



노지재배 풋굴 수확시기가 수량과 과실생육 및 다음해 착화에 미치는 영향

강석범^{1*}, 문영일², 양경록¹, 좌재호¹, 이해진³

¹농촌진흥청 국립원예특작과학원 감귤연구소, ²농촌진흥청 대변인실, ³농촌진흥청 빅데이터팀

Effect of the Harvest Season on the Yield and Growth of Unripe Fruit and Biennial Flowering of 'Miyagawa' Satsuma Mandarin in Open Field Cultivation

Seok-Beom Kang^{1*}, Young-Eel Moon², Kyung-Rok Yankg¹, Jae-Ho Joa¹, and Hae-Jin Lee³ (¹Citrus Research Institute, National Institute of Horticultural & Herbal Science, Rural Development Administration, Jeju 63607, Korea, ²Spokesperson office, Rural Development Administration, Jeonju 54875, Korea, ³Agricultural Bigdata Division, Rural Development Administration, Jeonju, 54875, Korea)

Received: 18 October 2019/ Revised: 11 November 2019/ Accepted: 18 November 2019

Copyright © 2019 The Korean Society of Environmental Agriculture

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ORCID

Seok-beom Kang

<https://orcid.org/0000-0002-4504-6075>

Abstract

BACKGROUND: As consumption of unripe mandarin increases, its cultivation has increased in open field cultivation areas. Because unripe mandarin must be harvested before ripening and color change, the optimum harvest time must be determined. This study investigated the effect of the harvest season on the yield of unripe fruit and biennial flowering of 'Miyagawa' satsuma mandarin.

METHODS AND RESULTS: Two areas of unripe mandarin orchard were selected, and the yield, fruit growth, working time, and flowering of trees the following year were investigated. Fruit was harvested at 40, 60, 80, 100, and 120 days after full bloom and at general ripening. Fruit yield of unripe mandarin increased with later harvest time from 100th to 120th day except normal ripening. The next year, biennial occurred with normal ripening and harvesting, but not at the 120th day after full bloom. At the 40th day (earliest harvest time), summer and autumn shoots were present, but not after the 100th day. The 40th day required the most harvesting time; because the time gradually decreased

with later harvest, the harvest time was shortest on the 120th day, and general ripening occurred shortly after the 120th day.

CONCLUSION: Harvesting of unripe mandarin 100-120 days after full bloom was ideal to reduce harvesting time, enhance yield, and enable flowering the following year.

Key words: Unripe Mandarin, Flowering, Yield, Harvesting Time

서론

감귤류는 저온에 민감한 작목으로 전 세계의 감귤산지는 최저 연평균 기온이 7°C (Davies and Albrigo, 1994)인데, 우리나라의 감귤재배 주산지인 제주는 그 보다 낮은 최저 평균 기온이 5°C (Meteorological administration, 2011)로 기온이 낮은 곳에 속한다. 연평균 기온도 15.3-16.2°C (Meteorological administration, 2011)로 전 세계의 감귤재배 지역 중 비교적 기온이 낮은 곳에 위치하고 있다. 그래서 저온에 비교적 강한 만다린 중에 조생 온주밀감인 '궁천조생'을 노지에서 주로 재배가 되고 있는 실정이다. 그러나 노지감귤 농가에서는 11월에 집중된 '궁천조생' 홍수출하를 피하기 위해 10월 중순에 수확되는 극조생 품종 출하를 하고 있으며 최근에는 성숙이 되지 않았는데도 미성숙 성숙한 상태의 미숙과인 풋굴의 생산 및 판매하는 새로운 작형이 등장하였다.

*Corresponding author: Seok-beom Kang
Phone: +82-64-730-4108; Fax: +82-64-730-4111;
E-mail: hortkang@korea.kr

과피가 녹색을 띠는 감귤을 과거에는 청귤이라 불렀으나 재래귤과 이듬이 혼동되어 명칭을 통일하여 풋귤 이라고 정의하며 사용하고 있다. 풋귤 생산에 대한 재배면적은 최근 급속히 증가하고 있는데 2016년 300 ha내외에서 재배가 진행되다 2018년에는 900 ha로 재배면적이 급속히 늘어나 수매량이 951 MT에 이르고 있다(Jeju Gamgyul Association, Inc. (JGA), 2019). 풋귤은 제주특별자치도 도지사가 정한 날짜까지 출하가 되는 과피가 녹색을 띠어야 상품성이 있으며 잔류농약검사와 착색기 이전에 수확을 해야 풋귤로 판매가 가능하기에 제주지역에서는 8월부터 9월 중순 까지만 풋귤생산이 허용되고 있다(JSSP, 2019).

