촉성재배용 고경도 대과성 딸기 품종 ‘아리향’

김대영* · 김승유 · 허윤찬 · 윤무경 · 이선이 · 문지혜 · 김대현

농촌진흥청 국립원예특작과학원

‘Arihyang’, a Strawberry Variety with Highly Firm and Large-Sized Fruit for Forcing Culture

Dae-Young Kim*, Seung Yu Kim, Yun-Chan Huh, Moo Kyung Yoon, Sun Yi Lee, Ji-Hye Moon, and Dae Hyun Kim

National Institute of Horticultural & Herbal Science, RDA, Wanju, 55365, Republic of Korea

Abstract A strawberry variety ‘Arihyang’ was derived as an artificial cross between ‘Tochiotome’ and ‘Seolhyang’ in 2014. The seedling and line selections were conducted from 2014 to 2015. Preliminary and advanced yield trials of ‘14-5-5,’ which was the final selected line, were conducted from 2015 to 2017. ‘Arihyang’ is suitable for forced cultivation and has strong plant vigor, uniformly large-sized fruit, and a high yield compared to those of the check variety, ‘Seolhyang’ and ‘Maehyang.’ Especially, vitamin C was at a significant level, which was approximately 15% higher than that of ‘Seolhyang.’ The average number of flowers per first flower cluster was 10.5, which could reduce the labor of thinning fruit. Its fruit has a conical shape, dark red color, and glossy skin. The fruit was of good quality but has recommendations for harvest at the fully ripened stage. ‘Arihyang’ has intermediate resistant to phytophthora crown rot, but is susceptible to powdery mildew, gray mold, anthracnose, and fusarium wilt. It is required to manage major diseases and pests using optimum cultivation techniques and chemical control.

Keywords Arihyang, Large-sized fruit, Variety, Vitamin C

Received on August 22, 2018. Revised on August 24, 2018. Accepted on September 20, 2018.

* Corresponding Author (E-mail: E-mail: young78@korea.kr, Tel: +82-63-238-6641, Fax: +82-63-238-6605)

서 언

딸기(*Fragaria*×*ananassa* Duch.)는 전세계적으로 생과 소비 및 가공 원료로 널리 이용되고 있는 과채류로서 비타민 C와 함께 안토시아닌 등 항산화 활성이 있는 유용한 페놀 화합물들을 다량 함유하고 있다(Kim et al. 2013, Meyers et al. 2003). 국내 딸기 생산액은 2016년에 13,057억원(MAFRA 2017)으로 원예 작물 중 생산액 비중 2위의 중요 작물이며 2005년의 딸기 산업 규모와 비교하여 약 2배 이상 증가하는 괄목한 만한 성장을 하였다. 비록 딸기 재배 면적은 약 5,900ha 내외로 정체 상태이나 겨울철 시장 가격이 안정된 고소득 작물로 원예 산업을 선도하고 미래 성장 잠재력과 발전 가능성이 큰 품목이다.

딸기 재배 품종은 과거 2000년대 중반까지 일본 품종이 대부분으로 ‘레드퀸’과 ‘아키히메’가 90% 이상을 점유하고 있었다. 이후 로열티 현안 문제가 대두되어 농촌진흥청 딸기연구사업단을 중심으로 논산딸기시험장 등 농촌진흥기관에서는 국산 딸기

품종의 개발과 보급 확대에 주력하였다(Ko et al. 2007). 특히, 2005년 논산딸기시험장에서 촉성 재배용으로 흰가루병에 저항성이면서 재배가 용이한 ‘설향’(Kim et al. 2006)의 품종 육성과 신속한 보급 확대로 국산 품종의 농가 보급률은 최근 94.5%에 이르고 있다. 딸기는 과거에 봄철 생산 위주의 반촉성 재배 중심에서 촉성 재배용 ‘설향’의 개발로 말미암아 겨울철 과채류로 인식이 전환되는 중요한 계기가 마련되었다. 이외에도 농촌진흥기관을 중심으로 국산 품종이 매년 1~2 품종 개발되고 있고 그 중 현재 농가에 보급되어 일부 재배되고 있는 품종으로 ‘매향’(Kim et al. 2004), ‘죽향’(Lee et al. 2016), ‘썬타’(Chung et al. 2012), ‘금실’(Yoon et al. 2017) 등이 있다. 동남아 수출 주력 품종으로 중요한 ‘매향’(2001년 육성)은 중소과이며 동절기 기형과 발생 등 재배가 용이하지 않은 측면이 있으나 과실 품질과 유통성이 매우 우수하다. ‘죽향’(2012년 육성)은 수량이 적고 출하시기는 다소 늦으나 고품질 딸기로 자리매김하고 있다. 기타, ‘매향’ 및 ‘설향’에서 유래된 ‘썬타’(2009년 육성) 및 ‘금실’(2015

