

Quality characteristics and changes in mulberry (*Morus alba* L.) depending on their maturity during distribution

Ju-Hyun Park, Seok-In Hong, Moon-Cheol Jeong, Dongman Kim*
Korea Food Research Institute, Seongnam 463-746, Korea

오디의 숙도에 따른 품질특성 및 유통 중 품질변화

박주현 · 홍석인 · 정문철 · 김동만*
한국식품연구원

Abstract

To determine the appropriate harvest maturity of mulberry to prolong the freshness during distribution, mulberries were classified into three groups (80%, 90%, and 100%) based on their degree of maturity and then compared for their firmness, color, anthocyanin, soluble solids content, pH, titratable acidity, viable cell, mold and sensory quality. They were then investigated for quality changes by maturity under different distribution temperature at 20°C, 10°C and 0°C. Immediately after harvest, the 80% matured mulberries were shown to be the firmest and 1.74 and 2.64 times firmer than 90% and 100% matured mulberries respectively. The more mature the mulberries were the lower the "a" value was while anthocyanin content was higher. The soluble solids content and pH of mulberries increased as they matured. Less mature the mulberries were the higher titratable acidity was and lower microbial levels in mulberries were. In terms of sensory quality, color of the 100% matured mulberries was the highest but the 90% matured mulberries were most preferred based on other sensory indexes. In comparison to storability of mulberries by maturity, although the firmness of the 80% matured mulberry decreased rapidly, they were the firmest during distribution periods. The level of mold of the 100% matured mulberries was higher than others. Moreover, the more mature mulberries were the quicker they deteriorated. According to quality indexes, depending on maturity and sensory evaluation of mulberry distributed at different temperatures, the storability of the 80 and 90% matured mulberries were higher than that of the 100% matured mulberries. In conclusion, judging by their sensory quality, the 90% matured mulberries were more appropriate for harvesting than the 80% matured mulberries.

Key words : mulberry (*Morus alba* L.), maturity, quality, distribution, temperature

서 론

오디는 뽕나무 또는 산뽕나무의 열매로 상실(桑實) 또는 오들개라고도 하며 녹색의 미숙과는 검은빛을 띤 자주색으로 익으면서 지름이 약 2 cm 정도 된다. 주요성분은 포도당과 과당, 시트르산, 사과산, 타닌 및 펙틴이며 미량성분으로는 비타민(A, B₁, B₂, D), 칼슘, 인 및 철 등이 있다. 오디는 강장제로도 알려져 있는데 내장, 특히 간장과 신장의 기능을 좋게 하고 갈증 해소와 알코올 분해 및 불면증과 건망증

에도 효과가 있다(1). 이에 더하여 불포화지방산, 1-deoxynojirimycin(DNJ), cinnamic acid와 quercetin 유도체 및 γ -aminobutyric acid(GABA) 등이 풍부하여 항고혈압, 항산화 및 항당뇨의 효과(1-8)가 보고되어있다. 오디는 당과 유기산 및 anthocyanin을 다량 함유하고 있는데 anthocyanin은 polyphenol 화합물인 flavonoid에 속하는 대표적인 천연색소이며 그 종류는 aglycone인 anthocyanidin에 결합된 당의 종류 및 위치에 따라 결정된다(9). Anthocyanin은 항산화작용이 월등해 체세포를 보호하고, 암, 동맥경화, 염증 등 만성적 질병을 유발하는 지질과산화 반응을 저해하는 다양한 생리적 효과가 있다고 보고되었으며, 이를 이용한 만성질환개선 제제의 개발 및 기능성 식품

*Corresponding author. E-mail : dmkim@kfri.re.kr
Phone : 82-31-780-9140, Fax : 82-31-780-9165

오리의 활용성이 검토되고 있다(10). 이와 같이 오리는 DNJ, GABA, anthocyanin 뿐만 아니라 resveratrol 등 기능성 성분을 함유하고 있어 건강기능식품 소재로 각광을 받으면서 오리의 생산량은 2008년 3,244톤에서 2011년 6,752톤으로 급증했으며 최근 전북 부안과 남원, 전남 장성을 비롯하여 경남 함양, 경북 김천, 상주, 예천, 경주 및 영덕 등을 중심으로 해마다 재배농가가 증가하고 있다(12). 이와 같이 오리의 생산량 증가와 더불어 식품업계에서도 이를 소재로 한 식품가공에 관심이 높아지면서 오리에 관한 연구가 활발해지고 있다. 그동안 진행된 연구사례를 보면 뽕나무 계통별 오리의 영양 및 화학성분(1,2,13)과 생리활성(4-8,14), 품종별 오리의 특성 비교 및 과실로서의 특성(15-19)에 관한 연구들이 주로 수행되었으며 오리를 이용한 잼, 와인, 식초 및 드레싱과 같은 다양한 가공식품 개발이 진행되고 있다(20-24).

오리의 재배 및 생산량 증가와 더불어 그 이용가치가 부각되면서 생과로서의 유통이 활발해 졌는데, 오리 생과는 과육이 연하고 수분을 다량 함유함에 따라 수확 후 품질 저하가 급격히 발생하여 유통 및 저장에 어려움이 크다. 이에 따라 고품질 오리의 신선도 연장과 유통기술 개발이 필요하나 현재 매우 미흡한 실정이다(25,26). 오리의 수확 및 유통과정에서 발생하는 품질 저하요인 중 수확 시 발생하는 과육의 손상이 주요인으로 작용하고 있으며 이로 인해 저장 시 곰팡이 증식이 빠르게 진행되어 조직의 연화가 심해지고 결과적으로 저장성과 상품성이 저하된다. 현재 국내 오리 농가에서는 일반적으로 속도가 100% 수준인 완숙오리를 수확유통하고 있는데, 완숙과는 조직이 약하여 저장과 유통 중 품질손상이 심하게 발생된다. 딸기의 경우 80~100% 착색상태에서는 당도에 큰 차이가 없으며, 숙성이 시작되는 기점으로 에틸렌 발생이 증가하고 세포벽 구성 성분의 저분자화를 일으키는 효소들의 활성이 증가하여 결과적으로 과실의 경도가 급격히 떨어지게 된다(27). 이에 따라 소비자의 기호를 고려한 범위 내 착색이 덜 된 상태의 딸기가 수확되고 있다. 오리의 경우도 속도가 낮으면 조직의 경도 및 탄력이 완숙과에 비해 높을 것으로 추정되고, 이러한 특성을 이용하여 상품성을 띄는 범위 내에서 속도가 낮은 오리를 수확하면 유통 중 과육 손상에 의한 품질저하를 줄일 수 있을 것으로 판단된다. 이에 따라 본 연구에서는 오리의 상품성 유지기간의 연장을 목표로 한 수확시기 조절을 위하여, 수확 시 속도에 따른 오리의 관능적 품질 등을 비교하였고, 각 속도별 오리의 온도에 따른 유통 가능기간을 비교하였던 바 그 결과를 보고한다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용된 오리는 전북 남부안 지역의 농장에서

재배된 과상 2호 품종으로 2012년 5월 25일에 속도별로 각각 30 kg씩 수확하였으며, 수확즉시 0.4 mm두께의 1 kg 플라스틱 용기에 소분하여 상부를 밀봉하지 않고 살짝 덮은 상태로, 저장온도를 고려하여 아이스 팩을 채운 보냉 상자에 넣어 밀봉 후 실험실로 이송하였다.

처리 및 저장

오리의 속도별 관능적 품질특성을 조사하기 위해 다음과 같은 기준으로 오리를 속도별로 구분하여 수확한 후 실험실로 운반하여 재분류 하였다. 속도 80%: 과육이 전반적으로 자색을 띠나 약 20%는 붉은 기를 띠며, 속도 90%: 과육이 전반적으로 자색을 띠나 약 10%는 붉은 기를 띠며, 속도 100%: 과육이 전반적으로 자색을 띠며 붉은 기가 없음

속도별 오리의 저장성을 조사하기 위하여 상기와 같이 속도를 구분하여 수확한 오리를 20.0±0.3°C, 10.0±0.2°C 및 0.0±0.5°C로 유지되는 저장고내에서 각각 재 선별하여 0.4 mm 두께의 소형 플라스틱용기(73 mm×44 mm, Uill Chem, Gimpo, Korea)에 25±2 g씩 담은 후 pin hole(4개/40 cm²)을 뚫어 통기 가능케 한 덮개로 봉하였다. 이와 같이 처리된 오리를 각각 20.0±0.3°C, 10.0±0.2°C 및 0.0±0.5°C로 유지되는 저장고에 입고한 후 각각 1일, 2일 및 3일 간격으로 3반복씩 무작위로 취하여 분석에 사용하였다.

분석

가용성 고형물 함량 측정

오리의 전 부위를 파쇄(SQ-205, Iljin Electronics, Hwaseong, Korea)한 후, 8점의 거즈로 착즙하여 refractometer(PR-32a, ATAGO®, Tokyo, Japan)로 각 실험구당 3반복 측정하여 평균치로 나타내었다.

pH 측정

오리를 상기와 같이 파쇄, 착즙 및 여과하고 5 g을 취한 후 증류수 15 g을 넣어 희석 한 용액을 pH meter(AR-15, Fisher scientific, USA)로 3반복 측정하여 평균치로 나타내었다.

적정산도 측정

pH측정 시 사용한 용액 20 g에 0.1 N NaOH 용액을 pH가 8.2가 될 때까지 적가한 뒤 이에 소요된 0.1N NaOH양을 citric acid를 기준으로 환산하여 %로 나타냈으며, 그 결과는 각 실험구당 3반복 측정하여 평균치로 나타내었다.

