

딸기의 육안적 품질평가

박인경 · 김미향 · 이명숙 · 김순동
효성여자대학교 식품가공학과

Visual Quality Estimation of Strawberry

In-Kyoung Park, Mee-Hyang Kim, Meung-Sook Lee and Soon-Dong Kim
Dept. Food Sci. & Tech., Hyosung Women's Univ., Kyungsanm, Korea

Abstract

The objective of this study was to investigate the possibility of estimation of internal quality by observing visible state of strawberry. Several tests such as color("L", "a", H, V, C), degree of blackredness, opening state of calyx, vitamin C content, brix degree, acidity, freshness, overall quality, chlorophyll content, and anthocyanin content were performed during circulation at 20°C. Acidity($r = -0.96$), chlorophyll content($r = -0.99$), vitamin C content($r = -0.98$), freshness($r = -0.96$) and overall quality($r = -0.99$) decreased during circulation at 20°C. The loss of total polyphenol($r = 0.95$), color saturation($r = 0.99$), degree of blackredness($r = 0.98$) and opening state of calyx($r = 0.98$) increased during circulation at 20°C. In correlations between visible indicators and internal qualities, "L" value and brix degree was $r = -0.74$, "a" and brix degree was $r = 0.93$. Hue and anthocyanin content was $r = 0.74$, value and chlorophyll content, brix degree were $r = -0.91$, $r = -0.77$, chroma and brix degree was $r = 0.96$. The correlations between color saturation and vitamin C content($r = -0.96$), chlorophyll content($r = -0.98$), freshness($r = -0.98$), overall quality($r = -0.94$), loss of total polyphenol($r = 0.94$) and acidity($r = -0.94$) showed high correlation. The correlations between degree of blackredness and vitamin C content($r = -0.99$), chlorophyll content($r = -0.94$), anthocyanin content($r = -0.74$), freshness($r = -0.97$), overall quality($r = -0.95$), loss of total polyphenol($r = 0.93$) and acidity($r = -0.92$) were correlated highly. The correlation between opening state of calyx and vitamin C content($r = -0.91$), chlorophyll content($r = -0.99$), freshness($r = -0.98$), overall quality($r = -0.92$), loss of total polyphenol($r = 0.99$) and acidity($r = -0.83$) showed high correlation.

Key words : visual indicators, internal qualities, relationship.

서 론

우리나라의 딸기 총재배면적은 약 7,000ha이며 생산량은 9만 6천M/T 로서 약 89%가 생과로

이용되고 있다^{1,2)}. 국민의 소득수준이 더욱 높아지고 식생활이 개선되면서 딸기에 대한 수요가 급격히 증가되어 재배면적도 크게 늘어나고 있다. 딸기는 단맛과 신맛이 잘 조화되어 있으며

향기가 풍부하여 생식하는 외에 잼, 젤리 등의 가공품으로도 제조된다. 딸기는 그 종류에 따라 성분함량이 다르나 일반적으로 유기산이 많아서 신맛이 많고 당분은 적으며^{3,4)} 비타민 C와 quercetin, caffeic acid, ferulic acid 등과 flavanol류 등 다양한 항산화물질이 함유되어 있다^{5,6)}. 그러나 조직이 매우 약하여 저장중의 조직의 손상과 함께 이들 성분이 급속하게 산화분해되어 감소한다^{5,7)}.

한편 딸기에 함유한 anthocyan은 고유의 선홍색으로 그 종류는 pelargonidin과 cyanidin으로 산성하에서 안정한 색상을 띠나^{4,8)}, 산의 감소와 함께 쉽게 분해된다⁹⁾. Asen⁸⁾ 등은 anthocyan의 색상은 비타민 P로 작용하는 quercetin과 rutin 등이 공존할 경우 2-3배의 선명도를 나타내나 이들 성분이 소실될 경우는 그 선명도가 크게 감소한다고 하였고, Hooper와 Ayres⁹⁾는 비타민 C의 파괴가 일어날 경우 anthocyan의 분해가 촉진 된다고 하였다. Anthocyan색소의 안정성을 좌우하는 co-pigments로서는 catechin, caffeic acid, quercetin, rutin, aurisidin, c-glycosyl flavones 등의 phenolic compounds들로 알려져 있으며 이들 co-pigments의 결합강도를 증가시키는 물질은 p-coumaric acid, caffeic acid, ferulic acid 등의 phenolic acid류 들이다⁸⁾.

이와 같이 육안적으로 식별 가능한 anthocyan색상의 안정성은 눈으로 볼 수 없는 비타민 등의 주요 영양소의 함량과 밀접한 관련이 있는 것으로 알려져 있어^{4,8)} 육안적으로 내적품질을 평가할 수 있는 좋은 지표가 될 수 있음을 시사하였다^{8,10-12)}. 농산물의 외적 상태를 살펴봄으로서 내적품을 정확히 평가할 수 있다면 농민에게는 생산을 통하여 품질향상을 스스로 꾀할 수 있는 좋은 자료가 될 것이며, 아울러 소비자는 품질을 알고 소비함으로써 영양적 측면에서는 물론 유통관리 측면에서 매우 귀중한 자료가 될 수 있다.

딸기에 관한 연구는 주로 재배법 개선, 병충해 방제 및 육종에 관한 연구가 있으나^{13,14)} 딸기의 품질 측정 및 유통관리에 관한 연구는 매우 부족한 실정이며 특히 육안적 품질판정의 지표가

되는 색상 등의 변화와 내적품질간의 관계에 대한 자료는 매우 부족하여 생산자 및 소비자가 이를 잘 활용치 못하고 있는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 딸기의 생산 유통과정중에 외관적인 주요 현상과 내적품질과의 상관관계를 확립하기 위하여 실험하였다.

재료 및 방법

재료

실험용 딸기는 늦딸기인 보교(학명 : *Fragaria grandiflora* Ehrh.)로서 동일한 속도를 지닌 딸기를 사용하였는데 개화시에 labeling하여 개화후 32일째의 적숙과를 20°C에 두면서 실험재료로 사용하였다.

