

Effects of Cutting Methods on Qualities of Fresh-Cut Apples and Leafy Vegetables

Hun-Sik Chung¹, Moon-Cheol Jeong² and Kwang-Deog Moon^{1,3*}

¹Food and Bio-Industry Research Institute, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea

²Korea Food Research Institute, Seongnam 463-746, Korea

³Division of Food Science and Biotechnology, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea

절단방법이 신선절단 사과와 엽채류의 품질에 미치는 영향

정헌식¹ · 정문철² · 문광덕^{1,3*}

¹경북대학교 식품생물산업연구소, ²한국식품연구원, ³경북대학교 식품공학부

Abstract

Whole apples were cut with a sharp or dull knife, and whole cabbages and crisp lettuce heads were cut into salad or thin strips with a knife or by hand. The fresh-cut apples, cabbages, and lettuce were packed in low-density polyethylene bags and kept at 4°C, and their qualities were investigated. Browning and softening of the apples that were cut with a sharp knife were more delayed than those of the apples that were cut with a dull knife. The soluble solids and pH of the fresh-cut apples were not affected by the sharpness of the cutting blade. The browning indexes of the fresh-cut cabbages and lettuce were significantly lower in the samples that were cut with a knife than by hand and in the samples that were cut into large pieces. The results suggest that the cutting blade sharpness, cutting tools, and cut types affected the quality of the fresh-cut apples and leafy vegetables, and that the cutting methods which minimized the cutting damage should be used to retard the browning and softening of the produce

Key words : fresh-cut, apples, cabbages, lettuces, cutting methods

서 론

신선절단 과일 및 채소류 관련 산업은 소비자의 편의 및 건강식품 요구 증대에 따라 날로 성장하는 추세이다. 신선절단(fresh-cut)이란 원재료의 신선미를 유지할 수 있는 범위 내에서 세척, 다듬기, 박피, 절단 등과 같은 단순한 처리만을 하는 가공기술을 말하며(1), 처리시 발생하는 조직손상으로 갈변, 연화, 생리적 장해 및 미생물 번식 등의 품질저하 현상이 비교적 빠르게 발생된다(2). 이러한 품질저하 현상의 발생정도는 신선절단품의 유통기한을 결정하게 되며 과일 및 채소류의 품목, 품종, 재배지 및 재배조건 등의 자연적 요인과 절단 조건과 절단 후 이화학적 처리 등의 인위적 요인에 의해 영향을 받는다(3). 신선절단품제

의 품질결정 요인의 관리에서 자연적 요인의 관리 범위는 제한적 이지만 인위적 요인은 적절하게 관리할 경우 제품의 유통기한을 연장시킬 수 있는 것으로 알려져 있다(4-6).

다양한 신선절단 과일 및 채소류를 대상으로 한 연구에서 신선절단 처리 후 행하는 이화학적 처리방법으로 화학물질, 가열, 코팅 및 포장 등의 단용 또는 병용이 조직손상의 영향을 최소화시켜 품질보존에 유효한 것으로 확인된 바 있으나(4-6), 절단에 기인된 손상정도를 좌우할 수 있는 절단 방법에 관한 연구는 일부 품목과 품종 및 절단기술에 국한된 실정이다. 지금까지 보고된 신선절단 과일 및 채소류의 제조에 있어 절단 방법의 영향에 관한 연구로는, Deza-Durand와 Petersen(7)은 신선절단 양상추의 제조시 가로방향 절단이 세로방향 절단보다 심한 조직손상을 일으킨다고 하였고, Abe 등(8)은 바나나의 경우에 가로방향 절단이 세로방향 절단보다 호흡속도를 저하시키고 갈변을 지연시킨다고 하였다. Aguila 등(9)은 shredded radish가 sliced

*Corresponding author. E-mail : kdmoon@knu.ac.kr
Phone : 82-53-950-5773, Fax : 82-53-950-6772

radish보다 높은 호흡량과 빠른 비타민 C와 명도 손실속도를 보였다고 하였으며, Portela와 Cantwell(10)은 날카로운 칼날로 절단한 멜론이 둔한 칼날로 절단한 멜론보다 shelf-life 연장과 적은 에틸렌 생성을 보였다고 하였다. 또한, Kenny와 O'Beirne(11)은 당근의 박피방법이, Artes-Hernandez 등(12)과 Lee 등(13)은 레몬과 단호박의 절단형태가 각각 품질특성에 영향을 미친다고 보고한 바 있다. 그러나 국내산 사과 및 엽채류에 관한 연구는 미흡한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 국내산 사과 및 양배추와 결구상추를 이용한 신선절단 가공품 제조에 적합한 절단방법에 관한 기본정보를 얻기 위하여, 절단 도구의 날카로움과 절단 크기가 신선절단품의 품질특성에 미치는 영향을 조사하였다.

