

가온 하우스의 망고 'Irwin' 열매숙이(엽과비)에 따른 과실품질, 활성산소 소거활성 및 폴리페놀 함량 비교*

한 상 현**·조 재 중***·강 연 구****

국문요약

망고 'Irwin'의 가온 하우스 재배에 에서 열매숙이(엽과비, 7-10; 조적과 및 16-20; 정밀적과)에 따른 과실품질, 활성산소 소거활성을 비교하였다. 과실생육 동안에 과실크기와 후숙 후의 과실품질은 조적과가 정밀적과보다 낮았다. 나무의 스트레스와 연관된 광양자 효율(F_v/F_m)은 조적과가 정밀적과 보다 낮은 경향을 보였다. 활성산소 소거활성은 과피 및 과육의 에탄올 추출물 함량에 따라 차이가 있었다. 과피 추출물에서는 조적과가 $0.25\mu\text{g}$ 이하에서 과육추출물은 1mg 이하에서 정밀적과 보다 높았다. 활성산소 소거활성에 관련된 mangiferin 함량은 처리간에 차이가 없었으나 naringin함량은 차이가 있었다. 특히, 과피 및 과육추출물에서 그 활성산소 소거활성의 차이는 극도의 여러 스트레스의 환경상태에서 착과부담이 더해진 스트레스 영향 등에 의한 것으로 생각이 되었다.

주제어 : 광양자 효율(F_v/F_m), mangiferin, naringin, 엽과비 7-10; 조적과, 엽과비 16-20; 정밀적과, 착과부담.

* 본 결과물은 농촌진흥청 국립농업과학원 농업과학기술 연구사업의 지원에 의해 연구되었음 (PJ 010872)

** 교신저자, 국립제주대학 생명자원과학대학, 친환경농업연구소

*** (주)이투스테크

**** 국립농업과학원 농업공학부

I. 서 언

망고(*Mangifera indica* Linn.)는 율나무과(Anacardiaceae), 망고 속(*Mangifera*)에 속하는 열대과수이다. 우리나라에서 주로 재배가 되고 있는 애플망고는 품종명이 'Irwin'으로 아열대성 기후에서 주로 재배되고 있다. 이 품종은 풍산성으로 무수정의 작은 열매가 잘 착과 되지만, 탄저병에 약하고 저장성도 없다. 과육은 황색으로 섬유질은 적으며 과실무게는 340~450g이고 수세는 중간정도 이다. 1939년에 'Ripens'의 실생으로 플로리다에서 육성되었으며 1948년에 'Irwin'이라고 명명 되었다(Yonemoto, 2011). 최근에 국내에 수입망고가 증대하고 있는데 '식물 검역법'에 의해 47℃에서 30분간 증열처리로 망고 특유의 향과 신선도가 저하되어 국내산 애플망고의 경쟁력이 높다(KREI, 2014, Seong 등, 2014). 이에 따라 제주도에서도 기후변화 대응으로 망고의 재배면적이 확대되는 추세를 보이고 있다(Lee 등, 2014). 일본에서는 망고 'Irwin' 하우스재배에서 고품질 안정 생산을 위해 엽과비 70-80(성목기준)로 재배가 되어 왔다(Nishita 등, 2005) 그러나 제주도에서는 겨울철 추위를 극복하기 위해 가온 하우스의 가온 비용이 가중되기 때문에 품질보다는 수량을 높이기 위한 밀식, 고수고 유인재배 및 적정 착과량을 무시한 재배가 이루어지고 있다. 과실에는 암, 관절염, 심장병, 노화예방에 좋은 항산화 물질이 풍부하다(Feskanich 등, 2000). 또한, 이들 항산화 물질은 효소합성과 같은 많은 생리적인 과정의 조절을 통해 다양한 stress에 의한 영향으로부터 조효소로 활동으로 식물을 보호 한다(Desikan 등, 2004, Youssef와 Talaat 2003).