당도

Refractometer를 사용하여 과실즙액의 당도를 측정하였으며 필요에 따라서 Somogyi-Nelson법¹⁵⁾으로 환원당을 측정하였다. Glucose를 표준물질로한 검량선($g/2ml = OD \times 1/0.008 - 1, r=0.9902$)으로 함량을 구하였다.

산도와 pH

pH는 pH-meter(Switzerland)를 이용하여 측정하였고, 적정산도는 딸기의 착즙액을 여과하여 pH 10.2가 될 때까지 소비된 0.1N NaOH양을 citric acid로 환산하여 표시하였다.

비타민 C 함량

2,4-Dinitrophenyl hydrazine(DNP) 비색법¹⁶⁾에 준하여 딸기시료 5g을 2% meta-phosphoric acid 용액 50ml로 추출한 후 추출액 2ml에 indophenol 0.2ml, meta phosphoric acid 2ml를 넣어 충분히 혼합하고 여기에 DNP 1ml를 가하여 60°C에서 3시간 안정시키고 즉시 방냉한 후 85% H₂SO₄ 용액 5ml를 vortex상에서 가하여 실온에서 30분간 방치한 후 540nm에서 흡광도를 측정하여

검량선 $\text{mg}/2\text{ml} = \text{OD} \times 163.93 - 8.23$, ($r=0.9888$) 에 의하여 함량을 산출하였다.

Anthocyanin 함량

Fuleki와 Francis 법에¹⁷⁾ 준하여 시료 20g에 냉 HCl-ethanol을 가하여 균질화한 후 -20°C 에서 24시간동안 방치하였다가 감압하에서 여과한 후 같은 용매를 가하여 4-5회 재추출, 정용하여 535nm에서의 흡광도를 측정하여 계산식 ($\text{mg}/100\text{ml} = \text{OD} \times \text{DV} \times 100/\text{SV} \times \text{TEV}/V \times 1/98.2$, OD: 흡광도, DV: 희석용량, SV: 시료용량, TEV: 전체추출용량, V: 딸기과즙의 용량)에 의해 함량을 구하였다.

Chlorophyll 함량

Chlorophyll 함량은 Vernon의 방법¹⁸⁾에 준하여 딸기 5g을 80% acetone으로 추출한 후 50ml로 정용하고 10,000rpm에서 3분간 냉동원심분리 후 663 및 645nm에서 흡광도를 측정하였으며 계산식 $\text{total chlorophyll}(\text{mg}/\text{L}) = 20.2 \times \text{O.D}_{645} + 8.02 \times \text{O.D}_{663}$ 에 의해 함량을 산출하였다.

Total polyphenol 함량

Total polyphenol 함량은 Jose의 방법¹⁹⁾에 준하여 딸기 5g에 70% methanol을 가하여 50ml로 정용하였으며, 이 시액 5ml를 취하여 Folin시약(일본제, 純正 화학주식회사) 0.2ml와 10% Na_2CO_3 1ml를 가하여 잘 혼합하고, 10분간 방치한 후 760nm에서의 흡광도를 측정하였으며 catechin 검량선에 의하여 함량을 산출하였다.

색상 및 색포화율

색상의 측정은 Minalta CR-200 색차계를 사용하여 L,a,b 및 H,V,C값을 측정하였으며, 색포화율²⁰⁾은 딸기의 착색시기 부터 과숙기직전까지의 색상(hue)변화 폭(10Y-5R)을 100으로 하였을때의 비율로 하였다.

꽃받침의 열림상태

꽃받침이 과육에서 열린 각도를 측정 하였다.

관능검사

딸기의 관능검사는 광택, 흑적화, 신선도, 종합적 품질에 대하여 효성여자 대학교 식품가공학과 학생 중 10명의 관능요원에 의하여 5점법으로 행하였으며, 신선도와 종합적 품질은 관능요원이 시식한 후에 5점법으로 행하였다.

통계처리

모든 data는 3반복 실험 평균치로 나타내었으며 상관관계분석은 컴퓨터를 이용한 SAS package program을 이용하였다.

결과 및 고찰

1. 유통기간중 성분변화

(1) 당, 산 및 당산비

개화후 32일째의 적숙과를 20°C 에서 저장하면서 당, 산 및 당산비의 변화를 측정한 결과는 Fig. 1과 같다. 당도는 12-13brix 범위를 나타내어 저장기간의 경과와 더불어 뚜렷한 변화를 나타내지 않았으나, 산도는 저장 0일째 산도 1.2%부터 점차 감소하여 저장 3일째에는 0.92%로 23%, 저장 4일째에는 산도 0.83%로 31% 감소하였으며, 저장 5일째에는 산도 0.77%로 약 36% 감소하였다. 그리고 당산비는 저장 4일째까지는 증가하다가 저장 5일째에 가서는 급격히 감소하였다. 이와 같은 현상은 호흡기질로 산의 소비가 당에 비하여 큰 탓으로 보여진다. 이같은 결과는 관능적으로 평가한 신선한 맛의 측정결과와 일치하는 것으로 저장 3일이 경과하면서 당산비의 조화가 깨어져서 딸기의 고유의 신선한 맛이 거의 상실될 것으로 판단된다.

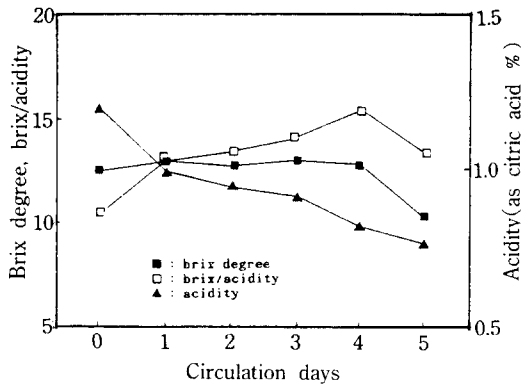


Fig. 1. Changes in brix degree, acidity and brix/acidity of strawberry during circulation at 20°C.