재료 및 방법

재료

실험용 사과(*Malus domestica* cv. Fuji), 양배추(*Brassica oleracea*) 및 결구상추(*Lactuca sativa*)는 대구시 소재 농산물 시장에서 국내산 상급품을 구입하여 저온 저장고에서 보관하면서 사용하였다.

신선절단 조건

신선절단 사과는 원형과를 수도수로 세척한 후 송풍 건조시킨 다음 sharp knife나 dull knife를 사용하여 박피, 제심, 8등분하여 제조하였고, 각 처리구별 절단사과 약 300 g를 플라스틱 용기에 담아 60 μ m 두께의 low density polyethylene(LDPE) 필름 봉지(18 cm \times 20 cm)에 넣어 밀봉 포장하고 4°C에서 7일간 보관하면서 품질특성을 측정하였다. 신선절단 양배추와 결구상추는 hand cutting이나 knife cutting으로 셀러드용 크기(약 3 cm \times 2 cm)로 절단하거나 채썰기(thin strip cutting, 약 2 cm \times 0.5 cm)하여 제조하였고, 각 절단구별 시료 약 200 g을 플라스틱 용기에 담아 60 μ m 두께의 LDPE 필름 봉지(18 cm \times 20 cm)에 넣어 밀봉 포장하고 4°C에서 24시간 보관한 후 갈변도를 측정하였다.

갈변도 측정

신선절단 사과의 절단면 갈변도는 표준 백색판(L=97.79, a=-0.38, b=2.05)으로 보정된 colorimeter(CR-200, Minolta Co., Osaka, Japan)를 사용하여 L값을 측정하여 초기 값에 대한 Δ L값을 나타내었다(14). 신선절단 양배추와 결구상추의 갈변도는 시료 20 g에 80% 에탄올 100 mL를 가하여 마쇄하고 실온에서 2시간 동안 추출한 다음 여과(Whatman No.2)하여 spectrophotometer(UV1601, Shimadzu, Kyoto,

Japan)를 이용하여 420 nm에서 흡광도를 측정하여 나타내었다.

과육경도 측정

신선절단 사과의 과육경도는 texture analyzer(TA-XT2, Stable Micro Systems Ltd, Godalming, UK)의 경도 테스트를 이용하여 측정하였다. 이때 측정조건으로 탐침의 직경은 5 mm, 진입 깊이는 3 mm, 테이블 속도는 60 mm/min를 각각 사용하였다.

가용성 고형분 함량 및 pH 측정

신선절단 사과의 가용성 고형분 함량은 시료를 마쇄, 착즙한 다음 여과한 액을 굴질계(Master-a, Atago Co, Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다. pH는 가용성 고형분 측정용 여과액을 pH 미터(Delta320, Mettler-Toledo Inc, Shanghai, China)를 사용하여 측정하였다.

Polygalacturonase 활성 측정

신선절단 사과의 polygalacturonase 활성은 Seo 등(15)의 방법에 준하여 실시하였다. 즉, 시료에 10 mM acetate buffer(pH 5.0)를 가하여 마쇄, 추출, 여과하여 그 여과액을 조효소액으로 하였다. 조효소액에 polygalacturonic acid를 기질로 가하여 30°C에서 30분간 반응시킨 후 DNS 시약을 가하여 열탕에서 발색시켜 spectrophotometer (Shimadzu, Japan)를 이용하여 540 nm에서 흡광도를 측정하여 환원당을 정량하였다. 효소 활성은 반응조건에서 1 mmole의 환원당을 생성하는 효소작용을 1 unit로 하였다.

통계처리

실험결과의 통계처리는 SPSS software(14.0, SPSS Inc, Chicago, IL, USA)를 이용하여 분산분석과 t-test(p<0.05)를 실시하였다.