망고는 영양과 의학적인 면에서 가치가 높은 열대과수로 여러 종류의 polyphenol 화합물 중에 mangiferin이 다량으로 함유되어 있다(Luo 등, 2012). 이물질은 소염, 항당뇨, 면역조절기능, 항종양, 항산화작용 등을 가지고 있는 생리활성 물질이다(Carvalho 등, 2009, Dar 등, 1996, Muruganandan 등, 2010, Rajendran 등, 2008). 본 논문에서는 망고를 가온 재배시 열매숙이(엽과비)에 따른 과실의 품질, 나무의 스트레스와 관련된 광양자 효율(F_v/F_m) 및 활성산소 소거활성에 따른 주된 폴리페놀물질인 mangiferin과 naringin 함량을 비교 하였다.

II. 재료 및 방법

서귀포시 하원동 소재 가온하우스 내 3년생의 망고 'Irwin'을 식재하기 전에 근역제한을 위해 수평커튼 조각을 방근시트(뿌리차단 sheet)로 이용된 망고나무를 공시품목으로 이용했다. 또한, 2015년 가을부터 결과모지 확보를 위한 정지·전정을 한 후 12월 중순경부터 최저기온 20–22℃을 유지 시켰으며 2016년 1월말부터 2월말까지 최저기온 13–15℃ 변온으로 화아분화를 유도시켰다. 3월 초순경에 화방 신장, 개화 및 방화 곤충활동을 위해 최저기온을 23–25℃ 되도록 조절했다. 4월에 들어 열매숙이를 실시했는데 한 화방에 4–5개의 과실을 남겨 둔 조적과구(엽과비 7–10, rough fruit thinning; RFT)와 1–2개 과실을 남겨둔 정밀적과(엽과비 16–20, detailed fruit thinning; RFT)구를 설정했다. 열매숙이를 완료시키고 과실비대와 품질향상을 위해 각 화방을 끈으로 매달고 하우스 천창에 고정시켰다. 실험구 배치는 나무 한 나무를 1반복으로 하우스 중앙부에 무작위로 5반복구를 설정했다. 5월에 과실을 비대 시키고 6월 초순부터 말까지 과실을 수확했다.

과실 생육조사는 4월 5일부터 수확기까지 약 2주 간격으로 미리 나무 한개당 3개 과실 중경 및 횡경을 버니어캘리퍼(Vernier Calipers, Mitutoyo Corporation, Japan)로 측정했으며, 과중은 전자저울(Electronic scale, DHAUS, USA)로 측정을 했다. TSS(total soluble solid)와 산함량 조사를 위해 과피를 벗겨 착즙한 과즙을 탁상용 디지털 당도계(Digital Refractometer, Atago, Japan)로 총 가용성 고형분 을 측정해서 oBrix로 나타냈다. 산함량은 수산화나트륨을 이용한 중화적정법으로 측정했다. 과실 품질조사 후 과피와 과육을 샘플 백에 넣은 다음 초저온 냉동고(Refrigerant, CLN-40UW, Nihon Freezer, Japan)에 분석실험 전까지 보관했다. 저장시료를 동결건조기(Clean Vac 8, Hanil, Korea)를 통해 완전 건조시켰다. 건조된 시료를 믹서기(blender, HR2850, Yahoong Ele.co.Ltd, China)로 분쇄했다. 건조 분말시료 40mg을 50ml 샘플튜브에 80% 에탄올 30ml 첨가 후, 향온수조(HB 205SW, HanBaek Scientific co, Korea)에서 10시간 추출했다. 알코올 추출물을 회전 증발기(Rotary Evaporator, Heizbad HB dilgit, Germany)로 감압농축 시킨 후, 건조된 시료를 100% 메탄올 2ml 로 용해시켰다. 각 시료의 에탄올 추출물의 전자공여능은 Blois(1958)의 방법을 변형하여 검정하였다. Methanol 4ml을 함량별로 각각의 시료에 첨가한 후 0.15Mm 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH) 100 μ l를 혼합하여 실온에서 30분간 안정화시킨 다음 Spectrophotometer 분광광도계(Shimadzu UV-2600, Japan)로 517nm에서 흡광도를 측정하였다. Sample 첨가구와 무첨가구의 흡광도를 측정하였으며, 아래와 같이 계산하여 백분율(%)로 표시하였다.

