

가온재배한 한라봉감귤의 품질특성

이상협 · 김화선¹ · 조성원 · 이중석¹ · 고정삼
제주대학교 생명공학부, ¹남부농업기술센터

Quality Properties of *Hallabong* Tangor (*Citrus Kiyomi* × ponkan) Cultivated with Heating

Sang-Hyup Lee, Hwa-Sun Kim¹, Sung-Won Cho, Joong-Suk Lee¹
and Jeong-Sam Koh

Faculty of Biotechnology, Cheju National University, Jeju 690-756, Korea

¹South Agricultural Development and Technology Center, Seogwipo 697-943, Korea

Abstract

Physicochemical properties and positional distribution of *Hallabong* Tangor (*Citrus Kiyomi* × ponkan) cultivated in heated greenhouse were investigated. About 90% of *Hallabong* produce fruits within the range of 250~400 g fruit weight on a tree, larger fruits were mainly consisted of 400~450 g in M16A, a variant species of *Hallabong*, due to younger tree and fruit thinning. Nevertheless fruit sizes of M16A were larger than *Hallabong*, and peel thickness of M16A (3.29 mm) was thinner than that of *Hallabong* (3.51 mm). Hardness of M16A was 994.69 g-force, compared to 832.8 g-force of *Hallabong* on the average. Soluble solids and acid content of *Hallabong* were 12.20~12.98 °Brix and 1.08~1.14%, while those of M16A were 1.48~12.63 °Brix and 0.92~1.00%, respectively. Vitamin C content of *Hallabong* was 71.30~78.77 mg/100 g, compared to 64.40~68.01 mg/100 g in M16A. Soluble solid in the part of stem was lower than that of end part among the same segment. Fruit size in the upper part of the tree was larger, the peel was thicker, and flesh ratio was lower than the middle or lower part. However, soluble solids and acid content were high, due to cumulative sunshine during cultivation.

Key words : *Hallabong* tangor, citrus, quality property, physicochemical property

서 론

한라산의 봉우리와 비슷하다고 붙여진 한라봉은 1972년에 일본 농림수산성 과수시험장에서 청견(*Citrus kiyomi*)과 ponkan(*C. reticulata*)의 교잡종으로 육성되어 부지화(不知火, しらぬひ)로 불려졌다. 다른 감귤류에 비하여 재배가 까다롭고 품질이 항상 일정하지 않다. 품종육종을 한 일본에서도 품종등록을 하지 않았기 때문에 당도가 13°Brix 이상이고 산 함량이 1% 이하인 감귤은 '테코폰(テコポン)'이라는 상품명으로 출하되며, 이 외는 부지화로 판매되고 있으나 학술적으로는 전체를 부지화로 불린다.

1990년대 초반에 일부 독농가와 농업연구기관의 시범사업으로 부지화가 국내에 도입된 후 부지화, 테코봉 등으로 불렸다가, 1998년에 상품명으로 '한라봉'으로 부르게 되었다. 품종의 육성기원에 따라 학술적으로는 *Hallabong* Tangor(*Citrus kiyomi* × ponkan)로 부르는 게 무난할 것으로 여겨진다. 맛이 있는 감귤을 선호하는 소비자의 기호에 맞아 재배면적이 급속히 늘어났다. 전남과 경남 지역에서도 일부 재배되고 있으나, 제주지역에서의 한라봉 재배면적은 2001년에 486 ha, 2002년에 621 ha, 2003년에 973 ha, 2004년에는 1,101 ha로 급속히 증가하였다. 생산량도 2001년에 3,901톤에서 2004년에는 13,363톤으로 매년 70% 이상 증가하였다(1). 제주에서는 온주밀감 다음으로 생산량이 많으며, 조기 출하를 위한 가온재배와 더불어 주로 비가림 시설에서 재배되고 있다. 일본에서는 부지화의 재배면적이 확

*Corresponding author. E-mail : jskoh@cheju.ac.kr,
Phone : 82-64-754-3343, Fax : 82-64-756-3351

대되면서, 이 품종의 결점을 개량하기 위한 육종이 이루어지고 있다. 우선 바이러스 감염이 잘 안 되며 산 함량의 감소가 빠른 우량품종인 M16A로 점차 대체되고 있다. M16A는 기존의 한라봉 품종에 비하여 수세가 비교적 강하고 기형화의 발생이 적으며, 어린잎이 많이 생기고 길기 때문에 잎이 크다. 당도에는 차이가 없으나 산 함량이 감소가 쉬운 특징이 있어서, 제주지역에서도 M16A를 도입하여 기존의 한라봉 품종을 일부 대체하고 있다.

