

<http://dx.doi.org/10.17703/JCCT.2019.5.4.395>

JCCT 2019-11-49

발아 초기에 영하온도 처리에 따른 감나무 '갑주백목' 의 신초 성장과 착과 특성

Shooting and Fruiting Characteristics of 'Hachiya' Persimmon Tree Affected by Sub-zero Temperature Treatment at Early Budding Stage

김호철*

Ho Cheol Kim*

요약 본 연구는 감나무 '갑주백목'의 발아 초기에 영하의 온도 처리에 따른 신초 생육 및 착과 특성을 알아보기 위해 수행되었다. 1년생 가지 당 발생된 신초 수, 착과된 신초 수, 그리고 정단부의 신초의 성장 및 착과는 영하온도 처리에 따라 뚜렷이 감소하였다. 그리고 1년생 가지 정단부에서 발생한 신초의 착과 수는 영하온도 처리에 의해 47.2% 감소하였다. 1년생 가지의 착과 신초 수는 그 가지의 눈 고사율 50% 이상 가지에서 유의하게 감소하였다. 특히, 정단부 3개의 눈에서 발생한 착과 수는 영하온도 처리와 이에 따른 눈 고사율 차이의 영향을 뚜렷하게 받았다. 영하온도 처리를 받은 1년생 가지의 눈 고사율(X)과 정단부 3개의 눈에서 발생된 과실수(Y) 간 $Y = -0.145X + 12.950$ ($r^2 = 0.4672^*$)의 유의한 관계를 나타내었다. 따라서 감나무 발아초기에 영하 온도(-2℃, 3시간)의 영향을 받으면 신초 성장량이 감소되고, 눈 고사율 10% 증가함에 따라 1년생 가지(정단부 3개의 눈) 당 착과 수는 1.4개 감소되는 것으로 생각된다.

주요어 : 감나무, 동해, 영하온도, 회귀분석

Abstract The purpose of this study was to investigate shooting and fruiting characteristics of persimmon 'Hachiya' affected by sub-zero temperature at early budding stage. The number of developed shoots, and the number of shoots with young fruits, and the shooting and fruiting of terminal buds of one-year-old branch (1YOB) were significantly decreased with the sub-zero temperature treatment (SZT). The number of shoots developed in the top of 1YOB decreased 47.2% due to SZT. The number of shoots with fruits was significantly decreased at 50% or higher in non-budding rate of 1-YOB. Especially the number of fruits (Y) at the three terminal buds of 1YOB was significantly affected by SZT and the non-budding rate (X) as $Y = -0.145X + 12.950$ ($r^2 = 0.4672^*$). Therefore, in the early budding stage of persimmon, when tree is affected by SZT (-2 °C, 3 hours), shoots growth is reduced and increase of 10% in non-budding rate reduces 1.4 of fruits per the three terminal buds of 1YOB.

Key words : *Diospyros kaki*, Freezing injury, Sub-zero temperature, Regression analysis

*정회원, 원광대학교 원예산업학부 조교수
접수일: 2019년 9월 20일, 수정완료일자: 2019년 10월 8일
게재확정일자: 2019년 10월 13일

Received: September 20, 2019 / Revised: October 8, 2019

Accepted: October 13, 2019

*Corresponding Author: go-hc@daum.net

Div. of Horticulture Industry, Wonkwang Univ, Korea

I. 서 론

짧은 감은 식용뿐만 아니라 타닌의 추출용 재료로 다수 이용되어 왔고, 최근에는 발모 및 탈모에 대한 기능성도 연구되는 등 다양하게 활용되고 있고[1], '갑주백목'을 중심으로 재배면적이 증가하고 있다. 하지만 최근에 겨울 및 봄철에 잦은 온도변화로 인해 노지 과수의 내동성이 낮아져 발생한 동상해가 생육, 착과 및 생산량에 영향을 주고 있다[2]. 동상해 수준은 품종, 가지 생육 시기, 온도 등에 따라 다르다고 보고되었다[2, 3, 4, 5]. 특히, 지형에 따른 기상 환경의 영향으로 피해를 받은 과원이 다시 피해를 받는 경우가 많다. 수확 전에 발생하는 서리는 낙엽을 유발하여 과실의 생산량 및 무게를 감소시키고[6], 봄의 수액이동기의 저온은 수체의 저온민감도를 높여 가지를 고사시키거나[7], 비정상적인 개화를 가져온다[8]. 국내에서 재배되고 있는 감나무는 저온에 약한 낙엽성 과수로 알려져 있는데[7], 겨울철 동상해는 -15°C 전후에 나타나고, 내동성이 상실된 수액이동기나 발아기에는 저온 민감도가 높아져 낮은 저온에서도 나타난다[9]. 특히, 4월은 감나무의 발아시기인데 이 시기의 저온은 동계전정을 통해 계획된 수세 및 착과량에 큰 영향을 준다. 이로 인하여 2001년에 농작물재배보험이 도입되어 실시되고 있지만, 그 피해를 정확히 산정하기가 다소 어려운 측면이 있다.

