

시설온주밀감의 이화학적 특성과 관능평가

오영주* · 황인주 · 김찬식¹ · 강순선¹ · 고정삼¹

한라전문대학 호텔조리과, ¹제주대학교 농화학과

초록 : 제주산 시설온주밀감의 이화학적 성분과 품질에 관여하는 내적 및 외적요소를 측정하여 과실의 품질특성을 알아보았으며, 당도와 산도의 차이에 따른 기호도를 평가하였다. 과즙의 sucrose, fructose 및 glucose는 2:2:1.5의 비로 존재하였으며, 주요 유기산인 citric acid는 전체 유기산의 70%였다. 착색도와 당산비 간의 상관성은 0.563으로 높아 착색도는 감귤의 숙도를 나타내며, 성분특성치 중 산과 pH는 상관계수가 -0.882로 높아 품질평가 시 측정이 간편한 pH를 산함량 대신 활용 가능성을 확인하였다. 당이 높을수록 기호도 점수는 좋았으나 이에 대응하는 산도의 범위에 따라 한정적이며, 산도가 너무 적거나 높아도 좋은 평가를 얻을 수 없었다. 시설온주밀감의 관능적 품질은 당도 11 brix 이상, 산함량 0.5~1.0%이어야 기호도에 적합하였다.(1997년 5월 17일 접수, 1997년 7월 3일 수리)

서 론

제주의 시설온주밀감 생산량은 1987년 7톤을 시작으로 급격히 증가하여 1996년도에는 23,023톤에 달하였으며, 재배면적도 0.13 ha에서 490 ha로 증가하였고 한국인 1인당 그 소비량은 0.502 kg으로 일본의 섭취량과 거의 비슷한 수준에 달했다.¹⁾ 이러한 추세로 재배면적이 늘어나면 장래에 공급과잉 현상을 초래하여 가격하락의 폭이 크게 되고 결과적으로 농가의 경영수지 악화를 야기시킬 것으로 예상된다. 더욱이 금년부터 감귤류가 수입자유화됨에 따라 고품질의 시설온주밀감의 생산과 출하온주밀감의 상품성 제고에 더욱 노력해야 할 시점에 처해 있다. 온주밀감의 품질은 크게 외적품질과 내적품질로 구분되는 바, 전자의 요소로는 과실 크기, 과피 두께, 상처 유무, 부착물, 착색도, 과형, 부피 정도, 과피의 매끄러움, 과실 꼭지의 상태 등이 있으며 후자의 요소로는 당함량, 산함량, 향 등의 화학적 성분과 과즙량 및 양낭막의 조직감 등의 물리적 성질로 구분해 볼 수 있다.²⁾ 현재 제주산 시설온주밀감의 품질평가는 도내 공동선과장에서 외적인 품질요소로만 등급화가 이루어지고 있으며, 품질의 구성요소로 가장 중요한 식미에 관여하는 내적품질요소의 계측치는 전혀 반영시키지 못함으로써 소비자들께서 고품질의 과실을 선택하려 해도 구매기회와 기호도를 충족시켜 주지 못하는 실정이다.

이와 같은 연구의 필요성에도 불구하고 국내에서 이루어진 시설온주밀감의 품질특성에 관한 연구결과는 매우 제한적인 내용에 불과하며, 노지산 감귤의 품질평가방법에 대한 연구만이 일부 저자들에게 의해 보고되고 있다.^{3,6)} 노지산(露地産) 감귤의 연구결과를 시설온주밀감의 품질평가에 그대로 적용하는 데는 품질요소의 차이로 인하여 어려울 것으로 여겨진다. 따라서 본 연구에서는 제주산 시설온주밀감의 품

질인증제의 정착기반을 조성하여 국제경쟁력을 제고 시키는데 도움을 주기 위하여 품질별 등급화에 필요한 실용적인 품질평가 표준지표와 시설온주밀감의 생산지표를 설정하는데 그 목적이 있다. 이를 위한 기초연구로 시설온주밀감의 주산지인 서귀포시의 재배농가와 도내 판매장을 선정하여 시설온주밀감의 품질특성을 알아보았으며, 또한 당도 및 산도의 차이에 따른 기호도를 조사하였기에 보고하는 바이다.