감귤은 분류상 감귤속(*Citrus L.*), 금감속(*Fortunella SWINGLE*), 탕자속(*Poncirus Raf.*)의 3속으로 나눌 수 있다. 감귤류는 운향과에 속하며 국내에서는 온주밀감 감귤이 전체 재배면적이 75% 이상을 차지하고 있으며 풋귤로 이용되는 품종은 대다수가 조생 온주밀감 품종 계통이다.

풋귤(청귤, young fruit)이란 착색이 되지 않은 미성숙한 어린 감귤을 말하며 최근 국내 감귤재배지에서는 완숙되지 않은 풋귤을 수확하여 음료 등 가공원료나, 화장품 및 차로 이용하는 산업이 발달되고 있다. 감귤에는 다양한 기능성 성분이 많이 함유되어 있으나 풋귤일 때 그 중 flavonoid 종류가 많이 함유되어 있다(Itoh et al., 2010).

감귤은 일반적으로 한해 과다 착과를 하게 되면, 다음해에는 착과량이 급속히 감소하는 해거리가 발생되나 일찍 감귤을 수확하게 되면 다음해 해거리를 예방할 수 있다(Kihara and Konakahara, 2000; Monselise and Goldschmidt, 1982). 현재까지 풋귤에 대한 수확시기에 대한 연구들은 전혀 되어 있지 않아 해거리를 경감하며 품질이 좋은 풋귤을 생산할 수 있는 수확 시기에 대한 연구가 시급히 필요한 실정이다.

본 연구는 급속히 늘어나고 있는 새로운 재배작형인 풋귤 안정생산을 위해 다음해 해거리에 문제가 없는 적합한 수확 시기를 밝히고 감귤나무의 풋귤 생산성을 향상하기 위해 수행하였다.

재료 및 방법

실험재료

제주특별자치도 서귀포시 남원읍 하례리와 위미리 소재 감귤원에서 수세와 수관이 비슷한 20년생의 '궁천조생' 나무를 공시해 본 실험을 실시하였다. 일반적인 감귤관행 재배방법과 농촌진흥청 시비관리 기준과 병해충 방제방법에 준해 감귤원을 관리했다.

처리내용

실험은 같은 수령의 생육이 균일하고 다음해 꽃눈이 충실해 화이형성이 원활한 해거리가 없는 나무를 선정하여 완숙과를 11월 하순에 수확하는 관행수확구를 대조구로 하고, 노지 감귤의 꽃이 70~80% 피는 만개기를 기준으로 만개 후 40일, 60일, 80일, 100일, 120일째에 풋귤을 수확하였다. 각

각의 처리를 위해 두 지역에서 풋귤 수확처리별로 균일한 나무를 3주씩 총 36주를 선정하여 2017년 3월부터 2019년 9월 까지 실험을 수행하였다.

화엽비 조사

본 실험에 이용된 각 처리별 시험수에 대해 나무별로 각각 4개의 결과지를 선정하여 엽과 꽃의 비율을 2017년부터 2019년까지 3년간 조사하였다. 시험처리를 하는 나무는 시험이 종료될 때까지 동일한 나무에 대해 조사를 하였으며 이를 통해 해거리 발생 유무를 화엽비를 통해 확인하였다. 화엽비 산정을 위해 각각 처리 나무별로 표찰된 4개의 결과지에서 구엽과 착화수를 각각 조사하여 아래와 같이 계산하였다.

$$\text{화엽비}(\%) = (\text{꽃수} / \text{엽수}) \times 100$$

생육조사

본 실험에 이용된 시험수에서 풋귤을 수확한 후 수확된 부위에서 신초가 발생하는 발아 시기를 2일 간격으로 확인하여 여름순과 가을순이 발생하는 것을 처리별로 조사하여 풋귤 수확시기가 수체의 신초발생에 미치는 영향을 조사하였다. 신초 발생여부는 풋귤을 수확한 시험수에서 신초가 발생하는 나무를 농촌진흥청(Rural Development Administration, RDA) 표준조사 방법에 따라 조사하였다(RDA, 2000).

수량 및 수확시간 조사

본 실험에 이용된 수체를 대상으로 각각의 풋귤 수확시기에 만개기를 기준으로 각각 처리일에 나무전체에 달린 과실을 수확하였다. 만개 후 40일부터 80일째까지는 손으로 풋귤을 수확하였으나, 만개 후 100일째가 지나면서 채집과를 이용하여 과실을 수확하였으며 이때 수확시 소요되는 수확작업에 소요되는 노동시간도 같이 조사하여 작업시간을 주당 분으로 환산하였다.