(2) Chlorophyll과 anthocyanin함량의 변화

딸기는 성숙함에 따라 점차 녹색이 소실되면서 특유의 선홍색을 나타내게 된다. 이 선홍색의 본체는 anthocyanin 색소로서 매우 불안정한 특징을 지니고 있으며, 저장유통중에 상당한 변화가 예상된다.⁴⁾ 직숙과를 20°C에서 6일간 저장하면서 chlorophyll과 anthocyanin함량의 변화를 측정하는 것은 Fig. 2와 같다. 그 결과 chlorophyll함량은 저장기간의 경과에 따라 점차 감소하여, 저장 4일째에는 54%나 감소하였다. 그러나 anthocyanin의 함량은 저장 1일째까지는 증가했다가 그 후로는 급격히 감소하였다. 일반적으로

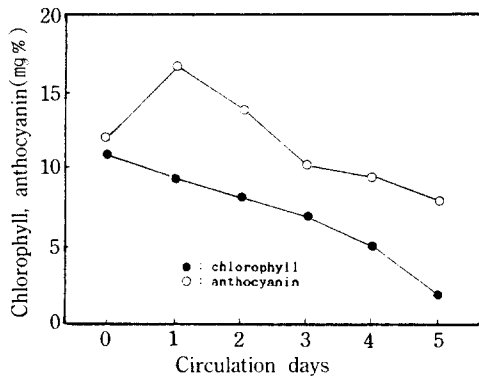


Fig. 2. Changes in chlorophyll and anthocyanin content of strawberry during circulation at 20°C.

로 과일이 익으면 이때 생성되는 노화호르몬의 하나인 ethylene의 작용^{8,21)}에 의하여 chlorophyll이 분해되면서 최종대사산물인 anthocyan의 생합성이 촉진된다^{4,22,23)}. 본 실험에서 저장초기에 anthocyan의 증가는 과일의 성숙의 연장에서 온 결과로 판단된다. 그러나 생리활성 및 산함량의 감소와 함께 oxonium화합물⁴⁾로 존재하는 anthocyan의 감소가 연행되어 변색을 동반한 것으로 추측된다.

(3) Vitamin C 함량 및 total polyphenol 손실율의 변화

비타민 C는 항산화성의 물질로서^{4,9,21)} anthocyan이 분해될 경우 항산화에 관여하여⁹⁾ 분해, 감소 된다. Hooper와 Ayres⁹⁾는 anthocyan의 감소와 비타민 C의 분해가 밀접한 관계가 있음을 보고하였다. 저장 2일 이후 비타민 C의 함량이 큰폭으로 분해 감소된 것은 상당량의 anthocyan의 손실에 기인된 것으로 판단되었다. 비타민 C 함량의 변화를 Fig. 3에서 보면 저장기간이 경과함에 따라 점차적으로 감소하여 저장 1일째는 11%, 2일째는 36%, 그리고 3일째는 53%가 감소하였으며 저장 5일째에는 67%가 감소하였다.

Total polyphenol의 손실율은 저장 1일째에는 2.0%, 저장 2일째에는 5.2%로 그 손실율이 완

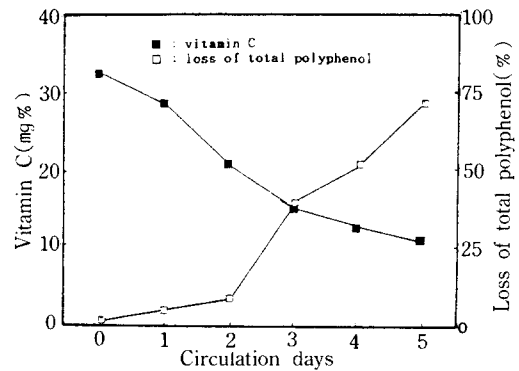


Fig. 3. Changes in vitamin C content and loss of total polyphenol during circulation at 20°C.

만하게 나타났으나 저장 3일째 30.1%, 저장 4일째 50.2%, 저장 5일째에는 70.4%로 저장 2일 이후에 급격히 증가하였다.

Polyphenol성분은 식물체가 상해를 입거나 생리 장애를 받았을때 급격하게 산화, 중합되어 갈색색소를 형성하면서 자체 방어의 생리적 barricade를 형성한다^{7,24-26}). 이때 비타민 C와 anthocyan 등의 항산화성 물질은 함께 분해된다⁹). 딸기의 polyphenol성분을 P.P.C법으로 분리해 본 결과 저장기간의 경과와 함께 변색이 일어나는 과육시에 함량이 감소되고 종류도 줄어들었다^{7,27,28}). 또 Asen⁸) 등은 ferulic acid, caffeic acid, c-glycosyl flavones 등의 polyphenol류의 함량과 anthocyan함량과도 밀접한 관계가 있음을 보고하였다.

2. 유통기간중 색상 및 품질변화

(1) 색상과 색포화율

딸기의 유통저장중 색상의 변화정도를 조사한 결과는 Fig. 4 및 5와 같다.

“L”값은 기간의 경과에 따라 감소하다가 저장 4일 이후 과육이 연화되어 반투명상태에 이르자 급격히 상승하였다. 또 “a”값은 저장중 뚜렷한 변화를 나타내지 않았지만 저장 2일째까지는 a값이 상승하여 저장초기 anthocyanin함량이 증가되는 현상과 일치하였다. 그후 저장 4일째는 과육이 연화 부패되었으며, 적색의 소실과 함께 a값도 급격히 감소하였다. 색포화율²⁰⁾은 착색시기부터 과육기에 이르기 전까지의 색상범위를 100으로 하였을때의 색상의 진척율을 나타내는 것으로 시료로 사용된 적숙과의 색상은 0.6YR이었으나 유통및 저장중 과육 또는 변색된 과일의 색상은 2.2R을 나타내어 기간의 경과와 함께 색의 진척이 급격히 진행되었다. 그결과 유통당일은 0.6YR의 선홍색을 떠나 20°C에서 2-3일이 경과되면 검붉은색으로 변화되기 시작하며 기간의 경과에 따라 검은빛의 강도가 높아졌다. Munsell 색도표상에 표기해 본 결과, 색상은 저장 4일째까지는 적색이 남아있지만, 명

