

토종다래 수꽃의 개화시기, 화분량 및 화분발아 특성

김재희 · 박영기* · 김세현

국립산림과학원 산림유전자원부 특용자원연구과

Flowering Time, Amount of Pollen and Characteristics of Pollen Germination of *Actinidia arguta* Male Flower

Jae-Hee Kim, Youngki Park* and Sea-Hyun Kim

Department of Forest Genetic Resources, National Institute of Forest Science, Suwon 16631, Korea

(Received 9 November 2016; Revised 27 November 2016; Accepted 28 November 2016)

Abstract

Actinidia arguta is distributed in the mountainous areas in Korea and has well adapted to the climate with high resistance to coldness and pests. *A. arguta* has an edible smooth skin and containing high amounts of nectar and pollen with mild flavors satisfy the good honey plant. Optimal condition for pollen germination was suggested as a basic research of flowering physiology in order to identify the characteristics of flowering and seed setting of *A. arguta*. Pollen samples were collected during flowering season from the May to the June. From the study, we found that the flowering time and pollen amount of each 9 clones were different. Also, pollen germination were significantly different among the levels of germination temperature and time. In this study, the interactive effects were also observed between germination time and temperature. Pollen germination was examined in 9 clones and found that there was little different with germination time. Pollen germination was high when the pollen cultured at 25°C (71.67%) for 24 hours.

Key words: *Actinidia arguta*, Flower characteristic, Germination, Pollen

서 론

다래(*Actinidia arguta*)는 다래나무과(Actinidiaceae)에 속하는 낙엽활엽 덩굴식물로 우리나라 계곡부에 주로 자생하고, 5월말~6월초에 개화하는 특성을 가지며 암꽃과 수꽃이 다른 나무에서 개화하는 자웅이주 식물이다. 다래의 종류는 세계적으로 2~15속 280~560종이 분포하고 있으며, 우리나라에서 자생되고 있는 토종다래는 다래(*A. arguta*), 개다래(*A. polygama*), 섬다래(*A. rufa*), 쥐다래(*A. kolomikta*) 등 4종류가 분포

한다(Oh *et al.*, 2011).

다래의 열매는 키위와 다르게 작고 껍질이 부드러우며, 껍질째 먹을 수 있는 장점을 가지고(Williams *et al.*, 2003), 한방에서 미후도라고 불리며 열을 내려 갈증을 멈추게 하는 효능과 소화불량에 효과가 매우 뛰어나다. 특히 비타민 C의 함량이 풍부하여 식용 및 약용으로 많이 쓰인다(Lim *et al.*, 2005; Hwang *et al.*, 2010).

최근에 화분을 이용하는 식품의 가치가 알려지면서, 다래 화분이 항산화활성과 기능성 건강식품 등으

*Corresponding author. E-mail: woodpark@korea.kr

로 이용되는 등 그 수요가 많이 증가 하고 있다(Li *et al.*, 2009; Hong *et al.*, 2014). 화분은 벌에게 영양분을 공급할 뿐만 아니라 식품이나 의약품으로도 이용되어 왔다(Kim *et al.*, 2005). 이러한 화분이 혈관이나 순환계, 소화계 질환 등에 효과가 있고 면역증가 효과 및 전립선염 치료에 효과가 있다고 알려지면서 그 수요가 증가되고 있다(Hong *et al.*, 2015; Park *et al.*, 2015). 다래에 관하여 식품의 가치로써 다양한 효능과, 국내에서 다래의 수집 및 분류, 증식, 신품종육성, 다래 꽃 특성과 분류 등에 관한 연구(Park *et al.*, 2016)는 진행되었지만 개화 및 결실에 관한 연구는 아직 부족한 실정이다.