색도 측정

오리 과피의 색도는 Chroma meter (CR-400, Konica Minolta Sensing Inc, Osaka, Japan)로 측정하였다. 이를 위하여 각각의 처리 구에서 오리를 10~15개씩 취하여 날개 오리의 상, 중, 하 부분의 L(명도), a(적색도), b(황색도)값을 측정

한 후 각각의 평균값으로 나타내었고, 저장 초기와 저장 중 색도차이를 비교키 위해 $\Delta E(\sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2})$ 값을 산출하였다.

Anthocyanin 측정

오디의 anthocyanin은 파쇄 착즙하여 여과한 오디즙 0.1 mL를 12 mL의 pH 1.0 potassium chloride buffer(0.025 M)와 pH 4.5 sodium acetate buffer(0.4 M)에 각각 혼합한 다음 흡광도계(Multi Detection Microplate Reader, Synergy Mx, BioTek, Winooski, VT, USA)로 520 nm와 700 nm에서 OD를 측정 후 그 값을 아래의 식을 사용하여 cyanidin-3-glucoside를 기준으로 환산하여 mg/L로 나타내었다(28).

$$\text{안토시아닌 함량 (cyanidin-3-glucoside equivalents, mg/L)} \\ = A \times 449.2 \times DF \times 10^3 \div (26900 \times l)$$

A : (OD 520 nm - OD 700 nm) of pH 1.0 - (OD 520 nm - OD 700 nm) of pH 4.5

449.2 : cyanidin-3-glucoside의 1 mol 당 분자량(g)

DF : 희석배수(120)

10^3 : g을 mg으로 환산계수

l : cell length(cm)

26900 : 몰흡광계수($A \times \text{mol}^{-1} \times \text{cm}^{-1}$)

경도 측정

오디의 경도는 크기와 모양이 일정한 시료를 취하여 Rupture test (Texture Analyzer, TAXT®, Stable Micro System, London, England) 방법으로 측정하였다. 경도는 시료를 수평으로 놓은 상태에서 직경 25 mm의 plunger로 시료 중간부위의 높이 60%까지 압축 시 나타난 peak의 최고치 값으로 나타내었다.

미생물 수 측정

각 시료의 오디를 10~15 g씩 무작위로 취하여 멸균 팩에 넣고 시료 중량 대비 9배의 0.85% 멸균된 생리식염수를 가하여 균질기(Bagimixer® 400, Interscience, St Nom, France)로 1분간 처리하였다. 처리 후 멸균 팩의 상징액을 1 mL씩 취하여 멸균된 생리식염수가 9 mL씩 담긴 시험관을 사용하여 단계적으로 희석하였다. 이후 각 단계별 희석액 1 mL을 취하여 일반세균 배지(Petrifilm™ aerobic count, 3M, St. Paul, USA) 및 곰팡이버지(Petrifilm™ mold and yeast count, 3M, St. Paul, USA)에 각각 접종 후 일반 세균은 37°C에서 48시간, 곰팡이는 25°C에서 72시간동안 배양한 후 colony 수를 측정하여 log colony forming unit (CFU/g)으로 나타내었다.

변질을 측정

속도별 저장온도에 따른 오디의 변질율은 각 포장구당

조직붕괴 및 표면의 곰팡이 발생 등 외관적으로 변질이 발생한 오디 개체 수를 육안으로 판정하여 오디 전체 개체 수 대비 백분율로 나타내었다.

관능검사

오디의 속도 및 저장기간에 따른 관능적 품질은 '전반적인 품질', '외관', '색', '향', '맛' 및 '조직감'으로 구분한 후, 이를 5점 척도(5점: 매우 좋음, 1점: 매우 나쁨)로 평가하여 각각의 평균값을 나타내었다. 평가는 무작위로 취한 10~15개의 오디를 시료로 하여 상기 품질인자의 식별력이 우수한 6명의 훈련된 패널에 의하여 실시되었다.

통계분석

관능검사 결과를 포함한 실험 결과의 통계분석은 SPSS (17.0, SPSS Inc, Chicago, IL, USA) program으로 Duncan's multiple range test 방법을 이용하여 평균값 간의 유의성을 $p < 0.05$ 에서 검정하였다.

결과 및 고찰

수확직후 오디의 속도에 따른 품질

수확 직후 속도별 오디의 가용성 고형물 함량과 pH 및 적정산도를 비교하였는데 결과는 Fig. 1과 같다. 속도별 오디의 가용성 고형물 함량은 속도가 높아질수록 그 함량이 높은 경향을 나타내었다. 즉, 속도 80%와 90% 오디의 경우 그 함량이 각각 14.2 °Brix 및 14.5 °Brix였으며 속도 100% 오디는 16.3 °Brix로 80%와 90% 속도의 오디에 비해 유의적으로 높았다. 오디의 pH는 속도가 높아짐에 따라 높은 값을 나타낸 반면 적정산도는 pH와 반대의 경향이였다. 즉, 속도 80%, 90% 및 100% 오디의 pH는 각각 4.24, 4.42 및 5.31로 속도 100% 오디는 다른 속도의 오디와 유의적인 차이를 나타내었으며, 적정산도는 각각 0.75%, 0.56% 및 0.33%로 속도가 높아질수록 유의적으로 낮았다. 오디와 같은 베리류인 복분자의 성숙단계별 이화학적 특성을 분석(29)한 결과 과실이 성숙할수록 가용성 고형물 함량이 높아졌으나 pH는 낮아졌고, 딸기의 경우(30) 개화 후 24일째를 미숙과, 32일째를 적숙과로 분류했을 때 미숙과와 적숙과 사이 당 함량의 차이는 미미했으나 적정산도는 성숙하는 동안에 계속 감소했다고 보고되었다.

수확 직후 속도에 따른 오디 과피의 색도와 안토시아닌 함량은 Fig. 2와 같다. 즉 과피 색도의 경우, 속도 80% 및 90% 오디 과피의 L값이 각각 22.00, 24.66인 반면 속도 100% 오디는 26.39를 나타내어 속도가 높아질수록 L값은 증가하는 경향을 나타내었다. 붉은 정도를 나타내는 a값은 속도가 낮은 80%의 경우 9.72로 가장 높은 값을 나타내었고

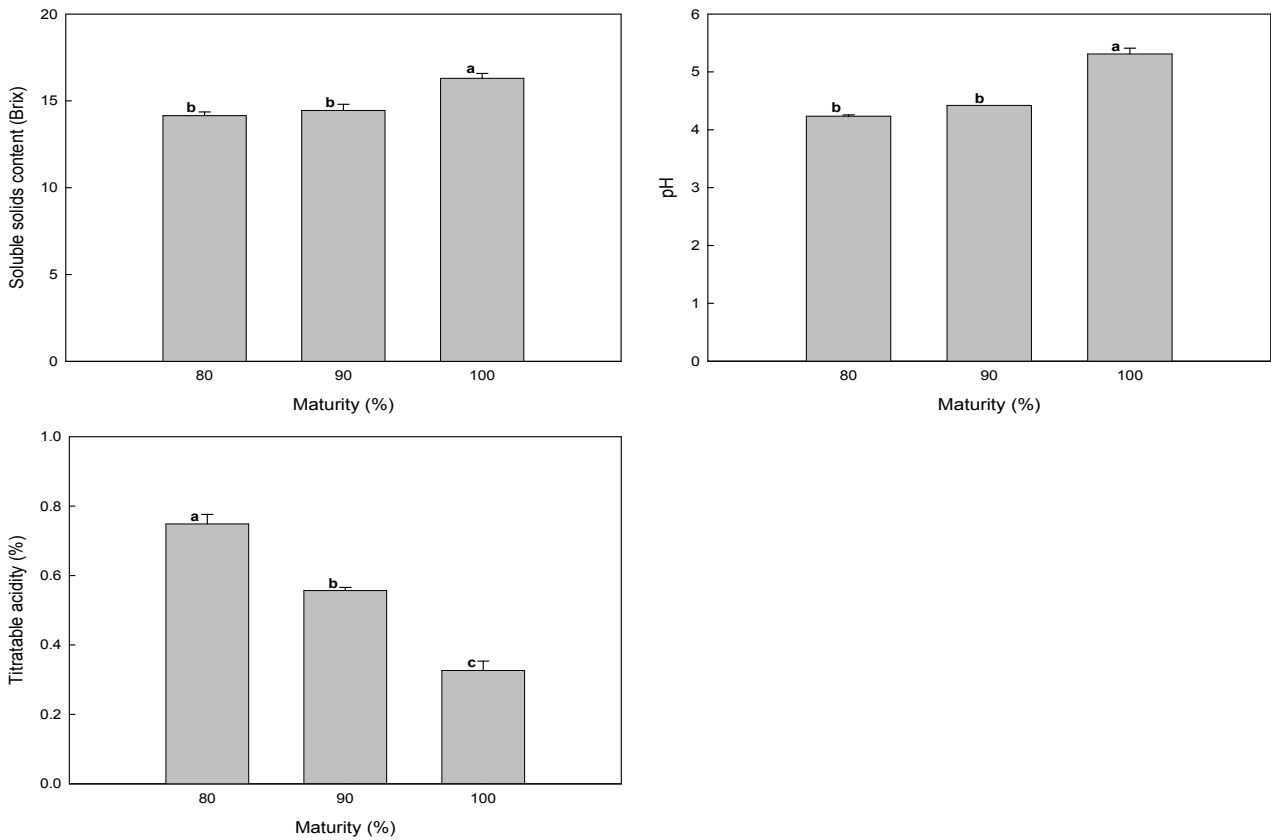


Fig. 1. Soluble solids content, pH and titratable acidity of mulberry by degree of maturity. Means with the same small letter in each bar are not significantly different at $p < 0.05$ using Duncan's multiple range test.

