

Relationship between the fruit size and the quality properties of imported Valencia oranges

Deokjo Jo, Seong-Yeol Yoo, Joo-Hyeon Park, Yaping Gao, Seul-Gi Kim,
Jea-Young Lee, Eun-Jin Kwon, Joong-Ho Kwon*

School of Food Science and Technology, Kyungpook National University & Food Bio-industry Research Institute

수입 Valencia 오렌지의 크기와 품질특성의 상관성

조덕조 · 유승열 · 박주현 · 까오야핑 · 김슬기 · 이제영 · 권은진 · 권중호*

경북대학교 식품공학부 및 식품생물산업연구소

Abstract

Imported Valencia oranges were evaluated to determine the relationship between the fruit size and its quality. The orange size was classified into three groups on a commercial basis: small (140~160 g/113±5 fruit/box), medium (190~220 g/88±5 fruit/box), and large (250~280 g/72±5 fruit/box). The physicochemical and sensory properties were analyzed to evaluate the orange quality. No significant difference in the peel thickness and flesh ratio was detected across the fruit sizes. The juice yield of the medium-sized orange and the TSS/TA ratios of the medium-sized and large oranges showed the highest value, respectively ($p<0.05$). The large orange had the highest vitamin C content, which was positively correlated with both its DPPH and ABTS radical scavenging abilities ($p<0.05$). In the sensory evaluation of the fruits and their juice, the scores for sourness and overall preference were significantly higher in the medium-sized and large oranges than in the small ones. The total soluble solids, total acidity, TSS/TA ratio, and reducing sugar content were significantly related to the sensory properties. Finally, the quality and sensory properties were considered superior in the medium-sized and larger Valencia oranges. Further studies on the effects of the variety and origin of Valencia oranges on their quality and sensory properties are required.

Key words : orange, fruit size, physical properties, vitamin C, sensory evaluation

서 론

오렌지는 전 세계적으로 널리 소비되고 있는 *Citrus*류 과일 중 하나로, 아시아에서 유래되어 유럽을 걸쳐 북미 및 남미로 전파되었다(1). 세계 최대 오렌지 생산국으로는 브라질, 미국, 중국 등이 알려져 있으나, 우리나라의 경우 2012년 한·미 FTA 체결 이후 미국산 오렌지가 수입량의 90% 이상을 차지하고 있다(2). 미국산 오렌지는 국산 감귤과 직접적인 대체관계가 있는 과일로, 우리나라는 1995년 최초로 오렌지를 수입한 이래 그 양이 꾸준히 증가하고 있으며, 이는 바나나에 이어 수입과일 중 상당한 비율을 차지하고 있다(2). 이와 같은 지표들을 통해 오렌지는 수입

과일을 넘어 사과나 귤을 비롯한 국내에서 주로 소비되는 과일과 동등한 수준에 이르렀다고 볼 수 있다(3).

오렌지의 품종은 크게 Navel과 Valencia 두 종류로 나뉘고, 계절 특산품으로 붉은 과육의 Moro와 Cara Cara 오렌지가 있다. Navel 오렌지는 줄기 반대쪽이 단추처럼 튀어나와 있어 배꼽오렌지라고도 하고 씨가 없고 당도가 높아 생과용으로 많이 사용되며 12월에서 4월 사이 많이 생산된다. 세계 감귤 생산량의 약 70%를 차지하는 Valencia 오렌지는 약간의 씨를 가지기도 하는 껍질이 얇은 품종으로 주스용으로 많이 사용되며 5월에서 11월 사이 주로 생산된다.

한편, 사과나 귤의 경우 산지, 품종, 재배방법, 기후차이 등 비교 가능한 다양한 접근방식으로 품질특성에 대한 연구가 이루어지고 있으나(4,5), 오렌지의 경우 주로 농약(6,7) 및 훈증제(8) 관련 연구, 가공품인 주스(9-12)에 관한 연구 등으로 산물에 대한 비교 연구는 활발히 진행되지 않았다.

*Corresponding author. E-mail : jhkwon@knu.ac.kr
Phone : 82-53-950-5775, Fax : 82-53-950-6772

우리 식탁에 오른 지 채 20년이 되지 않은 오렌지는 다른 내수과일과 달리 소비자가 과일을 선택할 때 선별할 수 있는 기준에 대해 명확하게 알려진 자료가 거의 없는 실정이다. 한·미 FTA 체결 이후 소비자의 64%는 오렌지 가격인하를 체험한 것으로 나타났고, 이로 인해 국내 소비자의 25%는 오렌지 구입을 늘린 것으로 나타났다(3). 소비자들은 과일을 구입할 때 주로 가격과 품질을 고려하는 것으로 추정되며, 특히 가격보다는 품질을 고려하는 것으로 확인되었다(13). 과일의 품질을 구성하는 주요 요인으로는 당도, 맛, 크기, 과중, 모양, 선택, 안전성, 기능성 등이 있고, 국립농산물품질관리원의 농산물표준규격에서도 무게에 따른 등급 기준을 설정하여 무게가 많을수록 등급을 높게 설정하였다(14). 도매시장 단계에서도 사과와 배는 과실 크기가 작아질수록 가격할인율이 두드러지게 커지는 것으로 나타났다(13). 한편 시판 수입오렌지는 18 kg 상자에 담긴 과일의 크기와 개수를 기준으로 소(113과), 중(88과), 대(72과)로 상품이 분류되어 판매되고 있으나, 과일의 크기와 소비자의 선호도를 뒷받침할 수 있는 과학적인 연구는 거의 이루어지지 않은 실정이다.