재료 및 방법

유리당, 유기산 및 유리 아미노산의 분석

제주에서 가장 널리 시설재배되는 궁천조생(*Citrus unshiu* Marc. var. *miyakawa*)을 1996년 6월 중순 서귀포시 5군데 재배농가에서 후숙처리하지 않은 것으로 5상자(5 kg 단위)를 구입하고, 각 상자당 10개씩 50개를 무작위로 채취한 다음, 주서기로 착즙 여과하여 분석시료로 하였다. 분석용 시료는 착즙액을 50~100배 희석한 후 C₁₈ Sep Pak으로 전처리하였으며, 성분의 분석은 HPLC(Hewlett Packard 1050)로 하였다. 이때의 HPLC 분석조건은 Table 1과 같다.

유리아미노산 분석은 UV(DAD) detector를 사용하여 Hewlett Packard aminoquant column을 이용하였다. Eluent는 20 mM sodium acetate buffer+0.012%triethylamine와 1% acetic acid로 pH 7.20으로 조절 후 tetrahydrofuran 3%를 첨가한 용액과 100 mM sodium acetate buffer와 1% acetic acid로 pH 7.20으로 조절 후 2배의 acetonitrile과 2배의 methanol 3%를 첨가한 용액을 혼합하여 사용하였으며, OPA 및 FMOC를 전처리하여 유도체를 형성하도록 하여, 40°C에서 detector gradient의 경우 0~16

찾는말 : 시설온주밀감, 품질특성, 관능평가, brix, 산, pH
*연락처

Table 1. HPLC conditions for analysis of free sugar and organic acid of greenhouse Satsuma mandarin juice

	Free sugar	Organic acid
Detector	RI(40°C)	UV 210 nm
Column	Econosphere NH ₂ 5U cartridge (250×4.6 mm)	Bio Rad Aminex HPX-87H (300 mm×7.8 mm)
Eluent	Acetonitrile : Water(70 : 30)	0.08N H ₂ SO ₄
Flow rate	0.8 ml/min	0.6 ml/min
Injection volume	10 µl	10 µl
Column temperature	40°C	40°C

min사이는 338 nm에서 16~25 min사이는 262 nm에서 측정하였다.

품질특성 측정

1996년 6월 중순~7월 하순에 걸쳐 시설온주밀감의 주생산지인 서귀포시 지역 25군데 과원 (보목 2, 법환 1, 호근 1, 서홍 1, 회수 2, 월평 4, 도순 3, 하호 2, 신호 1, 상호 1, 토평 1, 동홍 1, 대표 1, 강정 2, 예래 2)에서 시설재배한 조생온주를 각 과원당 5 kg단위로 1상자씩 입수하여 여기서 20개씩 무작위로 채취하여 조사시료로 삼았다. 모든 시료는 조기가온법으로 재배한 공천조생이었으며 후속처리하지 않은 중간크기의 감귤이었다.

온주밀감의 품질특성으로 크기의 특성치(과중, 과경), 물리적 특성치(과형지수, 과육율, 색) 그리고 맛의 성분특성치(brix, 산, pH, brix/acid ratio) 등을 측정하였다. 과형지수는 과형(diameter)과 과고(high)를 측정하여 그 비(d/h)로 계산하였고, 과일의 총중량을 측정한 다음 박피한 후 과육량을 칭량하여 과육의 백분율로 과육율을 계산하였으며, 색은 과피 색도조건표에 따라 %로 표시하였다. Brix, 산도 및 pH의 측정을 위한 시료는 착즙액을 여과하여 사용하였다. Brix는 Abbe형 굴절당도계를 사용하여 실온에서 측정하고, 산도는 착즙여과액을 0.1N NaOH용액으로 적정하여 구연산으로 환산 계산하였으며, pH는 휴대용 pH-meter (Model 250A, Orion)로 측정하였고, 당산비는 brix와 산함량의 비로 나타내었다. 한편 pH를 산함량 대신 사용할 수 있는지를 알아보기 위한 시료는 제주시내 7개 판매장에 출하중인 시설온주밀감160개를 무작위 채취하여 사용하였다.

