

포도의 품질 평가를 위한 CIRG 값의 적용

최재연¹ · 조은경¹ · 박서준² · 허윤영³ · 남종철³ · 고상욱³ · 정성민^{3*}

¹화성시농업기술센터, ²국립원예특작과학원 기술지원과, ³국립원예특작과학원 과수과

Application of Color Index for Red Grapes (CIRG) for Assessment of Grape Quality

Jae-Youn Choi¹, Eun-Kyung Cho¹, Seo-Jun Park², Youn-Young Hur³,
Jong-Chul Nam³, Sang-Wook Koh³, and Sung-Min Jung^{3*}

¹Hwaseong City Agricultural Technology Center, 445-891, 7 Saemnaeul 1, Bongdam-eup, Hwaseong, Korea

²Technology service Division, National Institute of Horticultural & Herbal Science, Suwon 440-706, Korea

³Fruit research division, National Institute of Horticultural & Herbal Science (NIHHS), RDA 440-706, 203 Cheoncheon-ro, Suwon, Korea

Abstract. Hunter value (L^* , a^* , b^*) is a rapid and convenience method for compare with different skin color, but not suitable to compare quality with various grape cultivars. Color Index for Red Grapes (CIRG) is one of a simply convert method for grape skin color as numeric data, and many previously result showed that high correlation between CIRG index and various quality factors of grape. In this experiment, we measured CIRG index, total soluble solids (TSS), titratable acidity (TA), and total anthocyanin content on the grapes (Campbell Early, Heukbosuk, Kyoho) from the varaison to harvest. As a result, CIRG index and anthocyanin contents have an exponential correlation; r-square is each 0.8595 in the 'Campbell Early' and 0.8500 in 'Heukbosuk'. And TSS and CIRG index have a positive r-square, at the Campbell Early is 0.7758 and Heukbosuk is 0.7253. Also TA and CIRG index have a positive r-square, at the Campbell Early is 0.7279 and Heukbosuk is 0.6630. These results were shown that CIRG index is a reliable indicator for a none-destructive evaluation of the grape quality.

Additional key words : color space, colorimeter, regression analysis

서 론

포도는 우리나라에서 사과에 이어 두 번째로 소비자가 선호하는 과수로 특히, 여름철에 가장 많이 소비되는 과일이다(Lim et al. 2005). 우리나라의 포도 재배면적은 16,790 ha, 생산량 269 kton (KREI, 2014)으로 우리나라 과수산업에서 중요한 위치를 차지하고 있으며, 사과, 배, 복숭아, 포도, 감귤 등 5대 과수 중 유일하게 생과로 수입되는 품목으로 국내시장에서의 보다 높은 품질 경쟁력이 필요하다. 일반적으로 과실의 품질을 구성하는 여러 요인 중 당도는 대체로 값이 높을수록, 안전성은 잔류농약 및 유해물질 수치가 낮을수록, 색은 품종 고유의 색깔이 선명할수록 소비자가 선호하는 것으로 나타났다(Kim and Park, 2007). 포도에서 이루어진 시험에서 과방의 크기, 과립의 크기, 과분의 과다, 과립의 색깔 등의 외적 품질인자와 당도, 산도 등의 내적 품질인자로 평가

한 결과, 소비자가 포도 구매 시 가장 고려하는 사항은 외적 품질 인자로서 색을 포함한 포도송이의 충실도였고, 내적 품질인자로서는 단맛, 즉 당도를 중요시하는 것으로 나타났다(Chang et al., 2009). 과실류는 다른 품목보다 크기에 따른 품질 및 상품성의 차이가 크고, 출하시기에 따라 품질의 변화가 크므로 소비자들이 품질 및 상품성을 객관적으로 평가하기가 어렵다. 이를 극복하기 위해서는 상품성을 보다 객관화 할 수 있는 노력이 요구되는데(Kim and Park, 2007), 포도의 경우 과방의 크기, 과립의 크기 등 외적 품질인자와 당도, 산도 등의 내적 품질인자는 수치로서 객관적으로 표현이 가능하나 과실 색깔에 대한 객관적 기준은 아직 마련되어 있지 않다. 다만 생산자의 출하시기 판단용으로서 농촌진흥청에서 칼라차트를 제작, 활용하고 있다.