이에 본 연구에서는 수입 Valencia 오렌지에 대한 크기와 품질특성의 관련성을 연구하였고, 오렌지 품질과 관련된 이화학적 특성과 관능적 기호도를 측정하여 이들의 상관성을 분석하였다.

재료 및 방법

실험재료

국내 수입오렌지 중 여름 계절에 유통되는 Valencia 품종(CA, USA)을 대상으로 포장상자 단위(18 kg)의 특성 즉, 소과(113±5과/상자, 140~160 g/과), 중과(88±5과/상자, 190~220 g/과) 및 대과(72±5과/상자, 250~280 g/과)로 나누어 크기별 시료를 구분하였다. 오렌지 시료는 2013년 7월 대구의 전통시장에서 크기에 따라 임의로 5 상자씩 구매하여 두께 0.05 mm의 폴리에틸렌 필름에 담아 포장박스 상태로 저온(4°C)에 보관하면서 실험에 사용하였다.

물리적 특성

오렌지의 과형지수(횡경/종경) 및 껍질두께는 caliper(CD-150PX, Mitutoyo, Kanagawa, Japan)를 이용하였고, 과중은 전체 과일의 중량을 측정하였으며, 과육비는 껍질 제거 전후의 중량을 측정하여 백분율로 나타내었다. 경도는 rheometer(Compac-100II, Sun Scientific Co., Ltd., Tokyo, Japan)를 이용하여 껍질 제거 전후 서로 다른 적도부위를 측정하였으며, 이상의 측정은 10회 반복하였다. 주스수율 측정을 위해 껍질을 제거한 과육을 착즙(HR-2870, Philips, Amsterdam, Netherlands)하고 지름 0.4~0.6 mm의 체(sieve)

를 통과시킨 후 과즙의 비율을 확인하였고, 이를 이화학 및 기호도 분석에 사용하였다.

기계적 색도 비교

오렌지의 색도 측정을 위해 색차계(CM-3600d, Konica Minolta, Osaka, Japan)를 이용하여 L^* (명도), a^* (적색도) 및 b^* (황색도) 값으로 나타내었다. 10개의 오렌지에 대해 서로 다른 표면의 색도를 반복 측정하였고, 껍질을 제거한 과육 표면에 대해 같은 방법으로 측정하였다.

pH, 당도, 적정산도 및 가용성 고형분 함량 측정

오렌지 과즙의 pH 측정은 pH meter(Orion 3 star, Thermoelectron Co., Beverly, CA, USA)를, 당도는 굴절당도계(Master-M, Atago, Tokyo, Japan)를 사용하였고, 적정산도는 0.1 N NaOH 용액을 pH 8.35~8.40가 될 때까지 적정하여 구연산 함량(%)으로 환산하였으며, 당도와 적정산도의 비를 당산비(TSS/TA ratio)로 나타내었다. 모든 실험은 10회 반복하였다.

환원당 및 비타민 C 함량 분석

오렌지 과즙에 대한 환원당 함량은 dinitrosalicylic acid(DNS) 방법(15)에 따라 측정하였다. 희석한 오렌지 시료 1 mL에 DNS 시약 1 mL를 혼합한 후 95°C에서 10분간 가열하고 증류수 3 mL를 첨가하였다. 분광광도계(Optizen 2120UV, Mecasys Co., Ltd, Daejeon, Korea)를 이용하여 520 nm에서 흡광도를 측정하였고, 표준곡선 작성에는 glucose (Sigma Co., St, Louis, MO, USA)를 사용하였다. 비타민 C 함량은 hydrazine 비색법(16)에 따라 과육 10 g에 5% 메타인산용액 50 mL를 가하고 마쇄 및 감압여과한 후 분광광도계(Optizen 2120UV, Mecasys Co.)를 이용하여 525 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준곡선 작성에는 ascorbic acid(Sigma Co.)를 사용하였다. 모든 실험은 10회 반복 측정하였다.

총 페놀 함량 및 라디칼 소거활성 측정

오렌지 과즙에 대한 총 페놀 함량 및 라디칼 소거활성 측정을 위해 분광광도계(Optizen 2120UV, Mecasys Co.)를 사용하였다. 총 페놀 함량은 Folin-Ciocalteu 방법(17)에 따라 시료 0.2 mL에 증류수 1.8 mL를 첨가하고 Folin-Ciocalteu's phenol reagent 0.2 mL를 혼합하여 6분간 반응시켰다. 그 후 7% Na_2CO_3 2 mL를 혼합하여 750 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준곡선은 gallic acid(Sigma Co.) 용액으로 작성하였고, 시료의 총 페놀 함량은 mg gallic acid equivalents(GAE)/100 mL로 나타내었다. 대부분의 페놀 화합물이 유리 라디칼을 효과적으로 제거하지만 라디칼의 기질에 따라 선택적으로 작용하는 페놀 화합물이 존재하기 때문에 본 연구에서는 DPPH와 ABTS 라디칼 소거활성 모두를 측정하여 오렌지의 항산화 활성을 비교하였다. 시료