관능검사

당도와 산도에 따른 기호도 평가 시료는 당도와 산도가 다양한 서귀포시 예래동과 법환동 과원에서 중간 크기의 온주밀감으로 5 kg상자를 3개씩 구입하여 준비하였다. 감귤 1개에서 2쪽을 채취하여 brix와 산도를 측정하고 이것을 당도별로 저당도 (8.0~10.6 brix), 중당도 (11.0~12.8 brix), 고당도(13.2~14.0 brix)의 3그룹으로 분류하고 각 등급당 산도에 따라 다시 3분류하였다 (Table 2). 관능검사요원은 식품의 관능검사에 대한 경험이 있는 대학생 20명을 선발하여 당도별 3그룹 즉, 9개의 귤을 각각 5쪽씩 주어

Table 2. Brix and acidity values of greenhouse Satsuma mandarin juice for sensory evaluation

Acid content group Brix group	Acid content group		
	I	II	III
Brix I 8.0~10.6	0.45±0.04 ^{aa} (9.20±0.95) ^{**}	0.61±0.04 ^b (9.56±0.74)	0.88±0.13 ^c (9.78±0.59)
Brix II 11.0~12.8	0.63±0.11 ^a (11.87±0.68)	0.89±0.06 ^b (11.91±0.61)	1.20±0.14 ^c (12.02±0.55)
Brix III 13.2~14.0	0.80±0.12 ^a (13.58±0.58)	1.12±0.07 ^b (13.70±0.54)	1.51±0.14 ^c (13.78±0.62)

Values within the same column with different superscript letters are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test. ^aaverage of acid content, ^{**}average of Brix.

9점 스마일테스트(9-point scale with smiling face, 1=dislike extremely, 9=like extremely)²⁾으로 조리실습실에서 평가하였다.

통계처리

실험에서 얻은 모든 데이터는 SPSS/PC+를 이용하여 통계 처리하였다.³⁾ 시설온주밀감의 품질에 관여하는 요인들 간의 관계를 찾아 식미평가의 지표로서 활용 가능성을 보기 위해 상관관계를 분석하였고, 아울러 특정성분치의 변화로부터 다른 성분치의 변화를 예측하기 위하여 회귀분석을 하였다. 당도 및 산도의 차이에 따른 기호도는 brix별로 독립변수에 산도를 두고 종속변수로 기호도의 평점을 적용시켜 평가하였다.

결과 및 고찰

시설온주 착즙액의 유리당, 유기산 및 유리아미노산의 함량 재배농가 5군데를 임의적으로 선정하여 농가 당 중간크기의 온주밀감 10개씩 무작위로 채취하여 착즙한 액을 HPLC로 분석한 유리당, 유기산, 아미노산의 함량은 Table 3과 같다. 감귤과즙의 유리당으로는 fructose, sucrose, maltose 및 glucose가 검출되었고 그 함량은 fructose, sucrose, glucose 및 maltose의 순으로 높았으며, 총 유리당의 약 69%가 fructose와 sucrose였고 glucose 27% 그리고 maltose는 미량이었다. 한편 노지산 감귤의 경우 유리당의 약 50%가 sucrose였고 glucose와 fructose는 비슷한 수준으로 함유되어 있다고 보고되고 있는데,²⁾ 이 결과는 노지산 감귤과 다소 차이가 있었다. 과즙의 유기산으로는 citric acid, malic acid, malonic acid 및 succinic acid 등 4종이 검출되었으며, 주요산은 citric acid으로 전체의 70%를 차지하였다. 과즙의 아미노산의 경우 총 17종의 아미노산이 검출되었으며, 이중 proline이 36.9 mg%로 가장 많았고 비필수 아미노산이 주를 이루었다.

품질특성치 간의 상관관계

1996년도 서귀포시 관내 25과원에서 조기가온법으로 재배한 시설온주밀감으로 각 과원당 중간 크기인 M급 (6.0~

Table 3. Free sugar, organic acid and amino acid contents of greenhouse Satsuma mandarin juice

Soluble solids (° Brix)	Acid content (%)	Brix/Acid ratio	Free sugars (mg/g)				Organic acid (mg/g)			
			fructose	sucrose	glucose	maltose	citric acid	malic acid	malonic acid	succinic acid
10.8	0.74	14.6	20.52	19.10	15.26	0.98	13.60	0.67	2.49	3.10

Amino acid (mg/100 g)																
Asp	Glu	Ser	His	Gly	Thr	Ala	Arg	Tyr	Cys	Val	Met	Phe	Ile	Leu	Lys	Pro
15.5	11.7	7.89	3.25	3.67	3.99	5.94	10.5	5.48	6.89	4.27	5.75	5.19	4.19	4.51	3.90	36.9

Table 4. Mean value and correlation coefficient between physico-chemical properties of greenhouse Satsuma mandarin fruit*