통계분석

본 실험에 이용된 자료에 대해서는 SAS Enterprise Guide 4.3을 이용하여 던컨다중검정($p=0.05$)으로 처리간의 유의성을 분석하였다.

결과 및 고찰

화엽비

본 실험에서 노지 '궁천조생' 온주밀감 재배지에서 풋귤 수확시기가 이듬해 착화에 미치는 영향을 조사하였다(Fig. 1). 풋귤 수확 처리전 시험에 이용된 노지 궁천 조생 온주밀감은 서귀포 하례리 지역에서는 처리별로 착화량이 1.0~2.0, 남원 지역은 1.0~1.9로 해거리가 없는 꽃이 정상적으로 착화된 상태를 나타내었다. 만개기를 기준으로 만개 후 각각 40일, 60일, 80일, 100일, 120일째와 수확기(180일째)에 각각 나무전체의 과실을 조사한 후 이듬해 착화되는 화엽비를 조사하

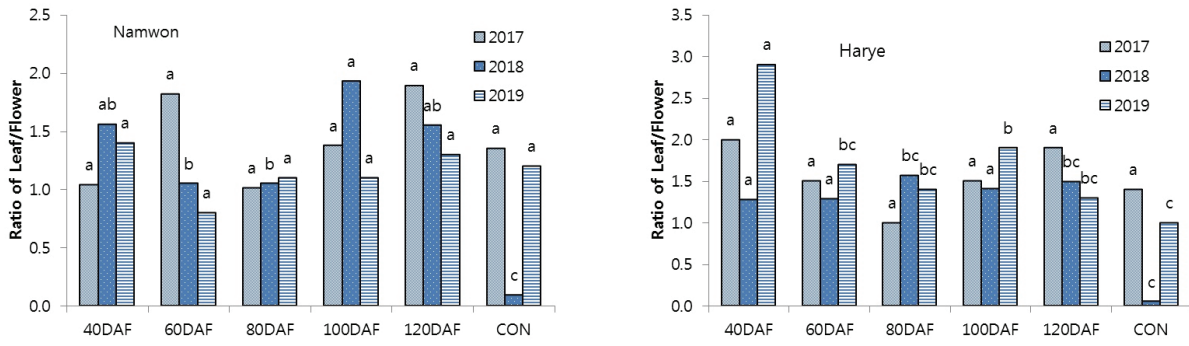


Fig. 1. Effect of harvest timing of unripe fruit on the ratio of leaf and flowering of ‘Miyagawa’ satsuma mandarin of next year in open field cultivation area.

* DMRT at p = 0.05, N=9, Experiment site: 2 area (Namwon, Harye). * DAF: Days after full bloom

였다. 그 결과 2018년도는 만개기를 기준으로 꽃굴을 40일째 부터 120일째 까지 수확한 남원지역이 화엽비가 40일째가 1.56로 매우 높았으나 100일째 1.93에 이어 120일째도 1.55로 높게 나타났다. 하례지역에서도 40일째의 화엽비는 1.28로 높았으나 100일째의 1.41에 이어 120일째에서도 1.49로 높게 나타나 100일째와 120일째 수확을 하더라도 두 지역 모두 착화에는 문제가 없는 것으로 나타났다. 반면 수확기에 맞춰 완숙과를 수확한 대조구의 다음해(2018년) 착화량은 남원지역에서는 0.09, 하례지역에서도 0.05로 매우 극심하게 감소하는 결과를 나타냈다(Fig. 6). 이는 과실의 생육기간을 충분히 보내고 완숙과를 수확하는 재배작형에서 착과량이 많아지게 되면 과수의 특성상 양분소모가 많아지게 되어 다음해 격년결실인 해거리가 나타나는 결과를 보여주었다(Shalom et al., 2012; Jones, 1975). Shalom 등(2012)은 과수는 착과량 과다에 의해 해거리가 발생되며 해거리가 발생하는 해에는 봄에 눈 길이가 발생하지 않는 해보다 길어진다고 보고 하였다. 이와 연관된 유전자 가운데 해거리를 발생시키는 유전자는 유년기부터 성목기 까지를 조절하는 miR156에 의해 통제되는 SPL상동염색체가 관여하며 착과량 과다에 의한 완숙과 생산이 해거리의 주요 원인이라고 하였다.