의 DPPH(α, α' -diphenyl- β -picrylhydrazyl) 라디칼 소거활성은 Blois의 방법(18)으로 측정하였다. 시료 1 mL에 517 nm에서 흡광도를 1.00 ± 0.02 으로 조정된 DPPH 용액 5 mL를 혼합하고 실온에 30초 반응시킨 후 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 시료의 ABTS 라디칼 소거활성은 시료 0.2 mL에 734 nm에서 흡광도를 0.70 ± 0.02 으로 조정된 ABTS 용액 4 mL를 혼합하고 실온에서 5분 반응시킨 후 734 nm에서 흡광도를 측정하였다(19). 라디칼 소거활성의 경우 시료 첨가구와 비첨가구의 흡광도 차이를 아래와 같이 계산하여 백분율로 나타내었다.

$$\text{Radical scavenging ability (\%)} = (1 - \text{OD of sample} / \text{OD of control}) \times 100$$

기호도 평가

식품관련 전공의 22~30세 32명을 대상으로 오렌지 기호도에 대한 예비훈련 후 기호도 조사를 실시하였다. 생과에 대해 크기, 색, 향에 대한 기호도는 9점 기호척도(1점: 매우 나쁘다; 9점: 매우 좋다)에 의해 측정하였고, 단맛, 신맛에 대한 강도는 9항목 척도(1점: 매우 약하다; 9점: 매우 강하다)으로 평가하였다(20). 생과의 크기는 각 조건 별로 동시에 제시된 5개의 시료에 대해 채점을 진행하였고, 나머지 항목의 경우 각 생과를 종경으로 절단(약 50 g) 및 임의의 세 자리 숫자로 coding 후 같은 접시에 제시하여 평가를 진행하였다. 과즙은 크기를 제외한 5가지 항목에 대해 역시 9점 채점법으로 진행하였다. 껍질을 제거한 각 오렌지를 착즙하여 4°C 냉장조건에서 30분 보관한 후 과즙 50 mL를 1회용 컵에 담아 coding하여 동시에 제시하였다. 모든 평가에서 한 개의 시료를 평가한 후 반드시 물로 입안을 헹구어 낸 후 다음 평가를 진행하도록 하였다.

통계분석

결과는 statistical analysis system(SAS, SAS Inc., Cary,

NA, USA)(21)를 이용하여 분산분석 하였고, Duncan's multiple range test로 유의성을 검정하였다. 또한 이화학적 및 기호도 특성 간의 상관관계는 Pearson's correlation analysis를 통하여 분석하였다.

결과 및 고찰

물리적 특성 비교

오렌지의 크기에 따른 물리적 특성을 비교한 결과는 Table 1과 같다. 횡경, 종경 및 무게는 각각 65.60~79.39 mm, 65.05~80.75 mm 및 151.74~259.83 g 범위로 측정되었고, 대과>중과>소과 순으로 길이는 약 7~8 mm, 무게는 약 50~57 g 간격으로 유의적인 감소를 나타내었다($p < 0.05$). 횡경과 종경의 비율로 확인한 오렌지의 과형지수는 98.34~100.98 범위로 측정되어 크기에 관계없이 모두 구에 가까운 형태임을 확인할 수 있었다. 일반적으로 과형지수는 주야의 온도차에 의해 달라지는데, 밤낮의 온도차가 클수록 횡경의 비대가 저하되어 과형지수가 낮아지게 된다(22). 과일 껍질의 두께는 가공 산업에서 중요한 과육비와 직접적인 관계가 있을 뿐 아니라, 생과용 식미에도 영향을 미치는 요인이다(23). 오렌지의 껍질 두께 및 생과에서 껍질을 제거한 과육의 비율은 각각 6.28~6.53 mm 및 68.65~71.90% 범위로 껍질의 두께는 크기에 따라 두꺼워졌으나 유의성은 인정되지 않았다. 조생온주밀감의 경우 감귤의 크기에 따라 껍질의 두께가 직선적으로 증가하여(23) 본 연구와는 상이한 결과를 나타내었고, 한라봉 감귤의 경우 껍질은 3.51~3.29 mm, 과육 비율은 74.38~77.31%로 분석되어(24) 오렌지와 차이를 나타내었다. 과일의 신선도 평가는 대부분 관능평가에 의존하지만 물리적 방법인 경도로 예측하기도 한다(25). 경도의 경우 껍질을 포함한 생과의 경우 중과 및 대과가 단단한 경향을 나타냈지만 과육의 경우 소과가 가장 단단함을 확인할 수 있었다($p < 0.05$). 과육

Table 1. Physical properties of imported Valencia oranges with different sizes

| Properties | Size | | | |
|----------------------------|---|---|---|----------------------------|
| | Small | Medium | Large | |
| Width/Length (mm) | 65.60±1.63 ^{1)c} / 65.05±2.57 ^c | 72.30±0.38 ^b / 71.95±2.27 ^b | 79.39±2.24 ^a / 80.75±2.26 ^a | |
| Fruit index (width/length) | 100.98±4.76 ^a | 100.56±2.94 ^a | 98.34±2.44 ^a | |
| Fruit weight (g) | 151.74±6.36 ^c | 202.30±12.52 ^b | 259.83±13.97 ^a | |
| Peel thickness (mm) | 6.28±0.60 ^a | 6.47±0.37 ^a | 6.53±0.53 ^a | |
| Flesh ratio (%) | 68.65±4.22 ^a | 71.24±1.53 ^a | 71.90±3.18 ^a | |
| Hardness (g-force) | Fruit | 97,530±5,600 ^b | 110,757±9,096 ^a | 110,557±8,807 ^a |
| | Flesh | 16,995±5,009 ^a | 13,207±2,415 ^{ab} | 8,940±2,622 ^b |
| Juice yield (%) | 61.45±2.47 ^b | 66.56±2.20 ^a | 57.59±1.53 ^c | |

¹⁾Mean±SD (n=10).