$EDA(\%) = (1 - ABS_{sample} / ABS_{control}) \times 100,$

ABS_{sample}: Absorbance of the experimental sample,

ABS_{control}: Absorbance of the control

100%메탄올 2mL로 용해된 분석시료를 13,000 rpm로 15분간 원심분리 한 후에 micro filter(13JP050AN, ADVANTEC MFS, US)로 여과한 다음 HPLC(LC40D, Simadzu Nexera, Japan) 분석시료로 이용했다. 폴리페놀함량은 PDA(Photo diode array, 광다이오드 배열) 검출기가 장착된 HPLC에 column CapcellPac C18(4.6mm × 250mm, 5μm, USA)을 이용해 파장(258nm, mangiferin과 284nm, naringin) 컬럼온도 40°C 조건으로 분당 1mL의 0.1% 트리플루오로아세트산을 첨가한 acetonitrile(A액)과 0.1% 트리플루오로아세트산을 첨가한 3차 증류수(B액)로 용출했다. A와 B액의 농도구배(gradient)로 구성했다. 각 함량은 표준물질의 peak 면적과 해당 표준물질과의 검량선을 통해 계산했다. Mangiferin 표준물질은 Wako(Japan)와 naringin 표준 물질은 Sigma(America)에서 구입해서 분석했다.

과실의 착색정도는 수확된 과실을 과정부, 적도부분 및 과정부 각 3곳의 적녹도(a)와 황청도(b)의 색차계(Chromameter, CR-400, Konica Minolta, Japan)의 측정값과 각 측정치에 대한 비율을 a/b값으로 나타냈다. 6월 초순에 오전 10쯤에 망고나무의 앞에 약 10분 동안 암 크림을 물리고 엽록소 형광측정기(Portable fluourometer, OS30p, Opti-Science, USA)로 측정된 Fv/Fm(광양자의 효율)값으로 나타냈다.

통계분석은 최소유의성(LSD, least significant difference)검정을 통계프로그램 (Sigma Plot 13, SYSTAT, America)으로 검정했다.

III. 결과 및 고찰

조적과 및 정밀적과 된 나무에 착과 된 과실에 대한 종경, 횡경 및 과형지수의 경시적 변화를 표 1에 나타냈다. 정밀적과 된 과실이 조적과 된 과실에 비해 그 생장량이 높았으나, 과형지수의 차이는 없었다. 수확 후에 색차계로 측정된 적녹도(a), 황청도(b), 그 비율과 엽록소 형광의 Fv/Fm을 표 2에 나타냈다. 적녹도 및 황청도는 조적과 과실이 높았으나 그 비율은 정밀적과 과실이 높았다. 광양자 효율은 조적과가 정밀적과 보다 낮은 경향을 보였으나 통계적 유의성은 없었다. 그리고 6월말에 수확한 후 10일 동안 상온에서

경도 1.3-1.8kg정도 후숙 된 상태의 과실품질을 조사한 결과를 표 3에 나타내었는데 과중 및 TSS도 정밀적과 된 과실이 조적과 과실에 비해 높았다. 열매숙기(적과) 양분경합을 경감시켜 과실비대를 촉진시키는 것을 목적으로 모든 온대과수에서 행해지고 있는 기술이다. 망고에서는 1개의 화방에 1-3개 밖에 착과 하지 않기 때문에 각각의 과실생장시키는 것은 수량을 증대시키는 유효한 수단이다. Sasaki(2002)는 일본 와카야마현 킨키 대학 부속농장에서 망고 'Irwin'적과 처리에 따른 품질비교에서 과실풀균 중량이 무적과구 233g에 비해 1/3적과구는 338g이었다고 보고했으며 Yeshitela(2004)는 망고 'Sensation'에서 한 화방에 한 개 내지 두개 정도 과실을 착과시킨 적과 효과로 과실품질과 크기가 양호 했다고 보고했다. 본 실험에서도 조적과 된 과실에 비해 정밀적과 된 과실이 과실풀크기 및 품질이 양호하게 나타났다.