년 육성)의 과실 품질은 양호한 편이며 수량성과 병저항성 등 농업 형질은 대체로 대부분의 중간 특성을 보인다.

이러한 국산 품종 개발과 보급을 향상으로 로열티 현안은 단기간에 해결하였지만 ‘설향’이 83% 이상으로 지나치게 편중되어 재배되다 보니 출하 율리에 따른 공급 과잉과 수급 불안 현상이 나타날 우려가 높고 고온기 과실 품질 저하로 인해 현장에서는 품종의 다양화가 시급히 요구되고 있다. 따라서 시장 다양화에 기여하기 위하여 겨울철 수확이 가능한 축성 재배용으로 기존 재배 품종인 ‘설향’과 차별되는 고경도, 대과성이며 비타민C 함량이 많은 ‘아리향’을 육성하였기에 품종의 육성 경위와 주요 특성을 보고하고자 한다.

재료 및 방법

딸기 ‘아리향’ 품종 육성을 위해 국립원예특작과학원(경기 수원) 시험포장에서 2014년에 실생개체 선발시험을 수행하고 2015년부터 2017년까지 전북 완주에서 계통선발시험 및 생산력 검정시험을 대조품종인 ‘설향’, ‘매향’과 함께 난괴법 3반복으로 배치하여 딸기 축성재배 방식(RDA 2013)으로 특성 평가하였다. 본발 정식은 매년 9월 상중순에 하였고 동절기에 야간 최저 8℃, 주간 최고 25~28℃ 내외를 유지하였다. 생육, 수량, 품질 등 특성 조사 방법은 딸기 특성조사 표준매뉴얼(RDA 2016) 조사기준에 따라 조사하였다. 과일 품질 분석 시 당도는 디지털 굴절당도계(ATAGO, Japan)를 이용하여 측정하였고, 적정산도는 성숙된 과실 전체를 착즙한 후 그 중 5 mL를 증류수 20 mL로 희석하여 자동산도적정기(Titroline easy, Schott Co., Germany)를 이용하여 0.1N NaOH로 적정한 후 citric acid로 환산하였다. 과실 경도는 물성분석기(Lloyd Instruments Ltd., UK)를 이용하여 직경 5 mm round probe, 120 mm/min 속도로 과실 중심부의 경도를 측정하였다. 비타민 C의 함량은 식품공전의 분석방법(KFDA 2002)을 응용하여 HPLC로 분석하였다.

병저항성 검정은 논산딸기시험장에 의뢰하여 ‘아리향’, ‘매향’ 등 5품종을 대상으로 탄저병(*Colletotrichum fructicola*) 및 시들음병(*Fusarium oxysporum* f. sp. *fragariae*) 저항성 검정을 수행하였다. 탄저병은 4×10^5 포자/ml 농도로 분무 접종하였고 RH 100%에서 48시간 유지한 후 온실에서 관리하여 접종 후 26일차에 발병도를 조사하였다. 시들음병은 1×10^5 포자/ml 농도의 현탁액에 뿌리를 10분간 침지 접종 후 59일차에 발병도를 조사하였다(RDA 2016). 기타 흰가루병, 잿빛곰팡이병, 역병, 점박이응애 및 진딧물류에 대해서는 자연발생 조건 하에서 발병 정도에

따라 저항성(R, Resistant), 중도저항성(RI, Intermediate resistant), 중도감수성(SI, Intermediate susceptible) 및 감수성(S, Susceptible)으로 판정하였다.