^{a-c}Values with different superscripts within the row are significantly different at $p < 0.05$ based on Duncan's multiple range test.

의 충실도, 껍질의 두께와 단단함, 과육과의 밀착도 등은 감귤의 경도에 영향을 미치는 요인이며, 일반적으로 경도가 높을수록 저장성이 증가하는 것으로 보고되어 있다(25). 한편, 주스용으로도 많이 사용되는 Valencia 오렌지의 주스 수율은 57.59~66.56% 범위로 크기에 따른 유의적인 차이를 나타내었고($p<0.05$), 중과에서 가장 높게 확인되었다.

기계적 색도 비교

오렌지의 색도 비교를 위해 생과 표면 및 생과의 적도 부위를 절단한 과육으로 구분하여 크기에 따른 기계적 색도를 측정하였다(Table 2). 생과 표면의 경우 명도는 67.46~68.84, 적색도는 9.51~9.97, 황색도는 44.18~48.50 범위로 측정되었으나 육안으로 외관상 차이를 구분하기는 지극히 어려운 수준이었다. 과육 표면의 경우 명도는 50.73~52.21, 적색도는 -0.56~0.06, 황색도는 14.52~18.00 범위로 측정되었고, 전체적인 색도는 과일 표면에 비해 감소하였다. 과육의 경우 명도, 적색도 및 황색도의 경우 5% 이내의 범위에서 유의적인 차이를 나타내었으나 일정한 경향은 확인되지 않았다.

PH, 적정산도, 당도 및 가용성 고형분 비교

시판 Valencia 오렌지의 이화학적 특성을 분석한 결과는 Table 3과 같다. 과즙의 pH, 산도 및 당산비는 각각 3.85~3.93, 0.97~1.06% 및 10.22~11.62 범위로 측정되었고, 소과와 대과는 크기에 따른 유의적인 차이를 나타내었다. 당도는 10.87~11.20 °Brix 수준으로 오차 범위 내에서의 차이일 뿐 크기에 따른 차이는 인정되지 않았다. 생과로서 감귤 품질에 가장 큰 영향을 주는 것은 당 함량과 산 함량의 비율이고, 과실의 품질판정에 중요한 지표인 당산비가 높을수록 단맛과 신맛이 어우러져 기호도가 높아진다(26). 감귤에 대한 기호도 조사에서 소비자들은 당도가 높더라도 당산비가 높지 않으면 만족도와 구매의향이 낮게 나타났고, 산도가 높더라도 당산비가 높으면 만족도 또한 높게 나타난 것으로 확인되었다(27). 일본산 온주밀감의 경우 기호도가 높은 조건은 당도 11 °Brix, 산도 0.8~1.2%, 당산비 10~15 범위로 보고되어 있다(27). 국내 감귤의 경우 당도 12 °Brix 이상, 산도 1.1~1.2% 조건에서 높은 만족도를 나타내었고(27), 오렌지 주스의 경우 당도 12 °Brix, pH 3.9로 조건에서 단맛과 신맛의 조화를 이루는 것으로 보고되고

Table 2. Color value of imported Valencia oranges with different sizes

| Part | Color value ¹⁾ | Size | | |
|---------------|---------------------------|----------------------------|-------------------------|--------------------------|
| | | Small | Medium | Large |
| Fruit surface | L* | 68.32±1.64 ^{2)ab} | 67.46±1.48 ^b | 68.84±1.20 ^a |
| | a* | 9.83±1.62 ^a | 9.51±1.76 ^a | 9.97±1.93 ^a |
| | b* | 45.81±2.78 ^b | 44.18±2.14 ^b | 48.50±3.31 ^a |
| Flesh surface | L* | 52.21±2.62 ^a | 50.73±2.60 ^b | 50.99±2.34 ^{ab} |
| | a* | -0.31±0.78 ^{ab} | 0.06±0.83 ^a | -0.56±0.70 ^b |
| | b* | 18.00±2.30 ^a | 16.11±1.45 ^b | 14.52±2.49 ^c |

¹⁾L* : Degree of lightness (white +100 ↔ 0 black).

^a* : Degree of redness (red +100 ↔ 0 ↔ -80 green).

^b* : Degree of yellowness (yellow +70 ↔ 0 ↔ -80 blue).

²⁾Mean±SD (n=10).

^{abc}Values with different superscripts within the row are significantly different at $p<0.05$ based on Duncan's multiple range test.

Table 3. Physicochemical properties of imported Valencia oranges with different sizes

| Properties | Size | | |
|------------------------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------------|
| | Small | Medium | Large |
| pH | 3.85±0.05 ^{1)ab} | 3.88±0.01 ^{ab} | 3.93±0.01 ^a |
| Total soluble solids (TSS) (°Brix) | 10.87±0.06 ^a | 11.17±0.15 ^a | 11.20±0.26 ^a |
| Total acidity (TA) (%) | 1.06±0.01 ^a | 1.01±0.01 ^{ab} | 0.97±0.07 ^b |
| TSS/TA ratio | 10.22±0.08 ^b | 11.10±0.28 ^{ab} | 11.62±1.08 ^a |
| Reducing sugar (%) | 3.58±0.17 ^b | 4.32±0.11 ^a | 4.32±0.05 ^a |
| Vitamin C (mg%) | 40.00±0.01 ^b | 40.15±1.48 ^b | 41.79±0.63 ^a |

¹⁾Mean±SD (n=10).