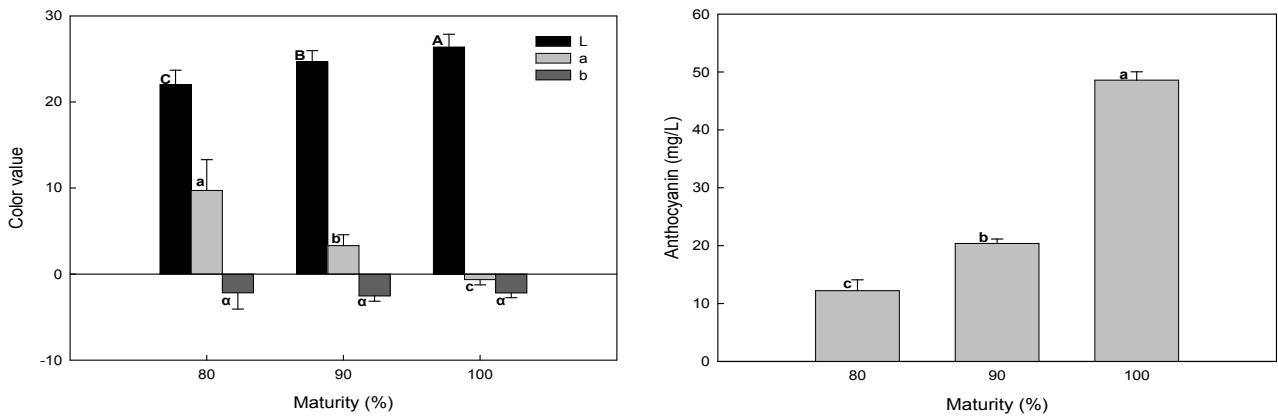


Fig. 2. Hunter color value and anthocyanin content of mulberry by degree of maturity. Means with the same capital, small letter and greek in each bar are not significantly different at $p < 0.05$ using Duncan's multiple range test.

숙도 90%와 100% 오디는 각각 3.31, -0.65로 숙도가 높아짐에 따라 그 값이 낮아졌으며 황색의 정도를 나타내는 b값은 숙도에 따른 뚜렷한 경향을 보이지 않았다. 한편 오디의 안토시아닌 함량은 숙도가 증가할수록 뚜렷하게 높은 값을 나타내었다. 즉, 숙도 80%와 90% 오디의 그 함량은 각각 12.22 mg/L, 20.38 mg/L이었으며, 숙도 100%의 경우 숙도 80% 오디에 비해 약 4배정도 높은 48.59 mg/L이었다. 이러

한 결과는 복분자의 생리활성을 성숙 단계별로 나누어 비교한 연구(31)에서, 숙도가 높아질수록 플라보노이드 및 안토시아닌 함량이 유의적으로 높았다는 보고 및 완숙딸기의 경우 안토시아닌 함량이 미숙단계의 딸기에 비해 5배정도 높았다는 보고(32)와 유사한 경향이였다.

수확 후 숙도별 오디의 경도는 Fig. 3과 같이 숙도가 높아짐에 따라 유의적으로 감소하였다. 즉, 숙도 100% 오디의

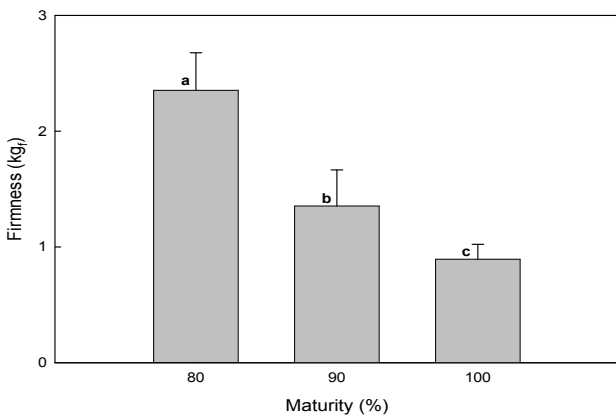
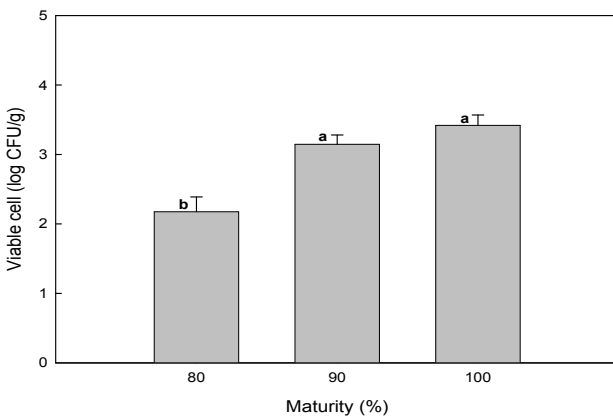


Fig. 3. Firmness of mulberry by degree of maturity. Means with the same small letter in each bar are not significantly different at $p < 0.05$ using Duncan's multiple range test.

경도는 0.89 kg으로 이 값은 속도 90% 및 80% 오디에 비하여 각각 65%와 37% 수준이었다. 속도가 높을수록 조직이 연화되는데 이에 따라 조직감은 물론 향이나 맛, 색상 등을 변화시켜 기호도와 상품성에 많은 영향을 미친다. 과실의 연화는 성숙과정과 저장 및 유통 중에 pectinme- thylesterase, polygalacturonase, β -galactosidase 및 cellulase 등의 세포벽 분해효소 작용에 의한 생리 화학적 변화이다. 오디와 비슷한 베리류인 딸기의 경우 성숙과정 중에 나타나는 세포벽 성분의 변화를 조사한 연구결과(33) 품종에 따라 성분의 변화는 조금씩 차이가 있지만, 성숙 중 알코올 불용성 물질, 산 가용성 펙틴, 세포벽의 함량과 헤미셀로스 및 셀룰로오스 함량은 점차 감소하고, 수용성 물질은 증가했다는 보고가 있다.

오디에 존재하는 미생물의 수를 속도별로 분석하였던바 그 결과는 Fig. 4와 같다. 생균의 경우 속도가 낮을수록 균수가 적게 나타났는데, 속도 80% 오디의 생균 수는 2.18 log CFU/g으로 속도 90% 및 100% 오디의 3.15 log CFU/g와 3.42 log CFU/g에 비해 유의적으로 낮았다. 한편 곰팡이의



경우 생균에서와 같이 속도가 낮아질수록 곰팡이수가 낮았는데, 속도 80%오디의 곰팡이 수는 3.97 log CFU/g으로 속도 90% 오디의 4.05 log CFU/g와는 유의적인 차이를 나타내지 않았으나, 속도 100% 오디의 4.31 log CFU/g에 비해서는 유의적으로 낮았다.

수확 직후 속도별 오디의 관능적 품질은 Fig. 5와 같다. 각 항목에 따라 오디의 속도별 품질을 비교해 보면, '색'은 속도 100% 오디가 4.44점으로 가장 높은 기호도를 나타내었는데 90% 오디와는 그 차이가 뚜렷하지 않았으나 80% 오디의 3.69점과는 그 차이가 유의적이었다. '맛'은 속도 100% 오디의 경우 4.10점으로 속도 80% 오디보다는 유의적으로 높은 품질을 보였지만, 속도 90% 오디의 4.75점에 비해서는 오히려 기호도가 낮게 나타났다. '조직감'은 속도 100%, 90% 및 80% 오디가 각각 4.08, 4.86 및 4.31로, 100% 오디의 품질이 다른 속도에 비해 유의적으로 낮았던 반면, 90% 오디는 가장 우수한 품질을 나타내었고 80% 오디와는 그 차이가 유의적이지 않았다. 수확 후 속도별 오디의 '전반적인 품질'은 속도 100% 오디가 4.34점으로 속도 90% 오디

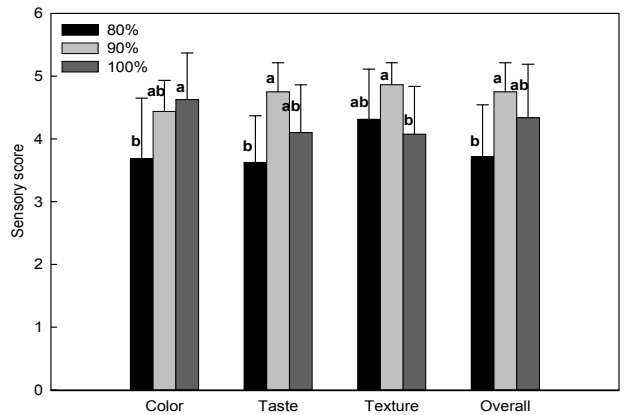


Fig. 5. Sensory quality of mulberry by degree of maturity. Means with the same small letter in each bar are not significantly different at $p < 0.05$ using Duncan's multiple range test.

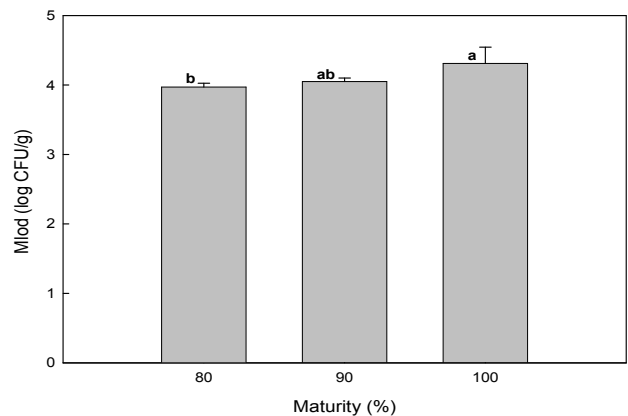


Fig. 4. The numbers of viable cell and mold of mulberry by degree of maturity. Means with the same small letter in each bar are not significantly different at $p < 0.05$ using Duncan's multiple range test.