도와 채도는 각각 유통초기에는 4-5, 6-8 범위였으나 저장일수가 경과함에 따라 채도는 높아지고 명도는 낮아져서 과육전체의 색깔은 검붉은색이 많았다. 그러나 저장 3일 이후부터는 과육이 부분적으로 연화되기 시작하면서 명도는 높아지고 채도는 낮아져서 과육이 전반적으로

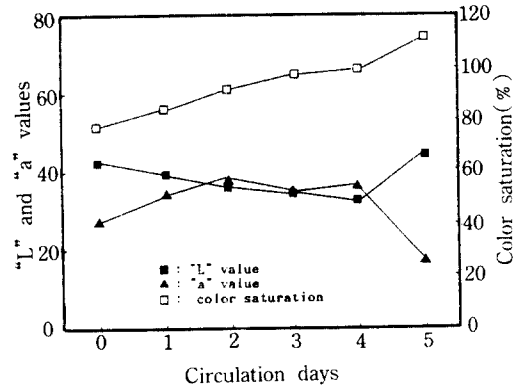


Fig. 4. Changes in “L”, “a” and color saturation of strawberry during circulation at 20°C.

허물거리는 느낌을 주어 식용으로 거부감이 들었다. 색상, 명도, 채도를 유통저장기간이 경과함에 따라 종합적으로 관찰하면, 선홍색을 잃어가면서 점차 어둡고 검붉은 색으로 변색되는 경향을 나타내었다.

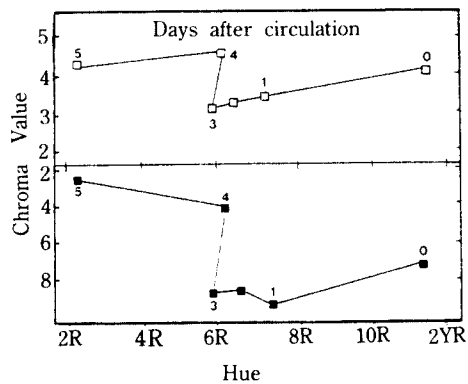


Fig. 5. Changes in hue, value and chroma of strawberry during circulation at 20°C.

(2) 변색정도, 신선도 및 종합적인 품질

딸기는 특히 아름다운 색상이 식욕을 돋구는 과일로서 유통저장시의 여러 환경 조건에 따라 고유의 적색이 쉽게 소실되며 변색이 일어난다. 이러한 변색정도로서 신선도와 종합적인 품질을 예측할 수 있으므로 변색정도와 더불어 신선도, 종합적인 품질의 변화를 관찰하였다(Fig. 6). 변색정도는 시간이 경과함에 따라 증가하였으며 이에 따라 신선도와 종합적인 품질도 급격히 저하하는 경향을 나타내었다.

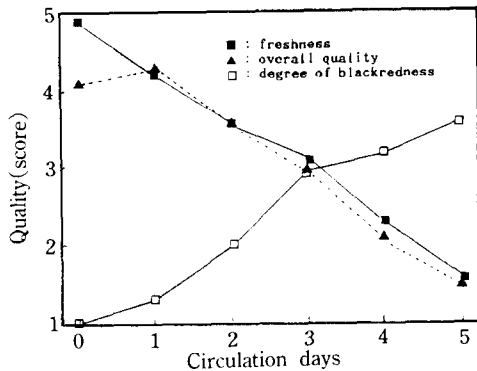


Fig. 6. Changes in freshness, overall quality and degree of blackredness of strawberry during circulation at 20°C.

* The score represents very poor (1) to very good (5) by sensory test.

3. 꽃받침의 열림상태

꽃받침의 열림상태와 생리적 대사에 대하여는 연구된 바가 없으나 수분함량과 밀접한 관계가 있음이 경험적으로 관찰되고 있다. 딸기의 유통과정중 꽃받침의 열림상태가 품질평가의 기준이 될 수 있는지를 조사하기 위해서 딸기를 20°C에 두면서 유통기간에 따라서 꽃받침의 열림상태와 수분 손실율을 관찰하였다(Fig. 7). 그 결과, 수분의 손실율은 저장 2일째 약 16%, 저장 3일째 23%, 저장 4일째 26%, 저장 5일째에는 약 28%를 나타내었으며 엷은 잎상태로 된 꽃받침은 과일이

신선한 상태일 때는 과육에 밀착되어 있다가 유통기간이 경과함에 따라 점점 벌어졌고 아울러 과육의 광택이 저하되고 단단한 조직감이 저하되었으며 과일의 품질도 떨어졌다. 이는 유통기간의 경과에 따라 수분이 소실된 것이 주된 원인으로 사료된다.

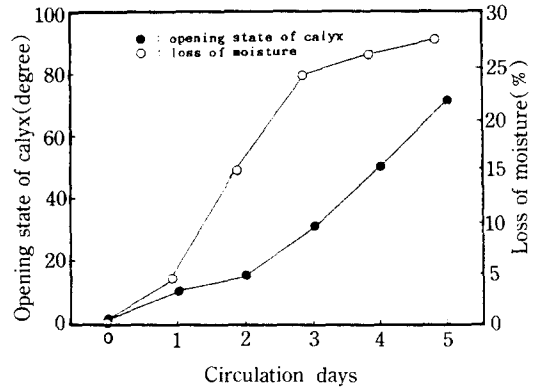


Fig. 7. Changes in opening state of calyx of strawberry and loss of moisture during circulation at 20°C.