일반적으로 식물의 유성번식에서 개화시기와 꽃의 형태, 화분 활력은 종자가 결실을 맺는데 매우 중요한 요소로 작용을 하며, 결실에 필요한 식물의 화분은 서로 다른 시간에 꽃을 피우는 식물의 교배에 유용한 재료이기 때문에 식물 육종에서 매우 중요하게 여기고 있는 부분이다(Han *et al.*, 2013). 키위의 경우 대표적으로 암수가 다른 덩굴식물로 개화시기가 달라 수꽃의 화분을 채취하여 결실에 필요한 인공수정을 실시하고 있으며, 결실에 필요한 정확한 개화시기가 요구되고 있다(Kim *et al.*, 2016). Choen *et al.*(2006)에 의하면 개화기 때 화분발아의 불량은 결실율을 확보하기 어렵다고 보고했듯이 과수작물에서 육종이나 생식생리를 구명하기 위해서 개화특성과 화분발아가 중요한 영향을 미친다. 이와 더불어 식물의 개화특성과 화분발아 및 수중에 적합한 수분수 선발에 관하여 많이 노력해 왔다. Park *et al.*(2016)은 다래 개화특성과 꽃의 형태적 특성과의 관계를 연구하였으며, Ahn *et al.*(2003)은 배지종류와 저장온도에 따른 원추리속의 화분발아율을 연구하였다. 지금까지 다양한 식물에서 개화특성과 화분발아에 관한 연구 등은 많이 이루어졌지만 다래의 열매 결실에 영향을 미치는 개화특

성과 화분발아연구를 이용한 수분수 선발에 관한 연구는 미흡한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 다래 수꽃의 개화특성과 화분발아에 관한 연구를 통해 수분수 신품종육성을 위한 후보목을 선별하고자 하였다. 즉, 개발된 신품종 다래에 적합한 수분수를 육성하여 다래의 결실률과 과실품질 향상을 위한 기초자료를 제공하고자 하였다.

재료 및 방법

공시재료

본 연구에 사용된 토종다래는 국립산림과학원 산림유전자원부 다래 클론보존원(경기도 화성시 매송면 어천리 소재)에 식재된 12년생 다래 수나무 9클론을 사용하였으며 각각 AKM1~AKM9이라 하였다.

다래 수꽃의 개화특성조사

다래 수꽃의 개화특성을 조사하기 위해 개화기 조사는 5월 중순부터 꽃봉오리에서 꽃이 피기 시작한 시기, 만개일과 개화 기간을 각각 조사하였다. 개화시작일은 한 나무에서 화아가 떨어진 것이 30%되었을 때로 하였으며, 개화중간일은 50% 개화, 만개일은 한 나무에서 80% 이상 개화되었을 때로 정하였다. 또한, 한 나무에서 70%가 낙화되었을 때를 개화종료일로 정하였다. 개화기간은 개화시작일 부터 시작하여 개화종료일까지의 일수로 산정하였다.

다래 수꽃의 화분량 및 발아 특성조사

화분량을 측정하기 위하여 클론 당 500개의 꽃을 각각 채취하였다. 채취된 꽃은 수술을 제거하여 유리병에 담은 뒤 건조하여 화분을 분리하였다. 분리된 화분은 유산지위에 올려놓고 분석저울(Precisa, 92SM-

Table 1. Test condition for pollen germination of *Actinidia arguta*

Test condition	Level
Germination time (Hr)	24, 48, 72
Germination temperature (°C)	5, 10, 15, 20, 25, 30
Clone (Co)	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9

202A-DR)을 이용하여 화분무게를 측정하였다. 다래 화분의 적정 발아 조건을 결정하기 위하여 클론별 각각 온도와 시간에 따라 배양 조건을 설정하였다(Table 1). 화분은 페트리디쉬에 수분유지를 위한 보습패드를 깔고 그 위에 슬라이드글라스를 올려놓고 작은 붓으로 200~300립이 되도록 고르게 살포하였다. 배양 화분은 각 처리별로 3반복으로 실시하였으며, 온도가 다른 항온기에 페트리디쉬를 넣고 멸균수를 조금씩 살포하면서 화분이 마르지 않게 처리하였다. 화분 발아율 조사는 화분을 살포하고 24, 48, 72시간 경과할 때마다 디지털 전자현미경(Sonic, BS-D8000III)을 이용하여 화분관 길이가 화분 직경의 1.5배 이상 신장한 것을 기준으로 조사하였다.