의 4.75점 보다 낮았으나 그 차이는 뚜렷하지 않았고, 속도 80% 오디는 3.71점으로 속도 100% 및 90%에 비해 유의적으로 낮았다. 관능적 품질평가 결과를 종합하여 보면, 속도 80% 오디는 전반적으로 기호도가 낮았고, 100% 완숙과의 경우 ‘색’에선 높은 기호도를 보였으나, ‘맛’, ‘조직감’ 및 ‘전반적인 품질’ 측면에선 속도 90% 오디가 100% 완숙과에 비해 더 높은 기호도를 나타내었다.

속도별 오디의 유통 온도에 따른 품질

속도별 오디의 유통 온도에 따른 가용성 고형물 함량, pH 및 적정산도의 변화를 조사하였던 바 그 결과는 Fig. 6과 같다. 오디의 속도별 가용성 고형물 함량은 유통 기간 동안 점차 감소하는 경향을 나타내었다. 이를 유통 온도별로 보면 0°C에서의 경우 속도 100% 오디는 다른 속도의 오디에 비해 유의적으로 그 함량이 높게 유지되었고, 속도 90%와 80%오디는 유통 6일까지 두 속도 간 차이가 점차 작아지다가 이 후 속도 90%의 함량이 80%에 비해 뚜렷이 높게 유지되었다. 또한 10°C와 20°C에서도 0°C의 경우와 유사하게 속도가 높을수록 그 함량이 높게 나타났다. 속도

별 오디의 유통 중 pH는 점차 높아지는 경향을 보였는데, 유통온도별로 보면 0°C에서 유통 시 속도 100% 오디는 다른 속도의 오디에 비해 유의적으로 높은 값을 나타냈고 속도가 낮아질수록 낮은 값을 유지하였다. 또한 10°C 및 20°C에서 유통 한 오디 역시 0°C와 유사한 경향을 보였으며 속도에 따른 차이는 0°C에 비해 뚜렷하였다. 반면 오디의 적정산도는 유통 중 점차 감소하였는데, 이를 속도별로 보면 속도 100% 오디의 경우 모든 유통 온도에서 다른 속도의 오디에 비해 유의적으로 낮은 값을 유지하였고, 그 다음으로는 속도 90%, 80%순이었다. 유통온도에 따른 오디의 적정산도는 0°C에서 비교적 완만하게 저하되었고 온도가 증가할수록 그 변화의 폭이 컸다.

오디를 0°C, 10°C 및 20°C에 유통하면서 속도에 따른 과피의 색 변화를 조사했던 바 그 결과는 Fig. 7과 같다. 본 연구 결과는 수확 시 오디의 속도를 과피의 붉은 정도에 따라서 구분했기에 유통 중 측정된 L, a 및 b값 중 붉은 색의 정도를 나타내는 ‘a’값과 전반적인 색 변화를 나타내는 ΔE 값으로 나타내었다. 0°C에서 유통한 오디의 ‘a’값 변화를 보면 유통 초기 다른 속도에 비해 높은 값을 보였던

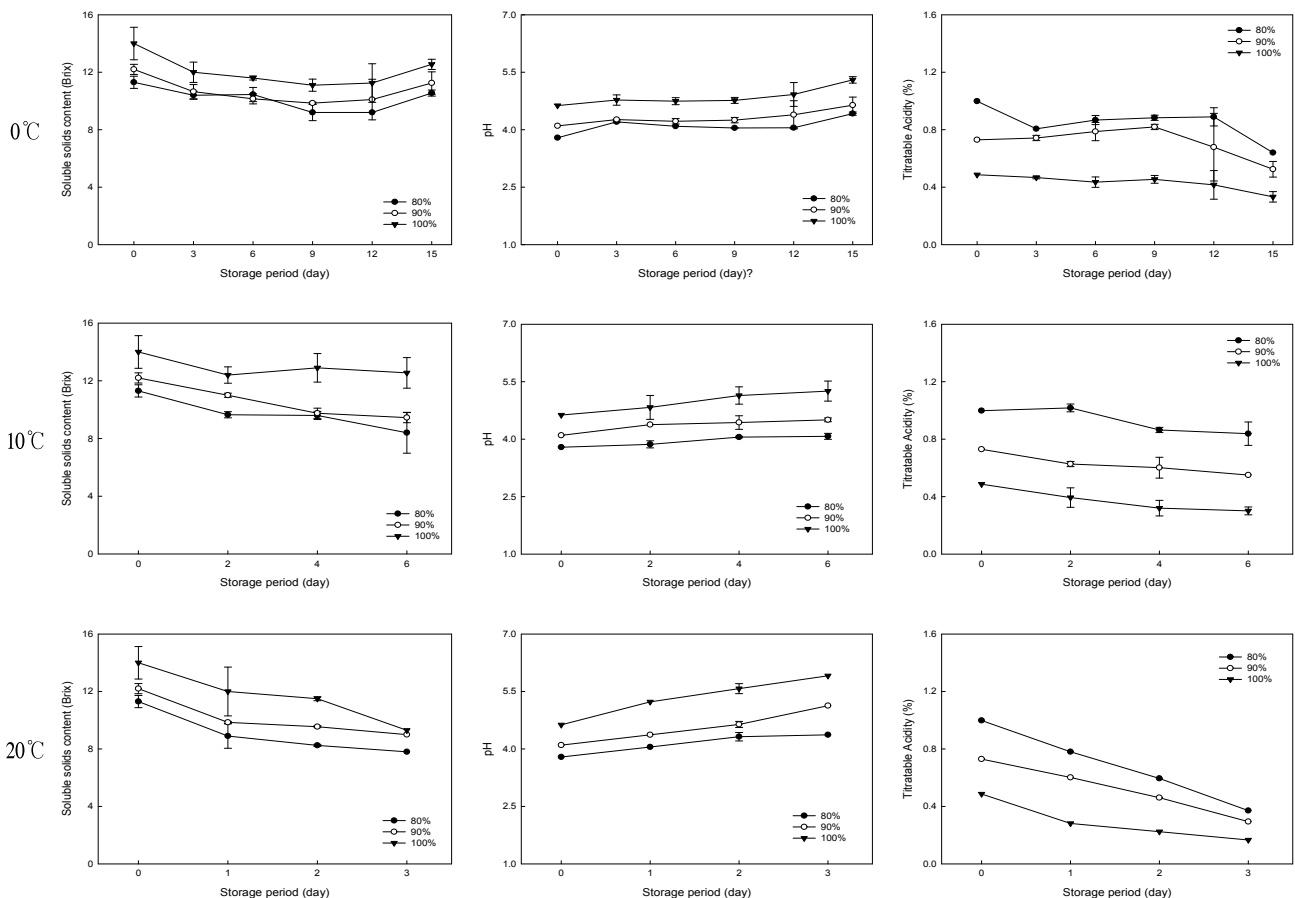


Fig. 6. Changes in soluble solids content, pH and titratable acidity of mulberry with different maturity during distribution at 0°C, 10°C and 20°C.