결과 및 고찰

절단칼날이 사과의 품질특성에 미치는 영향

신선절단 사과의 갈변에 절단용 칼날의 날카로움이 미치는 영향을 알아보기 위하여 sharp knife와 dull knife를 사용한 절단면의 갈변지표로 Δ L값의 변화를 측정된 결과는 Fig. 1에 나타난 바와 같다. 절단면의 Δ L값은 절단 후 3일경까지는 sharp knife 절단구와 dull knife 절단구 사이에 유의적인 차이를 보이지 않았으나 그 후부터는 dull knife 절단구가 sharp knife 절단구보다 2배 이상의 큰 폭으로 증가함을 보였다. 일반적으로 신선절단 과실에서 갈변이 진행됨에 따라 L값이 감소되어 초기 값에 대한 Δ L값은 증가하는 점을 고려해 볼 때(14), 사과를 dull knife로 절단하는 것이

sharp knife로 절단하는 경우보다 절단면 갈변을 더욱 촉진시키는 것으로 여겨진다. 이는 dull knife에 의한 절단면의 조직손상 정도가 큰 것이 원인으로 생각되며, 신선절단 사과 제조 시 가능한 절단 조직의 손상을 최소화 할 수 있는 기술의 사용이 갈변지연에 유리한 것으로 판단된다. 한편, 멜론의 경우도 sharp knife로 절단 했을 때 갈변이 지연되었다고 보고(10)된 바 있다.

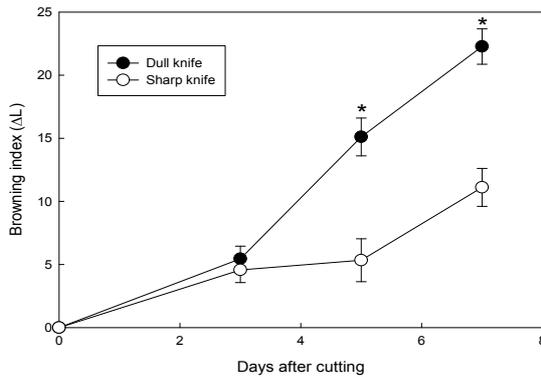


Fig. 1. Change in browning index (ΔL value) of fresh-cut apples as affected by cutting blade sharpness.

Values are mean \pm SD (n=3); *Significantly different at $p < 0.05$.

절단 칼날의 날카로움에 따른 신선절단 사과의 과육경도 변화를 측정된 결과는 Fig. 2에 나타내었다. 절단처리 후 과육경도는 경시적으로 감소하는 경향을 보였으나 그 감소 정도는 절단용 칼의 날카로움에 따라 차이를 보여 sharp knife 절단구가 dull knife 절단구 보다 다소 느린 속도를 보였다. 과육경도 저하의 원인은 에틸렌에 의한 펙틴질 분해 관련 효소들의 활성화이며(16), 이때 에틸렌의 생성은 조직손상에 의해 더욱 촉진되는 것으로 알려져 있다(10,13). 이러한 점을 볼 때 사과 절단시 조직손상을 줄일 수 있는 절단도구가 과육경도 저하를 지연시키는 효과를 가지는 것으로 판단된다.

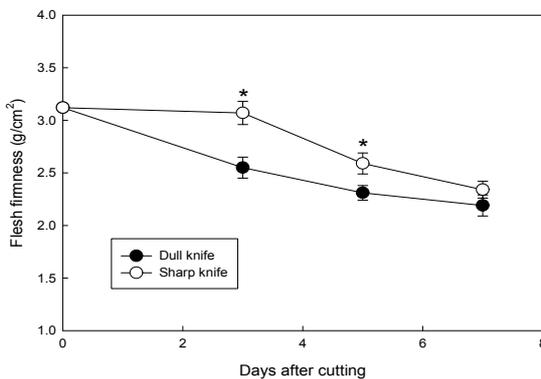


Fig. 2. Change in flesh firmness of fresh-cut apples as affected by cutting blade sharpness.

Values are mean \pm SD (n=3); *Significantly different at $p < 0.05$.

절단 칼날의 날카로움에 따른 신선절단 사과의 가용성 고형분 함량과 pH의 변화를 측정된 결과는 Fig. 3과 4에 각각 나타내었다. 가용성 고형분 함량은 절단 칼날의 종류와 절단 후 경과 시간에 따른 유의적인 차이를 보이지 않고 약 10.0 °Brix를 나타내었다. 한편, 신선절단 멜론의 당 함량도 절단 칼날의 영향을 받지 않았다고 보고(10)된 바 있다. 신선절단 사과의 pH는 절단 칼날별 유의적인 차이가 없이 절단 직후 약 4.22에서 7일 경과 후 약 4.29 정도로 약간 증가함을 보였다. 이는 신선절단 단호박의 경우에 pH가 절단형태의 영향을 거의 받지 않고 약간 증가하였다는 보고(13)와 유사하였다. 따라서 신선절단 사과 제조시 절단용 칼날의 날카로움은 절단제품의 가용성 고형분 함량과 pH 변화에 유의적인 영향을 미치지 않는 것으로 확인되었다.