한라봉은 품종등록이 안 될 정도로 생육과정이 다른 감귤류에 비하여 매우 까다로운 편이다. 즉, 재배환경에 따라 성분 함량이 각각 다를 뿐만 아니라 같은 나무에 달려있는 과일의 개체, 그리고 개체 내의 부위에 따라서도 성분이 다를 정도의 특이한 품질특성을 가지고 있다. 2005년에 제주도조례를 제정하여 당도가 12°Brix 이상이고 산 함량이 1.1% 이하인 한라봉의 상품규격을 정하고 있으나, 지금까지 한라봉감귤에 대한 연구보고가 거의 없어 이에 따른 품질특성 등의 자료가 매우 빈약한 실정이다. 따라서 국내에서 대부분 재배되고 있는 한라봉과 개량품종인 M16A에 대한 품질표준화를 위한 품질특성에 대한 연구가 시급한 실정이다. 본 연구에서는 조기 출하를 위하여 가운 재배한 한라봉의 품질에 관여하는 물리화학적 요인을 분석함으로써 품질향상을 위한 생산기술 접근과 품질표준화에 도움이 될 수 있도록 하였다.

재료 및 방법

시 료

제주특별자치도농업기술원 서귀포농업연구센터 시험 포장에서 2005년 2월 20일부터 가운하기 시작하여 재배한 한라봉을 수확 적기인 12월 20일을 중심으로 2주 간격으로 나무의 중간 부위에 달린 중간 크기의 감귤을 선정하여 분석시료로 하였다.

감귤의 분포도

관행수확시기에는 나무 전체에 달린 감귤을 수확하여 크기 및 중량별 분포도를 조사하였으며, 한라봉의 품질특성을 고려하여 평균값을 나타내고자 3~5개의 과일에서 일부씩을 골고루 혼합하여 분쇄한 다음 분석시료로 사용하였다. 분석시료로 사용한 감귤은 초기에 일본에서 도입된 부지화(Hallabong) 품종으로 탕자대목에 접목한 성년기인 12년생 나무와 바이러스 내성품종으로 육종하여 보급되고 있는 M16A 품종으로 6년생 나무에 달린 시료를 사용하였다.

물리화학적 특성 및 성분분석

한라봉의 과형지수(횡경/종경), 과중, 껍질두께, 비중, 경

도, 과육율은 각각 3~5회 측정된 후 평균값을 나타내었다. 경도는 직경이 3 mm probe가 부착된 Rheometer (CR-500DX, Japan)를 이용하여 서로 다른 부위를 3~5회 측정된 후 최대값과 최소값을 제외한 평균값(g-force)으로 나타내었다. 과육율은 껍질과 과육을 분리한 다음 각각의 중량을 측정하여 한라봉 전체 중량에 대한 백분율로 표시하였다. 한라봉의 물리화학적 특성은 과육이 손상되지 않게 껍질을 벗긴 후 착즙기(DH-850, Kaiso, Korea)를 이용하여 지름이 0.4~0.6 mm인 체망을 통과시켜 착즙한 후 분석시료로 사용하였다. 과즙의 가용성고형물과 산 함량은 당산 분석장치(NH-2000, Horiba, Japan)를 이용하여 측정하였다. 산 함량은 0.1 N NaOH 적정법으로도 측정하여 당산분석장치와의 값을 비교하여 보정하였다. pH는 pH meter(A102-0031, Sentron, Netherlands)로 엑스분 함량은 여과한 착즙액 20 mL를 중량병에 취하여 105°C에서 증발시켜 남은 증발 잔유물을 백분율로 나타내었다. 가용성고형물과 산 함량의 비를 당산비(Brix/Acid ratio)로 나타내었다. 총당은 시료를 0.1 N HCl로 3시간동안 비등육에 가수분해시킨 후 0.1 N NaOH로 중화하여 여과시킨 여액을 Somogy-Nelson법(2)으로 정량하였다. 비타민 C는 시료 10 g을 5% metaphosphoric acid 50 mL를 가한 후 마쇄하여 감압여과하고, 찌꺼기는 소량의 물로 세척하여 추가로 추출하여 여과지(Whatman No. 6)로 여과한 후 hydrazine 비색법에 따라 500 nm에서 흡광도(UV-1601 Spectrophotometer, Shimadzu, Japan)를 측정하였다. 표준품은 ascorbic acid (Sigma Co., USA)를 사용하였다(3).