^{abc}Values with different superscripts within the row are significantly different at $p<0.05$ based on Duncan's multiple range test.

있다(11). 이상의 결과를 고려할 때, 오렌지는 중과와 대과의 경우 소비자가 선호할 수 있는 당도, 산도 및 당산비 조건을 비교적 만족하였다. 한편, 오렌지의 당산비는 과일 크기와 함께 증가하여, 감귤에서 과일이 클수록 당산비가 약간 증가한다는 Koh 등(28)의 보고와 일치하였으며, 이는 당 함량의 증가보다 산 함량의 감소에 기인하는 것이라고 보고되었다. Han 등(29)은 제주산 감귤의 당산비는 품종에 따라 큰 차이를 보여 2.2~14.3에 이른다고 하였고, Valencia 오렌지의 비율도 이 범위에 포함되었다. 한편, 오렌지 주스의 환원당 함량은 대과=중과>소과 순으로 유의적인 차이를 나타내었고, 항산화물질로 알려진 비타민 C는 대과에서 유의적으로 높은 함량을 나타내었다($p<0.05$).

총 페놀 함량 및 라디칼 소거능 비교

페놀성 물질은 식물체에 널리 분포되어 있는 2차 대사산물의 하나로 다양한 구조와 분자량을 가진다. 식물체에 존재하는 다양한 페놀 화합물은 수산기를 통한 수소공여와 페놀고리구조의 공명안정화에 의해 항산화 능력을 나타낸다(30). 오렌지의 총 페놀 함량을 측정된 결과 99.99~100.94 mg GAE/100 mL 범위로 크기에 따른 유의차가 인정되지 않았다(Fig. 1). 한편, Park 등(31)은 감귤의 품종별 폴리페놀 함량 측정에서 과육보다 과피에서 높은 함량을 확인하였고, Bocco 등(32)은 감귤 과피와 씨앗 추출물에서 강한 항산화능을 가진 페놀화합물의 존재를 확인하였다. 대부분의 페놀 화합물이 유리 라디칼을 효과적으로 제거하지만 라디칼의 기질에 따라 선택적으로 작용하는 페놀 화합물이 존재하기 때문에 본 연구에서는 DPPH와 ABTS 라디칼 소거활

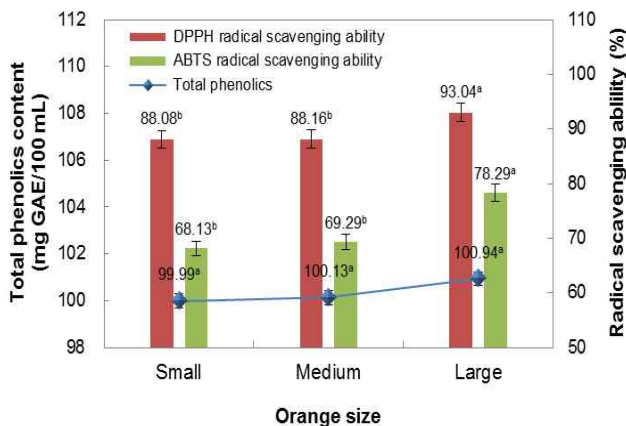


Fig. 1. Total phenolics content and radical scavenging ability of imported Valencia oranges with different sizes.

^{a,b} Values with different superscripts within the histogram are significantly different at $p < 0.05$ based on Duncan's multiple range test.

성 모두를 측정하여 오렌지의 항산화 활성을 비교하였다. DPPH 라디칼 소거능은 활성 라디칼에 전자를 공여하여 지방질 산화를 억제시키거나 인체 내에서 활성 라디칼에 의한 노화를 억제하는 척도로 이용되고 있다. DPPH 라디칼 소거능은 88.08~93.04% 범위로 측정되어, 대과에서 유의적으로 높은 활성을 나타내었다($p < 0.05$). ABTS는 비교적 안정한 free radical로서 DPPH 범과 함께 항산화활성을 확인하는데 많이 이용되고 있다. 오렌지의 ABTS 라디칼 소거능은 68.13~78.29% 범위로 역시 대과에서 유의적으로 높은 활성을 나타내었다($p < 0.05$). 오렌지의 경우 DPPH 라디칼에 비해 ABTS 라디칼 소거 활성이 낮게 확인되었고, 이는 유리 라디칼 소거능이 시료에 따라 일관되지 않을 수 있음을 시사하였다. Wang 등(33) 또한 폴리페놀은 종류에 따라 ATBS 라디칼은 제거하지만 DPPH 라디칼은 소거하지 못한다고 보고한 바 있고, Ahn 등(34)은 감귤 과피의 경우 총 폴리페놀 함량과 전자공여능이 우수하여 기능성 식품으로의 높은 유용성을 보고하였다.