또한, 이들 처리에 따른 과피 및 과육에 대한 활성산소 소거 검정법으로 항산화 활성을 조사해 보았다. 그 결과를 표 5와 6에 나타냈다. 표 5의 과피는 추출물 농도가 상당히 낮은 건물중 0.25 μ g 이하의 농도에서 조적과 과실이 정밀적과 과실보다 높은 활성을 보였다. 하지만, 표 5의 과육에서는 그 농도 보다 높은 1mg 이하부터 차이를 보였다.

이러한 활성산소 소거 활성에 관여하는 poly phenol 물질인 mangiferin 과 naringin의 HPLC 분리 chromatogram을 그림 1에 표시했으며 그 함량을 표 4에 나타냈다. 처리간에 mangiferin 함량차이는 없었으나 naringin 함량은 처리간에 차이를 보였는데 과피 및 과육에서 조적과 과실이 정밀적과 과실보다 높은 함량을 나타냈다. 그리고 과피가 과육에 비해 그들 물질 함량이 높았다.

Nagatani 등 (2011)은 온주밀감에서 과다착과에 따른 착과부담으로 여름에 수분스트레스로 잔뿌리량이 감소했다고 보고한 바가 있다. 항산화 물질들은 효소합성과 같은 많은 생리적인 과정을 조절을 통해 식물생장에 영향을 주는 비교적 작은 농도의 생물 조절물질로 생각이 되고 있다. 또한, 그 물질들은 어떤 stress에 의한 영향으로부터 조효소로 활동해 식물을 보호한다고 했다(Youssef 과 Talaat, 2003). 자몽에 대한 관수 제한시기가 과실품질에 미치는 영향을 조사한 연구에 의하면, 수분 스트레스가 가해진 유실수의 경우, 당분축적과 성숙기 촉진에 따른 플라보노이드와 페놀물질함량의 증가를 보고했다(Navarro 등, 2015). 망고 나무들은 일반적으로 심근성으로 잔뿌리가 빈약해서 결실안정과 과실품질 향상을 위해 일본에서는 식재 전에 방근시트를 설치하고 식재하고 있다(Yonemoto, 2011). 본 실험이 진행된 하우스에서도 보온을 목적으로 사용된 수평커튼의 조각을 근역제한을 위해 식재하기 전에 방근시트로 사용이 되었다. 망고나무의 잎의 F_v/F_m 값은 조적과은 0.53와 정밀적과 평균 0.56으로 조적과가 낮은 경향을 보였으나 처리간에 통계적 유의성은 없었다. 또한, 같은 시기에 조사된 서귀포시 토평지역의 근역제한을 하지 않은 성목(약 10년생)하우스의 평균 F_v/F_m 값이 0.70 보다 하원의 하우스

가 아주 낮은 값을 나타냈다. 수분스트레스 조건하에 개화정도, 산화부담 및 감귤나무의 보호 작용에 대한 관계에서 수분스트레스를 받은 ‘Valencia’ 오렌지와 ‘Ellendale’ 탄골류의 Fv/Fm 값은 실험진행 60일후에 각각 0.76과 0.68의 값을 나타냈다(Matias 등, 2015). 그리고 무화과나무의 가지별 열매숙이에 의해 건조스트레스에 대한 내성을 증가했다고 보고한 바가 있다(Jafari 등, 2017).