꽃굴의 과중

꽃굴 수확 시기에 따른 과실의 무게를 조사한 결과는 Fig. 2에 나타났다. 만개 후 40일째 수확한 처리구는 과중이 2017년은 4.4~5.4 g과 2018년 4.1~5.2 g로 매우 작았다. 60일째 처리구도 17년도는 14.5~15.5 g, 18년도는 11.8~15.3 g으로 작았다. 본 결과를 통해 보면 관행 수확구에 비교하였을 때 만개 후 100일 이전까지는 과실의 크기가 관행구의 50%에 미치지 못하는 결과를 나타냈다. 만개 후 100일이 넘어가면서 과중이 2017년에는 49.3~62.8 g으로 관행구의 50% 수준으로 커졌으나 2018년에는 28.7~43.7 g으로 착과량이 많아짐에 따라 다소 과중이 감소하였다. 그러나 만개 후 120일째 수확에서는 2017년에는 51.0~59.2 g으로 관행수확구의 60% 수준으로 과실이 커졌으며, 2018년에는 51.8~55.3 g으로 과실 비대는 전년도와 차이가 없었으나 2018년도 관행 수확구의 과실이 적게 착과되어 대조구의 과중이 소량 착과에 따른 대과로 과실이 커져 대조구와의 과중 비율은 다소 감소하였지만 일반적인 상품과의 과중이 80~100 g 내외인 점을 감안하면 정상과의 60~70% 수준으로 커지는 것으로 조사되었다.

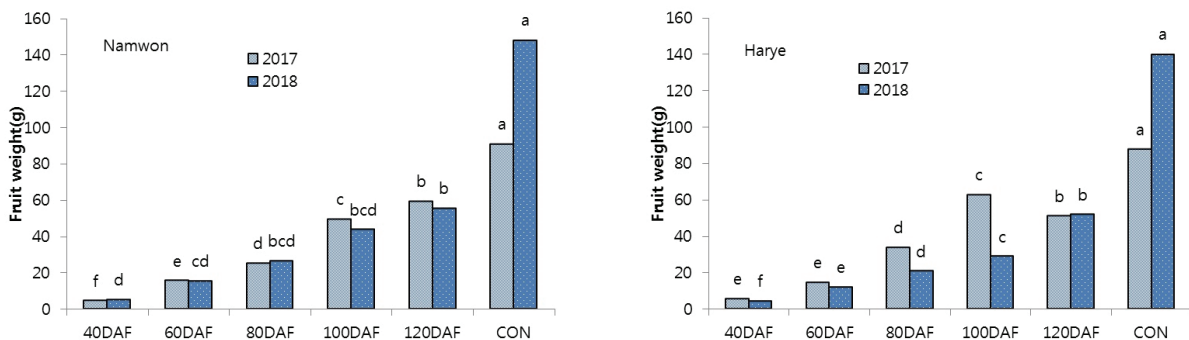


Fig. 2. Effect of harvest timing of unripe fruit on the fruit weight of ‘Miyagawa’ satsuma mandarin in open field cultivation area.

* DMRT at p = 0.05, N=9, Experiment site: 2 area (Namwon, Harye)

꽃굴의 비대

꽃굴 수확 시기에 따른 과실의 비대를 조사한 결과는 Fig. 3에 나타났다. 과실의 횡경비대에서는 과중과는 달리 만개 후 40일째 수확에서 2017년도는 20.0~21.9 mm, 2018년도는 19.8~21.8 mm를 나타냈으나 관행수확구와 비교하였을 때는 관행 수확구에 비해 과실 비대율이 28~32%로 크기가 작았다. 꽃굴을 수확하는 만개 후 일수가 늘어남에 따라 과실의 크기도 증가하였다. 2017년은 만개 후 100일째 46.7~51.6 mm, 2018년에는 39.3~47.8 mm로 평균 40 mm를 넘으며, 만개 후 120일째는 2017년 47.9~50.7 mm, 2018년에는 48.5~49.9 mm로 평균 49 mm를 나타냈다. 반면, 관행 수확구에서는 2017년은 60.0~62.1 mm, 2018년은 71.4~71.7 mm로 수확일에 과실이 가장 컸으나 2018년에는 해거리 발생으로 착과량이 적어 과실의 크기가 상대적으로 평년인 해에 비해 더욱 컸다. 재배 현장에서는 꽃굴에서 상품성을 갖는 크기는 40 mm로 이를 넘어서면 꽃굴로서의 가치가 높아지는데 만개 후 100일째에는 과실의 크기가 다소 작은 부분도 있었으나 120일째에서는 대부분의 과실이 40 mm를 넘어 꽃굴로서 상품성이 높았다.