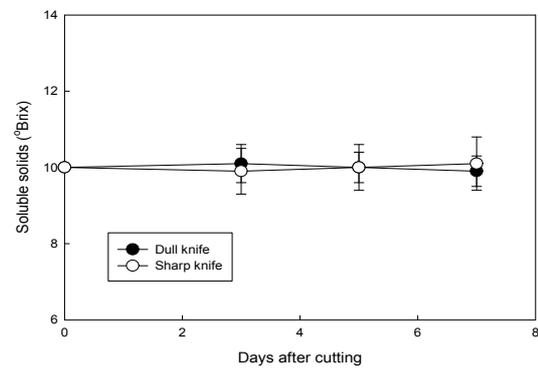


Fig. 3. Change in soluble solids of fresh-cut apples as affected by cutting blade sharpness.

Values are mean \pm SD (n=3); *Significantly different at $p < 0.05$.

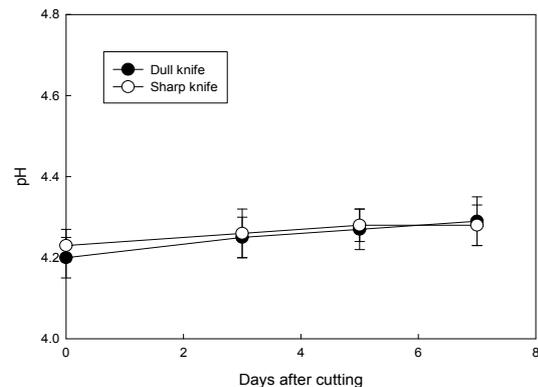


Fig. 4. Change in pH of fresh-cut apples as affected by cutting blade sharpness.

Values are mean \pm SD (n=3); *Significantly different at $p < 0.05$.

절단 칼날의 날카로움에 따른 신선절단 사과의 polygalacturonase 활성을 절단처리 7일 후 측정된 결과는 Fig. 5에 나타낸 바와 같다. Polygalacturonase 활성은 dull knife 절단구가 sharp knife 절단구보다 유의적으로 높음을 보였다. 한편, 파파야의 경우에 절단처리에 의해 polygalacturonase 활성이 증대되었다고 보고(16)된 바 있다.

Polygalacturonase는 펙틴사슬을 구성하는 polygalacturonic acid간의 glycoside 결합의 가수분해 반응을 촉매하는 효소이며 그 활성은 에틸렌에 의해 유도되고 조직연화와 밀접한 관계가 있는 것으로 알려져 있다(3,16). 따라서 신선절단 사과와 과육경도가 dull knife 보다 sharp knife 절단구에서 높게 유지된 것은 절단에 따른 조직손상이 적어 polygalacturonase 활성이 낮은 것이 하나의 원인으로 생각된다.

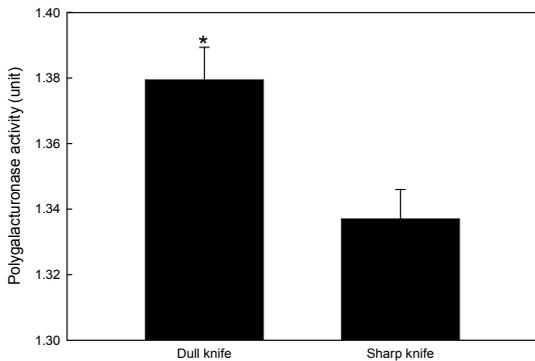


Fig. 5. Polygalacturonase activity of fresh-cut apples as affected by cutting blade sharpness.

Values are mean±SD (n=3); *Significantly different at p<0.05.