본 실험이 진행된 하우스의 나무들은 3년생의 유목으로 수관 확대가 충분하지 않은 상태로 엽과비가 일본의 성목보다 낮은 상태임에도 불구하고 착과시켜 극도의 수분스트레스를 받고 있다는 것으로 생각 되었고, 근역제한 된 나무의 조적과 과실은 정밀적과 된 과실에 비해 착과부담의 가중에 따른 어떠한 스트레스를 대응하기 위해 항산화 물질을 많이 생산한 결과로 그 활성산소 소거활성이 높았다고 사료 되었다. 제주와 오키나와에서 재배된 망고 ‘Irwin’ 과실의 품질, 활성산소 소거활성 및 mangiferin 함량 비교에서 오키나와산이 제주산 보다 과피와 과육의 활성산소 소거활성 및 mangiferin 함량 높다고 하였다(Han 등, 2016). 본 연구에서 분석된 mangiferin 함량은 과피와 과육에서 약 $50\mu\text{g}$ 과 $5\mu\text{g}$ 로 Han 등이 보고한 농가 고수고 유인재배와 비슷한 함량을 보였다. 오키나와에서 재배된 과실은 각각 $660\mu\text{g}$ 과 $90\mu\text{g}$ 으로 제주에서 재배된 망고보다 약 100 배나 높았다. 이러한 함량의 차이는 오키나와가 제주보다 남쪽에 위치한 아열대 기후로 강한 자외선으로 활성산소 소거활성 및 그 mangiferin 함량이 높은 것으로 고찰한 바가 있다. 스트레스(엽과비 차이)에 따른 폴리페놀함량에 대한 연구보고들이 보고되지 않았지만 본 실험에서 스트레스 정도에 따른 활성산소 소거활성에 관련된 폴리페놀 물질을 HPLC 로 분석한 결과, 망고에 주로 많이 함유된 mangiferin 과 naringin 이 주된 물질로 검출되었다. 특히, 과피 및 과육추출물에서 그 활성산소 소거활성의 차이는 극도의 여러 스트레스의 환경 상태에서 착과부담이 더해진 스트레스 영향 등에 의한 것으로 생각이 되었다.

참고문헌

- Blois M. S., 1958, "Antioxidant determinations by the use of a stable free radical", *Nature*, 181: 1199–1200.
- Carvalho, R.R., C.H. Pellizzon, L. Justulin, S.L. Felisbino, W. Vilegas, F. Bruni, M. Lopes-Ferrira, and C.A. Hiruma-Lima, 2009, "Effect of mangiferin on the development of periodontal disease: Involvement of lipoxin A4, anti-chemotactic action in leukocyte rolling", *Chem. Biol. Interact.*, 179: 344–350.
- Dar, A., S. Faizi, S. Roome, T. Zikr-ur-Rehman, S. Ali, M. Firdous, and S. T. Moin, 2005, "Analgesic and antioxidant activity of mangiferin and its derivatives: The structure activity relationship", *Biol. Pharm. Bull.*, 28: 596–600.
- Desikan R., J. Hancock and S. Neill, 2004, Plant Responses to Abiotic Stress: *Oxidative stress signaling*, 121–149, Springer, Berlin, Germany.
- Feskanich, D., R.G. Ziger, D.S. Michaud, E.L. Sepizer, and F.E. Willett, 2000, "Prospective study of fruit and vegetable consumption and risk of lung cancer among men and women", *Arch. Biochem. Biophys.*, 315: 161–169.
- Han, S.H., J. S. Kim, T. Teruya, Y. Teruya, I. Moromizato, and C. K. Lim, 2016, "Comparison of the fruit quality, the free radical scavenging activities and mangiferin content of the mango, cv. Irwin cultivated in Jeju and Okinawa", *Kor. J. Hortic. Sci. Technol.*, 34: 634–643.
- KREA., 2014, "Import and domestic production trends of mango", *FTA Issue Report*, 4: 1–4.
- Lee, Y.S., Y.S. Sin, J.W. Park, and S.Y. Kim, 2014, "Analysis of consumption behaviors of mango fruit imports according to magnetization of mango fruit", *Kor. Rur. Eco. Ins.*, 12:37–40.
- Luo, F., Q. Lv, Y. Zhao, G. Hu, G. Huang, J. Zhang, C. Sun, X. Li, and K. Chen, 2012, "Quantification and purification of mangiferin from Chinese Mango (*Mangifera indica* L.) cultivars and its protective effect on human umbilical vein endothelial cells under H₂O₂-induced stress", *Int. J. Mol. Sci.*, 13: 11260–11274.
- Matias, M., O. Borsani, P. Diaz, and F. Rivas, 2015, "Relationship between flower intensity, oxidative damage and protection in *Citrus* under water stress conditions", *Acta Hort.*, 1065: 1234–1247.
- Muruganandan, S., K. Srinivasan, S. Gupta, P.K. Gupta, and J. Lal, 2010, "Effect of mangiferin on hyperglycemia and atherogenicity in streptozotocin diabetic rats", *J. Ethnopharmacol.*, 97: 497–501.
- Nagatani S, G. Yamamoto, and K. Miyamo, 2011, *Effect of satsuma mandarin fruit setting burden at summer season on fine root content and water stress*. Available via