과피색을 표현하는데 있어 포도의 경우 안토시아닌 색소에 의해 과피색이 좌우되므로 대부분 총안토시아닌 분석으로 전체 안토시아닌의 함량값을 비교하는 방법을 사용한다. 그러나 이 방법은 실험실에서나 가능한 파괴적인 방법이며, 분석에 시간과 장비가 필요하므로 현장에서 간편한 사용이 어려운 단점이 있다. 따라서 색차계

*Corresponding author: fizzfizz@korea.kr

Received August 12, 2014; Revised August 21, 2014;

Accepted September 11, 2014

를 이용하여 과피색을 수치화 하여 비교하게 되는데, 대부분 색깔을 나타내는 표준지표로 CIELAB를 쓰고 있다 (Hunter, 1948; McGuire, 1992). CIELAB지표는 CIE 1976(L*a*b*)의 약자이며 기존의 1966년 발표된 Hunter L,a,b값에 비해 노란색과 짙은 색깔을 더 세밀하게 구분이 가능하다. L 값은 0점을 기점으로 검은색과 흰색의 구분을, a 값은 0점을 기점으로 녹색과 붉은색을 그리고 b 값은 0점을 기점으로 청색과 노란색을 나타낸다. 그러나 CIELAB은 세가지의 지표를 사용하므로 보다 세밀한 비교가 가능한 반면 간편하고 직관적인 비교가 어려워 현장에서의 이용에는 한계가 있다. 보다 직관적인 비교를 위해 색차계의 수치를 이용하여 특정 작목별로 과피색 비교를 위한 지표가 개발되어 토마토의 경우에는 COL 지수[$COL=(2000 \times a)/(L \times (a^2+b^2)^{0.5})$; Dodds et al., 1991], 감귤류는 CCI 지수[$CCI=(1000 \times a)/(L \times b)$]로 계산되는 지수가 발표되었다(Jimenez-Cuesta et al., 1981). 포도에 있어서도 CIRG (Color Index for Red Grapes) 지수가 제안되었는데, 이는 $CIRG = (180 - h)/(L^* + C^*)$ 로 계산되며, h는 색각(hue angle), L*은 명도(lightness), C*(chroma)는 채도이다. Chroma C*는 $(a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$ 으로 계산되며 색의 포화정도 즉 농도를 나타내는 지표이고 h (Hue angle)은 b^*/a^* 의 arctangent값으로 0°는 붉은색-보라색, 90°는 노란색, 180°는 청색-녹색, 270°는 청색으로 표시된다(McGuire, 1992).

한편 착색기 이후에 과피색의 변화와 포도과실의 성숙은 같이 이루어 지므로, 과피색 측정만으로 과실의 품질을 예측하기 위해 CIRG 값을 이용하여 포도에서 비과피적인 방법으로 과피색과 성숙도를 판단하고자 하였다(Kazuhiro et al., 2007, Cantin et al., 2007, Agati et al., 2007). 본 실험에서는 포도 과피색의 객관적 평가를 위해 제안된 CIRG의 활용가능성을 국내품종을 대상으로 검증하여, 향후 포도 과피색과 품질을 간접적으로 수치화하여 나타낼 수 있는 지표로의 활용가능성을 확인하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 시험재료

실험재료는 2013년 농촌진흥청 국립원예특작과학원(경기도 수원시 이목동 소재) 재배포장에 재식된 수령 6~7년생의 ‘캠벨얼리’와 4배체 품종인 ‘거봉’, ‘흑보석’을 사용하였다. 품종별 변색기는 ‘캠벨얼리’ 7월 30일, ‘거봉’, ‘흑보석’은 8월 14일이었으며, ‘캠벨얼리’는 8월 8일부터 3일 간격으로, ‘거봉’, ‘흑보석’은 8월 14일부터 3일 간격으로 품종별로 과방 2개를 수확하였다. 과방당 착색정도에 따라 5립을 채취하여 품종당 10립의 과립을 채취, 총 20과방 100립을 실험재료로 선정하였다.