	Mean	Standard deviation	Fruit weight	Fruit width	Fruit index	color	Flesh ratio	Brix	Acid content	pH	Brix/Acid
Fruit weight	103.21	23.37		0.762	0.130	0.069	-0.205	-0.276	0.172	0.169	0.122
Fruit width	66.10	4.35			0.172	-0.011	-0.129	-0.130	-0.175	0.214	0.133
Fruit index	131.32	9.87				-0.044	-0.203	0.015	0.063	0.097	-0.034
color	54.74	16.90					-0.125	0.295	-0.363	0.318	0.563
Flesh ratio	79.24	2.00						-0.050	0.093	-0.106	-0.122
Brix	11.29	1.92							0.395	-0.309	-0.407
Acid content	0.72	0.19								-0.882	0.852
pH	3.61	0.20									0.815
Brix/Acid	15.83	3.88									

*Middle size(M) : 6.0~6.9 cm, n=500.

6.9 cm)에 상당하는 시료 5 Kg단위로 1상자씩 채취하여 상자당 20개의 시료 즉, 500개의 껍을 분석한 결과 Table 4와 같이 크기, 물리적, 성분특성치와 특성치간의 상관관계를 얻었다. 물리적 특성치인 과형지수는 노지산 감귤에 비해 5~6정도 더 커서 요고과(腰高果) 보다도 편평과(扁平果)에 가깝다. 일반적으로 과형은 주야의 온도차에 의하여 달라지는데, 밤낮의 온도차가 클수록 횡경의 비대가 저하되어 과형지수는 낮아지게 된다고 한다.¹⁰⁾ 시설온주밀감은 주야간의 온도차를 인위적으로 조절 할 수 있는 비닐하우스내에서 재배하기 때문에 편평과형이다. 시설온주밀감이 노지산 감귤에 비해 과피의 색도가 매우 낮다. 이는 하우스 내에서 온주밀감의 과육이 성숙과정에 달하여도 과피내의 클로로필 분해와 카로티노이드 색소의 생성이 완만하여 과육선숙형(果肉先熟型) 즉, 과육은 충분히 붉게 되고 성숙한 상태이지만 과피의 색이 잘 나지 않는 현상을 나타낸 것으로 본다. 노지산 감귤의 과피는 약 2.3 mm인데 반해⁹⁾ 비닐하우스에서 가온 재배한 시설온주밀감은 약 1.5 mm로 얇아 노지산 감귤에 비해 과육율이 높고 까먹기 쉬울 뿐만 아니라 양낭막도 얇아 입안에서 씹는 맛이 양호하다. 한편 시설온주밀감의 주요한 또 하나의 특징은 노지산 감귤에 비해 산도가 낮아 당산비가 높은 것이다. 제주의 노지산 감귤의 당산비가 약 10인 점을 고려할 때⁹⁾ 시설온주밀감의 당산비는 5~6정도 더 높다.

크기의 특성치인 과중 및 과경은 중간크기의 껍을 사용했기 때문에 물리적 특성치 및 성분특성치와 상관성을 관찰할 수 없었다. 그러나 물리적 특성치 중 착색도에 대해서는 가용성고형분(brix), pH 그리고 당산비에 대해서 정의 상관관계를 나타냈으며, 산함량과는 부의 상관관계를 나타냈다. 특히 당산비와는 그 상관계수가 0.563으로 0.05%의 수준에서 유의성이 인정되었다. 이는 감귤이 익어 감에 따

라 당산비가 높아짐을 의미한다. 한편 성분특성치 중 산과 pH는 상관계수가 -0.882, 산과 당산비는 0.852로 0.01%에서 고도의 유의성을 보였고, pH와 당산비 간에도 비슷한 수준의 상관성을 보였다.

감귤의 맛은 단맛과 신맛에 의해 결정되므로 성분특성치 중 당과 산은 감귤의 맛을 나타내는 지표가 된다. 일반적으로 당은 가용성고형분(brix)과 관계가 깊으나 산과 pH는 시료의 완충력에 따라 다소 다를 수가 있다. 그러나 시설온주밀감의 경우 산과 pH는 Table 4의 경우와 같이 상관성이 매우 높았다. 감귤의 맛을 나타내는 지표가 되기 위해서는 측정이 간편하면서 재현성이 있어야 한다. 따라서 측정이 간편한 pH를 산함량 대신 사용할 수 있는지 여부를 결정하기 위하여 시장에 출하 중인 시설온주밀감 160개를 무작위 채취하여 당, 산, pH를 측정하고 이를 회귀분석을 한 결과