- <http://www.pref.wakayama.lg.jp/prefg/070109/seika/h22/H22seikajoho>.
- Navarro, J.M., B. Pablo, and J.G. Pérez-Pérez, 2015, "Influence of deficit irrigation timing on the fruit quality of grapefruit (*Citrus paradisi* Mac.)", *Food Chem*, 175:329–336.
- Nishita, K., and A. Higasi, 2005, "Effect of the fruit tinning method on the fruit quality in Mango 'Irwin'". Available via <http://www.naro.affrc.go.jp/org/karc/qnoken/yoshi/no69/69-225.pdf>
- Rajendran, P., G. Ekambaram, and D. Sakthisekaran, 2008, "Effect of mangiferin on benzo(a) pyrene induced lung carcinogenesis in experimental Swiss albino mice", *Nat. Prod. Res*, 22: 672–680.
- Sasaki, K., 2002, *Studies on cultural practice for improvement for fruit production and quality in 'Irwin' mango grown under plastic house*, Ph D Diss., Kinki University, Japan.
- Seong, K.C., K.H. Moon, C.H. Kim, C.K. Lim, S.H. Ui and D. Son, 2014, "Gallery of subtropical crops in Korea", *RDA Interrobang*, 139: 1–27.
- Yeshitela, T.B., 2004, Effect of fruit thinning on 'Sensation' mango: *Effect of fruit thinning on 'sensation' mango (mangifera indica) trees with respect to fruit quality, quantity and tree phenology*. Available via <https://repository.up.ac.za/bitstream/handle/2263/2318/03>.
- Yonemoto, T., 2011, *New special fruit production series on cultural practice for Mango fruit full ripening*, Rural Culture Association, eds., 73–75, Tokyo.
- Youssef, A.A., and I. M. Talaat, 2003, "Physiological response of rosemary plants to some vitamins", *Egypt Pharm. J.*, 1: 81–89.

Abstract

Comparison of the Characteristics of Fruit Quality and Free Radical Scavenging Activities and Polyphenol Content by a Degree of Fruit Thinning(Leaf-Fruit Ratio) in Mango 'Irwin' Cultivated in a Plastic Heating House

Han, Sang-Heon* · Cho, Jae-Jung** · Kang, Youn-Koo***

The characteristics of fruit quality, free radical scavenging activity of mango 'Irwin'cultivated in a plastic heating house were compared between types of the fruit thinning (leaf-fruit ratio 7-10; rough fruit thinning, leaf-fruit ratio 16-20; and detailed fruit thinning). The fruit size during the growth stage and fruit quality after ripening were lower in rough fruit thinning (RFT) than in detailed fruit thinning (DFT). The proton efficiency(F_v/F_m) related to tree stress tended to be lower in REF than in DFT. The free radical scavenging activity differed according to the content of ethanol extract in peel and flesh. The free radical scavenging activity of RFT was higher than the of DEF in peel extracts when the content of ethanol was not higher then 0.25 μ g and the flesh extracts when the content to ethanol was not higher than 1mg. There was no difference in mangiferin content related to the free radical scavenging activity between the two treatments, but naringin content differed between the treatments. In particular, the difference in free radical scavenging activity in the peel and flesh extracts was thought to be attributable to the effects of added stress with the fruit setting burden in an environment with many extreme stress conditions.