2. 과피색 및 품질 분석

과피색은 과립의 과분을 완전히 제거한 후 과립의 적도 부위를 색차계(CR-300, Minolta, Japan)로 측정하였다. 표준시료로 영점(Y0 = 100; X0 = 98.072; Z0 = 118.225)을 맞춘 후, L*(Lightness), a*, b* 값과 C*(Chroma), h° (Hue angle) 값을 측정하였다. 이후 이 자료를 다음식을 이용하여 계산하였다.

$$CIRG = (180 - h^\circ)/(L^* + C^*) \quad (1)$$

단 식(1)에서 h값이 270° 360° 사이일 경우에는 360°과의 차이에 마이너스 값으로 대체하여, 예를 들어 h값이 346° 경우 -14°로 변환하여 계산하였다(Carreno et al., 1995). 총안토시아닌 함량은 색차계로 측정된 부위를 1cm × 1cm로 절취하여 과육을 제거하고, 그 무게를 측정 후 10% Formic acid-MeOH 2mL에 넣어 냉암소에서 24시간 보관하였다. 이후 과피색 추출액 0.5mL를 채취하여 4.5mL의 0.2M Sodium acetate with HCl (pH 1.0)로 희석한 후 비색계(Agilent 8453, USA)로 520nm에서 흡광도를 측정하였다. 같은 재료, 같은 방법으로 총 폴리페놀은 280nm에서 흡광도를 측정하였으며 gallic acid 표준용액의 검량선으로, 총안토시아닌은 Malvidin-3-glucoside 표준용액을 검량선으로 환산하여 표시하였다(Jung et al. 2010). 과립의 품질 분석은 총 가용성 고형물 함량(°Bx), 산함량(%), 과피색, 총안토시아닌 함량을 분석하였다. 과립의 가용성 고형물 함량은 굴절당도계(PAL-1, Atago, Japan)로 측정하였으며, 산함량은 과즙 1mL를 채취하여 자동산도측정기(TitroLine easy, Schott, USA)를 이용하여 주석산 함량으로 계산하였다.

3. 통계분석

색차계를 이용하여 측정된 L, C, h 값을 이용하여, CIRG 값을 계산하였다. 계산된 CIRG 값은 당도, 산도, 총안토시아닌함량, 총폴리페놀함량 등과 상관분석을 실시하였고 이들을 각각 산점도와 회귀식을 만들어 비교하였다. 통계분석은 R program (ver. 3.0.2; The R Foundation for Statistical Computing)의 ‘Rcmdr’ package (ver. 1.7-3)을 사용하여 분석하였고, Excel 2010 program 을 이용하여 도표화 하였다.

결과 및 고찰

1. CIRG값과 안토시아닌, 폴리페놀의 회귀분석

총안토시아닌과 총폴리페놀 함량 그리고 CIRG값의 회귀관계를 조사한 결과 캠벨얼리 품종의 경우 총안토시아닌 함량과 CIRG값은 로그곡선과 함께 결정계수 0.8595,

총 폴리페놀함량은 마찬가지로 로그곡선과 함께 결정계수 0.5123를 나타내었다(Fig. 1, A, D). 흑보석 품종의 경우에는 총 안토시아닌 함량의 경우 CIRG값과 결정계수 0.8500의 로그곡선이 회귀식으로 도출되었다(Fig. 1, C). 그러나 총 폴리페놀의 경우에는 결정계수가 너무 낮아 회귀식으로의 의미가 낮았고 특히 거봉 품종의 경우 CIRG값과의 회귀는 결정계수가 매우 낮았는데 이는 거봉 품종의 성숙과 착색이 불량한 상황에서의 측정이기 때문이다(Fig. 1, B, E). 선형회귀가 아닌 로그형태의 회귀식이 나온 이유는 과피색의 변화가 변색기로부터 급격하게 변화하게 되는데 특정 시점 이후 과피색의 변화가 완만하게 이루어지기 때문으로 볼 수 있다. 포도의 과피색은 안토시아닌에 의해 좌우되며 이들 안토시아닌은 전구물질인 naringenin, dihydrokaempferol 에서 F3'H (Flavonoid 3'-hydroxylase)와 F3'5'H (Flavonoid 3',5'-hydroxylase)의 작용으로 각각 mono (C3), di-hydroxyl (C3, C5)기가 부착된다. *V.vinifera*종에서는 mono hydroxyl 기가 glucose로 치환된 monoglucoside만 존재하고, *V.vinifera*이외의 종에서는 mono이외에 diglucoside 형태의 안토시아닌과 Pelagonidin계열의 안토시아닌이 높은 비율로 존재하고 있다(He et al., 2010). 그리고 Flame SDS 품종의 주요 안토시아닌은 Cyanidin-3-glucoside, Peonidin-3-glucoside 이고, Monastrell 품종의 주요 안토시아닌은 Malvidin-3-glucoside로 밝혀지는 등 포도 품종에 따라 주요 안토시아닌종류가 다르며, 이들 품종에 대한 과피색도 매우 다양한 양상으로 나타난다(Fernandez-Lopez et al. 1998). 따라서 본시험의 경우에서처럼 CIRG값과 안토시아닌 함량, 폴리페놀 함량은 품