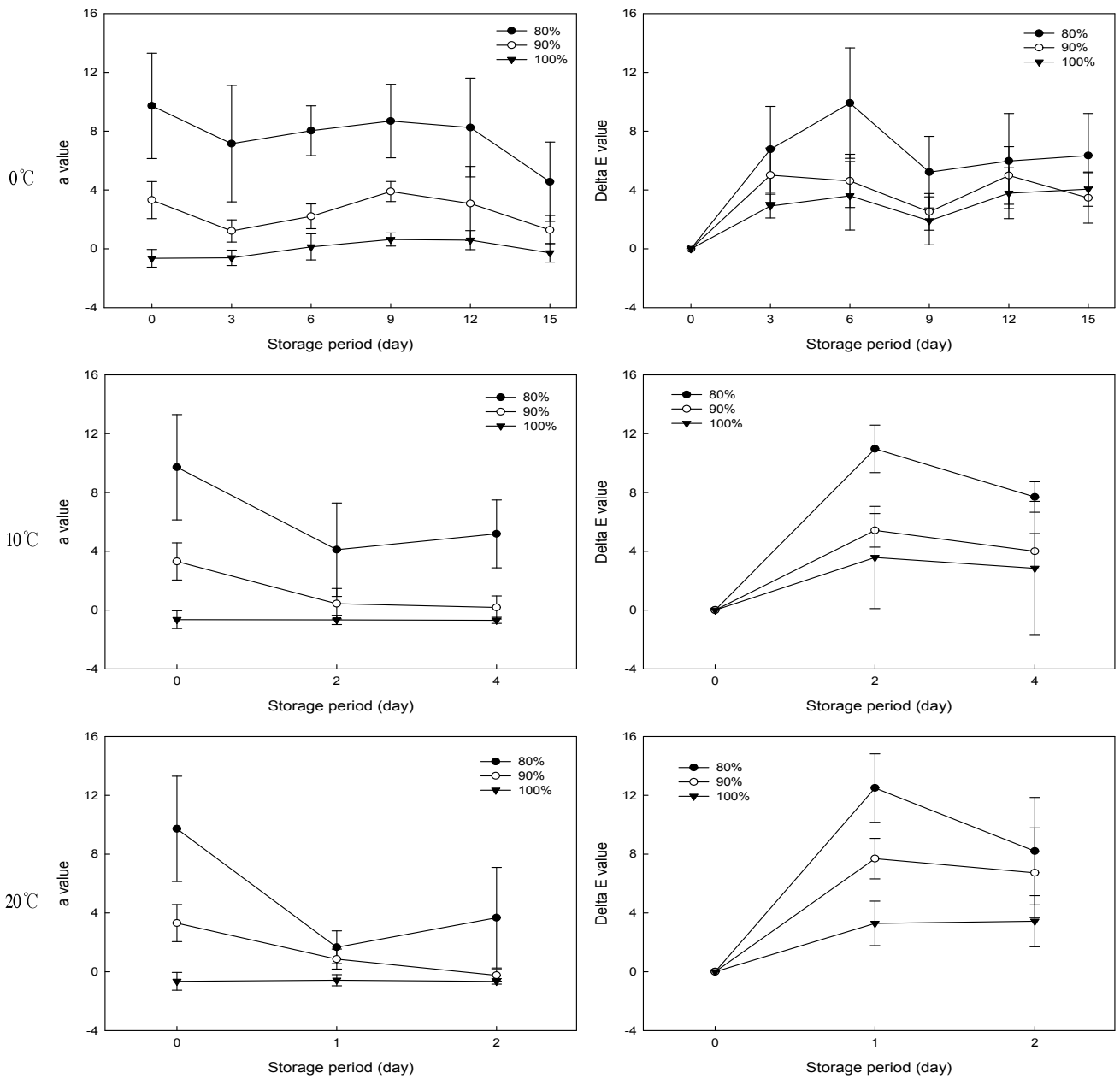


Fig. 7. Changes in Hunter color a value and ΔE of mulberry with different maturity during distribution at 0°C, 10°C and 20°C.

속도 80% 오디의 경우 유통 중 가장 크게 감소하였다. 속도 100% 오디는 유통기간 동안 'a'값의 변화가 미미하여 초기 치와 유통 종료시점 간에 큰 차이를 나타내지 않았다. 또한 10°C 및 20°C에서 유통했을 시 'a'값은 0°C에서와 같이 유통 중 전반적으로 감소하는 경향이었고 'a'값 변화의 폭은 온도가 높을수록, 속도가 낮을수록 더 컸다. 반면 ΔE 값은 유통 중 증가하는 경향을 나타냈는데 속도가 낮을수록, 유통 온도가 높을수록 그 값이 컸으며 10°C 및 20°C에서 유통 시 속도에 따른 차이는 0°C에서 보다 명확했다.

유통 중 속도에 따른 오디의 경도는 Fig. 8과 같이 전반적으로 점차 감소하였고 속도가 낮은 오디가 높은 값을 유지

하였다. 이를 유통 온도별로 보면 0°C에서 유통한 오디의 경도는 다른 온도에 비해 비교적 완만하게 감소했다. 이러한 결과를 속도별로 보면 속도 80% 오디의 경도는 초기 2.53kg·f였는데, 유통 6일 후 초기 값의 54% 수준으로 급감하였고 이후 완만하게 감소하여 15일 후에는 50%수준이었다. 이와 같은 감소 속도는 속도 90%와 100%오디의 경우에 비해 매우 빨랐지만 동일기간에서의 경도 값은 속도 90%와 100%의 경우에 비해 전반적으로 높았다. 유통 온도에 따른 경도의 변화는 온도가 높아짐에 따라 빠르게 진행되었는데, 10°C에서의 경우 0°C에 비해 각 속도별 경도 저하가 뚜렷하였다. 또한 20°C에서는 수확 직후 뚜렷하게 높은 경

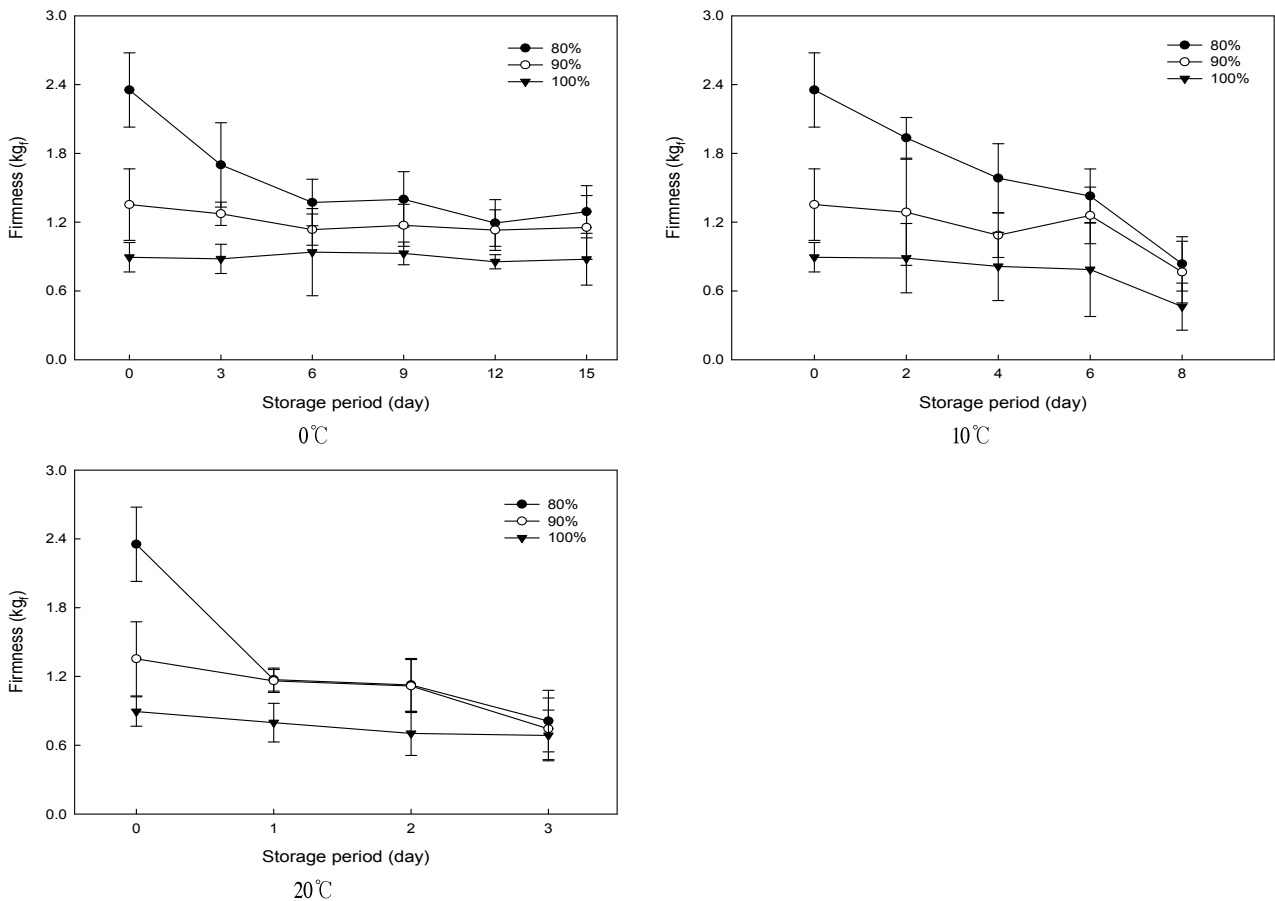


Fig. 8. Changes in firmness of mulberry with different maturity during distribution at 0°C, 10°C and 20°C.

도를 나타내었던 속도 80% 오디의 경우 유통 하루 만에 그 값이 급감했으며, 이후 90% 오디의 경도와 같은 수준을 유지하였다. 본 실험의 이러한 결과는 성숙이 진행되면서 생성되는 에틸렌의 작용에 따라 활성화 된 효소들에 의한 세포벽 구성성분의 저분자화와(27, 34), 유통 중 발생한 곰팡이가 오디표면에 증식 시 분비하는 효소작용에 의한 결과로 판단된다.

속도별 오디의 유통 온도별 곰팡이 수와 변질율을 조사한 바 Fig. 9와 같이 두 항목 모두 유통 기간에 따라 그 값이 증가하였다. 곰팡이 수 변화를 보면 속도 80%, 90% 및 100% 오디의 수확 직후 그 수는 각각 3.97 log CFU/g, 4.05 log CFU/g 및 4.31 log CFU/g였는데 0°C에서 유통 시 3일까지 속도 간 차이가 미미했으나 6일 후부터 속도가 높을수록 곰팡이 수가 높았다. 유통 9일 후 속도 100% 오디 곰팡이 수는 7.07 log CFU/g로 80% 및 90% 오디의 6.23 log CFU/g 과 6.32 log CFU/g에 비해 뚜렷하게 높았고 이후 유통 15일까지 그 경향이 유지되었다. 10°C와 20°C에서 유통 시 곰팡이의 증식은 0°C에 비해 좀 더 빨랐는데 10°C 및 20°C에서는 각각 유통 2일, 1일 만에 급증하였고, 유통 전 기간 동안 속도 100% 오디의 곰팡이 수가 다른 속도보다 뚜렷이 높았다.