조사결과는 품종 간의 차이를 비교하기 위하여 SAS 9.4 (Cary, NC, USA) 프로그램을 이용하여 최소 유의차 검정 방법(LSD)으로 품종간 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

육성 경위

‘아리향’은 과실 품질 향상과 대과종 딸기 품종 육성을 위하여 고경도이면서 당도 등 과실 품질이 우수한 일본 품종 ‘도치오토메’를 모본으로 하고 대과성이면서 다수성인 국내 대표 품종 ‘설향’을 부분으로 교배조합을 작성하였다. 2014년도에 인공교배를 통해 1만여 립을 채종, 정선하여 육묘상에 파종하고 육묘과정 중 묘소질이 불량한 실생이나 흰가루병 등 이병주는 적극적으로 도태하였다.

2014년 9월 상순경에 276주를 정식하여 겨울철부터 이듬해 봄까지 생육, 과실품질 등 원예적 특성을 종합적으로 평가하여 그 중 7개체를 선발하였다. 2015년도 계통 평가에서 초세가 왕성하면서 고경도, 대과성이고 과실 크기가 균일한 특성을 보이며 연속 출수가 양호하고 다수성인 ‘14-5-5’ 계통을 최종 선발하였다. 이 후 2016년도에 생산력검정시험과 농가 현장실증(전주, 사천)을 수행하였다. 그 결과 다수성 및 대과성과 경도가 우수한 계통으로 인정되어 2017년 제1차 농촌진흥청 직무육성 신품종 선정위원회에서 ‘아리향’으로 명명하고 국립종자원에 품종 출원(출원번호: 출원-2017-301, 2017. 5. 22.)하였다. ‘아리향’의 육성 과정과 계통도는 Fig. 1 및 Fig. 2와 같다.

주요 특성

‘아리향’의 초형은 반개장형이고 초세는 강하다(Table 1). 잎의 형태는 ‘설향’과 매우 유사한 타원형이며, 3개의 소엽 중에 가운데 소엽이 다른 소엽에 비해 조금 큰 것이 특징이다. 화아분화는 같은 조건에서 육묘하였을 때 2~3일 정도 빠르다. 엽병장은 ‘설향’, ‘매향’보다 짧고 엽수는 출엽 속도가 빠르기 때문에 ‘설향’보다 많은 편이다. 1화방 화수는 평균 10.5개로 ‘설향’(18.4개), ‘매향’(14.5개)보다 적다(Table 2). 과형은 원추형으로 ‘설향’과 유사하나 과폭이 ‘설향’보다 넓고 과실 선단부가 뾰족하다(Fig. 3).

전체적인 화분량이나 화분관 발아력은 5℃ 저온 조건에서 ‘설향’보다 낮으며 ‘매향’과 유사한 경향이다. 다만 35℃의 고온

Fig. 1. Pedigree diagram of 'Arihyang'.

Fig. 2. Genealogical diagram of 'Arihyang'.

Table 1. Morphological characteristics of 'Arihyang' for forcing cultivation.

Variety	Plant type	Plant vigor	Leaf type	Fruit shape
Arihyang	semi-upright	strong	oval	conical
Seolhyang	semi-upright	strong	oval	conical
Maehyang	upright	medium	long-oval	oval

Table 2. Agronomic characteristics of 'Arihyang' for forcing cultivation.

Variety	Petiole length (cm)	No. of leaves (ea/plant)	1 st flower cluster			
			No. of flowers (ea)	Date of budding	Date of flowering	Date of harvesting
Arihyang	10.5a ^y	5.4a	10.5c	Oct. 21. ^z	Nov. 2.	Dec. 13.
Seolhyang	11.7a	4.8ab	18.4a	Oct. 21.	Nov. 5.	Dec. 11.
Maehyang	13.6a	4.3b	14.5b	Oct. 29.	Nov. 13.	Dec. 16.

Date of transplanting is Sep. 20, 2016. Date of investigation is from Nov. to Dec. 2016.

^zDate of approximately 40% budding, flowering and harvesting among investigation block.

^yMeans followed by the same letters in a column are not significantly different at $p < 0.05$.