Key Words : Proton efficiency(F_v/F_m), mangiferin, naringin, rough (leaf-fruitratio; 7-10) and detailed (leaf-fruit ratio; 16-20) fruit thinning, fruit setting burden.

교신 : 한상현 63243 제주특별자치도 제주시 제주대학로 102,
생명자원과학대학 친환경농업연구소

* Corresponding author, College of Applied Life Science SARI, Jeju National University

** Environment & Energy with Construction Technologies (E2CTECH)

*** National Institute of Agricultural Engineering, NAAS, RDA

(E-mail: snagheon@jejunu.ac.kr)

논문투고일 : 2020. 06. 19

심사완료일 : 2020. 07. 31

게재확정일 : 2020. 08. 10

가온 하우스에 있어 망고 'Irwin'과실의 적과 정도에 따른 품질,
활성산소 소거활성 및 Poly Phenol함량비교

<Table 1> Changes of length, diameter, and fruit shape index as treatment of RFT (leaf-fruit ratio, 7-10; rough fruit thinning) and DFT (leaf-fruit ratio, 16-20; detailed fruit thinning) for the fruit growth in mango 'Irwin' cultured in a plastic heating house.

Date of Invest.	Length(mm)			Diameter(mm)			Index of fruit shape		
	RFT	DET	LSD (5%) n=15	RFT	DET	LSD (5%) n=15	RFT	DET	LSD (5%) n=15
May 10	110.6	124.1	0.35	79.2	87.2	0.29	1.4	1.4	ns
26	118.8	125.6	0.14	85.3	91.0	0.69	1.4	1.4	ns
Jun 15	120.6	127.0	0.97	89.3	91.4	0.95	1.4	1.4	ns

LSD; Least significant difference, ns; no significance

<Table 2> Changes of red-green degree (a), yellow-blue degree (b), a/b ratio in fruit harvest season and F_v/F_m (Photon efficiency) on Junas treatment of RFT (leaf-fruit ratio, 7-10; rough fruit thinning) and DFT (leaf-fruit ratio, 16-20; detailed fruit thinning) in mango 'Irwin' cultured in a plastic heating house.

Treatments	a (degree)	b (degree)	a/b (ratio)	F_v/F_m (Photon efficiency)
RFT	15.0	44.0	0.4	0.53
DFT	12.7	28.2	0.7	0.56
LSD (5%) n=15	0.30	0.30	0.01	ns

LSD; Least significant difference, ns; no significance

<Table 3> Changes of fruit qualities as treatment of RFT (leaf-fruit ratio, 7-10; rough fruit thinning) and DET (leaf-fruit ratio, 16-20; detailed fruit thinning) at harvest season in mango ‘Irwin’ cultured in a plastic heating house.

Treatments	Weight (g)	Hardness (kg)	Total soluble solids (°Brix)	Acidity (%)
RFT	476.4	1.3	13.1	0.2
DET	544.1	1.8	14.2	0.2
LSD (5%) n=15	0.13	0.29	0.84	ns

LSD; Least significant difference, ns; no significance

<Table 4> Changes of poly phenol concentration in peel and flesh as treatment of RFT (leaf-fruit ratio, 7-10; rough fruit thinning) and DFT (leaf-fruit ratio, 16-20; detailed fruit thinning) in mango ‘Irwin’ cultured in a plastic heating house.