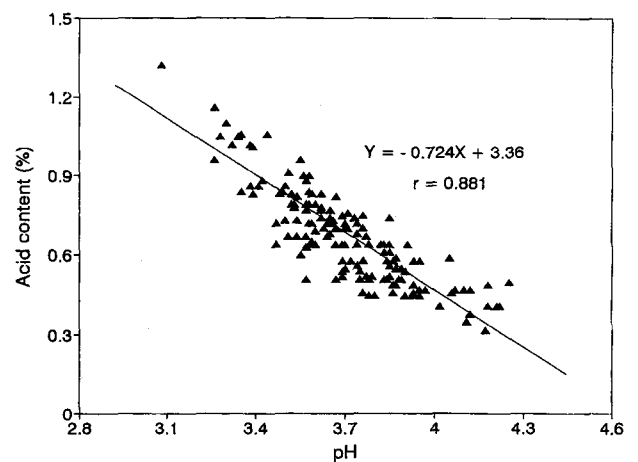


Fig. 1. Relationship between acid content and pH of commercial greenhouse Satsuma mandarin.

Table 5. Regression analysis between acid content and pH of commercial greenhouse Satsuma mandarin

variables	regression equation	R*	F**
acid (Y ₁) vs. pH (X ₁)	$Y_1 = -0.724X_1 + 3.36$	0.881	489.2
brix/acid ratio (Y ₂) vs. pH (X ₁), Brix(X ₂)	$Y_2 = -3.631X_2 - 9.796X_1 - 0.709X_{12} - 0.279X_{22} + 2.998X_{1X2} + 15.003$	0.867	85.2

*regression coefficient, ** F-distribution

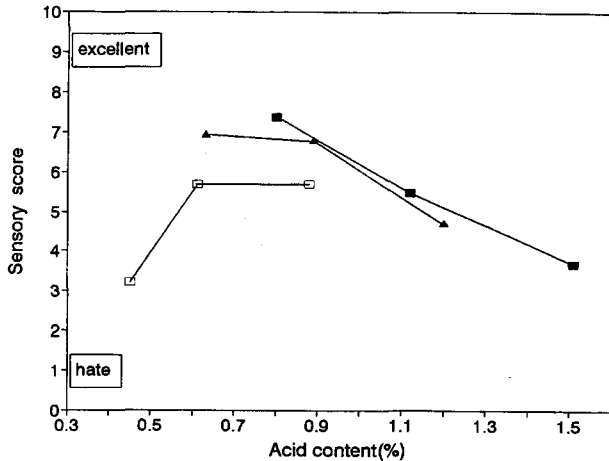


Fig. 2. Changes in hedonic score according to brix and acid content of greenhouse Satsuma mandarin with low brix(9.5, □-□), middle brix(12.0, ▲-▲) and high brix(13.7, ■-■).

산과 pH는 0.881을 얻었다(Fig. 1). 또한 식미의 지표인 brix와 pH에서 당산비의 추정이 어느 정도 가능한지를 알아보기 위하여 이들간의 회귀식도 구해 본 결과, 0.867으로 비교적 높은 상관을 보였다(Table 5). pH와 총산과의 관계는 감귤의 종류와 산지를 달리하여 분석한 연구결과에서도 상관성이 매우 큼을 확인하였다.⁴⁵⁾ 식미적 품질지표로서 산을 pH로 대신할 수 있는지 여부는 품종별 산지별 완충력의 차이와 pH와 산과의 상관성을 보다 면밀하고 광범위한 분석을 통해 이루어져야 할 것이다.

당도 및 산도의 차이에 따른 기호도

당도 10 이하의 저당도 시설은주밀감의 경우, 산도가 0.6~1.0(당산비 11.1~15.7)의 범주에 있을 때 관능적 가치가 있으나, 산도 0.5 이하의 낮은 수준에서는 비록 당산비는 전자에 비해 훨씬 높으나 기호도는 양호하지 못하였다(Fig. 2, low brix). 그래서 '감귤이 맛있다'라고 하는 것은 신맛과 단맛의 조화에 있다고 말할 수 있다. 중당도 시설은주밀감의 경우, 산도 1.0을 초과하면 Fig. 2(middle brix)에서 처럼 기호도는 저하되기 시작하나, 산도 0.6~1.0범위(당산비 13~19) 내에서는 「보통으로 좋다」로 기호도가 높았다. 이처럼 저당도에 비해 중당도에서 기호도가 더 높은 것은 당도에 기인한 것으로 사료된다. 결국 산도가 너무 낮거