꽃굴의 수량

만개 후 수확 시기에 따른 노지 온주밀감의 꽃굴 수량에 대

한 결과는 Fig. 4에 나타났다. 만개 후 40일째에서는 2017년 수량이 주당 5.1~9.8 kg, 2018년에는 7.7~8.7 kg으로 연차 간 큰 차이 없이 평균 수량이 7.5~8.2 kg으로 수량이 가장 낮았다. 만개 후 60일째는 2017년 16.0~19.4 kg, 2018년에는 15.2~18.3 kg으로 연차 간 17.2~17.3 kg으로 일정한 경향을 나타냈다. 본 연구에서 만개기 후 일찍 수확한 처리구들은 과실이 작아 수량성이 낮은 문제점을 가졌다. 만개 후 80일째 수확한 처리구는 수량이 이전 처리구에 비해 배 이상 증가하여 2017년에는 39.3~39.8 kg, 2018년에는 26.1~33.4 kg으로 평균 29.8~39.8 kg으로 주당 수량이 나타났다.

앞선 결과에서처럼 과실 이용가능성이 높았던 처리구는 만개 후 100일째와 120일째였는데 수량성에 있어서는 만개 후 100일째 수량이 2017년 44.7~48.7 kg, 2018년에는 36.8~39.3 kg으로 연차 간 수량이 다소 변동이 있지만 평균 38.1~46.5 kg의 주당 수량성을 나타냈다. 그러나 과실의 크기도 적정하였고 착화량도 안정적이었던 만개 후 120일째 꽃굴 수확에서는 2017년 수량이 63.1~63.3 kg, 2018년에는 47.0~49.5 kg으로 수량성이 많아졌으며 평균 48.3~63.2 kg으로 수량성이 뚜렷하게 늘어났다. 이에 반해 관행 수확구에서는 수량이 2017년에 114.6~118.6 kg으로 높았으나, 2018년에는 7.3~50.4 kg으로 해거리에 의해 연차 간 및 지역 간에 수량이 유의하게 수량이 감소하여 평균 28.9~116.6 kg으로 수량

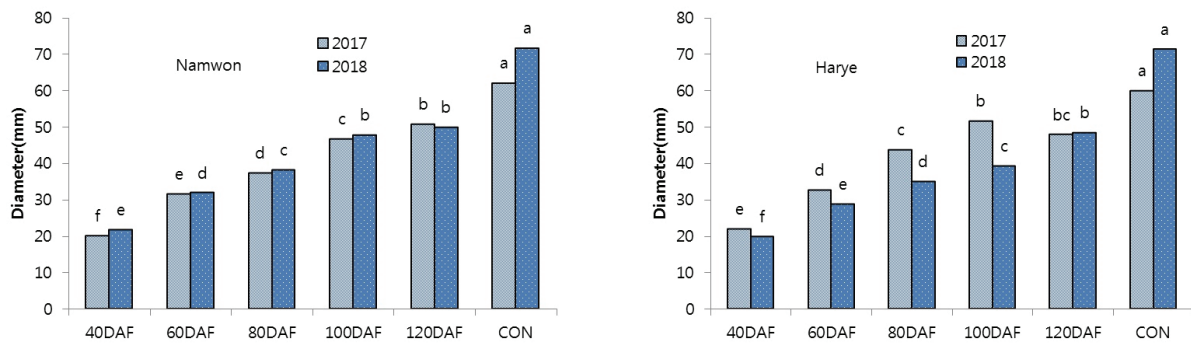


Fig. 3. Effect of harvest timing of unripe fruit on the fruit diameter growth of 'Miyagawa' satsuma mandarin fruit in open field cultivation area.

* DMRT at p = 0.05, N=9, Experiment site: 2 area (Namwon, Harye)

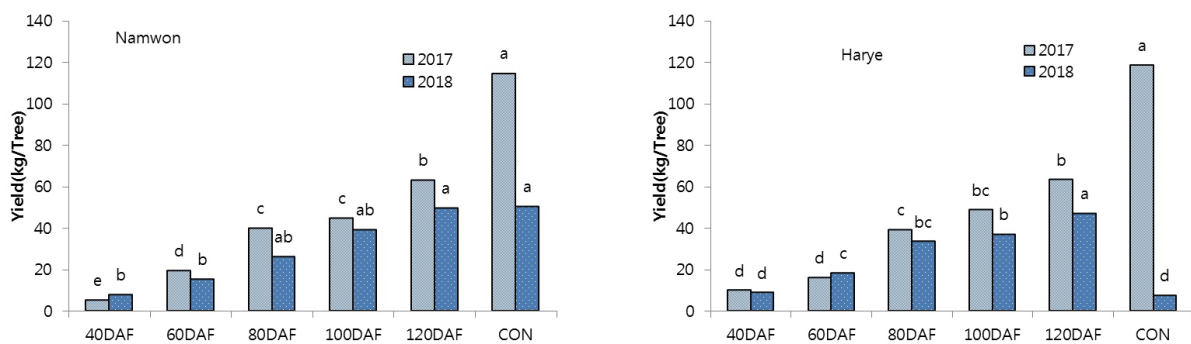


Fig. 4. Effect of harvest timing of unripe fruit on the yield of 'Miyagawa' satsuma mandarin open field cultivation area.