결과 및 고찰

감귤의 분포도

한라봉의 재배에서 결실 정도가 나무의 수세와 과일의 품질에 많은 영향을 준다. 일반적으로 재배과정에서 꽃썩기와 열매썩기 등을 통하여 나무에 달려있는 과일의 양을 조절함으로써, 재배농가에 따라 감귤의 분포도가 항상 일정하다고 볼 수는 없다. 본 연구에서는 시험 및 지도기관에서 표준이 되는 재배방법으로 관리한 대표적인 형태에서의 예라고 볼 수 있다. 과일 중량별 분포도는 Table 1에서 보는 바와 같다. 나무의 나이와 수세에 따라 결실 정도가 다르고, 크기나 중량이 서로 다르기 때문에 두 품종을 같은 기준으로 비교하기는 어려웠다. 한라봉은 과일무게 250~400 g이 90%를 차지하는데 비하여, M16A 품종에서는 결실 정도가 낮아 400~450 g을 중심으로 한 큰 과일의 분포가 상대적으로 많았으며 600 g이 넘는 과일도 있었다. 과일이 클수록 선물용으로 활용이 되지만 품질에서는 조직이 거칠고 맛이 떨어지는 결점이 있다. 2006년부터 제주도조례에서는 200 g 미만인 감귤을 비상품으로 규정하고 있으나, 본 실험에

Table 1. Fruit weight distribution of Hallabong on the tree

Fruit weight (g)	Hallabong	M16A
200~250	2(1.2) ¹⁾	-
250~300	24(15.3)	-
300~350	66(42.5)	5(10.9)
350~400	50(32.2)	8(17.4)
400~450	6(3.8)	16(34.8)
450~500	6(3.8)	9(19.6)
500~550	-	4(8.7)
550~600	2(1.2)	2(4.3)
600~650	-	2(4.3)
Total	155(100)	46(100)

¹⁾() : ratio.

서 조사한 실험포장에서는 재배과정에 열매숙기를 통하여 알맞은 결실을 유도하였기 때문에 규격보다 작은 감귤은 없었다.

나무에 달려있는 위치에 따른 분포도는 Table 2에서 보는 바와 같다. 수세가 왕성한 수령인 한라봉의 경우 달려있는 과일의 수도 많았을 뿐만 아니라 상부에서 하부까지 비교적 골고루 분포하고 있었다. 그러나 M16A 품종에서는 비교적 어린나무라고 할 수 있어서, 달려있는 과일의 수도 적었고 분포도에서 상부와 중간 부위에서는 큰 차이가 없었으나 45.6%가 하부에 달려있어 대조적이었다. 성년기의 나무에서는 열매숙기를 통하여 인위적으로 결실 위치를 조정하여 전체적으로 고른 분포를 나타낼 수 있도록 재배관리가 이루어지지만, 나무나이가 어렸을 경우에는 상부에 달린 열매를 대부분 제거하기 때문에 한라봉과는 다른 결과를 보였

Table 2. Fruit weight and positional fruiting distribution of Hallabong

Fruit weight (g)	Hallabong			M16A		
	upper	middle	lower	upper	middle	lower
200~250	1(2.2) ¹⁾	-	1(1.9)	-	-	-
250~300	5(11.1)	10(17.9)	9(16.7)	-	-	-
300~350	16(35.6)	26(46.4)	24(44.3)	-	2(15.4)	3(14.3)
350~400	19(42.2)	15(26.8)	16(29.6)	-	5(38.4)	3(14.3)
400~450	1(2.2)	2(3.6)	3(5.6)	5(41.7)	2(15.4)	9(42.8)
450~500	3(6.7)	3(5.3)	-	4(33.3)	2(15.4)	3(14.3)
500~550	-	-	-	1(8.3)	-	3(14.3)
550~600	-	-	-	-	2(15.4)	-
600~650	-	-	-	2(16.7)	-	-
Total	45(100)	56(100)	54(100)	12(100)	13(100)	21(100)

¹⁾() : ratio.