유통 온도에 따른 변질율을 비교해 보면, 0°C에서 유통 시 6일까지는 속도에 따른 차이가 미미했지만 그 이후부터는 속도 100% 오디가 다른 속도의 오디에 비해 급증하여 유통 15일후에는 속도 100% 오디의 변질율이 93.75%로 속도 80% 및 90%오디의 47.91% 및 68.75% 보다 유의적으로 높았다. 또한 10°C 및 20°C에서도 이와 유사한 경향을 보였는데 10°C에서 유통 시 2일 까지는 속도 간 차이가 매우 적었지만 이후 빠르게 변질되었고 특히, 속도 100% 오디의 경우 다른 속도에 비해 유의적으로 높은 값을 나타냈다. 한편 유통 6일 후에는 모든 속도 오디의 변질율이 증가함에 따라 속도별 차이가 적었다. 한편 20°C에서 유통 한 오디는 0°C 및 10°C에 비해 보다 급격하게 변질되었는데, 2일 후 오디의 변질율은 속도 100%의 경우 91.7%였고 속도 90% 및 80% 오디는 각각 39.58% 및 35.42%로 속도 100%에 비해 훨씬 낮았으나, 유통 3일 후에는 속도 90% 오디도 변질이 빠르게 진행되어 속도 100% 오디와 유사한 수준을 나타내었다. 이와 같은 결과를 종합하여 보면 100% 완숙과 보다는 속도가 낮은 80%~90% 오디에서 곰팡이 성장과 변질율이 비교적 낮았으며 유통 온도가 낮을수록 오디의 유통 기간 연장에 효과적이었다.

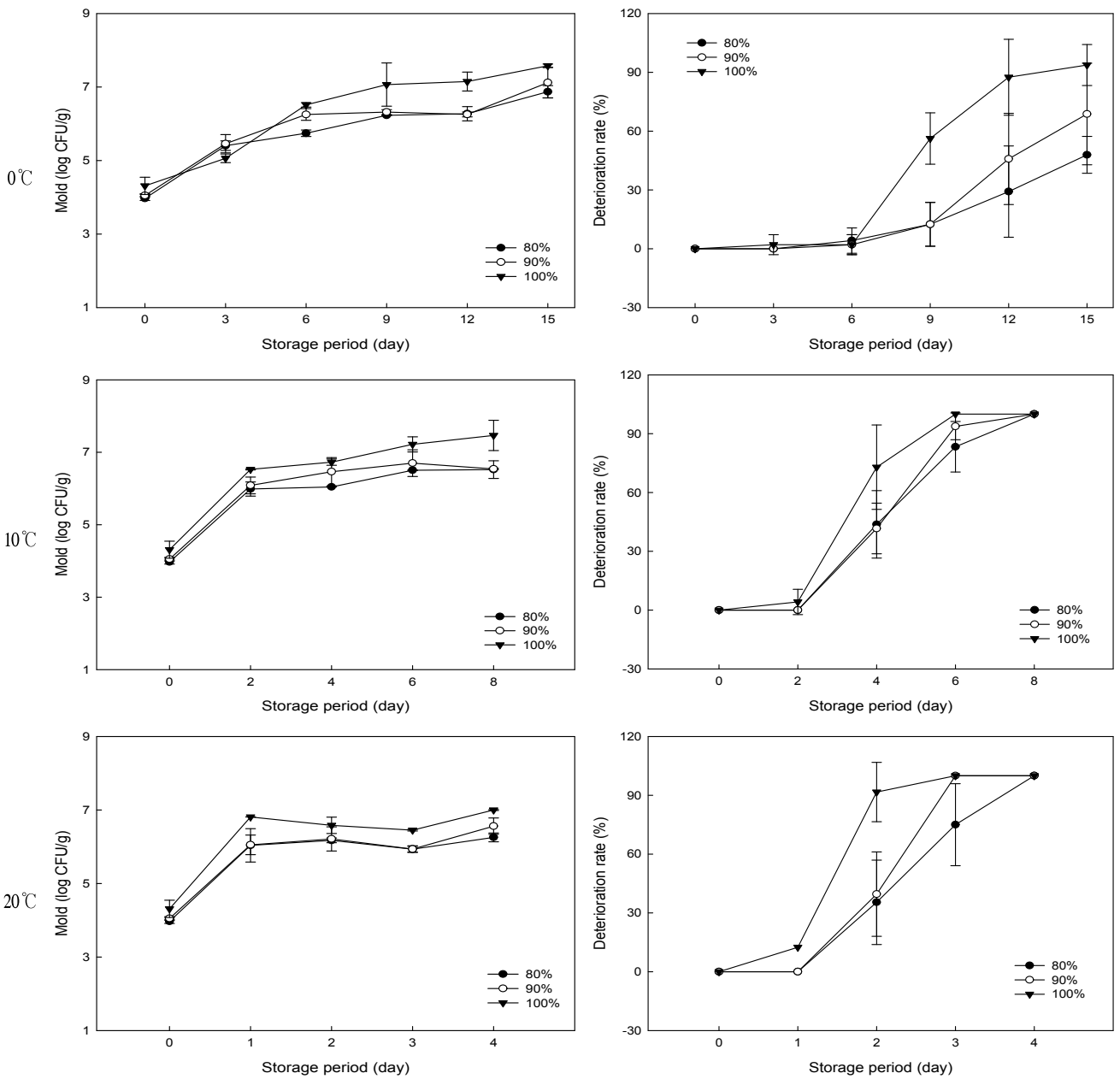


Fig. 9. Changes in population of mold and deterioration rate of mulberry with different maturity during distribution at 0°C, 10°C and 20°C.

속도별 오디의 유통 온도별 관능적 품질을 조사한 결과는 Table 1과 같다. 유통 중 오디의 관능적 품질평가는 오디의 품질 상태를 감안하여 20°C에서는 3일, 10°C에서는 6일 그리고 0°C에서는 15일간 실시하였다. 유통기간에 따른 오디의 ‘색’ 및 ‘향’은 전반적으로 유통 온도 및 속도 간 차이가 미미하였다. ‘맛’은 0°C에서 15일 후까지 세 단계 속도의 오디 모두 3점 이상을 나타내었지만 이를 속도별로 보면 속도 80%의 경우 다른 속도의 오디에 비해 그 품질이 유의적으로 낮았고, 속도 90%와 100% 오디는 상호간 뚜렷한 품질 차이를 보이지 않았다. 이러한 경향은 10°C와 20°C에

서도 유사하였다. 유통 중 오디의 ‘외관’은 0°C에서 유통 시 6일 후 까지 모든 속도의 오디가 4.26점 이상의 높은 품질을 유지하였으며 각 속도별 품질 차이를 보이지 않았지만, 속도 100% 오디는 9일 후 다른 속도의 오디에 비해 유의적으로 낮은 품질을 보였고 15일 후엔 상품성을 잃었다. 반면 속도 80%와 90% 오디의 품질은 유통 15일 후까지도 각각 3.91 및 3.16점으로 상품성을 유지하였다. 10°C에서 유통한 속도 100% 오디는 4일 후 2.77점으로 상품성을 잃었지만 속도 80%와 90% 오디는 6일 후까지 상품성의 한계점 수인 3점 이상을 유지하였다. 또한 20°C에서 유통한 경우

Table 1. Changes in sensory quality of mulberry with different maturity during distribution at 0°C, 10°C and 20°C