종에 따라 그 상관관계가 다르게 나타날 수 있다. 앞서 캠벨얼리 품종의 경우에서처럼 Pinot Noir를 대상으로 안토시아닌의 함량과 CIRG값을 비교한 결과, 두 요인의 상관관계는 비선형로그 곡선으로 결정계수 0.92의 값을 보고하였다(Agati 2007). 이는 착색 또는 성숙이 진행될수록 총 폴리페놀 함량도 증가한다는 결과로 볼 때 같은 경향임을 알 수 있었다(Jackson 2008).

2. CIRG값과 당도, 산도의 회귀분석

포도 캠벨얼리, 거봉, 흑보석품종을 대상으로 CIRG값과 당도 및 산도와 관계를 확인하였다. 당도의 경우 캠벨얼리(0.7874)와 흑보석품종(0.7397) 모두 비교적 높은 결정계수를 나타내었다. 일반적으로 과피색의 변화에 따른 당도의 변화는 본 시험에서처럼 편차가 많은 경향을 보이므로 이와 같은 결과를 나타내었다고 볼 수 있다. 산도의 경우에 있어서도 마찬가지로 과피색만을 가지고 정확한 산함량을 측정하는 것은 불가능하며 다만 비슷한 경향을 가지는 것을 볼 수 있다. 다만 캠벨얼리 품종의 경우 수확기에 도달한 당도, 14°Bx 이상과 산도 1.0%이하인 경우 그 CIRG값에 따른 해당 품질요소와의 측정값의 편차가 크지 않아 실용적인 사용이 가능한 것으로 판단된다. 당도와 산도는 CIRG 값과 선형관계를 나타내고 있는데, 당도는 캠벨얼리 품종과 CIRG값의 결정계수가 0.7874, 흑보석 품종은 0.7397으로 비슷하였고, 산도는 캠벨얼리 품종의 결정계수가 0.6736, 흑보석 품종은 0.6501로 비슷한것으로 나타났다. 반면 거봉의 경우에는 당도의 경우에는 0.5258의 낮은 결정계수로 선형관계를 나타내었으나 산도는 경향을 찾을 수 없었다.