다. 일반적으로 상부에 달려있는 과일은 껍질이 매끄럽지 못하여 외관이 거칠며, 하부에 달려있는 감귤은 일조량이 적어 품질이 떨어지는 점을 감안하면 상품성을 유지하기 위한 재배관리에 유의할 필요가 있다.

물리화학적 특성

한라봉감귤의 물리적 특성은 Table 3에서 보는 바와 같다. 대부분 M16A의 과일크기가 한라봉에 비하여 컸지만, 비슷한 크기의 두 품종을 비교할 때 껍질두께는 오히려 3.29 mm로 한라봉의 3.51 mm에 비해 얇고 과육과 밀착되어 있었다. 비중은 한라봉 0.849에 비하여 M16A는 0.881로 높았다. 경도는 한라봉이 832.8 g-force에 비하여 M16A가 994.7 g-force로 높아 단단한 형태를 보였으며, 과육율도 3% 정도 높았다. 과일의 품질이 나무의 나이에도 영향을 받기 때문에 품종 사이의 특성이라고 단정하기는 어렵지만, M16A가 상품성과 저장성 등에서 유리할 것으로 판단되었다.

한라봉의 상품성은 외관, 향기, 당산비 등에 따르며, 특히 수확 직후의 산 함량은 출하에 많은 영향을 주고 있다. 한라봉이 고급과일로 인식되는 이유는 다른 감귤류에 비하여 당산비가 높아 맛이 좋다는데 있다. 온주밀감의 경우와 마찬가지로 당도를 높이기 위하여 건조조건을 조성하여 토양 수분을 떨어뜨리면 산 함량도 같이 높아져 신맛이 강하게 느껴진다. 따라서 재배과정에서 산 함량을 조절하기 위한 수분관리가 매우 중요하게 여겨지고 있으나, 온습도 처리 등 수확 후 관리기술의 접근을 통하여 산 함량을 빨리 감소시키는 방법도 검토되어야 할 과제이다. 일반적으로 산 함량을 감소시키기 위하여 수확한 다음 일정기간을 상온에서 출하전 처리가 이루어지기 때문에 과일수분 함량의 감소와 경도의 저하가 이루어진다. 이는 출하기간이 상대적으로 늦어지는 문제로 조기가온 효과를 떨어뜨리는 결과를 유발한다. 가능한 신선도를 유지하기 위하여 껍질과 과육이 밀착되어 단단한 형태가 되도록 재배관리가 이루어져야 하기 때문에 품종특성으로는 한라봉에 비하여 M16A가 상품성을 유지하는데 유리할 것으로 판단되었다.

과육 위치에 따른 성분변화

한라봉은 다른 감귤에 비하여 꼭지가 튀어나온 특징적인 형태를 유지하고 있다(Fig. 1). 대부분의 과일에서 나타나는 현상이지만, 특히 한라봉에서는 이와 같은 특징이 과육의 위치에 따라 성분 함량이 크게 달라지게 하는 원인으로 보인다. 그리고 한라봉은 다른 감귤류에 비하여 가지의 꼭지에만 매달리는 특이한 성질을 가지고 있으며, 광합성생성물이 효율적으로 열매에만 집적할 수 있는 구조로 당 함량을 높이는 데 이용되기 때문으로 보인다. 한라봉의 꼭지에 접하는 과경부, 중심부, 밑 부분에 해당하는 과정부로 각각 나누어 당도와 산 함량을 측정된 결과는 Table 4에서