* DMRT at p = 0.05, N=9, Experiment site: 2 area (Namwon, Harye)

차이가 크게 발생하였다. 이 결과를 통해 보면 일반 관행 수확구는 해거리를 강하게 발생하여 많이 달리는 해는 성숙된 경우 100 kg이상의 수량을 나타낼 수 있지만 해거리가 심하게 오게 되면 수량이 정상수량의 6.4~42% 이하로 떨어지는 결과를 얻게 되었다. 반면 만개 후 100일째는 연차간 10 kg이내의 편차로 관행 수확의 58.2%의 수량성을 나타냈고, 만개 후 120일째 수확구는 15 kg이내의 편차로 관행수확구의 76.6%의 수량성을 나타냈다.

풋귤의 수확시간

Fig. 5는 풋귤 수확에 소요되는 수확작업 시간을 조사한 결과이다. 본 조사에서는 만개기간이 짧을수록 과실이 작아 수확작업에 많은 시간이 소요됐다. 특히 만개 후 40일째는 2017년은 95분, 2018년에는 67분으로 2년 평균 81.3분이 소요됐다. 그러나 만개일수가 늘어남에 따라 수확에 들어가는 작업시간은 과실이 커지는 영향도 연계되어 감소하였으며 만개 후 100일째 수확에서는 2017년은 35~41분이 소요됐으며, 2018년에는 45~70분이 소요되어 평균 47.8분이 걸렸다. 만개 후 120일째 수확에서는 2017년은 39~41분, 2018년에는 41~45분이 소요되어 평균 41.5분이 걸렸다. 이러한 결과는 관행 수확구의 두 지역의 2년 평균 45.3분이 소요되는 결과보다 더 짧아진 결과로서 풋귤을 수확하는데 있어 120일째가 좀 더 효율적으로 풋귤을 수확할 수 있었다. 이는 풋귤은 과실이 아직 성숙되지 않아 과피가 단단해 과실이 다칠 위험성이 적어 수확작업이 좀더 신속하게 진행되지만 완숙과는 과피가 연약해져 강한 충격에 물러지는 일들이 많아 수확작업에 좀 더 신경을 쓰게 되어 수확시간이 더 소요된 것으로 판단된다.

풋귤 수확시기가 노지 궁천 조생 온주밀감의 여름순과 가을순 발생에 미치는 결과는 Table 1에 나타냈다. 만개일수를 기준으로 풋귤을 수확했을 때 40일째 수확처리구는 여름순과 가을순까지 발생이 되었다. 그러나 만개 후 60일째부터 100일째까지 풋귤을 수확한 처리구는 여름순이 발생되었으나 늦게 수확할수록 여름순 발생은 적어졌다. 반면 만개 후 120일째 풋귤을 수확한 처리구는 여름순 발생이 관행수확구와 같

이 없는 결과를 나타내 수체관리에 오히려 늦게나오는 여름순을 제거하는 번거로움이 만개 후 120일째는 없어 과원 관리작업에 효율적일 것으로 판단되었다.

본 연구에서 풋귤 수확은 만개 후 120일째 하였을 때 과실의 수량도 가장 많고 수확작업에 소요되는 시간도 적은 결과를 나타냈다. 그러나 이 시기보다 더 늦추는 풋귤수확은 재배 현장에서 어려운 것으로 확인되었다. 그 원인은 풋귤을 수확한 후 농가에서는 7~10일정도 풋귤에 대한 잔류농약 검사를 수행해야 하며 풋귤이 제주특별자치도 풋귤 유통 조례에서 보장된 유통기간이 8월1일부터 9월15일이다(JSSP, 2019). 따라서 만개 후 120일째가 되는 9월 초순에 수확을 하여 잔류농약검사를 수행하면 9월 10~15일 이내가 된다. 또한 풋귤은 9월 중순이 되면서부터 풋귤 특유의 푸른색이 얼어지고 과피가 노랗게 변색하는 착색기에 들어가기 때문에 9월 중순이후 수확되는 과실은 풋귤로서 상품성이 급격히 떨어지게 된다.