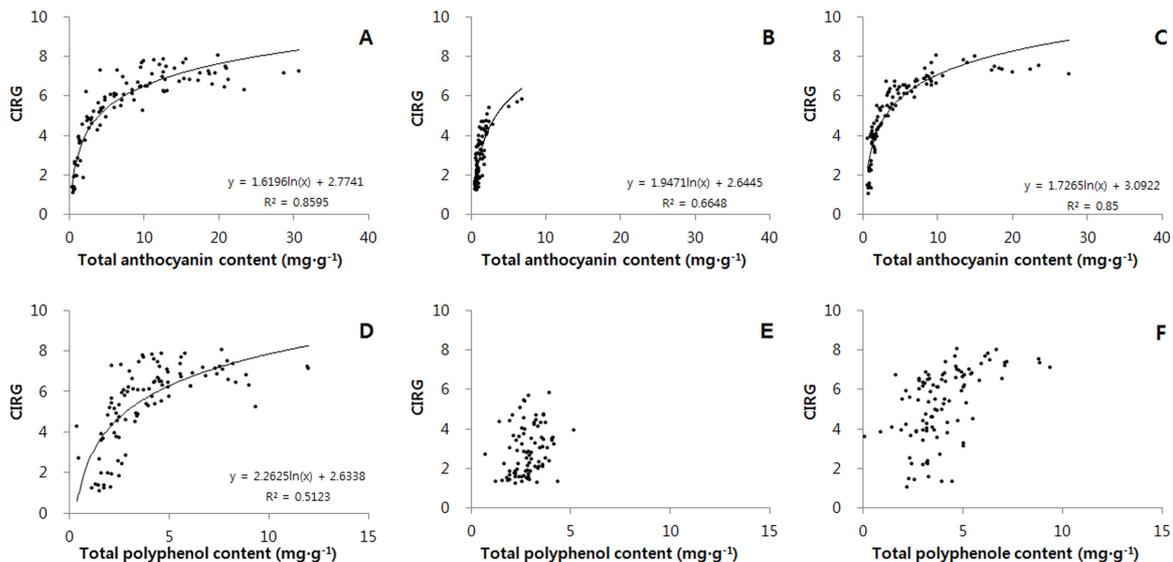


Fig. 1. Correlation plots between CIRG index and secondary metabolite contents in the three different grapevine cultivar Campbell Early (A,D), Kyoho (B,E), and Heukbosuk (C,F).

결론적으로 CIRG 값은 과피색을 나타내는 안토시아닌 함량과 포도의 성숙도 판단의 중요한 요소인 당도, 산도, 당산비와도 비교적 높은 상관관계를 나타내고 있어, 포도의 성숙도 판단을 위한 인자로서 활용이 가능하다고 할 수 있다. 이는 당산비와 CIRG 값의 상관성이 당산비와 안토시아닌 함량의 상관보다 낮다는 Kazuhiro의 보고와 상반된 결과이나, 상관관계가 높다는 Carreno와는 같은 결과를 나타내고 있다(Kazuhiro et al., 2007, Carreno et al., 1995), 이는 포도품종, 기후조건에 따라 과피색을 나타내는 지표와 품질을 나타내는 지표의 상관관계가 다를 수 있음을 의미한다. 봉지의 유무, 산광형 또는 직광형과 같은 착색특성에 따라서도 이와 같은 상관관계는 달라질 수 있다. 따라서 포도 품종, 기후조건, 재배방법 등에 따른 과피색과 품질과의 관계에 대한 연구가 선행된다면, 결론적으로 CIRG 값은 포도의 품질 및 수확시기 판단에 있어 의미 있는 지표로 활용될 수 있음을 알 수 있다.

3. 포도 착색기 이후 CIRG값과 Hunter값의 비교

CIRG값과 포도의 과피색과의 관계에 대한 보고에서 Don Mariano 품종을 대상으로 하여 1.55는 착색초기, 2.49는 분홍색, 3.66은 붉은색, 4.75는 보라색, 5.57은 짙은 보라색으로 과피색을 구분하였다 (Carreno et al., 1995). 붉은색인 Crimson Seedless 품종의 경우 약 3.3~3.6, Flame Seedless 품종은 붉은색을 나타낼 때 4.45, Exotic 품종은 흑청색일 때 7.29~7.48, Monastrell 품종은 흑청색일 때 7.0~9.6까지의 범위를 보였다 (Carreno et al., 1998). 또한 일반적인 포도의 CIRG값은 대략 착색초기는 2미만, 분홍색은 2~4, 붉은색은 4~5, 짙은적색은