4. 외관적 상태와 내적품질

딸기의 외관을 봐서 내적품질을 평가함으로써 생산자 및 소비자가 육안적으로 쉽게 품질을 평가할 수 있는 지표를 마련해 보기 위하여 딸기의 유통 동안에 "L"값, "a"값, H, V, C값, 색포화율, 흑적화정도, 꽃받침의 열림상태 등의 외관적 상태의 변화에 따라서 vitamin C, chlorophyll 및 anthocyanin 함량, 신선도, 종합적품질, total polyphenol 손실율, 당도, 산도, 당산비와 같은 딸기 내적품질변화와의 상관관계를 조사하였다(Table 1, 2, 3). 그 결과 "L"값과 당도, 당산비와는 상관성이 있었으나, 기타 내적품질 지표와는 상관성이 없었다. "a"값과는 당도와의 상관성이 높았다. Thiman등^{29,30)}은 당이 anthocyanin의 안정성과 상관성이 있음을 보고하였다. 또 Pirrie와 Mullin²⁸⁾도 성숙하고 있는 포도에서 당과 anthocyanin 함량사이의 일정한 관계가 있

음을 보고하였다. 딸기의 H값 변화와 anthocyanin 함량($r=0.74$)과 상관성이 있었고 V값과는 chlorophyll 함량($r=-0.91$)과의 상관성이 높았으며 당도($r=-0.77$)와는 상관성이 인정되었다. C값과는 당도($r=0.96$)와 상관성이 있었다. 색포화율과는 비타민 C 함량($r=-0.96$), chlorophyll 함량($r=-0.98$), 신선도($r=-0.98$), 종합적인 품질($r=-0.94$), total polyphenol 손실율($r=0.$

94), 산도($r=-0.94$)와의 상관성이 높았으며, anthocyanin 함량($r=-0.67$), 당도($r=-0.62$), 당산비($r=0.67$)와의 상관성이 인정되었다. 후적화와는 당도($r=-0.46$)를 제외한 전반적인 내적품질 항목과 상관성이 높았으며, 그리고 꽃받침의 열림상태와도 역시 당도를 제외한 모든 내적 품질항목과의 상관성이 높았으며 당도($r=-0.67$)와도 상관성이 인정되었다.

Table 1. Relationship between visual indicators(L, a value) and internal quality of strawberry

Visual indicator and internal quality	Regression equation		
"L" value and internal quality	vitamin C (mg%)	= 0.55L - 1.23	r = 0.30
	chlorophyll (mg%)	= -0.02L + 8.12	r = -0.03
	anthocyanin (mg%)	= -0.09L + 14.33	r = -0.10
	freshness(score)	= 0.03L + 2.30	r = 0.10
	overall quality (score)	= 0.004L + 2.91	r = 0.02
	loss of total polyphenol (%)	= 0.29L + 14.94	r = 0.05
	brix degree (%)	= -0.16L + 18.50	r = -0.74**
	acidity (%)	= 0.007L + 0.68	r = 0.02
	brix/acidity	= -0.25L + 22.77	r = -0.70**
	"a" value and internal quality	vitamin C (mg%)	= 0.16a + 14.93
chlorophyll (mg%)		= 0.19a + 1.30	r = 0.46*
anthocyanin (mg%)		= 0.22a + 5.03	r = 0.52*
freshness(score)		= 0.05a + 1.67	r = 0.33
overall quality (score)		= 0.06a + 1.13	r = 0.44*
loss of total polyphenol (%)		= -1.91a + 85.50	r = -0.51*
brix degree (%)		= 0.12a + 8.64	r = 0.93**
acidity (%)		= 0.004a + 1.48	r = 0.16
brix/acidity		= 0.05a + 6.23	r = 0.44*

* $P < 0.05$, ** $P < 0.01$.

Table 2. Relationship between visual indicators(H,V,C) and internal quality of strawberry

Hue and internal quality	vitamin C (mg%)	=	0.07 H+ 19.60	r=	0.02	
	chlorophyll (mg%)	=	0.17 H+ 6.28	r=	0.17	
	anthocyanin (mg%)	=	0.75 H+ 7.96	r=	0.74**	
	freshness(score)	=	0.34 H+ 3.11	r=	0.09	
	overall quality (score)	=	0.12 H+ 2.51	r=	0.33	
	loss of total polyphenol(%)	=	-3.16 H+ 34.53	r=	-0.36	
	brix degree(%)	=	0.18 H+ 11.53	r=	0.56*	
	acidity(%)	=	0.003H+ 1.50	r=	0.05	
	brix/acidity	=	0.08 H+ 7.45	r=	0.27	
	Value and internal quality	vitamin C (mg%)	=	4.48V + 3.26	r=	0.24
		chlorophyll (mg%)	=	-0.61V + 9.40	r=	-0.91**
		anthocyanin (mg%)	=	-0.91V + 15.10	r=	-0.14
freshness(score)		=	0.12V + 2.83	r=	0.49*	
overall quality (score)		=	-0.06V + 3.33	r=	-0.03	
loss of total polyphenol(%)		=	5.83V + 4.66	r=	0.10	
brix degree (%)		=	-1.65V + 18.58	r=	-0.77**	
acidity(%)		=	0.05V + 0.75	r=	0.17	
brix/acidity		=	-2.33V + 22.04	r=	-0.66**	
Chroma and internal quality		vitamin C (mg%)	=	1.65C + 7.45	r=	0.31
		chlorophyll (mg%)	=	1.17C - 1.63	r=	0.60*
		anthocyanin (mg%)	=	1.20C + 2.69	r=	0.62*
	freshness(score)	=	0.36C + 0.58	r=	0.48*	
	overall quality (score)	=	0.40C + 0.11	r=	0.58*	
	loss of total polyphenol(%)	=	-11.37C + 112.00	r=	-0.64*	
	brix degree(%)	=	0.60C + 7.94	r=	0.96**	
	acidity(%)	=	0.03C + 0.73	r=	0.31	
	brix/acidity	=	0.22C + 11.70	r=	-0.66	

* P<0.05, ** P<0.01.