Temperature	Attribute	Maturity	Distribution period (day)						
			0°C, 0	3	6	9	12	15	
			10°C, 0	2	4	6			
			20°C, 0	1	2	3			
0°C	Overall	80%	4.56±0.16 ^{hA1)}	4.50±0.35 ^{hA}	4.19±0.17 ^{abB}	3.99±0.14 ^{abC}	4.05±0.08 ^{ac}	3.87±0.13 ^{ac}	
		90%	4.77±0.12 ^{hA}	4.64±0.29 ^{hA}	4.06±0.17 ^{abB}	4.13±0.13 ^{ab}	3.72±0.44 ^{abC}	3.52±0.58 ^{ac}	
		100%	4.68±0.14 ^{hA}	4.42±0.29 ^{hA}	4.23±0.19 ^{hA}	3.69±0.46 ^{hb}	3.40±0.49 ^{hb}	2.35±0.97 ^{bc}	
	Appearance	80%	4.69±0.15 ^{hA}	4.67±0.30 ^{hA}	4.42±0.08 ^{abB}	4.19±0.19 ^{ac}	4.17±0.19 ^{ac}	3.91±0.06 ^{bd}	
		90%	4.79±0.13 ^{hA}	4.81±0.14 ^{hA}	4.28±0.31 ^{abB}	4.20±0.18 ^{ab}	3.56±0.83 ^{abC}	3.16±1.00 ^{bc}	
		100%	4.75±0.20 ^{hA}	4.64±0.23 ^{hA}	4.26±0.21 ^{hA}	3.38±0.96 ^{hb}	3.07±0.93 ^{hb}	2.06±0.86 ^c	
	Color	80%	4.61±0.17 ^{hA}	4.84±0.31 ^{hA}	4.93±0.08 ^{hA}	4.84±0.16 ^{hA}	4.82±0.13 ^{hA}	4.86±0.21 ^{hB}	
		90%	4.83±0.09 ^{hA}	4.95±0.07 ^{hA}	4.99±0.03 ^{hA}	4.98±0.04 ^{hA}	4.98±0.04 ^{hA}	4.94±0.08 ^{hB}	
		100%	4.99±0.03 ^{hA}	4.98±0.04 ^{hA}	5.00±0.07 ^{hA}	4.95±0.07 ^{hA}	4.94±0.07 ^{hA}	5.00±0.08 ^{hA}	
	Taste	80%	4.45±0.31 ^{hA}	4.53±0.42 ^{hA}	4.11±0.28 ^{hb}	3.90±0.26 ^{hbC}	3.68±0.18 ^{hbC}	3.90±0.26 ^c	
		90%	4.80±0.20 ^{hA}	4.57±0.32 ^{hB}	4.04±0.27 ^{hb}	4.19±0.18 ^{hb}	3.99±0.18 ^{hb}	4.08±0.18 ^c	
		100%	4.83±0.21 ^{hA}	4.72±0.10 ^{hA}	4.30±0.27 ^{hb}	4.13±0.22 ^{hb}	4.13±0.13 ^{hb}	4.10±0.14 ^{hb}	
	Odor	80%	4.99±0.03 ^{hA}	4.99±0.03 ^{hA}	4.99±0.03 ^{hA}	4.98±0.04 ^{hA}	4.97±0.05 ^{hA}	4.99±0.03 ^{hA}	
		90%	4.98±0.04 ^{hA}	4.98±0.06 ^{hA}	4.98±0.04 ^{hA}	4.99±0.03 ^{hA}	4.97±0.07 ^{hA}	4.98±0.04 ^{hA}	
		100%	4.99±0.03 ^{hA}	4.98±0.04 ^{hA}	4.96±0.07 ^{hA}	4.97±0.05 ^{hA}	4.96±0.07 ^{hA}	4.96±0.07 ^{hA}	
	Texture	80%	4.99±0.03 ^{hA}	4.73±0.37 ^{hB}	4.11±0.14 ^{hc}	4.08±0.23 ^{cd}	4.19±0.14 ^{cd}	3.96±0.20 ^{bd}	
		90%	4.74±0.13 ^{hA}	4.61±0.36 ^{hA}	4.00±0.11 ^{hbB}	4.06±0.21 ^{hb}	3.92±0.19 ^{hb}	3.85±0.25 ^{hb}	
		100%	4.38±0.21 ^{hA}	4.13±0.22 ^{hB}	3.92±0.13 ^{hc}	3.84±0.17 ^{hc}	3.56±0.18 ^{hd}	3.39±0.20 ^{he}	
	10°C	Overall	80%	4.56±0.16 ^{hA}	4.50±0.23 ^{hA}	3.95±0.29 ^{hb}	2.57±0.88 ^{hc}	-	-
			90%	4.77±0.12 ^{hA}	4.57±0.07 ^{hA}	3.51±0.84 ^{hb}	2.43±1.08 ^{hc}	-	-
			100%	4.68±0.14 ^{hA}	4.29±0.64 ^{hA}	3.11±0.66 ^{hb}	1.86±0.68 ^{hc}	-	-
		Appearance	80%	4.69±0.15 ^{hA}	4.71±0.06 ^{hA}	3.73±0.48 ^{hb}	2.04±0.79 ^{hc}	-	-
			90%	4.79±0.13 ^{hA}	4.52±0.15 ^{hA}	3.35±0.89 ^{hb}	1.93±0.83 ^{hc}	-	-
			100%	4.75±0.20 ^{hA}	4.03±0.76 ^{hb}	2.77±0.81 ^{hc}	1.56±0.49 ^{hd}	-	-
Color		80%	4.61±0.17 ^{hB}	4.59±0.13 ^{hb}	4.87±0.17 ^{hA}	4.95±0.07	-	-	
		90%	4.83±0.09 ^{hb}	4.96±0.07 ^{hA}	5.00±0.00 ^{hA}	4.98±0.04	-	-	
		100%	4.99±0.03 ^{hA}	4.96±0.05 ^{hA}	4.95±0.07 ^{hA}	4.90±0.00	-	-	
Taste		80%	4.45±0.31 ^{hA}	4.25±0.34 ^{hAB}	4.04±0.27 ^{hb}	3.80±0.00	-	-	
		90%	4.80±0.20 ^{hA}	4.48±0.15 ^{hB}	4.39±0.35 ^{hb}	4.13±0.32	-	-	
		100%	4.83±0.21 ^{hA}	4.63±0.16 ^{hAB}	4.52±0.27 ^{hb}	- ²⁾	-	-	
Odor		80%	4.99±0.03 ^{hA}	4.98±0.06 ^{hA}	4.98±0.06 ^{hA}	4.95±0.07	-	-	
		90%	4.98±0.04 ^{hA}	4.98±0.04 ^{hA}	4.97±0.07 ^{hA}	5.00±0.04	-	-	
		100%	4.99±0.03 ^{hA}	4.97±0.05 ^{hA}	4.96±0.07 ^{hA}	4.90±0.00	-	-	
Texture		80%	4.99±0.03 ^{hA}	4.74±0.07 ^{hAB}	4.49±0.27 ^{hb}	3.66±0.78 ^{hc}	-	-	
		90%	4.74±0.13 ^{hA}	4.60±0.11 ^{hA}	4.12±0.29 ^{hb}	3.49±0.87 ^{hc}	-	-	
		100%	4.38±0.21 ^{hA}	4.36±0.13 ^{hA}	3.58±0.29 ^{hb}	2.61±0.88 ^{hc}	-	-	
20°C		Overall	80%	4.56±0.16 ^{hA}	4.54±0.05 ^{hA}	3.91±0.63 ^{hb}	1.80±0.42 ^{hc}	-	-
			90%	4.77±0.12 ^{hA}	4.46±0.11 ^{hB}	4.00±0.09 ^{hc}	1.37±0.32 ^{hd}	-	-
			100%	4.68±0.14 ^{hA}	4.00±0.37 ^{hb}	2.68±0.43 ^{hc}	1.00±0.00 ^{cd}	-	-
		Appearance	80%	4.69±0.15 ^{hA}	4.52±0.04 ^{hA}	3.79±0.84 ^{hb}	1.70±0.42 ^{hc}	-	-
			90%	4.79±0.13 ^{hA}	4.51±0.11 ^{hB}	3.94±0.16 ^{hc}	1.30±0.40 ^{hd}	-	-
			100%	4.75±0.20 ^{hA}	4.11±0.75 ^{hB}	2.26±0.61 ^{hc}	1.00±0.00 ^{bd}	-	-
	Color	80%	4.61±0.17 ^{hA}	4.78±0.13 ^{hA}	4.81±0.11 ^{hA}	-	-	-	
		90%	4.83±0.09 ^{hb}	4.95±0.08 ^{hAB}	4.99±0.03 ^{hA}	-	-	-	
		100%	4.99±0.03 ^{hA}	4.93±0.11 ^{hA}	4.96±0.07 ^{hA}	-	-	-	
	Taste	80%	4.45±0.31 ^{hA}	4.46±0.13 ^{hA}	4.37±0.18 ^{hA}	-	-	-	
		90%	4.80±0.20 ^{hA}	4.63±0.15 ^{hAB}	4.49±0.43 ^{hB}	-	-	-	
		100%	4.83±0.21 ^{hA}	4.72±0.17 ^{hA}	4.63±0.30 ^{hA}	-	-	-	
	Odor	80%	4.99±0.03 ^{hA}	4.98±0.06 ^{hA}	4.97±0.07 ^{hA}	-	-	-	
		90%	4.98±0.04 ^{hA}	4.98±0.04 ^{hA}	4.98±0.04 ^{hA}	-	-	-	
		100%	4.99±0.03 ^{hA}	4.98±0.04 ^{hA}	4.89±0.22 ^{hA}	-	-	-	
	Texture	80%	4.99±0.03 ^{hA}	4.61±0.07 ^{hB}	4.14±0.16 ^{hc}	3.03±0.65 ^{bd}	-	-	
		90%	4.74±0.13 ^{hA}	4.52±0.09 ^{hA}	3.97±0.13 ^{hb}	2.30±0.68 ^{hc}	-	-	
		100%	4.38±0.21 ^{hA}	3.99±0.14 ^{hb}	3.75±0.35 ^{hb}	2.61±0.45 ^{hc}	-	-	

¹⁾Data are presented as a mean±standard deviation. Means with the same small letter in each maturity and the same capital in each distribution period are not significantly different at p<0.05 using Duncan's multiple range test.

²⁾Unacceptable for evaluation.

속도 100% 오디는 이를 후, 80% 및 90%는 3일 후 각각 상품성을 잃었다. 오디의 '조직감'은 0°C에서의 경우 속도와 무관하게 유통 기간 내내 3점 이상의 품질을 유지하였는데 이를 속도별로 보면 100% 오디는 다른 속도의 오디에 비해 그 품질이 유의적으로 낮았다. 한편 10°C에서는 속도 80%와 90% 오디의 경우 유통 6일 후까지 상품성을 유지한 반면, 속도 100% 오디는 그 값이 2.61점으로 다른 속도의 오디에 비해 유의적으로 낮았다. 또한 20°C에서는 유통 이틀 후까지 모든 속도의 오디가 상품성을 유지했으나 3일 후에는 속도 80% 오디를 제외하고는 모두 상품성이 소실되었다. 오디의 '전반적인 품질'은 0°C에서 모든 속도의 오디가 유통 12일까지 상품성을 유지했고, 15일 후에는 속도 100% 오디가 2.35점으로 다른 속도의 오디에 비해 유의적으로 낮은 값을 나타낸 반면, 속도 80%와 90% 오디는 각각 3.87 및 3.52점으로 상품성을 유지하였다. 이러한 결과를 유통온도에 따라 비교하면 '전반적인 품질' 변화 경향은 0°C에서와 유사하였는데 10°C에서는 유통 4일 후 속도 100% 오디가 3.11점으로 다른 속도에 비해 유의적으로 낮았고, 6일 후에는 모든 오디가 3.00 미만을 나타내었다. 또한 20°C에서는 유통 이틀 후 속도 100% 오디가 2.68점으로 다른 속도의 오디에 비해 품질이 뚜렷하게 낮았으며 3일 후엔 모든 속도의 오디가 상품성을 잃은 것으로 평가되었다.

오디의 유통 중 속도 및 온도에 따른 관능적 품질 평가 결과를 종합하여 보면 품질변화가 비교적 적었던 0°C에서 유통 한 경우 80% 및 90% 속도의 오디는 각각 15일간, 100% 속도의 오디는 12일간 상품성을 유지하였고, 품질변화가 가장 심했던 20°C에서는 80%와 90% 속도의 오디는 각각 2일간, 100% 오디는 단지 1일간 상품성을 유지하는 것으로 평가되었다.