조건 하에서는 오히려 ‘설향’보다 우수한 화분관 발아력을 보였다. 따라서 주야간 고온 관리가 과실 수정에 보다 유리하며 겨울철 개화가 집중되는 시기의 시설내 적정 온도는 주간에 28~30℃, 야간에 8℃ 내외가 적당하다.

수량성

신품종 ‘아리향’의 평균과중은 24.1 g으로 ‘설향’(16.1 g) 및 ‘매향’(14.7 g)의 평균과중보다 유의하게 높으며 ‘설향’보다 약 50% 대과인 것이 특징이다. 축성 작형의 토경 재배에서 12월 1일부터 5월 4일까지의 상품과(12 g 이상 정상과) 총수량은 포기당 평균 800.2 g으로 ‘설향’보다 8%, ‘매향’보다 68% 유의하게 높았다. 포기당 상품과 개수는 평균 29.3개로 ‘설향’(34.2개)보다 약 5개 적었으나 평균과중이 높아 상품과 수량이 높았다. 비정형과와 기형과 비율은 다소 높았으나 12 g 미만의 비상품과가 적기 때문에 상품과율은 ‘설향’보다 약 7% 정도 높은 87% 수준으로 조사되었다(Table 3).

‘아리향’은 25 g 이상 특과가 포기당 553 g으로 전체 상품과 수량의 70% 내외가 25 g 이상의 대과였으며, 대조품종인 ‘설향’(307 g)보다 중량 기준으로 특과가 약 80% 많았다. 반면

적과 없이 재배했을 때, 소과(12 g 미만의 비상품과)는 포기당 52 g으로 매우 적어 적과 노력이 크게 경감될 것으로 기대된다. 딸기 가격이 높은 겨울철(12~2월) 누적 수확량은 ‘설향’보다 많았으며 특히, 12~1월 사이의 수확량이 ‘설향’보다 24% 많고 수확 패턴이 달라 출하량을 적절히 조절할 수 있을 것으로 기대된다(Fig. 4).

품질특성

‘아리향’ 과실의 당도는 10.4°Bx로서 ‘설향’(10.0°Bx) 및 ‘매향’(9.6°Bx)과 유사하며 당산비는 17.0으로 당도보다는 산도가 다소 높아 ‘설향’(18.4)보다는 ‘아리향’에서 당산비가 조금 낮은 경향이다. 과실 경도는 ‘아리향’에서 2.79N으로 ‘설향’(2.18N)보다 높은 편이다(Table 4). 과육의 조직감은 ‘설향’보다 섬유질이 많아 치밀하고 과실 품질은 대체로 신맛이 조금 있는 편으로 완숙되었을 때 ‘설향’보다 과실 풍미가 우수하지만 포기 세력, 수확 시기를 전후한 재배 환경(온습도, 일조량, 양수분, 미량원소 등)과 과실 숙도에 따라 과실 간에 품질 차이가 ‘설향’보다 큰 편으로 기술적인 보완이 필요하다.

특히, 과실 품질이 숙도(착색 정도)에 따라 큰 차이를 보인다.

Fig. 3. Photos for plants (left) of ‘Arihyang’ and fruits (right) of ‘Arihyang’(a) and ‘Seolhyang’(b) for forcing cultivation.

Table 3. Yield characteristics of ‘Arihyang’ for forcing cultivation.

Variety	No. of marketable fruit (ea/plant)	Average fruit weight (g/plant)	Marketable fruit yield ² (g/plant)	Percentage of marketable fruit (%)
Arihyang	29.3b ³	24.1a	800.2a	87.3a
Seolhyang	34.2a	16.1b	741.4b	80.8b
Maehyang	24.9c	14.7b	474.7c	74.2c

Period of harvest is from Dec. 5, 2016, to May. 4, 2017, for forcing cultivation.

²Yield of above 12 g and non-malformed fruits per plant.

³Means followed by the same letters in a column are not significantly different at $p < 0.05$.

이는 '매향'이 60~70% 숙도, '설향'이 70~80% 숙도에서 당도가 어느 정도 높은 반면 '아리향'은 미숙과 상태에서 당도가 낮다가 완숙 단계에 돌입하면서 당도가 높아지는 단점이 있다. 과피색 및 과육색은 '설향'보다 진하며 '매향'과 유사한 진홍색이다. 고온기와 질소질이 많을 경우에 과피가 검붉은 경향이며 수확 이후에도 과피색의 변화가 다소 있다. 대표적인 항산화 물질인 비타민C는 '설향'(63.4 mg/100g FW)보다 약 15% 많은 73.1 mg/100g FW으로 통계적으로 유의하게 높았다(Table 4).