통계분석

분석결과는 SPSS 통계분석 프로그램(SPSS Inc., Chicago, IL, USA, version 18.0)을 이용하였으며, 화분량은 이원배치 ANOVA test를 실시하여 유의성이 있는 경우, $p=0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test를 실시하였고, 처리에 따른 화분발아는 삼원배치 ANOVA test를 실시하였다.

결과 및 고찰

다래 수꽃의 개화특성

다래 수꽃의 개화특성을 조사한 결과는 Table 2에 나타내었다. 각 클론 간의 꽃이 피는 시기와 만개일,

개화가 종료되는 시기, 개화 기간의 차이가 나타났다. 다래 수나무의 개화는 5월 18일부터 시작 되었고, 6월 1일 개화가 끝남을 알 수 있었다. 개화는 AKM8 클론이 5월 18일로 가장 빠르게 시작되었으며, AKM1 클론이 가장 늦은 5월 20일부터 시작되었다. 만개일은 AKM1, 9 클론을 제외하고 모두 5월 22일로 동일하게 나타났다. 다래 9클론 수나무의 평균 개화 기간은 11.4일로 조사되었다. Park *et al.*(2016) 등은 다래 암꽃의 집단별 개화조사를 실시한 결과 집단 마다 조금씩 차이는 있었지만 가장 빠른 개화일은 5월 27일이었고, 만개일은 평균 5월 30일, 개화종료일은 6월 4일 이후로 나타나, 이는 암꽃과 수꽃 피는 시기와 개화기간을 비교함으로써 결실시기에 대한 기초자료로 이용될 것으로 판단된다.

다래 수꽃의 화분량

다래 개화 특성(Park *et al.*, 2016)과 꽃의 형태적 특성(Hwang *et al.*, 2010)에 관한 연구는 진행되나 있으나 화분량을 측정한 연구는 미비한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 다래 수꽃의 클론별 화분량을 조사하였으며, 그 결과는 Fig. 1에 나타내었다. 다래 꽃봉오리 500개의 화분량을 측정한 결과는 클론별간에 차이를 보였으며, AKM5 클론이 3.44g으로 가장 많이 측정되었고, AKM1 클론은 2.34g으로 가장 낮게 분포하였으며 통계적 유의성이 인정되었다. Fig. 1에서 보는바와 같이 클론마다 화분량이 다를 수 있는데 이는 결실에 영향을 미치는 지에 대한 연구는 아직 없는 실정이다. 그러나 자연 상태에서 열매의 결실 능력은 기

Table 2. Flowering characteristics of *Actinidia arguta*

Clones	Bloom	Half bloom	Full bloom	Fall	Flowering period (day)
AKM1	May 20	May 24	May 26	June 1	13
AKM2	May 19	May 22	May 24	May 30	12
AKM3	May 20	May 22	May 25	May 29	10
AKM4	May 19	May 22	May 24	May 29	11
AKM5	May 20	May 22	May 25	May 30	11
AKM6	May 19	May 22	May 25	May 29	11
AKM7	May 18	May 22	May 25	May 29	12
AKM8	May 19	May 22	May 24	May 29	11
AKM9	May 18	May 21	May 24	May 29	12

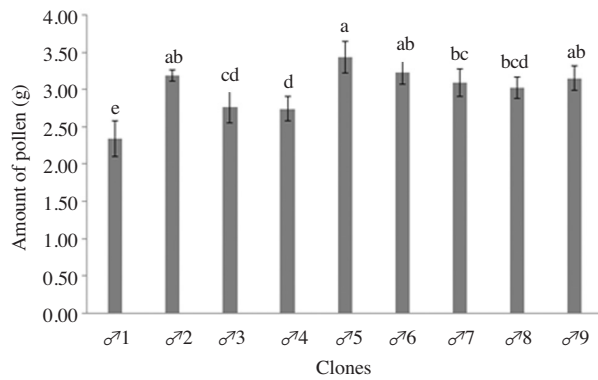


Fig. 1. The amount of pollen depending on the clones of *Actinidia arguta*. Mean separation within columns by Duncan's multiple range test ($p=0.05$).