5~6, 청흑색은 6이상으로 구분 가능함을 보고하였다 (Fernandez-Lopez et al. 1998). 포도 Pione품종과 Carbernet Sauvignon품종의 경우 완숙기의 CIRG값은 Pione품종이 6.44, Carbernet Sauvignon품종이 3.64로 차이가 있는것으로 나타났는데, 이는 안토시아닌 종류의 차이가 아닌 과피 세포내의 anthocyanic vacuolar inclusion의 함량차이로 보고하였다(Mizuno et. al., 2006). 본 시험에서 캠벨얼리 품종의 경우 당도 15°Bx 이상의 값을 나타낸 시기는 8월 29일로 이때의 CIRG값은 6~7로 나타났다(Fig. 3. A). 같은 시기의 L*값은 25.8~27.0, a*값은 1.1~4.0, b*값은 -0.7~0.2로 나타났다. 흑보석 품종의 경우 당도 17°Bx이상의 값을 나타낸 시기는 9월 10일로 이때의 CIRG값은 6.2~7.4로 나타났다. 같은 시기의 L*값은 26.1~26.9, a*값은 1.1~4.0, b*값은 -0.9~0.6으로 나타났다. 거봉 품종의 경우 적정 수확기 당도라고 볼 수 있는 18°Bx이상의 값이 나오지 않았고 전체적으로 착색도 불량하였다. 시기별 그래프로 볼 때 b*값의 경우 캠벨얼리, 흑보석 품종 모두 수확시기별 차이를 찾을 수 없었다. L*값과 a*값의 경우 상당부분 과실의 당도를 추정할 수는 있었으나 CIRG값에 비해 오차의 범위가 넓었고 2개의 값을 모두 비교해야 하므로 단일 수치로 비교가 가능한 CIRG값에 비해 품종간의 비교에 적합치 않았다. 위의 결과로 보듯 색을 세 가지의 구성요소로 파악하는 Hunter L*a*b*값은 단일 수치화하여 표현하는 CIRG값에 비해 직접적인 색깔에 대한 비교가 어렵고 수치로서 대략적인 착색의 정도 역시 파악하기 어렵다. 따라서 기존에 개발된 CIRG값을 본시험과 같이 각각의 품종에 수확시기별로 적용하고 이를 표

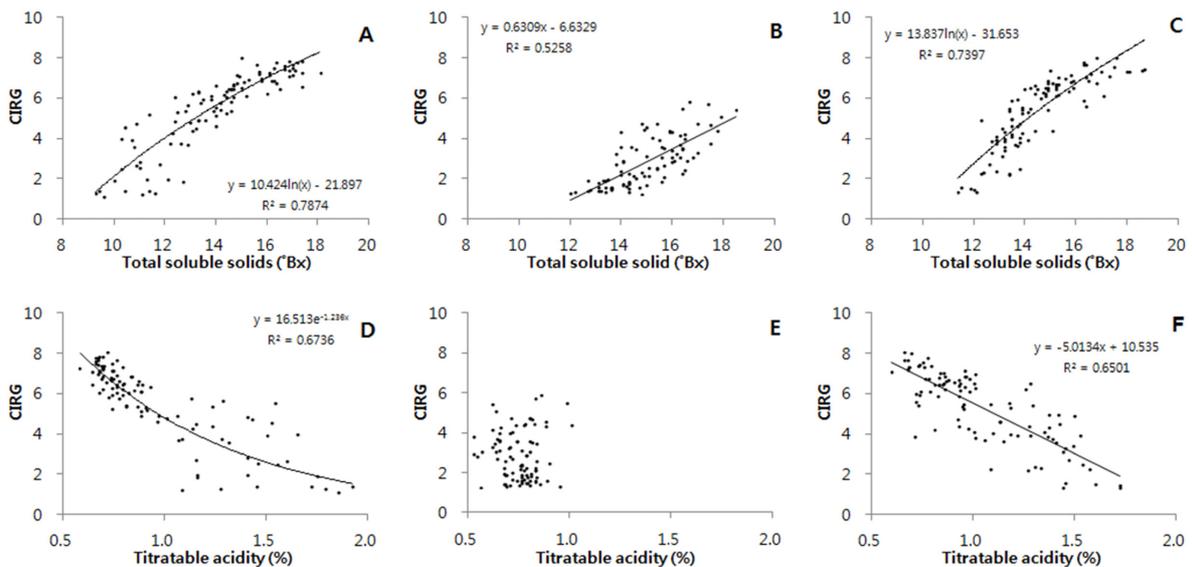


Fig. 2. Correlation plots between CIRG index and grape qualities (TSS, TA) in the three different grapevine cultivar Campbell Early (A,D), Kyoho (B,E), and Heukbosuk (C,F).