나 너무 높으면 기호도가 낮게 나타남을 보여주는 것이다. 고당도의 시설은주밀감은 산도 0.8(당산비 17)에서 최고의 기호도(보통으로 좋다-매우 좋다)를 보였으며, 타 그룹의 경우와 마찬가지로 산도가 1.0을 초과하면서 동시에 당산비가 10 이하로 떨어질 때 기호도가 매우 낮음을 볼 수 있다(Fig. 2, high brix). 이상의 결과로부터 시설은주밀감의 기호도는 brix가 높을수록 좋지만 산도는 brix에 의해 특정 적응 범위가 정해져 그것에 의해 기호패턴이 좌우되는 것으로 판단되며, 신맛이 너무 약하거나 또는 너무 강해도 관능적으로 좋은 평가를 얻을 수 없다는 것을 단적으로 보여준다. 따라서 시설은주밀감의 생산을 위한 관능적 품질의 적정기준을 당도 11brix 이상, 산도 1.0 이하로 정하는 것이 적합하다고 본다. 차후의 연구에서 등고선상의 그래프를 이용하여 이의 범위에 대한 검토가 이루어질 것이다.

감사의 글

본 연구는 1996년 한국과학재단과 제주도가 지원한 지역 협력연구센터에서 수행한 연구결과(과제번호 SH-96M-14)의 일부로서 이에 감사드립니다.

참고 문헌

1. 농협중앙회 제주지역본부 (1996) '95년산 감귤유통처리실태 분석.
2. 고정삼, 강영주 (1994) 제주농업과 감귤가공산업, 광일문화사.
3. 고정삼, 고정은, 양상호, 안성웅 (1994) 제주산 은주밀감의 특성과 관능평가. 한국농화학회지, **37**, 161-167.
4. Sinclair W. B. and E. T. Bartholomew (1947) Compositional factors affecting the edible quality of oranges. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* **50**, 177-186.
5. Kazuo O. and I. Kyuei (1972) Evaluation of edible quality of commercial Satsuma mandarin(*Citrus unshiu* Marc.)- I. Analysis of characters of commercial Satsuma mandarin based on the principal components. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* **41**, 83-91.
6. Kyuei I. and O. Kazuo (1978) Evaluation of edible quality of commercial Satsuma mandarin(*Citrus unshiu* Marc.)- Statistical analysis of organoleptic evaluation and sampling for the grading. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* **46**, 548-554.
7. Morten Meilgaard M.T. (1990) Sensory Evaluation Techniques, CRE Press.
8. 채서일, 김범중 (1988) SPSS/PC+를 이용한 통계분석, 법문사.
9. Araki C. (1992) Characteristics of Satsuma mandarin for juice processing with special reference to relation between chemical composition and juice quality(II). *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi* **39**, 555-563.
10. 제주도농민교육원 (1990) 감귤시설재배.

Physiochemical Characteristics and Sensory Evaluation of Greenhouse Satsuma Mandarin

Young-Ju Oh*, In-Ju Hwang, Chan-Shick Kim¹, Soan-Sun Kang¹ and Jeong-Sam Koh¹ (*Department of Hotel Culinary Arts, Halla College, Nohyoung-Dong, Cheju, 690-180 Korea; ¹Department of Agricultural Chemistry, Cheju National University, Ara-Dong, Cheju 690-576 Korea*)

Abstract : To assess the physiochemical characteristics of greenhouse Satsuma mandarin (*Citrus unshiu* Marc. var. *miyakawa*) produced in Cheju, were analyzed chemical compositions for fruits, external and internal factors influencing the edible quality. Changes in organoleptic value according to brix and acid content were also evaluated. The ratios of sucrose : glucose : fructose in citrus juice were 2 : 2 : 1.5. Citric acid as the main acid in the juice represented about 70% of total organic acid. Most of the amino acids were found to be nonessential amino acids. Deep yellow color of the citrus peel showed a significant relationship($r=0.563$) with brix/acid ratio of the citrus juice, indicating the ripeness of the fruit. Since the acid content showed highly negative statistical relationship($r=-0.882$) with the pH value of the juice, the pH value appears to be a simple indicator for the sourness of the fruit in the field test. The fruits were divided into 9 groups based on the brix/acid contents for sensory evaluation. The palatability patterns of each group changed depending on the acid content. The optimal ranges of brix/acid content for acceptable taste were 11 and 0.5~1.0, respectively.

Key words : greenhouse Satsuma Mandarin, quality properties, sensory evaluation, brix, acid, pH

*Corresponding Author