후, 매개인자, 꽃피는 시기 등에 영향을 미치기 때문에 생육 환경에 조사가 필요하며 이에 대한 추가적인 연구가 필요하다고 판단된다.

다래 수꽃의 발아 특성

다래 화분의 적정 발아 조건을 찾기 위해 조사한 발아 시간, 발아 온도, 클론 별 화분 발아율의 결과는 Table 3과 같다. 화분 발아율은 발아 시간, 발아 온도, 수나무 클론에 따라 뚜렷한 차이를 나타냈으며, 발아 시간과 발아 온도, 발아 시간과 수나무 클론, 발아 온도와 수나무 클론 및 발아 시간, 발아 온도, 수나무 클론 간에 상호 효과가 있는 것으로 나타났다.

화분발아율은 발아 시간과 관계에서 부의 상관($r=-0.268, p<0.001$)을 나타냈으나 화분 발아율과 발아 온도, 화분 발아율과 수나무 클론 간에는 상관성이 없게 나타났다(Table 4). 화분 발아는 24시간 경과에서 발아 온도 25°C, AKM4 클론이 71.67%로 높은 발아율을 나타냈고, 9클론 모두 15~25°C에서 주로 발아가 되는 것으로 보였다. 화분 살포 후 48시간 경과된 시점에서는 AKM4 클론에서 50%가 넘는 발아율을 나타냈고, 나머지 클론모두 10~25°C 범위에서 발아 15~20°C에 주로 진행됨을 알 수 있었다. 72시간 경과된 시점에서는 AKM1 클론을 제외한 5~15°C에서 발아가 진행되었고, 20°C 이후에는 전체 클론에서 발아율 0%를 나타내었다. 화분이 발아하기 위해서는 기본적으로 물이 필요로 하며 적절한 온도가 요구된다. Cheon *et al.*(2006)은 복숭아 화분의 저온 발아에 미치는 영향에 관하여 연구를 하였으며, Lin and Suh(2013)는 개화 시 기온 및 상대습도가 참외 화분발아에 미치는 영향에 관한 연구를 수행하여 화분발아에 있어 기온과 상대습도의 중요성에 대해 언급하였다. 또한, Kim *et al.*(2005)은 아메모야의 개화특성과 화분발아에 관한 연구를 수행하였으며, Kang(2004)은 수분수용 꽃사과 선발에 관한 연구를 하였다. 일반적으로 화분 발아율에 최적의 온도는 25~30°C이라고 제시하고(Hedhly *et al.*, 2005), 저온에서는 화분의 기능을 저하시켜 발아율이 낮다고 보고되지만(Shivanna and Johri, 1985),

Table 3. Mean square and statistical significance in three way ANOVA of *Actinidia arguta*

Source	df	Pollen germination mean square
Hour (Hr)	2	2980.3***
Temperature (Temp)	5	3488.8***
Clones (Co)	8	629.6***
Hr x Temp	10	1559.1***
Hr x Co	16	194.9***
Temp x Co	40	189.8***
Hr x Temp x Co	80	171.1***

*** $p \leq 0.001$.

Table 4. Pearson's correlation efficient between pollen germination and time and temperature and clones of *Actinidia arguta*

Variables	Germination time	Germination temperature	Clones
Pollen germination	-0.268***	-0.035 ^{ns}	0.049 ^{ns}