기호적 품질 비교

오렌지 생과 및 주스에 대한 기호도 평가 결과는 Table 4와 같다. 생과의 경우 크기에 대한 기호도는 대과>중과>소과의 순으로 차이를 나타내었고, 단맛은 크기에 따른 차이가 인정되지 않았다($p > 0.05$). 신맛과 전반적 기호도는 대과=중과>소과의 순으로 유의적 차이를 나타내었다($p < 0.05$). 주스의 경우 색, 향, 단맛은 5% 이내의 범위에서 크기에 따른 유의차가 인정되지 않았으나, 신맛과 전반적 기호도는 생과에서의와 유사하게 대과=중과>소과의 순으로 유의적 차이를 나타내었다($p < 0.05$). 한편, 오렌지의 이화학적 품질 인자 중 당산비는 관능적 품질 중 전반적 기호도와 유사한

Table 4. Sensory evaluation¹⁾ of imported Valencia orange fruit and juice with different sizes

| Sample | Properties | Size | | | |
|--------|------------|------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|
| | | Small | Medium | Large | |
| Fruit | Size | 4.50±1.34 ^c | 5.81±1.21 ^b | 7.38±1.11 ^a | |
| | Preference | Color | 5.38±1.42 ^b | 6.42±1.31 ^a | 6.54±1.45 ^a |
| | | Flavor | 5.00±1.80 ^b | 5.85±1.85 ^{ab} | 6.23±1.69 ^a |
| | | Sweet taste | 4.77±2.04 ^a | 5.23±2.01 ^a | 5.08±1.96 ^a |
| | Intensity | Sour taste | 4.46±1.55 ^b | 6.35±1.64 ^a | 6.46±1.34 ^a |
| | | Overall acceptability | 4.38±1.57 ^b | 6.42±1.74 ^a | 6.54±1.45 ^a |
| Juice | Preference | Color | 5.88±1.53 ^a | 6.35±1.47 ^a | 6.58±1.31 ^a |
| | | Flavor | 5.15±1.99 ^a | 4.88±1.62 ^a | 5.23±1.62 ^a |
| | Intensity | Sweet taste | 3.96±1.72 ^a | 4.19±1.80 ^a | 4.12±1.80 ^a |
| | | Sour taste | 3.88±1.85 ^b | 5.85±1.46 ^a | 5.50±1.91 ^a |
| | | Overall acceptability | 4.31±1.66 ^b | 5.81±1.57 ^a | 5.88±1.69 ^a |

¹⁾ 9 point scale (1: most dislike, 5: normal, 9: most like).

^{a,c} Values with different superscripts within the row are significantly different at $p < 0.05$ based on Duncan's multiple range test.

경향을 나타내어, 이는 오렌지의 기호도와 관련 있는 주요 인자임을 예측할 수 있었다.

품질특성 간의 상관관계

오렌지 크기에 따른 이화학적 특성 간의 상관관계를 분석한 결과는 Table 5와 같다. 오렌지의 당도는 환원당 함량과 양의 상관관계수($R=0.9957$)를 나타내었다. 일반적으로 당은 가용성 고형분과 관련이 있고 산과 pH는 시료의 완충력에 따라 다소 달라질 수 있는데, 오렌지의 경우 산과 pH의 상관성이 높은 것으로 확인되었고($R=-0.9672$), 이는 시설온

주밀감의 보고와도 일치하였다(22). 항산화 활성을 나타내는 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거활성은 총 페놀함량에 비해 비타민 C 함량과 높은 양의 상관관계를 나타내었다. 껍과 오렌지에서 비타민 C의 함량이 DPPH 라디칼 소거능과 정의 상관관계를 나타내었다는 보고를 통해(35), 대과의 우수한 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거능은 비타민 C 함량에 기인함을 추측할 수 있었다. 크기에 따른 오렌지의 착즙 후 이화학적 특성과 기호도 간의 상관관계를 분석한 결과는 Table 6과 같다. 과일의 크기는 색 및 신맛과 0.7 이상의 비교적 높은 상관계수를 보여주었다. 기계적 색도 중 과육의 황색

Table 5. Correlation coefficient between physicochemical properties of imported Valencia oranges

| Factor ¹⁾ | JY | pH | TSS | TA | TSS/TA | RSC | Vt. C | TPC | DPPH | ABTS |
|----------------------|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| JY | | -0.5540 | -0.0111 | 0.3244 | -0.2921 | 0.0816 | -0.7785 | 0.0635 | -0.8155 | -0.7597 |
| pH | | | 0.8386 | -0.9672 | 0.9580 | 0.7846 | 0.9538 | -0.8660 | 0.9336 | 0.9622 |
| TSS | | | | -0.9495 | 0.9596 | 0.9957 | 0.6363 | -0.9986 | 0.5878 | 0.6587 |
| TA | | | | | -0.9994 | -0.9163 | -0.8463 | 0.9646 | -0.8120 | -0.8616 |
| TSS/TA | | | | | | 0.9294 | 0.8277 | -0.9730 | 0.7917 | 0.8438 |
| RSC | | | | | | | 0.5621 | -0.9895 | 0.5104 | 0.5862 |
| Vt. C | | | | | | | | -0.6758 | 0.9981 | 0.9996 |
| TPC | | | | | | | | | -0.6294 | -0.6972 |
| DPPH | | | | | | | | | | 0.9959 |
| ABTS | | | | | | | | | | |

¹⁾JY: Juice yield; TSS: Total soluble solid; TA: Total acidity; RSC: Reducing sugar content; TPC: Total phenolics content; DPPH: DPPH radical scavenging ability; ABTS: ABTS radical scavenging ability.