절단도구 및 형태가 엽채류의 갈변에 미치는 영향

절단도구에 따른 신선절단 양배추와 결구상추의 갈변정도를 조사하기 위하여, 원형 양배추와 결구상추를 hand나 knife로 샐러드용 크기로 절단하고 갈변지표로 마쇄 추출액의 흡광도를 측정된 결과는 Fig. 6과 같다. 흡광도가 높을수록 갈변정도가 심한 것으로 볼 수 있는데, 신선절단 양배추와 결구상추의 흡광도는 knife 절단구 보다는 hand 절단구에서 유의적으로 높은 수준을 나타내었다. 이는 앞서 언급한 사과의 경우에서 sharp knife 절단구와 dull knife 절단구의 갈변도 차이와 같이, knife 절단구 보다는 hand 절단구에서 조직손상이 큰 것이 원인인 것으로 생각된다. 이러한 절단품의 조직손상이 클수록 갈변이 증가하는 경향은 바나나(8), 무(9) 및 단호박(13) 등에서의 결과와 유사하였다.

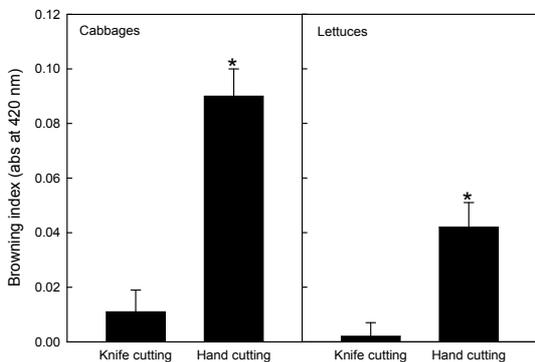


Fig. 6. Browning index (absorbance at 420 nm) of fresh-cut cabbages and crisphead lettuces as affected by cutting tools.

Values are mean±SD (n=3); *Significantly different at p<0.05.

절단형태에 따른 신선절단 양배추와 결구상추의 갈변정도를 조사하기 위하여, 원형 양배추와 결구상추를 knife로 샐러드용 크기와 채썰기로 절단하고 갈변지표로 마쇄 추출액의 흡광도를 측정된 결과는 Fig. 7에 나타내었다. 신선절단 양배추와 결구상추의 흡광도는 샐러드용 크기로 절단한 것보다 채썰기로 절단한 것이 유의적으로 높은 수준을 나타내었다. 이는 샐러드용 크기보다는 세절인 채썰기의 경우가 조직의 기계적 손상이 큰 것이 원인으로 생각된다. 이로써 신선절단 양배추와 결구상추의 제조시 절단도구와 더불어 절단크기도 갈변정도에 영향을 크게 미치는 것으로 확인되었다. 한편, 결구상추의 절단방향도 조직손상 정도에 영향을 미치는 것으로 보고(7)된 바 있다.

이상의 모든 결과를 종합해 보면, 신선절단 사과 및 양배추와 결구상추의 제조시 조직손상을 적게 할 수 있는 절단방법이 사과제품의 갈변과 연화 지연 및 엽채류 제품의 갈변 지연에 유효한 것으로 확인되었다. 따라서 신선절단 사과와 엽채류의 고품질유지를 위해 절단 후 행하는 이화학적 처리에 앞서 적절한 절단 기술이 적용이 선행되어야 할 것으로 판단된다.

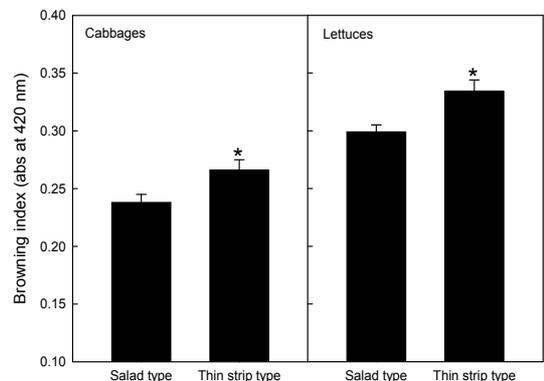


Fig. 7. Browning index (absorbance at 420 nm) of fresh-cut cabbages and crisphead lettuces as affected by cut types.

Values are mean±SD (n=3); *Significantly different at p<0.05.