내병충성

'아리향'은 흰가루병에 이병성으로 '설향'보다 발생이 많으나 포기 세력이 좋기 때문에 저기 방제와 예방적 방제를 통해 재배적으로 극복이 가능하다. 잿빛곰팡이병은 '설향'에서 이병성으로

수확기에 많이 발생하는데 '아리향'은 온습도 등 재배 환경의 영향에 따라 '설향'보다 조금 더 발생하는 경향이다(Table 5).

생물 검정 결과 육묘기 중점 병해충인 탄저병과 시들음병에 대한 저항성은 없었다. 탄저병은 '장희'보다는 조금 강한 편이고 시들음병은 '매향', '설향'보다 약했다(Fig. 5). 역병에 대한 포장 저항성은 '설향'보다 '아리향'에서 발병율이 낮지만 관리가 요구되는 병해이다. 충해 중 점박이응애와 진딧물류가 '아리향'에서 잘 발생하는 경향으로 육묘기와 정식 후 개화 직전까지 집중 방제가 요구된다.

재배상의 유의점

축성 작형에 적응하는 품종으로 비가림 포트 육묘가 권장되며 묘소질이 초세, 수량 및 기형과 발생 등에 미치는 영향이 크므로

Fig. 4. Marketable yield per fruit size (a) and month of harvest (b). Vertical bars represent standard error (n=3). XL: above 25 g; L: between 17~25 g; M: between 12~17 g; S: below 12 g.

Table 4. Fruit characteristics of 'Arihyang' for forcing cultivation.

Variety	Soluble solids content (°Bx)	Acidity (%)	Ratio of soluble solids content/acidity	Fruit firmness (N)	Fruit color	Vitamin C (mg/100g fresh fruit)
Arihyang	10.4a ²	0.61a	17.0a	2.79a	dark red	73.1a
Seolhyang	10.0a	0.54b	18.4a	2.18a	orange red	63.4b
Maehyang	9.6a	0.58ab	16.6a	2.52a	dark red	-

Investigation date is Jan. 23, 2017.

²Means followed by the same letters in a column are not significantly different at $p<0.05$.

Table 5. Investigation of disease and insect resistance of 'Arihyang' in cultivation field.

Variety	Powdery mildew	Phytophthora crown rot	Gray mold	Mites	Aphids
Arihyang	S ²	RI	S	S	S
Seolhyang	R	S	S	SI	SI
Maehyang	S	SI	S	S	S

²R: Resistant; RI: Intermediate resistant; SI: Intermediate susceptible; S: Susceptible

Fig. 5. Reaction to anthracnose (a) and fusarium wilt (b) of 'Arihyang'. 0: Resistant; 5: Susceptible. Vertical bars represent standard error (n=4).

대묘 양성이 중요하다. 정식 시기는 포트 육묘 조건에서 화이분화 4기(꽃받침 분화기)인 9월 20일이 적기이며, 축성 작형에 준한 재배 및 시설 환경 관리가 요구된다. 흡비력이 좋으므로 정식 후 2화방 분화 촉진을 위해 10월 상순까지 시비량을 조절하여 2화방 연속 출뢰를 유도한다. 각화방의 1번과는 비정형과가 많이 발생되므로 조기에 적화 또는 적과가 필요하며 기형과 발생 경감을 위하여 '설향'보다 2~3℃ 높은 야간 8℃ 이상으로 관리하고 수정벌 세력을 동절기에 강하게 유지한다. 품종 고유의 과실 특성을 내기 위해서는 완숙 단계에서 수확이 필요하다. 육묘기에는 탄저병, 시들음병, 줄기마름병 및 수확기에는 흰가루병, 잿빛곰팡이병에 대한 예방적 방제 및 적절한 시설 환경 관리가 필요하다.