Table 6. Correlation coefficient between physicochemical and sensory properties of imported Valencia oranges

| Factor ¹⁾ | Fruit | | | | Juice | | | |
|----------------------|---------|-------------|------------|----------------|---------|-------------|------------|----------------|
| | Color | Sweet taste | Sour taste | Overall accept | Color | Sweet taste | Sour taste | Overall accept |
| Weight | 0.8931 | 0.6270 | 0.8730 | 0.8712 | 0.9731 | 0.6280 | 0.7472 | 0.8690 |
| Juice yield | -0.0144 | 0.4005 | 0.0284 | 0.0322 | -0.2458 | 0.3994 | 0.2434 | 0.0365 |
| Fruit a* value | -0.1276 | -0.5265 | -0.1700 | -0.1737 | 0.1058 | -0.5254 | -0.3786 | -0.1780 |
| Fruit b* value | 0.2328 | -0.1903 | 0.1910 | 0.1873 | 0.4519 | -0.1891 | -0.0253 | 0.1830 |
| Flesh a* value | 0.0171 | 0.4291 | 0.0598 | 0.0636 | -0.2152 | 0.4280 | 0.2738 | 0.0680 |
| Flesh b* value | -0.9288 | -0.6923 | -0.9121 | -0.9105 | -0.9894 | -0.6932 | -0.8021 | -0.9087 |
| pH | 0.8404 | 0.5410 | 0.8165 | 0.8143 | 0.9432 | 0.5420 | 0.6726 | 0.8117 |
| TSS | 1.0000 | 0.9118 | 0.9992 | 0.9991 | 0.9720 | 0.9123 | 0.9672 | 0.9989 |
| TA | -0.9505 | -0.7368 | -0.9363 | -0.9350 | -0.9966 | -0.7377 | -0.8385 | -0.9334 |
| TSS/TA | 0.9605 | 0.7594 | 0.9477 | 0.9465 | 0.9988 | 0.7602 | 0.8565 | 0.9451 |
| RSC | 0.9954 | 0.9459 | 0.9986 | 0.9988 | 0.9460 | 0.9463 | 0.9865 | 0.9990 |
| Vt. C | 0.6388 | 0.2634 | 0.6053 | 0.6023 | 0.7998 | 0.2646 | 0.4193 | 0.5988 |
| TPC | -0.9988 | -0.8890 | -0.9958 | -0.9954 | -0.9830 | -0.8896 | -0.9525 | -0.9950 |
| DPPH | 0.5905 | 0.2038 | 0.5554 | 0.5523 | 0.7615 | 0.2050 | 0.3629 | 0.5486 |
| ABTS | 0.6612 | 0.2917 | 0.6285 | 0.6255 | 0.8171 | 0.2928 | 0.4458 | 0.6221 |

¹⁾TSS: Total soluble solid; TA: Total acidity; RSC: Reducing sugar content; TPC: Total phenolics content; DPPH: DPPH radical scavenging ability; ABTS: ABTS radical scavenging ability.

도는 주스 색의 기호도와 높은 상관관계를 나타내었다. 주스의 당도, 산도, 당/산비, 환원당 함량은 생과 및 주스의 단맛, 신맛 및 전반적 기호도와 유의적으로 높은 상관관계를 나타내어, 이들 또한 과일 선택의 주요 품질지표임을 확인할 수 있었다. Oh 등(22)도 감귤의 맛은 단맛과 신맛에 의해 결정되므로 성분특성 중 당과 산은 감귤의 맛을 나타내는 지표가 된다고 보고하였다.

요 약

수입 오렌지(Valencia)를 대상으로 과일의 크기와 품질 특성 간의 상관성을 연구하였다. 오렌지 시료는 시판되는 포장상자(18 kg)의 특성을 바탕으로 소과(140~160 g/113±5 과/상자), 중과(190~220 g/88±5과/상자) 및 대과(250~280 g/72±5과/상자)로 나누어 크기별 시료를 구분하였다. 오렌지 시료의 품질특성은 물리적, 화학적 및 관능적 기호도를 분석하여 평가하였다. 오렌지의 껍질 두께와 과육비는 크기에 따른 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 주스의 수율은 중과에서, 당산비와 환원당 함량은 중과와 대과에서 유의적으로 높은 값을 나타내었다($p<0.05$). 과일의 비타민 C 함량은 대과에서 가장 높은 함량을 보이면서 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거능과 유의적인 상관관계를 보여주었다($p<0.05$). 생과 및 주스의 신맛과 전반적 기호도는 소과에 비해 중과와 대과에서 높은 관능평점을 나타내었다($p<0.05$). 이상의 결과에서 Valencia 오렌지는 과일의 크기가 중과 이상일 경우 관능적 기호도가 높고 기능적 성분 특성이 우수한 것으로 확인되었다. 수입 오렌지의 품종별 및 원산지에 따른 품질특성 연구도 필요한 것으로 사료되었다.

감사의 글

본 연구는 농림축산식품부 수출전략기술개발사업에 의해 이루어진 것임

References

1. Fourie PC (1996) Fruit and Human Nutrition. 9th ed, Fruit Processing, NY, USA, p 20-39
2. KATI (2013) Korea agricultural trade information homepage. Available from <http://www.kati.net>.
3. Moon HP, Lee HK, Park HU (2013) Impacts of the KORUS FTA's orange import Tariff-Cut on domestic fruit prices. Korean J Agri Econ, 54, 15-38