요 약

신선절단 사과와 엽채류의 품질에 절단방법이 미치는 영향을 구명하기 위하여, 사과는 sharp knife나 dull knife로 절단하고, 양배추와 결구상추는 hand나 knife로 샐러드용 크기나 채썰기로 절단하고 각 절단품의 품질특성을 비교 조사하였다. 신선절단 사과의 갈변도와 과육경도는 dull knife보다 sharp knife로 절단한 경우에 유의적으로 낮고 높게 유지되었다. 반면에 신선절단 사과의 가용성 고형분 함량과 pH는 절단용 칼날의 날카로움에 따른 유의적인 차이를 보이지 않았다. 신선절단 양배추와 결구상추의 갈변도는 hand cutting보다 knife cutting에서, 샐러

드용 크기보다 세절인 채썰기한 경우에서 유의적으로 낮은 수준을 나타내었다. 이로써, 신선절단품 제조시 조직손상을 크게 하는 절단방법이 사과와 갈변과 연화를, 양배추와 결구상추의 갈변을 촉진시키는 것으로 확인되었고, 고품질 제품을 위해 조직손상을 최소화할 수 있는 기술이 적용되어야 할 것으로 판단된다.

감사의 글

본 논문은 2011년 농림수산식품부 농림수산식품기술기획평가원의 연구비 지원으로 이루어진 결과이며 이에 감사드립니다.

참고문헌

- Cantwell M (1992) Minimally processed fruits and vegetables. In Postharvest technology of horticultural crops. Kader A(Editor), Univ. California, USA, 3311, p 277-281
- Watada AE, Abe K, Yamauchi N (1990) Physiological activities of partially processed fruits and vegetables. Food Technol, 44, 116-122
- Toivonen PMA, Brummell DA (2008) Biochemical bases of appearance and texture changes in fresh-cut fruit and vegetables. Postharv Biol Technol, 48, 1-14
- Soliva-Fortuny RC, Martin-Belloso O (2003) New advances in extending the shelf-life of fresh-cut fruits: a review. Trends Food Sci Technol, 14, 341-353
- Rico D, Martin-Diana AB, Barat JM, Barry-Ryan C (2007) Extending and measuring the quality of fresh-cut fruit and vegetables: a review. Trends Food Sci Technol, 18, 373-386
- Oms-Oliu G, Rojas-Grau MA, Gonzalez LA, Varela P, Soliva-Fortuny R, Hernando MIHH, Munuera IP, Fiszman S, Martin-Belloso O (2010) Recent approaches using chemical treatments to preserve quality of fresh-cut fruit: a review. Postharv Biol Technol, 57, 139-148
- Deza-Durand KM, Petersen MA (2011) The effect of cutting direction on aroma compounds and respiration rate of fresh-cut iceberg lettuce (*Lactuca sativa* L.). Postharv Biol Technol, 61, 83-90
- Abe K, Tanase M, Chachin K (1998) Studies on physiological and chemical changes of fresh-cut bananas (part I). Effect of cutting modes on the changes of physiological activity and deterioration in fresh-cut green tip bananas. J Japan Soc Hort Sci, 67, 123 - 129
- Aguila JS, Sasaki FF, Heiffig LS, Ortega EMM, Jacomin AP, Kluge RA (2006) Fresh-cut radish using different cut types and storage temperatures. Postharv Biol Technol, 40, 149-154
- Portela SI, Cantwell MI (2001) Cutting blade sharpness affects appearance and other quality attributes of fresh-cut cantaloupe melon. J Food Sci, 66, 1265 - 1270
- Kenny O, O'Beirne D (2010) Antioxidant phytochemicals in fresh-cut carrot disks as affected by peeling method. Postharv Biol Technol, 58, 247-253
- Artes-Hernandez F, Rivera-Cabrera F, Kader AA (2007) Quality retention and potential shelf-life of fresh-cut lemons as affected by cut type and temperature. Postharv Biol Technol, 43, 245-254
- Lee YR, Kim ST, Choi MG, Moon KD (2008) Effect of different types of cutting on the quality of fresh-cut sweet pumpkin (*Cucurbita maxima* Duchesne). Korean J Food Preserv, 15, 191-196
- Son SM, Moon KD, Lee CY (2001) Inhibitory effects of various antibrowning agents on apple slices. Food Chem, 73, 23-30
- Seo CH, Shin SR, Jeong YJ, Kim KS (1997) Changes in polygalacturonase during softening of persimmon and jujube fruits. J Korean Soc Food Sci Nutr, 26, 180-185
- Karakurt Y, Huber DJ (2003) Activities of several membrane and cell-wall hydrolases, ethylene biosynthetic enzymes, and cell wall polyuronide degradation during low-temperature storage of intact and fresh-cut papaya (*Carica papaya*) fruit. Postharv Biol Technol, 28, 219-229