적 요

고품질 대과종 딸기 신품종 육성을 위해 고경도이면서 과실 품질이 우수한 일본 품종 '도치오토메'를 모본으로 하고 대과성 이면서 다수성인 국산 품종 '설향'을 부본으로 2014년에 교배조합을 작성하였다. 생육, 품질 특성 등 원예적 특성을 종합 평가하여 '14-5-5' 계통을 최종 선발하고 2015~2017년도에 계통선발시험 및 생산력검정시험을 하였다. 2017년도 농촌진흥청 직무육성 신품종 선정위원회에 상정하여 '아리향(Arihyang)'으로 명명하였다. '아리향'은 초세, 출엽 속도 및 흡비력이 우수하고 고경도, 대과성이면서 과실 크기가 균일하고 다수성이다. 화이분화는 '설향'보다 2~3일 정도 빠른 편으로 축성 재배에 적합하며, 조기, 연속 출뢰성이 우수하고 정화방 화수는 평균 10.5개로 적어 적과 노력을 경감할 수 있다. 과형은 원추형으로 과피색 및 과육색은 진한 붉은색이고 과피 광택은 양호하다. 과실 품질은 양호하나 과실 착색이 빠른 반면 착색 후기인 완숙 단계에서 품종

고유의 품질 특성을 나타낸다. 비타민 C는 '설향'보다 약 15% 유의하게 많다. 병해충 저항성은 '설향'과 비교하여 역병은 다소 강한 경향이나 흰가루병은 약하며, 잿빛곰팡이병과 시들음병은 유사하거나 조금 약하다. 탄저병은 '매향'과 유사한 이병성이나 '아키히메'보다는 강하다. 따라서 재배적으로 비가림 포트 육묘와 토양(배지) 소독이 필요하며 생육 전기간에 걸쳐 흰가루병에 대한 예방적 방제가 필요하다.

사 사

본 논문은 농촌진흥청 시험연구사업(PJ01132301)의 지원으로 수행된 결과의 일부입니다. 병저항성 검정을 수행해주신 논산 딸기시험장 관계자 여러분께 깊이 감사드립니다.

REFERENCES

1. Chung JD, Lee JE, Suh DH, Yeon IK, Do HW, Choi DW. 2012. 'Ssanta', a new high quality strawberry cultivar. Kor J Hort Sci Technol 30(Suppl II): 85.
2. Lee CG, Jang PH, Seo JB, Shin GH, Yang WM. 2016. A new strawberry 'Jukhyang' with high sugar content and firmness. Acta Hort 1117: 39-44.
3. Kim DY, Kim SK, Chen C, Kim S, Chae WB, Kwak JH, Park S, Cheong SR, Yoon MK. 2013. Variation of anthocyanin content and estimation of anthocyanin content from colorimeter among strawberry accessions. Korean J Breed Sci 45: 339-345.
4. Kim TI, Jang WS, Choi JH, Nam MH, Kim WS, Lee SS. 2004. Breeding of strawberry 'Maehyang' for forcing culture. Kor J Hort Sci Technol 22: 434-437.

5. Kim TI, Jang WS, Nam MH, Lee WK, Lee SS. 2006. Breeding of strawberry 'Sulhyang' for forcing culture. IHC 2006: 231.
6. Ko KD, Yoon MK, Kim DY. 2007. Role and prospect of the strawberry research group. Kor J Hort Sci Technol 25(Suppl II): 30.
7. Korea Food and Drug Administration (KFDA). 2002. Food Standard Codex. Korean Foods Industry Association, Seoul, Korea. p. 301.
8. Meyers KJ, Watkins CB, Pritts MP, Liu RH. 2003. Antioxidant and antiproliferative activities of strawberries. J Agric Food Chem 51: 6887-6892.
9. Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries (MAFRA). 2017. The statistics of vegetable production. p. 85.
10. Rural Development Administration (RDA). 2013. The technique of strawberry cultivation (Text of standard agriculture). pp. 76-225.
11. Rural Development Administration (RDA). 2016. Standard manual of characteristics investigation for breeding new varieties of strawberries. pp. 2-56.
12. Yoon HS, An JU, Joung KH, Choi SL, Hong KP. 2017. Breeding of 'Kuemsil' strawberry for forcing culture. Hortic Sci Technol 35(Suppl II): 115.