4. Paek PN, Kwon SI, Kim MJ, Nam JC (2009) Storage period of apple variety *Seonhong*. Korean J Hort Sci Technol, 27, 111-112
5. Hong SI, Lee JW, Kim SH, Jeong MC, Park HW, Kim DM (2003) Quality characteristics and distribution of early harvesting mandarin oranges. Korean J Food Preserv, 10, 54-59
6. Lee HM, Ju SJ, Lee JS, Park SY, Kim NS, Shin YW, Choi KH, Kim SI, Nam SY, Cho DH (2013) Evaluation of residual pesticides in commercial agricultural products using LC-MS/MS in Korea. Korean J Food Sci Technol, 45, 391-402
7. Jeon YH, Kim HY, Hwang JI, Kim JH, Do JA, Im MH, Oh JH, Kwon KS, Lee JK, Lee YD, Kim JE (2011) Application of multiresidue analysis method of unregistered pesticides in Korea for imported food. Korean J Environ Agri, 30, 339-345
8. Park M, Sung B, Cho J (2011) Residual characteristics of methyl bromide and hydrogen cyanide in banana, orange, and pineapple. J Appl Biol Chem, 54, 214-217
9. Shon KS, Seog EJ, Lee JH (2006) Quality changes of orange juice as influenced by clarification methods. J Korean Soc Food Sci Nutr, 35, 378-382
10. Lee SY, Park JD (2005) Recoverable oil contents and quality evaluation of reconstitute orange juice by electronic nose. Korean J Food Preserv, 12, 361-366
11. Kim HY, Kim MJ, Woo EY (2000) Physicochemical and sensory properties of freshly squeezed orange juice using domestic and imported oranges. Korean J Dietary Culture, 15, 189-194
12. Kim HY, Park CW (2000) Physicochemical and sensory properties of orange juice added with various levels of mannitol. Korean J Dietary Culture, 15, 195-199
13. Kim KP, Park MS (2007) Consumer preferences for fruit size and their implication. Korean J Food Market Econ, 24, 25-38
14. NAQS (2013) National agricultural products quality management serves homepage. Available from <http://www.naqs.go.kr>
15. Miller GL (1959) Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. Anal Chem, 31, 426-428
16. Al-Tayar NGS, Nagaraja P, Vasantha RA, Shrestha AK (2012) A spectrophotometric assay method for vanadium in biological and environmental samples using 2,4-dinitrophenylhydrazine with imipramine hydrochloride. Environ Mont Assess, 184, 181-191

17. Singleton VL, Rossi Jr JA (1965) Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic- phosphotungstic acid reagents. *J Amer Viticult*, 16, 144-158
18. Blois MS (1958) Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature*, 26, 1199-1200
19. Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Catherine RE (1999) Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radic Biol Med*, 26, 1231-1237
20. Kim HS, Park HN, Kim Y, Kim KO (2005) How can we conduct sensory evaluation effectively? *Korean J Food Sci Ind*, 38, 2-7
21. SAS (2001) SAS User's Guide. version 8.1. Statistical Analysis System Institute, Cary, NC, USA
22. Oh UJ, Hwang IJ, Kim CS, Kang SS, Koh JS (1997) Physicochemical characteristics and sensory evaluation of greenhouse *Satsuma* mandarin. *J Korean Soc Agri Chem Biotechnol*, 40, 313-317
23. Koh JS, Yang YT, Kang SS (1997) Quality characteristics of early varieties of *Citrus unshiu* collected at different packing houses as cultivation area in cheju. *Korean J Post-Harvest Sci Technol Agri Products*, 4, 53-59
24. Lee SH, Kim HS, Cho SW, Lee JS, Koh JS (2006) Quality properties of *Hallabong* Tangor (*Citrus Kiyomi X ponkan*) cultivated with heating. *Korean J Food Preserv*, 13, 538-542
25. Lee SH, Kim JH, Jeong HC, Koh JS (2007) Changes in the quality of *Hallabong* Tangor (*Citrus Kiyomi X ponkan*) with growth stage and temperature pretreatment conditions. *Korean J Food Preserv*, 14, 565-570
26. Yang J, Choi IS, Lee JH, Cho CW, Kim SS (2012) Change of physicochemical properties and hesperidin contents of Jeju processing Citrus fruits with the harvest date. *Korean J Food Preserv*, 19, 652-658
27. Ko SB, Hyun CS (2011) Setting the Korean mandarin quality standards based on consumer preference survey. *JKAIS*, 12, 3430-3438
28. Koh JS, Koh JE, Yang SH, Ahn SU (1994) Physicochemical properties and sensory evaluation of *Citrus unshiu* produced in Cheju. *Korean J Agri Biol Chem*, 37, 161-167
29. Han HR, Kim HL, Kang SS (1970) Studies on the changes of acid and sugar content of citrus varieties at different growing stages in Cheju-do. *J Korean Soc Hort Sci*, 7, 35-40
30. Shahidi F, Wanasundara PK (1992) Phenolic antioxidant. *Crit Rev Food Sci Nutr*, 32, 67-103
31. Park GH, Lee SH, Kim HY, Kim EY, Yun YW, Nam SY, Lee BJ (2011) Comparison in antioxidant effects of four Citrus fruits. *J Fd Hyg Safety*, 26, 355-360
32. Bocco A, Cuvelier ME, Richard H, Verset C (1998) Antioxidant activity and phenolic composition of citrus peel and seed extracts. *J Agri Food Chem*, 46, 2123-2129
33. Wang MF, Shao Y, Li JG, Zhu NQ, Ho CT (1998) Antioxidative phenolic compounds from sage (*Salvia officinalis*). *J Agric Food Chem*, 46, 4869-4873
34. Ahn MS, Kim HJ, Seo MS (2007) A study on the antioxidative and antimicrobial activities of the *Citrus unshiu* peel extracts. *Korean J Food Cult*, 22, 454-461
35. Lee MY, Yoo MS, Whang YI, Hong MH, Pyo YH (2012) Vitamin C, total polyphenol, flavonoid contents and antioxidant capacity of several fruit peels. *Korean J Food Sci Technol*, 44, 540-544

(접수 2014년 3월 10일 수정 2014년 3월 22일 채택 2014년 4월 14일)