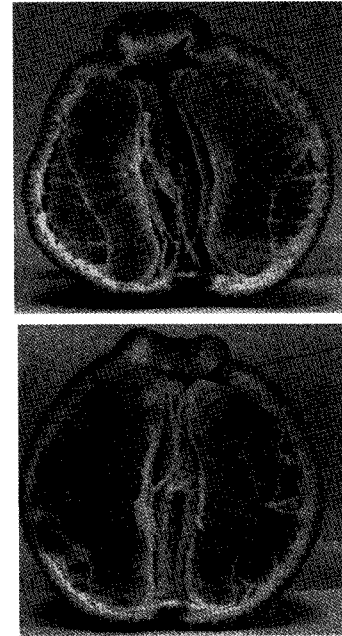
Table 3. Physical properties of Hallabong

	Width/Length	Fruit index	Fruit weight (g)	Peel thickness (mm)	Specific gravity	Hardness (g-force)	Flesh ratio(%)
Hallabong	94.29±2.10/ 90.93±1.92	104±4	354.10±16.67	3.51±0.22	0.849±0.02	832.8±100.4	74.38±2.6
M16A	95.90±2.11/ 98.20±4.85	98±4	411.74±31.29	3.29±0.35	0.881±0.01	994.69±69.28	77.31±0.41

와 같다. 두 품종 모두 밀 부분으로 갈수록 성분 함량이 높아짐을 알 수 있었다. 이는 Fig. 1에서 보는 바와 같이 대부분 꼭지 부분에 빈 공간을 형성하여 수확시기에 상대습도가 낮아짐에 따라 증산작용에 의한 마름현상이 발생하기 때문으로 보인다. 꼭지와 밀착된 경우에도 감(segment)의 윗부분은 과즙이 적어 약간 말라있는 상태를 유지하고 있으며, 이는 한라봉이 다른 감귤류와의 다른 품종특성으로 보인다. 특히 상온저장에서 저장고의 습도가 낮았을 경우 그 차이가 많이 발생할 수 있다.

Table 4. Soluble solids and acid content of Hallabong juice by the part of segment

	Soluble solids (°Brix)				Acid content(%)			
	Stem	Center	End	Average	Stem	Center	End	Average
Hallabong	11.31	12.11	12.38	11.93	0.94	1.02	1.01	0.99
M16A	8.63	11.03	11.82	10.49	0.74	0.89	0.94	0.86

**Fig. 1. Sectional structure of Hallabong(up) and M16A(down).****Table 5. Physicochemical properties of Hallabong by positional fruiting**

	Hallabong			M16A		
	Upper	Middle	Lower	Upper	Middle	Lower
Fruit index	1.02±0.04 ²⁾	1.04±0.04	1.03±0.05	0.98±0.04	1.01±0.05	0.99±0.05
Fruit weight (g)	352.0±54	346.9±57.39	341.1±52.8	473.3±75.86	416.6±81.82	416.2±49.1
Peel thickness (mm)	3.52±0.22	3.36±0.54	2.90±0.29	4.0±0.56	3.29±0.35	3.03±0.25
Soluble solids (°Brix)	12.98±1.18	12.98±0.75	12.20±0.9	12.63±0.91	12.05±0.59	11.48±0.28
Acid content(%)	1.14±0.12	1.09±0.1	1.08±0.07	1.00±0.13	0.99±0.08	0.92±0.06
pH	3.09±0.06	3.07±0.07	3.11±0.09	3.31±0.09	3.30±0.07	3.38±0.06
Hardness (g-force)	931.4±111.9	832.8±100.4	870.8±150.5	1056.1±156.9	994.7±69.3	968.4±227.9
Flesh ratio(%)	73.11±2.33	74.38±2.6	78.54±0.98	74.14±3.2	77.82±1.35	81.43±6.31
Brix/Acid ratio	11.56±1.87	11.89±0.95	11.29±0.87	12.65±0.74	12.27±0.81	12.46±0.99
Reducing sugar (%)	4.42±0.55	4.47±0.69	4.26±0.21	4.05±0.08	4.38±0.25	4.31±0.21
Total suagr(%)	8.48±0.66	8.01±0.7	7.95±0.76	8.24±1.16	7.41±0.6	7.03±0.27
Vitamin C (mg/100 g)	78.77±5.77	72.51±3.51	71.30±5.02	67.67±5.37	68.01±4.78	64.40±4.77

²⁾Values are means ± S.D.(n=5)