Table 3. Relationship between visual indicators(color saturation, black redness, opening state of calyx) and internal quality of strawberry

Color saturation(S,%) and internal quality	vitamin C (mg%)	= -0.71S + 86.50	r = -0.96**	
	chlorophyll (mg%)	= -0.26S + 31.76	r = -0.98**	
	anthocyanin (mg%)	= -0.18S + 28.30	r = -0.67*	
	freshness(score)	= -0.10S + 12.60	r = -0.98**	
	overall quality (score)	= -0.09S + 11.36	r = -0.94**	
	loss of total polyphenol(%)	= 2.14S - 177.70	r = 0.94**	
	brix degree(%)	= -0.05S + 17.45	r = -0.62*	
	acidity(%)	= -0.01S + 2.05	r = -0.94**	
	brix/acidity	= 0.095S + 4.43	r = 0.67*	
	Degree of blackredness(B) and internal quality	vitamin C (mg%)	= -8.20B + 39.17	r = -0.99**
		chlorophyll (mg%)	= -2.81B + 13.76	r = -0.94**
		anthocyanin (mg%)	= -2.18B + 16.82	r = -0.74**
freshness(score)		= -1.10B + 5.86	r = -0.97**	
overall quality (score)		= -0.99B + 5.43	r = -0.95**	
loss of total polyphenol(%)		= 25.40B - 33.36	r = 0.93**	
brix degree(%)		= -0.44B + 13.48	r = -0.46*	
acidity(%)		= -0.13B + 1.25	r = -0.92**	
brix/acidity		= 1.19B + 10.55	r = 0.76**	
Opening state of calyx (degree of angle) and internal quality		vitamin C (mg%)	= -0.30D + 28.82	r = -0.91**
		chlorophyll (mg%)	= -0.12D + 10.65	r = -0.99**
		anthocyanin (mg%)	= -0.09D + 14.26	r = -0.73**
	freshness(score)	= -0.04D + 4.60	r = -0.98**	
	overall quality (score)	= -0.04D + 4.16	r = -0.92**	
	loss of total polyphenol(%)	= 1.09D - 5.46	r = 0.99**	
	brix degree(%)	= -0.03D + 13.20	r = -0.67*	
	acidity(%)	= -0.004D + 1.08	r = -0.83**	
	brix/acidity	= 1.19D + 10.55	r = 0.76**	

* P<0.05, ** P<0.01.

(1) 색포화율과 내적품질

색포화율은 딸기의 성숙중 착색개시점부터 과숙기전까지의 H값(10Y-5R)의 변화폭을 100으로 하였을때 H값의 진척정도를 비율로 나타낸 것으로 시료로 사용한 딸기의 색포화율은 77% 수준의 것(0.6YR)이었다. 20℃에서의 시간경과에 따라 약 111%(2.2R)까지 변화였다. 육안적으로 보이는 색상은 베이지색이 나는 붉은색에서 3일째에는 붉은색으로, 4일째 부터 색포화율이 95%가 넘으면서 검붉은색으로 변화였다. 색포화율이 95%가 넘으면 광택이 많이 감소되었고 검붉은색으로 변색되어 신선도가 떨어졌다. Fig. 8, 9는 색포화율과 비타민 C, chlorophyll 및, total polyphenol 손실율, 신선도, 종합적 품질, 산도와 상관관계를 조사한 결과이다. 그결과 색포화율과 비타민 C, chlorophyll함량, 신선도, 종합적인 품질 total polyphenol 손실율, 산도와는 상관관계가 $r=0.94$ 이상으로 매우 높았고, anthocyanin함량, 당도, 당산비는 $r=0.62 - 0.67$ 범위이었다. 색포화율과 anthocyanin함량과의 상관관계가 크게 높지 않은 것은 유통중 2일째까지 anthocyanin이 생성되었고 그 이후는 감소한 때때때로 사료된다. 딸기의 유통중에는 anthocyanin의 안정성과 관련이 높은 비타민 C와 polyphenol류가 급속히 감소하였고 이로 인하여 갈변물질의 생성과 함께 anthocyanin 안정성이 낮아지면서 갈변물질과 딸기의 색상이 혼합된 선명치 못한 색상이 나타난 것으로 보인다. 실험결과에서도 total polyphenol 손실율이 유통기간의 경과와 함께 높아졌으며 색포화율 95%가 넘으면서 과육이 급속히 검붉은 색으로 변색되었다.

(2) 흑적화와 내적품질

딸기의 유통중 흑적화 현상은 polyphenol성 물질의 산화, 갈변과 anthocyanin의 변화에 기인된 현상으로 유통기간 동안에 건조가 일어 나면서 연한 세포조직이 상해를 받으면서 심해진다. Polyphenol성 물질의 산화와 함께 항산화성 물질인 비타민 C의 분해를 동반하며⁹⁾, 아울러 각종 영양성분의 분해도 예측된다. Fig. 10, 11에서는 관능적으로 평가한 흑적화 정도와 비타민 C, 당,

산 및 신선도 등의 내적품질과의 상관관계를 조사한 결과이다. 흑적화 현상의 진행과 비타민 C 및 chlorophyll 함량의 감소와의 상관관계는 각각 $r = -0.99$, $r = -0.94$ 로 높은 역상관을 나타내었고, total polyphenol 손실율과는 $r = 0.93$, 산도와는 $r = -0.92$, 신선도와 종합적 품질과는 각각 $r = -0.97$, $r = -0.95$ 로 높은 역상관을 나타내었다.

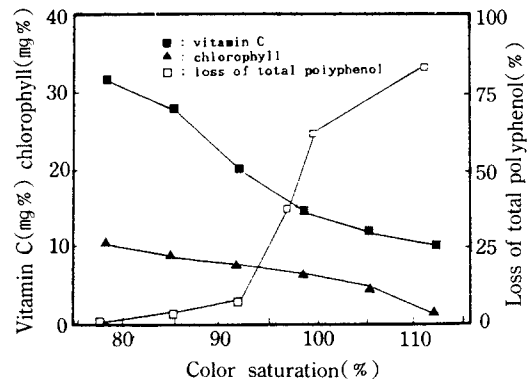


Fig. 8. Correlations between color saturation and vitamin C, chlorophyll content and loss of total polyphenol.