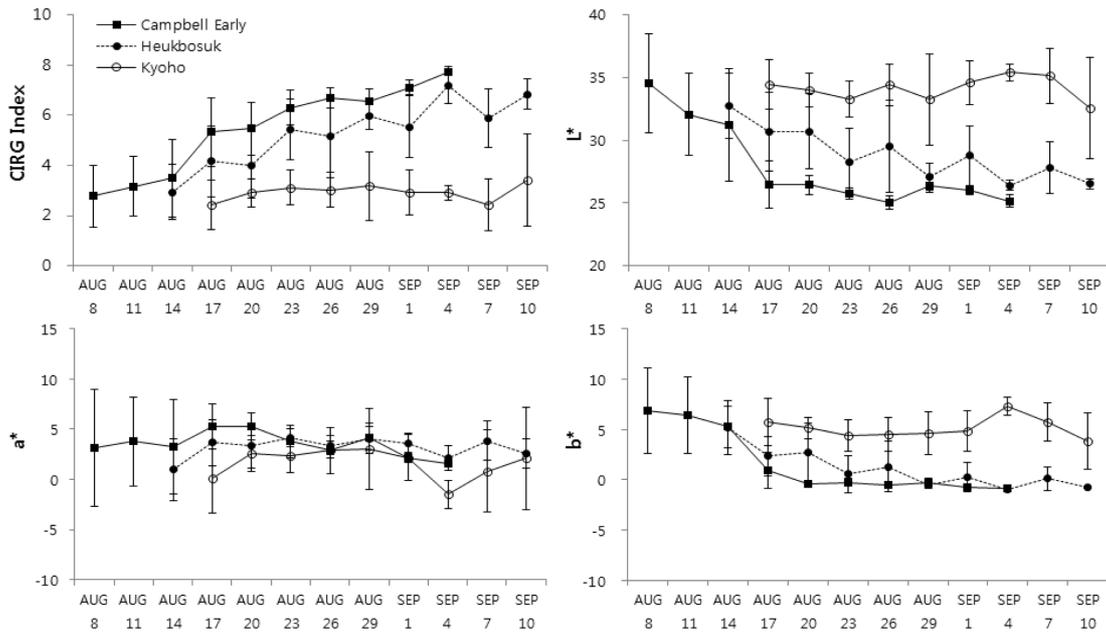


Fig. 3. CIRC index and Hunter L*a*b* score in the different harvest times on the three grapevine cultivars (Campbell Early, Heukbosuk, and Kyoho). CIRC index (A), Hunter L* (B), a*(C), and b*(D).

준화 한다면 포도의 과피색을 판단하기 위한 지표로서의 가능성이 충분한 것으로 판단된다. 본시험의 결과로만 판단한다면 현재 농촌진흥청에서 추진하고 있는 포도 탐프루트의 기준인 캠벨얼리 당도 15°Bx이상 산도 0.6%이하의 품질에 맞는 캠벨얼리 포도는 CIRC값으로 6이상인 포도라고 할 수 있으며, 흑보석의 경우 거봉의 기준을 적용하여 거봉의 기준인 당도 18°Bx, 산도 0.6%이하인 포도는 CIRC값으로 7이상인 포도로 볼 수 있다. 따라서 색차계를 이용하여 CIRC값을 산출한다면 비과피적인 방법으로 현장에서 포도의 품질을 확인해 볼 수 있으리라 판단된다.

적 요

과피색의 경우 정량적인 지표로서 주로 Hunter L*a*b* 값을 이용하나 이 값으로 과피색, 과실의 품질을 간접적으로 확인하기에는 어려운 점이 있다. 따라서 본 실험에서는 포도 착색지수로서 제안된 CIRC(Color Index for Red Grapes) 값의 활용도를 평가하여 포도 착색의 객관적인 평가지수로서의 가능성을 검증하고자 하였다. 이를 위해 포도가 착색이 시작되는 시기부터 과립을 채취하여 과피색과 당도, 산도 등의 품질 인자를 측정하여, CIRC 값과의 상관관계를 분석하고 회귀식을 도출하였다. CIRC 값과 안토시아닌 함량은 CIRC 값이 증가함에 따라 안토시아닌 함량은 지속적으로 증가함을 알 수 있었으며, 결정계수는 ‘캠벨얼리’와 ‘흑보석’ 모두 0.8500 였다.