요 약

오디의 신선도 유지기간 연장을 위한 수확 시 적정 속도를 조사하기 위해, 오디의 속도를 80%, 90% 및 100%로 구분하여 수확한 후 속도별 관능적 품질특성을 비교하였고, 이를 0°C, 10°C 및 20°C에 각각 유통하면서 경도, 색도, 가용성 고형물함량, pH, 적정산도, 곰팡이 및 변질율, 및 관능적 품질을 평가하였다. 수확 직후 속도에 따른 오디의 경도는 속도 100% 오디가 가장 낮았으며 이는 속도 80% 및 90% 오디 경도의 37%와 65% 수준이었다. 오디 과피의 'a'값과 적정산도는 속도가 낮을수록 높았고 안토시아닌 함량, 가용성 고형물 함량 및 pH는 속도가 높을수록 높았다. 총균 및 곰팡이 수는 오디의 속도가 증가함에 따라 높았는데 속도 100% 완속과의 경우 속도 80% 오디에 비해 각각 1.6배 및 1.1배였다. 오디의 관능적 품질 중 '색'은 속도 100%

오디가, '맛', '조직감' 및 '전반적인 품질'은 속도 90% 오디가 가장 높은 기호도를 보였다. 아울러 속도에 따른 유통가능기간을 비교한 결과, 경도는 유통 중 속도가 낮을수록 높은 수준을 유지하며 감소하였는데 그 감소의 폭은 속도 80% 오디의 경우 가장 컸다. 곰팡이의 수는 속도 100% 오디가 다른 속도 오디에 비해 높았고, 변질율은 모든 유통 조건에서 속도가 높을수록 높았다. 관능적 평가에 의한 상품성은 전반적으로 속도 100% 오디가 속도 80%, 90% 오디에 비해 빠르게 소실되었고, 유통온도가 낮을수록 상품성 유지 기간이 연장되었다. 수확 직후 오디의 속도에 따른 품질과 속도별 유통온도에 따른 품질변화 조사 결과를 종합하면, 속도 100% 오디에 비해 속도 80%와 90% 오디가 비교적 품질유지기간이 길었으며 이에 관능평가결과를 고려 시 속도 80% 보다 90% 오디가 적정 수확 속도라 판단된다.

감사의 글

본 연구는 농림축산식품부 고부가 식품기술개발사업에 의해 일부 이루어진 것임.

References

1. Kim HB, Bang HS, Lee HW, Seuk YS, Sung GB (1999) Chemical characteristics of mulberry syncarp. *Korean J Seric Sci*, 41, 123-128
2. Kim HB, Kim SL (2004) Quantification and varietal variation of rutin in mulberry fruits. *Korean J Seric Sci*, 46, 1-5
3. Kim HB, Kim SL, Sung GB, Nam HW, Chang SJ, Moon JY (2003) Quantification and varietal variation of fatty acids in mulberry fruits. *Korean J Seric Sci*, 45, 75-79
4. Choi KH, Son JH, Choi IS, Choi YJ, Bae SJ, Kim MH (2007) The effect of mulberry fruits extracts on blood flow improvement in ovariectomized rats. *J Life Sci*, 17, 575-580
5. Kim AJ, Kim HB, Bang IS, Kim SY (2006) The effects of mulberry fruit extract supplementation on the serum mineral contents and oxidative stress markers of middle-aged humans living in Choongnam area. *Korean J Food Sci Technol*, 38, 284-289
6. Bang IS, Park HY, Yuh CS, Kim AJ, Yu CY, Bimal G, Lee HS, Park JG, Choung MG, Lim JD (2007) Antioxidant activities and phenolic compounds composition of extracts from mulberry (*Morus alba* L.)

- Fruit. Korean J Medicinal Crop Sci, 15, 120-127
7. Kim AJ, Kim MW, Woo NY, Kim SY, Kim HB, Lim YH, Kim MH (2004) Study on the nutritional composition and antioxidative capacity of mulberry fruit (*Ficus-4x*). Korean J Food Sci Technol, 36, 995-1000
 8. Lee EJ, Bae JH (2011) Study on the alleviation of an alcohol induced hangover and the antioxidant activity by mulberry fruit. J Korean Soc Food Sci Nutr, 24, 204-209
 9. Kim HB, Kim SL, Moon JY (2002) Quantification and varietal variation of anthocyanin pigment in mulberry fruits. Korean J Breed, 34, 207-211
 10. Choung MG, Lim JD (2012) Antioxidant, anticancer and immune activation of anthocyanin fraction from *Rubus coreanus* Miquel fruits (Bokbunja), Korean J Medicinal Crop Sci, 20, 259-269
 11. Lee HW, Shin DH, Lee WC (1998) Morphological and chemical characteristics of mulberry(*Morus*) fruit with varieties. Korean J Seric Sci, 40, 1-7
 12. Seed and Life Industry Division (2011) Statistical Data of Sericultural Industry, Ministry for Food, Agriculture, Forestry, and Fisheries, Seoul, Korea.
 13. Kim EO, Lee YJ, Leem HH, Seo IH, Yu MH, Kang DH, Choi SW (2010) Comparison of nutritional and functional constituents and physicochemical characteristics of mulberry from seven different *Morus alba* L. cultivars. J Korean Soc Food Sci Nutr, 39, 1467-1475
 14. Kim HB, Kim SL, Moon JY, Chang SJ (2003) Quantification and varietal variation of free sugars in mulberry fruits. Korean J Seric Sci, 45, 80-84
 15. Shin DH, Lee HW, Kim YH, Leem DG (1995) Constituent characteristics of mulberry cultivars. Paper presented at the 55th Annual Meeting of KoSFoST, December 1995, Korea, 138
 16. Sung GB, Kim HB, Hong IP, Nam SH, Chung IM (2007) Characteristics of newly bred mulberry cultivar "Daesungppong"(*Morus lhou* (Ser.)Koids.) for mulberry fruit production. Korean J Seric Sci, 49, 56-59
 17. Hong YP, Lee JH, Kim HD, Shin YS, Kim KS, Lee SW, Ro HJ, Cho MA, Kim YC (2010) Anatomical analysis related with fruit skin structure in several type of berry. Paper presented at 93th Conference of Korean Soc Hort Sci Technol, October 2010, Korea, 96
 18. Park KJ (2001) Characteristics of mulberry fruits on Daeseongppong, Daebungppong, Daeokppong and Shingwangppong(*Morus* spp.). Korean J Seric Sci, 43, 99-103
 19. Park KJ, Sung GB, Lee YK (2001) Fertility and characteristics of mulberry fruits on Daejappong and Garmbacppong (*Morus* spp.). Korean J Seric Sci, 43, 93-98
 20. Kim HR, Kwon YH, Kim HB, Ahn BH (2006) Characteristics of mulberry fruit and wine with varieties. J Korean Soc Appl Biol Chem, 49, 209-214
 21. Kim KI, Kim ML (2010) Characteristics of wine fermented from mulberry juice. Korean J Food Preserv, 17, 563-570
 22. Kang YS, Cho TO, Hong JS (2009) Quality characteristics of *Jeolpyon* with added mulberry fruit powder. Korean J Food Cookery Sci, 25, 513-519
 23. Lee YJ, Ryu HS, Chun SS (2010) Quality characteristics of salad dressing prepared with mulberry fruit powder. Korean J Food Cookery Sci, 26, 537-544
 24. Lee JA (2011) A study on recognition and preference for processed product developments of mulberry(*Morus alba* L.) fruit products. Korean J Culinary Research, 17, 231-243
 25. Lee JH, Hong YP, Kim HD (2010) The quality changes of mulberry on storage temperature after harvest. Paper presented at 93th Conference of Korean Soc Hort Sci Technol, October 2010, Korea, 98
 26. Hong YP, Lee JH (2012) Change in postharvest quality characteristic of mulberry. Magazine of Korea Postharvest Management Association, 20, 34-39
 27. Yang YJ (1997) Physiological responses of strawberry fruit affected by storage temperatures. Sangmyung Univ Industry Sci Research, 5, 5-13
 28. Lee JM, Rovert W, Ronald E (2005) Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverage, natural colorants and wines by the pH, Differential method: collaborative study. J AOAC International, 88, 1269-1278
 29. Cha HS, Youn AR, Park PJ, Choi HR, Kim BS (2007) Physicochemical characteristics of *Rubus coreanus Miquel* during maturation. Korean J Food Sci Technol, 39, 476-479
 30. Park IK, Jeng KS, Kim MK, Kim SD (1994) Circulation state of strawberry and quality changes during ripening. Korean J Post-harvest Sci Technol Agri Products, 1, 45-53
 31. Cha HS, Youn AR, Park PJ, Choi HR, Kim BS (2007) Comparison of physiological activities of *Rubus coreanus Miquel* during maturation. J Korean Soc Food Sci Nutr, 36, 683-688

32. Shin YJ, Ryu JA, Liu RH, Nock JF, Watkins CB (2008) Harvest maturity, storage temperature and relative humidity affect fruit quality, antioxidant contents and activity, and inhibition of cell proliferation of strawberry fruit. *Postharvest Biol Technol*, 49, 201-209
33. Rosli HG, Civello PM, Martinez GA (2004) Changes in cell wall composition of three *Fragaria x ananassa* cultivars with different softening rate during ripening. *Plant Physiol Biochem*, 42, 823-831
34. Fisher RB, Bennett AB (1991) Role of cell wall hydrolases in fruit ripening. *Ann Rev Plant Mol Biol*, 42, 675-70

(접수 2013년 3월 7일 수정 2013년 6월 3일 채택 2013년 6월 25일)