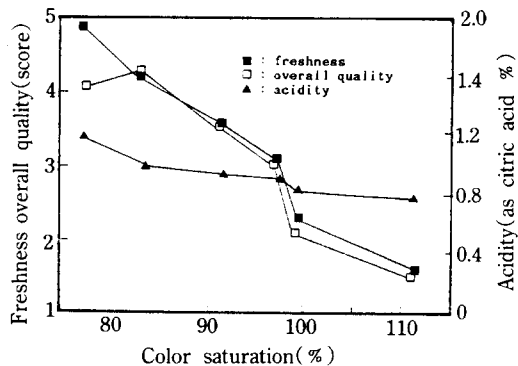


Fig. 9. Correlations between color saturation and freshness, overall quality and acidity.

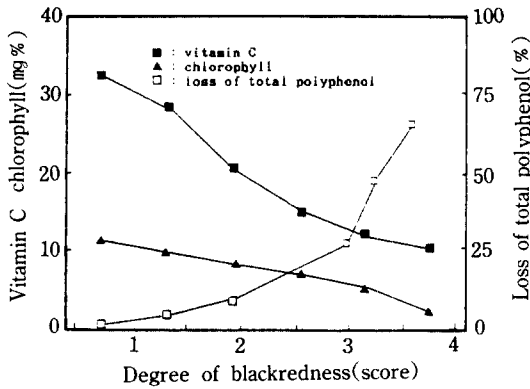


Fig. 10. Correlations between degree of blackredness and vitamin C, chlorophyll content and loss of total polyphenol.

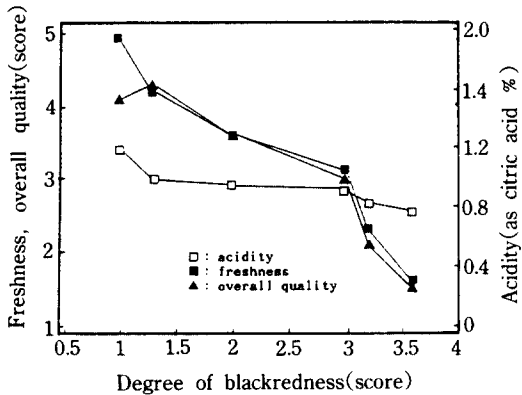


Fig. 11. Correlations between degree of blackredness and freshness, overall quality and acidity.

(3) 꽃받침의 상태와 내적품질

양호한 재배상태에 있는 적숙과에 있어서는 꽃받침이 과육에 밀착 되어 있으나 유통기간이 경과하면서 점점 벌어진다. 또 저장 3일이 경과하여 꽃받침이 약 15도정도 벌어지면서부터는 꽃받침의 끝이 마르고 연한 녹색이 점차 갈색으로 변하는 것이 관찰되었고 꽃받침의 벌어지는 각도가 커짐에 따라 과일의 색깔과 광택도 점차 저하되어 검붉은색으로 변색되면서 고유의 향

기도 상당히 감소하였다 이러한 현상과 비타민 C, 당, 산, 신선도, 종합적인 품질등과의 상관관계를 조사해 본 결과(Fig.12,13) 각각 $r = -0.91$, $r = -0.67$, $r = -0.83$ 및 $r = -0.92$ 로 높은 상관성을 나타내었다. 또 꽃받침의 열림상태와 chlorophyll 함량($r = -0.99$), anthocyanin 함량($r = -0.73$), total polyphenol 손실율 ($r = 0.99$)과도 높은 상관성을 나타내었다.

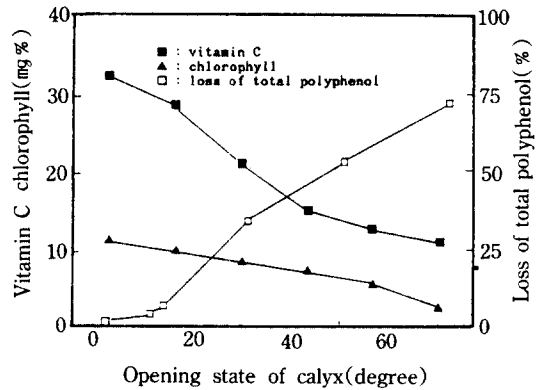


Fig. 12. Correlations between opening state of calyx and vitamin C, chlorophyll content and loss of total polyphenol.

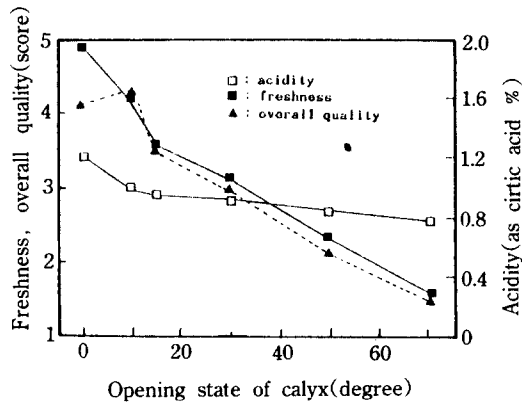


Fig. 13. Correlations between opening state of calyx and freshness, overall quality and acidity.

요 약

딸기의 외관적 상태를 관찰함으로써 내적 품질을 판정할 수 있는 방안을 검토 할 목적으로 20°C에서 딸기를 유통시키면서 육안적 식별이 가능한 색상(L, a, H, V, C)과 흑적화 정도, 꽃받침의 열림상태 등과 비타민 C, 당, 산함량, 신선도, 종합적인 품질, Chlorophyll 및 anthocyanin 함량과 유통기간과의 관계를 조사하는 한편 외관적 상태와 내적품질과의 상관관계를 조사하였다.

1. 20°C에서의 시간경과에 따라 산도($r = -0.96$), chlorophyll 함량($r = -0.99$), 비타민 C 함량($r = -0.98$), 신선도($r = -0.96$), 종합적 품질($r = -0.99$)은 높은 유의성으로 감소하였으나 total polyphenol 손실율($r = 0.95$), 색포화율($r = 0.99$), 흑적화 정도($r = 0.98$), 꽃받침의 열림상태($r = 0.98$)도 높은 상관성을 나타내었다.