CIRC 값과 당도는 ‘캠벨얼리’가 0.7758, ‘흑보석’이 0.7253으로 높은 결정계수를 나타냈으며, 산도 또한 각각 0.7279, 0.663으로 비교적 높은 결정계수 값을 나타내었다. 따라서 적색포도를 대상으로는 CIRC값이 Hunter L*a*b*값에 비해 과실품질을 추정하는데 있어 보다 높은 신뢰성을 가지고 있는 것을 확인하였다.

추가주요어 : 색공간, 색차계, 회귀분석

Literature cited

Agati, G., S. Meyer, P. Matteini, and Z. Cerovic. 2007. Assessment of anthocyanins in grape (*Vitis vinifera* L.) berries using a noninvasive chlorophyll fluorescence method. *J. Agric. Food. Chem.* 55: 1053-1061.

Cantin, C.M., M.W. Fidelibus, and C.H. Crisosto. 2007. Application of abscisic acid (ABA) at veraison advanced red color development and maintained postharvest quality of Crimson Seedless grapes. *Post-harvest Biol. Tec.* 46:237-241.

Carreno, J., A. Martinez, L. Almela, and J.A. Fernandez-Lopez. 1995. Proposal of an index for the objective evaluation of the color of red table grapes. *Food Res. Int.* 28:373-377.

Chang, M.S., S.D. Cho, D.M. Kim, and G.H. Kim. 2009. Analysis of consumer preferences with regard to sensory quality attributes of Korean grapes. *Kor. J. Food Preserv.* 16(2):204-210.

Dodds, G.T., J.W. Brown, and P.M. Ludford. 1991. Surface color changes of tomato and other solanaceous fruits during

- chilling. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 116:482-490.
- Fernandez-Lopez J.A., L. Almela, J.A. Munoz, V. Hidalgo, and J. Carreno. 1998. Dependence between color and individual anthocyanin content in ripening grapes. *Food Res. Int.* 31:667-672.
- He, F., L. Mu, G.L. Yan, N.N. Liang, Q.H. Pan, J. Wang, M.J. Reeves, and C.Q. Duan. 2010. Biosynthesis of anthocyanins and their regulation in color grapes. *Molecules* 15: 9057-9091.
- Hunter, R. S. 1948. Photoelectric color difference meter. *J. Opt. Soc. Amer.* 38:661
- Jackson, R.S. 2008. *Wine science* third edition. Academic press.
- Jimenez-Cuesta, M., J. Cuquerella, and J.M. Martinez-Javaga. 1981. Determination of a color index for citrus fruits degreening. *Proc. Int. Soc. Citriculture.* 2:750-3
- Jung, S.M., E.H. Chang, S.J. Park, S.T. Jeong, J.H. Roh, Y.Y. Hur, and H.C. Lee. 2010. Berry thinning effects on the fruit and wine quality of grape 'Muscat Bailey A'. *Kor. J. Food Preserv.* 17:625-630.
- Kazuhiro, M., B.K. Kim, T.K. Vu, J.H. Seo, H.K. Yoon, M.K. Park, Y.S. Hwang, and J.P. Chun. 2007. Comparison of Sugar Compositions and Quality Parameters during Berry Ripening between Grape Cultivars. *Kor. J. Soc. Hort. Sci. Technol.* 25(3):230-234.
- Kim, K.P., and M.S. Park. 2007. Consumer Preferences for Fruit Size and Their Implication. *Kor. J. Food Market. Econ.* 24:25-38.
- Kim, K.P. and M.H. Park. 2007. The consumer's preference on packaging of fruits and the implications. *Kor. J. Food Market. Econ.* 24:101-118.
- Korea Rural Economic Institute (KREI). 2014. Cultivation area of major grape cultivars. *The monthly Bulletin of Fruit Production.* May p.1
- Lim, C.I., J.S. Lee, J.W. Choi, and J.S. Choi. 2005. Analysis of buying behavior and preference to fruits in Korea. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 23(3):351-355.
- McGuire, R.G. 1992. Reporting of objective color measurements. *Hortscience.* 27(12):1254-1255.
- Mizuno, H., K. Hirano, and G. Okamoto. 2006. Effect of anthocyanin composition in grape skin on anthocyanic vacuolar inclusion development and skin coloration. *Vitis* 45(4):173-177.