*** $p \leq 0.001$, ns: non-significance.

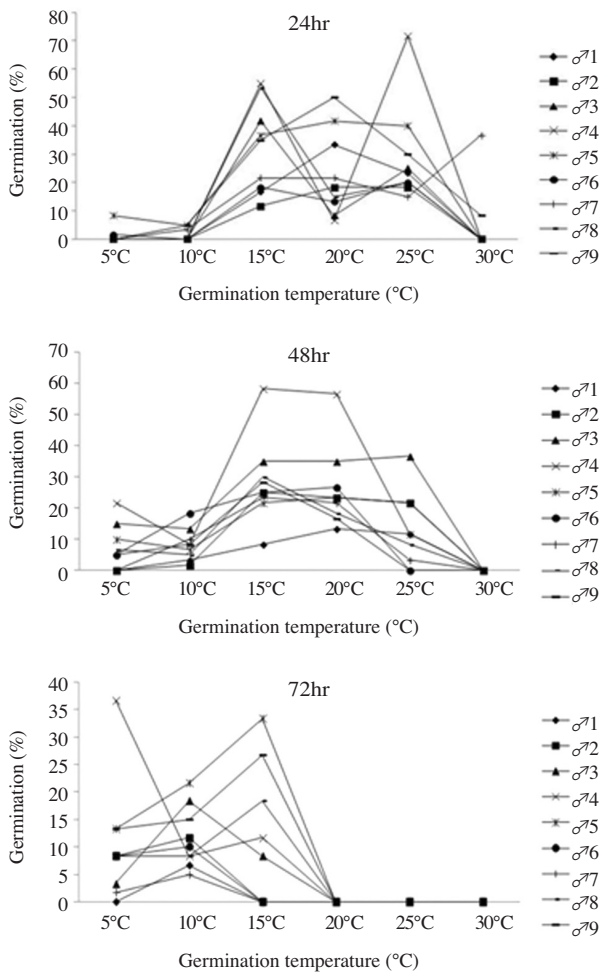


Fig. 2. Pollen germination of *Actinidia arguta* under different germination time and temperature.

발아시간이 충분히 긴 경우에는 최적 온도보다 낮은 온도에서 높은 발아율을 나타내기도 한다(Han *et al.*, 2013). 다래 수나무의 개화 특성과 화분량의 차이와 클론 간 발아특성의 연구를 종합하면 수꽃 피는 시기와 암꽃 피는 시기와 더불어 결실 시기를 유추할 수 있으며, 클론간의 화분 활력도 정보를 기준으로 향후 열매 발육연구에 기초자료를 제공할 것으로 판단된다.

적 요

최근 다래가 열매를 이용하는 유실수에서 꿀과 화분을 이용하는 밀원수로 이용되는 등 그 용도가 다양

하게 바뀌고 있다. 하지만 다래의 화밀과 화분에 관한 연구뿐만 아니라 개화 및 결실 특성에 관한 연구가 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 다래 결실에 중요한 수나무의 개화특성과 화분발아에 관한 연구를 통한 수분수 후보목을 선발하고자 하였다. 다래 수나무의 9클론에 대하여 개화특성과 화분량 및 화분발아특성을 조사하였다. 다래 수꽃의 개화 시기는 5월 18일부터 6월 1일까지였고, 클론 간 차이는 크게 나지 않았으며, 평균 개화기간은 12일 정도로 나타났다. 다래 수꽃 클론 간 화분량을 측정된 결과, 통계적으로 유의성이 있었으며, 이 중 AKM5 클론이 3.44g으로 화분이 가장 많이 함유되었고, AKM1 클론은 2.34g으로 화분이 가장 적게 함유된 것을 알 수 있었다. 화분 발아율은 발아 시간, 발아 온도, 수나무 클론에 따라 뚜렷한 차이를 나타냈으며, 발아 시간과 발아 온도, 발아 시간과 수나무 클론, 발아 온도와 수나무 클론 및 발아 시간, 발아 온도, 수나무 클론 간에 상호 효과가 있는 것으로 나타났다. 즉, 다래 화분 발아는 24시간 경과에서 발아 온도 25°C, AKM4 클론이 71.67%로 높은 발아율을 나타냈고, 72시간 경과된 시점에서는 20°C 이후에 전체 클론에서 발아율 0%를 나타내었다. 시간이 흐름에 따라 다래 화분 최적의 발아온도는 낮아지는 경향을 보였다.