2. 외관적 상태와 내적품질과의 상관관계는 L값과 당도와의 관계는 $r = -0.74$ 였으며 a값과 당도와의 $r = 0.93$ 을 나타내었다. H값과는 anthocyanin 함량과 $r = 0.74$, V값과는 chlorophyll 함량($r = -0.91$), 당도($r = -0.77$), C값과는 당도($r = 0.96$)가 높은 상관성을 나타내었다. 색포화율은 비타민 C 함량($r = -0.96$), chlorophyll 함량($r = -0.98$), 신선도($r = -0.98$), 종합적 품질($r = -0.94$), total polyphenol 손실율($r = 0.94$), 산도($r = -0.94$)와 높은 상관성을 나타내었다. 흑적화 정도는 비타민 C 함량($r = -0.99$), chlorophyll 함량($r = -0.94$), anthocyanin 함량($r = -0.74$), 신선도($r = -0.97$), 종합적 품질($r = -0.95$), total polyphenol 손실율($r = 0.93$), 산도($r = -0.92$)와 높은 상관성을 나타내었다. 꽃받침의 열림상태와도 비타민 C 함량($r = -0.91$), chlorophyll 함량($r = -0.99$), 신선도($r = -0.98$), 종합적 품질($r = -0.92$), total polyphenol 손실율($r = 0.99$), 산도($r = -0.83$)와 높은 상관성을 나타내었다.

감사의 글

본 연구는 교육부 학술진흥재단의 '93년도 지

역개발연구과제 학술연구조성비에 의한 연구내용의 일부로써 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

- 1) 농수산물 유통공사. 농수산물 유통자료, 농수산물 유통조사 월보, 5, 49, 1992.
- 2) 농수산물 유통공사. 농수산물 유통자료, 농수산물 유통조사 월보, 3, 42, 1993.
- 3) 정희돈, 윤선주, 김병렬, 강광윤. 품종 및 수확시기가 냉동 딸기의 품질보존에 미치는 영향, 한국원예학회지, 9(2) : 82, 1990.
- 4) 이성우, 김광수, 김순동. 식품화학, 서울, 311, 1983.
- 5) 김형수, 식품화학, 수확사, 서울, 143, 1987.
- 6) 김영희, 봉상균, 장재철, 오석홍, 이선아. 능이중의 polyphenol oxidase의 정제 및 특성에 관한 연구, 전북대학교 농대논문집, 제18집, 51, 1987.
- 7) 이성우, 김광수, 김순동. 석류과실의 성숙에 따른 성분변화에 관한 연구, 제2보 Polyphenol 성분과 anthocyan 색소의 변화, 한국원예학회지, 15(1) : 64, 1973.
- 8) Timberlake C.F.. Recent advances in the biochemistry of fruits and vegetables, Academic press, N.Y., 225, 1981.
- 9) Hooper, F.C. and Ayres, A.D. Biochemistry of the Flavanoids, J.Sci. Food Agr., 1, 5, 1950.
- 10) Alley, E.W. and Judith, A.A.. Objective method of estimating anthocyanin content for determining color grade of grapes, J.Food Sci., 40, 1278, 1975.
- 11) Birth, C.S. and Norris, K.H.. The difference meter for measuring interior quality of foods and pigments in biological tissues, USDA Tech. Bull, 1341, 1965.
- 12) Harold, T.G. Measuring and keeping quality, U.S. Department of Agriculture, 3038, 307,

- 1960.
- 13) 이병일. 딸기의 시설재배와 휴면문제, 한국원예학회지, 9(2) : 23, 1990.
 - 14) 표현구, 최정일, 이강희, 채소원예각론, 향문사, 서울, 189, 1992.
 - 15) 福井作臧. 還元糖 定量法, 東京大學 出版部, 東京, 23, 1969.
 - 16) A.O.A.C. Official Method of Analysis 14th ed., Association of official analytical chemists, washington D.C., 191, 1984.
 - 17) Fuleki, T. and Frances, F.J.. Quantitative methods for anthocyanins in cranberries, J.Food Sci., 33, 72, 1968.
 - 18) Vernon, L.P.. Chlorophyll analysis, Anal. chem., 32, 1144, 1960.
 - 19) Jose, R.R. and Bor, S.L.. Polyphenolic compounds in frozen avocados J. Sci. Food Agr., 24, 219, 1973.
 - 20) Nickerson, D.. Color measurement and its application to the grading of agriculture products, U.S Department of Agriculture, Miscellaneous Pub., 580, 7, 1957.
 - 21) Abeles, F.B.. Ethylene action and metabolism, Ethylene in plant Biology, Academic press, New York and London, 49, 1973.
 - 22) 송형규, 김덕웅, 성하진, 조원대, 식품저장학, 수확사, 서울, 168, 1988.
 - 23) McGlasson, W.B.. Biochemistry of fruits and their products, Food Sci., and Tech., Monograph Series, Academic press, New York and London, 1, 1970.
 - 24) 정기택, 서승교, 송형익. 사과주 발효과정중 polyphenol성 물질및 polyphenol oxidase 활성 band의 변화, Korean J.Food Sci. Tech., 15(4) : 413, 1984.
 - 25) 이성우. 녹숙고추의 저온저장에 따른 종자갈변에 관한 생리화학적 연구, Kor. J. Food Sci. Tech., 3(1) : 37, 1971.
 - 26) 백창원, 함승시. 사과 polyphenol oxidase에 의한 효소갈변반응 생성물질의 항돌연변이 효과, Kor. J. Food. Sci. Tech., 22(6) : 625, 1990.
 - 27) 中林敏郎, 木村進, 加藤傳通. 食品 變色 化學, 光琳書院, 東京, 36, 1967.
 - 28) 박인경, 장경숙, 김순동. 딸기의 유통실태와 성숙중의 품질변화, 식품과학지(효성여자대학교, 식품과학연구소), 5, 68, 1993.
 - 29) Gross, J.. Pigment in Fruits, Hebrew university of Jerusalem, Isreal, Academic press, 82, 1987.
 - 30) 이상열, 조숙자, 이경애, 변평화, 변시명. 한국산 맨드라미의 적색색소 : 적색색소의 식품학적 안정성, Kor. J. Food Sci., 21(3) : 446, 1989.