Treatments	Peel (μg·D.W g ⁻¹)		Flesh (μg·D.W g ⁻¹)	
	Mangiferin	Naringin	Mangiferin	Naringin
RFT	41.0	421.6	11.7	26.5
DET	40.7	364.4	4.7	5.9
LSD (5%) n=15	ns	0.31	ns	5.35

LSD; Least significant difference, ns; no significance

가온 하우스에 있어 망고 'Irwin' 과실의 적과 정도에 따른 품질,
활성산소 소거활성 및 Poly Phenol 함량 비교

<Table 5> Comparison of inhibition ratio to active oxygen in peel as treatments of in RFT (leaf-fruit ratio, 7-10; rough fruit thinning) and DET (leaf-fruit ratio, 16-20; detailed fruit thinning) at harvest season in mango 'Irwin' cultured in a plastic heating house.

Treatments		Content of extracts (μg)					
		0.12	0.25	0.50	50	100	500
RFT	Inhibition ratio (%)	23.5	28.9	61.1	80.2	84.1	84.0
DET		19.0	20.6	57.7	78.7	84.6	84.0
LSD (5%) n=5		0.17	0.34	ns	ns	ns	ns

LSD; Least significant difference, ns; no significance

<Table 6> Comparison of inhibition ratio to active oxygen in flesh as treatments of in RFT (leaf-fruit ratio, 7-10; rough fruit thinning) and DET (leaf-fruit ratio, 16-20; detailed fruit thinning) at harvest season in mango 'Irwin' cultured in a plastic heating house.

Treatments		Content of extracts (μg)			
		100	500	1,000	6,250
RFT	Inhibition ratio (%)	9.9	21.5	42.4	85.5
DET		1.6	18.9	20.9	82.5
LSD (5%) n=5		0.80	0.58	0.44	ns

LSD; Least significant difference, ns; no significance

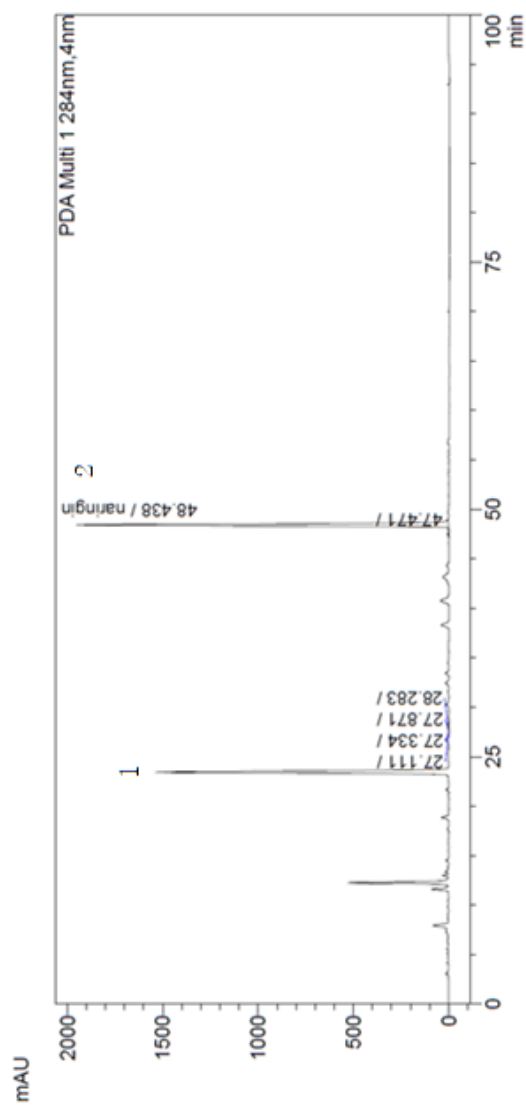


Fig. 1. Chromatogram of poly phenol analyzed ethanol extracts from peel of RFT (leaf-fruit ratio, 7-10; rough fruit thinning) at harvest season with HPLC in mango 'Irwin' cultured in a plastic heating house. 1: mangiferin, 2: naringin