・山西妃早子・赤木知裕・尾崎嘉彦・三谷隆彦. 2010. 高脂肪飼料の長期給与マウスに及ぼす梅酢ポリフェノールの作用. 農化講演集. 39.
- 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. 食科工. 49: 257-266.
- 貴志学・中村允・前田拓也・城村徳明・大江孝明. 2024. 伝統的梅干の製造過程における含有成分の推移と機能性成分高含有梅干の開発. 美味技術学会誌. 23: 90-96.
- Kishida, K., M. Suzuki, Y. Heya, Y. Yamazaki, A. Horinishi and Y. Ozaki. 2014. Phenolic extract from Japanese apricot fruit (*Prunus mume* Sieb et Zucc.) inhibits disaccharidase activity in the small intestine and suppresses the postprandial elevation of glucose levels in rats. Food Preser. Sci. 40: 119-125.
- 金銅俊二・赤木知裕. 2007. 梅酒の機能性. p.48-54. 醸造物の機能性. 日本醸造協会. 東京.
- 間苧谷徹. 2000. III章 果物 Q&A～健康と安全～. ウメは三毒を断つ. p.94-95. 間苧谷徹編著. 果物の真実. 化学工業日報社. 東京.
- 真壁秀文. 2023. 植物プロアントシアニジンの抗腫瘍活性. 生物資源. 17: 14-28.
- 三宅義明・下村吉治・大澤俊彦. 1999. レモン果汁成分の運動生理作用-疲労回復効果と酸化ストレス低減作用-. 果汁協会報. 495: 31-38.
- 南部川村梅加工開発センター. 1987. 梅加工(梅干)に関する試験並びに実態調査成績第1号.1-56.
- 南部川村梅加工開発センター. 1988. 梅加工(梅干)に関する試験並びに実態調査成績第2号.1-43.
- 南部川村梅加工開発センター. 1989. 梅加工(梅干)に関する試験並びに実態調査成績第3号.1-22.
- 南部川村梅加工開発センター. 1990. 梅加工(梅干)に関する試験並びに実態調査成績第4号.1-59.
- 三谷隆彦. 2010. 梅酢ポリフェノールの開発とその利用. 食品と開発. 45: 81-83.
- Mitani, T., H. Mimura, A. Horinishi, Y. Tanaka, M. Mori, N. Inaba, H. Yamanishi, T. Akagi, T. Oe, H. Koyama, Y. Hayashi, and Y. Ozaki. 2017. Chemical features of phenolic extracts prepared on an industrial scale from a processing byproduct of the Japanese apricot, mume fruit (*Prunus mume* Sieb. et

- Zucc., Japan J. Food Engineering 18: 147-152.
- 三谷隆彦・前田千恵子・新谷沙矢香・菱本峻・赤木知裕・山西妃早子・尾崎嘉彦・矢野史子. 2009. ラットにおける食後血糖値に及ぼす梅酢ポリフェノール画分の作用. 農化講演集. 237.
- 三谷隆彦・矢野史子. 2006. ウメとプラム. 近畿大先端技総研紀要. 11: 1-13.
- Nakayama, Y. and Y. Noda. 2020. Effects of salt type on manufacture of salted ume fruit. Bull. Soc. Sea Water Sci., Japan 74: 108-115.
- 野口晟太郎・堀西朝子・尾崎嘉彦. 2021. ウメ果肉由来ポリフェノールの加熱により生成する赤色成分の化学的特性の評価. 食化工講演集: 148.
- 能勢征子・平田一郎・新井輝義・西島基弘・坂井千三・宮崎利夫. 1988a. 民間伝承薬梅肉エキスの腸炎ビブリオに対する抗菌作用及びその有機酸組成. 食衛誌. 29: 402-407.
- 能勢征子・平田一郎・新井輝義・太田建爾・坂井千三. 1988b. 食中毒起因細菌に及ぼすクエン酸のコール酸共存下における抗菌作用. 食衛誌. 29: 38-46.
- 大江孝明・桑原あき・根来圭一・山田知史・菅井晴雄. 2006. ウメ‘南高’果実の開花時期, 採取時期と果実成分の関係およびそれらを原料として製造した梅酒品質への影響. 園学研. 5: 141-148.
- 大江孝明・桑原あき・根来圭一・山田知史・菅井晴雄. 2007. ウメ‘南高’における梅酒用果実の熟度指標に関する研究. 園学研. 6: 77-83.
- 大澤俊彦. 2005. 酸化ストレス制御因子含有植物素材の探索と評価システム. 食科工. 52: 7-18.
- 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.
- 尾崎嘉彦. 2008. ウメの加工と機能性研究. 日食保蔵誌. 34: 283-290.
- 尾崎嘉彦. 2015. 梅干の化学. 化学と教育. 63: 560-561.
- 清水俊雄. 2004. クエン酸. p.172. 機能性食品素材便覧. 清水俊雄編著. 薬事日報社. 東京.
- 杉浦明. 2010. 落葉果樹の栽培利用. p.174-207. 新版果樹栽培の基礎. 杉浦明編著. 農山漁村文化協会. 東京.
- 高橋齊・櫻井一成・辻田愛奈・矢野史子・山西妃早子・赤木知裕・青柳正信・高田善浩・福西伸一・三谷隆彦. 2010. マウスの強制遊泳に及ぼす梅酢ポリフェノール画分の作用. 農化講演集. 39.
- 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.
- 山西妃早子・尾崎嘉彦・味村妃紗・後藤瞳・三谷隆彦・矢野史子. 2005. ウメ (*Prunus mume* S.) 果実中の抗酸化成分に関する研究. 日本栄養・食糧学会大会講演要旨集. 59: 204.
- 山崎晋平・矢野史子・岸田邦博・岸岡史郎・堀西朝子・赤木知裕・山西妃早子・三谷隆彦. 2011. 梅酢ポリフェノールの降圧作用に関する研究. 日本栄養・食糧学会大会講演要旨集. 65: 245.