풋귤은 기존 재배작형에 없는 성숙하기 전의 푸른 녹색을 띠는 과실을 상품과로 이용하는 재배작형이다. 또한 무엇보다 다음해 해거리에 문제가 없고 수량성도 있는 게 중요하다. 본 시험에서는 이러한 부분을 검토하기 위해 생육이 균일한 같은 수령의 나무를 서귀포 하례와 남원 두 지역에서 수행하였다. 만개기에 있어서는 두 지역간에 하루 정도의 차이가 있었지만 그 외의 생육반응에서는 큰 차이를 보이지 않았다. 이번의 연구결과를 통해 보면 만개기를 이용한 수확에서 만개 후 40일부터 120일까지 모든 풋귤 수확구에서 다음해 착화에는 문제가 없어 해거리를 일으키지 않는 것으로 나타났다. 그러나 일찍 수확할수록 수량은 적었으며 수확작업에 많은 시간이 소요되는 결과를 나타냈다.

해거리는 대부분의 과수에서 보고되고 있다. 특히 아열대, 열대지역에서 자라는 과수가 대부분 해거리 문제를 갖고 있는데 열대과수에서는 피스타치오(Crane, 1971), 크렌베리(Eaton, 1978), 피칸(Worley, 1971), 아보카도, 등이 보고되고 있으며, 아열대과수에서는 사과(Jonkers, 1979), 배(Jonkers, 1979), 살구(Fisher, 1951), 커피(Chandler, 1950), 오렌지(West et al., 1937; Moss, 1971), 탄제린(Jones, 1975), 만다린(Iwasaki et al., 1962)에서 보고되고 있다. 해거리가 발생하는 원인은

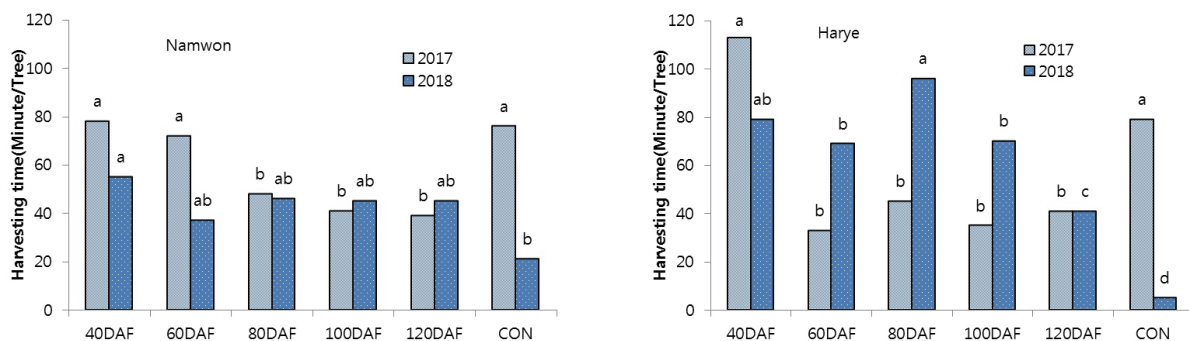


Fig. 5. Effect of harvest timing of unripe fruit on the used harvesting time of 'Miyagawa' satsuma mandarin fruit in open field cultivation area.

*DMRT at $p = 0.05$, $N=9$, Experiment site: 2 area (Namwon, Harye)

Table 1. Effect of harvesting timing of unripe fruit on the occurrence of summer and autumn shoot of 'Miyagawa' Satsuma mandarin in open filed cultivation area

Treatment	Namwon			Harye		
	Treatment Date	Date of Summer Shoot	Date of Autumn Shoot	Treatment Date	Date of Summer Shoot	Date of Autumn Shoot
40DAF	18 Jun.	30 Jun.	30 Aug.	25 Jun.	5 Jul.	7 Sep.
60DAF	10 Jul.	23 Aug.	-	17 Jul.	29 Jul.	-
80DAF	30 Jul.	23 Aug.	-	6 Aug.	18 Aug.	-
100DAF	20 Aug.	2 Sep.	-	27 Aug.	7 Sep.	-
120DAF	10 Sep.	-	-	14 Sep.	-	-
Control (Custom harvest)	19 Nov.	-	-	19 Nov.	-	-

* Survey Date: From 18 June to 19 November in 2018.



Fig. 6. Effect of harvest timing of unripe fruit on the outbreak of following year flowering of 'Miyagawa' satsuma mandarin in open field cultivation area.