인 용 문 헌

- Ahn, M.S., J.H. Jo, S.R. Choi, H.C. Lim, D.C. Choi and Y.J. Park. 2003. Pollen germination of *Hemerocallis* spp. affected by media type and storage temperature. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 21: 359-361.
- Byun and D.K. Moon. 2005. Flowering and pollen germination in atemoya (*Annona squamosa* x *A. cherimola*). *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 23: 418-422.
- Cheon, B.D., I.S. Choi and J.S. Kang. 2006. Effect of amino acid, polyamine, and flavonoid on the pollen germination of peach (*Prunus persica* SIEB.) under low temperature conditions. *J. Life Science* 16: 711-715.
- Han, S.H., H.J. Kang, G.N. Kim and D.H. Kim. 2013. Optimal condition for pollen germination of rare and endangered *Forsythia saxatilis*. *J. Korean For. Soc.* 102: 136-142.
- Hedhly, A., J.I. Hormaza and M. Herrero. 2005. The effect of temperature on pollen germination, pollen tube growth, and stigmatic receptivity in peach. *Plant Biology* 7:

- 476-483.
- Hong, I.P., S.O. Woo, S.G. Kim, H.R. Jang, Y.S. Choi, H.K. Kim, M.L. Lee and M.Y. Lee. 2015. Nutritional extraction efficiency from Darae (*Actinidia arguta*) pollen using lyophilization. *J. Apiculture* 30: 87-94.
- Hong, I.P., S.O. Woo, S.M. Han, J.H. Yeo, M.L. Cho, W.T. Ju, H.S. Sim, Y.S. Choi, H.K. Kim, M.L. Lee and M.Y. Lee. 2014. Morphology and antioxidant activity in pollens of Korean oak and darae (*Actinidia arguta*). *Korean J. Apiculture* 29: 137-142.
- Hwang, S.I., Y.S. Jang, M.J. Kim, S.H. Kim and Y.K. Park. 2010. Flower morphological characteristics and genetic relationships of *Actinidia arguta* and Hybrid kiwi. *Korean J. Apiculture* 25: 291-297.
- Kang, I.K. 2004. Selection of crabapples as pollinizers for 'Hongro' apple cultivar. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 22: 212-215.
- Kim, K.H., Y.M. Jeong, Y.S. Cho and U. Chung. 2016. Preliminary result of uncertainty on variation of flowering date of kiwifruit: case study of kiwifruit growing area of Jeonlanam-do. *Korean J. Agri. For. Meteorol.* 18: 42-54.
- Kim, S.H., J.W. Byun and D.K. Moon. 2005. Flowering and pollen germination in atemoya (*Annona squamosa* x *A. cherimola*). *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 23: 418-422.
- Kim, S.J., K.S. Yun and H.S. Park. 2005. Antioxidative effect of Pine, Oak, and Lily pollen extracts. *Kor. Soc. Food Sci. & Tech.* 37: 833-837.
- Li, F., Q.P. Yuan and F. Rashid. 2009. Isolation, purification and immunobiological activity of a new water-soluble bee pollen polysaccharide from *Crataegus pinnatifida* Bge. *Carbohydrate Polymers* 78: 80-88.
- Lim, K.R. and J.K. Suh. 2013. Effect of air temperature and relative humidity during flowering on pollen germination of oriental melon (*Cucumis melo* L. var. *makuwa* Makino). *Protected Horticulture and Plant Factory* 22: 13-18.
- Lim, H.W., J.G. Shim, H.K. Choi and M.W. Lee. 2005. Phenolic compounds from barks of *Actinidia arguta*. Planchon growing in Korea and its anti-oxidative and nitric oxide production inhibitory activities. *Kor. J. Pharmacogn.* 36: 245-251.
- Oh, H.J., S.B. Jeon, H.Y. Kang, Y.J. Yang, S.C. Kim and S.B. Lim. 2011. Chemical composition and antioxidative activity of kiwifruit in different cultivars and maturity. *J. Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 343-349.
- Park, Y.K., C.W. Kim, J.H. Kim, S.H. Kim, S.U. Han and Y.S. Choi. 2015. Antioxidant activity of pollens from *Quercus* spp. in Korea. *J. of Apiculture* 30: 299-306.
- Park, Y.K., J.H. Kim and S.H. Kim. 2016. Flowering characteristics and flower morphologies of selected hardy kiwi (*Actinidia arguta*) clones as honey plant in Korea. *J. of Apiculture* 31: 239-246.
- Shivanna, K.R. and B.M. Johri. 1985. The angiosperm pollen structure and function. Wileyeastern Limited. India. p. 374.