결과위치에 따른 한라봉의 특성

나무에 달려있는 위치에 따른 한라봉의 품질특성은 Table 5에서 보는 바와 같다. 과일의 외관적인 형태에는 큰 차이를 보이지 않았으나, 상부에 달려있는 과일은 크기가 컸으며 껍질이 두껍고 과육율이 낮았으며 경도도 높았다. 그리고 나무의 밑 부분에 달려있는 과일에 비하여 위쪽으로 올라갈수록 당도와 산 함량이 모두 높았으며, 이는 일조량이 상대적으로 많은 결과로 보인다. 따라서 전체적인 한라봉의 품질을 높이기 위하여 가지치기를 통하여 충분한 일조량을 확보하는 방법과 더불어 반사광을 이용할 수 있는 멀칭재배 등을 통하여 하부에 달려있는 감귤의 일조량을 높여 품질을 향상시킬 필요가 있음을 알 수 있었다. 또한, 하단부에 달려있는 과일을 전부 숙아내어 중간 부위에만 결실을 유도함으로써 감귤품질을 높이는 재배방법을 도입하는 방안도 필요한 것으로 판단된다. M16A가 한라봉에 비하여 가용성고형물이 높은 편이었으나 산 함량이 떨어져 당산비가 높아 기호성을 나타내는 것으로 보인다. 비타민 C 함량은 64.40~78.77 mg/100 g으로서 온주밀감 41.19~46.55 mg/100 g(4)보다 아주 높았으며, 독특한 외관과 더불어 향기가 좋아 고급 과일로서 특징을 나타내는 것으로 보인다. 색깔에 있어서는 무가운 재배한 한라봉이 2월에 수확함으로써 충분한 생육기간을 유지하여 주황색을 띠는데 비하여 가운재배에서는 황색을 나타내었다. 외관이나 내용성분으로 상품성을 유지하는 데는 충분한 생육기간이 필요한 것으로 여겨진다.

요 약

가운재배한 한라봉감귤의 분포도, 물리화학적 품질특성을 검토하였다. 한라봉은 과중 250~400 g이 90%를 차지하는데 비하여, 한라봉 변이종인 M16A 품종에서는 나무나이가 어리고 열매숙기의 영향으로 결실 정도가 낮아 400~450 g을 중심으로 한 큰 과일의 분포가 상대적으로 많았다. M16A의 과일크기가 한라봉에 비하여 컸지만 껍질두께는 오히려 3.29 mm로 한라봉의 3.51 mm에 비해 얇고 과육과

밀착되어 있었다. 중간 위치에 달려있는 한라봉의 경도가 832.8 g-force에 비하여 M16A가 994.7 g-force로 높아 단단한 형태를 보였으며, 과육율도 3% 정도 높았다. 당도와 산 함량은 한라봉이 12.20~12.98°Brix와 1.08~1.14%, 그리고 M16A가 11.48~12.63°Brix와 0.92~1.00%이었다. 비타민 C 함량은 한라봉에서 71.30~78.77 mg/100 g, 그리고 M16A에서 64.40~68.01 mg/100 g이었다. 과육의 위치에 따라 성분 함량이 차이가 있었으며, 밑 부분으로 갈수록 당도가 높았다. 상부에 달려있는 과일은 크기가 컸으며 껍질이 두껍고 과육율이 낮았으며 경도도 높았다. 그리고 당도와 산 함량이 모두 높았으며, 이는 일조량이 상대적으로 많은 결과로 보인다.

감사의 글

본 연구는 2006년 농촌진흥청 지역개발과제 지원에 이루어졌으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Nonghyup, Jeju District Center (2005) Analysis of citrus distribution and marketing, p.53
2. Hatanaka, C. and Y. Kobara (1980) Determination of glucose by a modification of Somogy-Nelson method. *Agric. Biol. Chem.*, 44, 2943-2949
3. A.O.A.C. (1995) Official methods of analysis. 16th ed., Association of official analytical chemists, Washington, D.C.
4. Koh, J.S. and Kim, S.H. (1995) Physicochemical properties and chemical compositions of citrus fruits produced in Cheju. *Korean J. Agric. Chem. Biotechnol.*, 38, 514-545

(접수 2006년 5월 2일, 채택 2006년 9월 8일)