주로 수체에 저장된 양분이 완숙과 생산을 위해 과실로 이동되어 축적됨에 따라 수체에 탄수화물 축적이 부족하게 되어 발생된다고 보고되고 있다(Okuda et al., 1996). 그러나 수확을 일찍 하였을 때나 적절한 적과를 해줬을 때는 수체에 미치는 착과부담이 줄어들게 되어 저장양분 소모가 감소하여 다음해에도 정상적인 착화가 가능하다. 본 연구에서도 꽃굴을

이용한 수확이시기를 구명하는 연구를 수행한 결과 착색기에 들기 이전에 수확되는 꽃굴 수확구에서는 다음해 착화에 문제를 일으키지 않았다. 즉 만개 후 120일까지 수확되는 꽃굴 생산은 다음해에 해거리 문제를 일으키지 않는 결과를 얻게 되었다. 그러나 정상적인 완숙과를 수확하였을 때는 해거리가 심하게 발생되어 한해는 과다 착과되고 다음해는 착과가 급

감하는 해거리가 발생하는 결과를 얻게 되었다.

본 연구결과를 통해 살펴보면 재배면적이 가장 많은 노지 조생 온주밀감을 활용한 꽃굴생산을 추진할 경우에는 만개기를 기준으로 100일에서 120일 사이에 꽃굴을 수확한다면 해거리도 해결하면서 적절한 수량성도 얻을 수 있고 수확작업 효율도 높아 수확시간도 줄일 수 있어 꽃굴 수확시기로서 적합한 것으로 나타났다. 특히 본 연구에서는 만개 후 120일째 수확하는 처리구 결과가 가장 좋았지만 수확작업에 많은 시간이 걸리기에 이 시기를 참고로 하여 그 이전인 만개 후 100일째부터 수확작업을 하여 만개 후 120일째 까지 수확을 완료한다면 꽃굴 과실에 대한 잔류농약검사와 수량성 문제도 해결하며 해거리도 문제되지 않고 수확작업 시간도 줄여 적절할 것으로 판단되었다.

Note

The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgement

This study was supported by the Agenda Program (Project No. PJ01265501), Rural Development Administration, Republic of Korea.

References

- Chandler, W. H. (1950). Evergreen orchards. pp. 535-550, Henry Kimpton, London, UA.
- Crane, J. C. (1971). The unusual mechanism of alternate bearing in pistachio. *HortScience*, 6, 1022-1035.
- Davies, F. S., & Albrigo, L. G. (1994). *Citrus*, p. 204-205, CAB International Wallingford.
- Eaton, G. W. (1978). Floral induction and biennial bearing in the cranberry. *Fruit Varieties Journal*, 32, 58-60.
- Fisher, D. V. (1951). Time of blossom bud induction in apricots. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*, 58, 19-22.
- Itoh, K., Masuda, M., Naruto, S., Murata, K., & Matsuda, H. (2010). Effects of unripe Citrus hassaku fruits extract and its flavanone glycosides on blood fluidity. *Biological and Pharmaceutical Bulletin*, 33(4), 659-664.
- Iwasaki, T., Shichijo, T., & Iba, Y. (1962). Studies on the control of alternate bearing in citrus. VI. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 31(1), 1-12.
- Jones, W. W. (1975). Starch content of roots of 'Kinnow' mandarin trees bearing fruits in alterante years. *Hort Science*, 10, 514.
- Jonkers, H. (1979). Biennial bearing in apple and pear: a literature survey. *Scientia Horticulturae*, 11(4), 303-317.
- Kihara, T., & Konakahara, M. (2000). Present status and countermeasure for biennial bearing in satsuma mandarin trees. *Bulletin of the National Institute of Fruit Tree Science*, 34, 111-136.
- Monselise, S. P., & Goldschmidt, E. E. (1982). Alternate bearing in fruit trees. *Horticultural Reviews*, 4, 128-173.
- Moss, G. I. (1971). Effect of fruit on flowering in relation to biennial bearing in sweet orange (*Citrus sinensis*). *Journal of Horticultural Science*, 46(2), 177-184.
- Okuda, H., Kihara, T., & Iwagaki, I. (1996). Effects of fruit removal on photosynthesis, stomatal conductance and ABA level in the leaves of vegetative shoots in relation to flowering of satsuma mandarin. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 65(1), 15-20.
- Shalom, L., Samuels, S., Zur, N., Shlizerman, L., Zemach, H., Weissberg, M., Ophir, R., Blumwald, E., & Sadka, A. (2012). Alternate bearing in citrus: changes in the expression of flowering control genes and in global gene expression in on-versus off-crop trees. *PLoS One*, 7(10), e46930.
- West, E. S., Barnard, C., & Allan, F. E. (1937). The alternation of heavy and light crops in the Valencia Late orange: II. *Journal Council for Scientific and Industrial Research Australia*, 10, 215-224.
- Worley, R. E. (1971). Effects of defoliation date on yield, quality, nutlet set and foliage regrowth for pecan. *HortScience*, 6, 446-447.