따라서 본 연구는 봄철 감나무 동상해 정도에 따른 생산량 감소를 산정하기 위한 기초자료를 마련하고자 짧은 감 '갑주백목'을 대상으로 발아초기에 영하의 다양한 온도 처리를 실시한 후 신초 발생 및 착과 특성을 조사하였다.

II. 연구 재료 및 방법

본 연구는 짧은감 10년생 '갑주백목'을 대상으로 발아 초기에 영하의 온도 처리에 따른 신초 발생 및 착과 특성을 조사하였다. 동상해 유발을 위해 인편이 완전히 벗겨진 발아 초기인 4월 12일에 높이 조절이 가능하게 제작된 냉동기($0^{\circ}\text{C}\sim-50^{\circ}\text{C}$)를 이용하여 -2°C 로 설정 가동시킨 후 3-5개의 1년생 가지가 착생된 가지를 냉동기 안에 넣고 3시간 동안 처리하였다. 6월 4일에 영하온도 처리된 감나무 3주에서 처리 유무에 따라 주당 1년생 가지를 각각 9-11개씩 무작위로 선발하였는데 무처리

가지는 31개, 영하온도 처리 가지는 28개였다. 1년생 가지별로 길이, 눈(bud) 수 및 고사된 눈 수, 발생 신초(shoot) 수, 그리고 1년생 가지의 정단부 3개의 꽃눈(flower bud)에서 발생된 신초 길이, 엽 수, 착과 수를 조사하였는데 3개 중 고사된 꽃눈은 값을 0으로 하였다. 1년생 가지의 눈 고사율에 따라 30% 미만, 30-50%, 50-70% 및 70% 이상 등 4 수준으로 구분하였다. 각 조사 항목별로 눈 고사율 간 Duncan검정을 수행하였다. 1년생 가지의 눈 고사율에 따른 정단부의 착과 수 변화를 회귀식으로 나타내었다. 통계분석은 SPSS 11.5 버전을 이용하여 수행하였다.

III. 연구 결과 및 고찰

'갑주백목' 발아 초기에 인위적 영하의 온도 처리 후 과실 착과기에 신초 생육과 착과 정도를 조사하였다(Table 1). 1년생 가지 당 발생된 신초 수는 영하온도 처리구에서 평균 3.5개로 무처리구의 평균 5.7개의 61.4%수준으로 유의하게 적었다. 발생된 신초들 중 착과된 신초 수는 영하온도 처리구에서 평균 2.4개로 무처리구의 평균 3.9개의 61.5% 수준으로 유의하게 적었다.

표 1. 영하 온도의 영향을 받은 감나무 '갑주백목'의 신초 성장과 착과 특성

Table 1. Shoot growth and fruiting characteristics of 'Hachiya' persimmon tree affected by sub-zero temperature

Treatment	Shoot number (ea)	Bearing shoot number (ea)	Three terminal buds of one-year-old branch		
			Shoot length (cm)	Leaf number (ea)	Fruiting number (ea)
Control	5.7	3.9	70.3	28.6	8.1
-2°C / 3hrs	3.5	2.4	52.4	21.0	5.5
T-test	**	**	*	**	*

*, ** significant at 5%, 1% levels.

이 결과를 비율로 보면, 발생된 신초수 중 착과된 신초 수 비율은 68.4-68.5% 범위로 차이가 없었으나, 무처리구의 발생 신초 수에 대한 영하온도 처리구의 착과된 신초 수 비율을 보면 42.1%로 실질적인 수준은 무처리구에 비해 아주 낮았다(자료미제시). 더욱이 동해 시 이후 과실의 생산량과 무게가 낮아진다는 기존 연구결

과를 고려하면[6], 수확기에 단위면적 또는 수체 당 생산량이 크게 감소할 것으로 예측된다. 1년생 가지의 정단부에 위치한 3개의 꽃눈에서 발생된 각 신초 특성값을 합한 결과, 영하온도 처리구의 신초에서는 무처리구보다 길이가 짧고, 엽수가 적으며, 착과수가 유의하게 적었다. 착과수는 영하온도 처리구에서 평균 5.5개로 무처리구 평균 8.1개의 67.9% 수준이었다. 신초 당 엽수가 적은 결과는 과실 생육기간 동안 과실로의 동화산물 전류량 및 저장량이 떨어져 과실의 크기에 크게 영향을 주었을 것으로 판단된다. 특히, 엽면적의 감소는 과실로의 탄수화물 전류 및 저장량을 감소시켜 과실 당 무게, 당도, 산도 등 품질 요소 등을 떨어지게 할 수 있고[10], 내한성을 약화시킬 수 있다[11].

Table 1의 결과 중 신초 수와 착과된 신초 수를 눈 고사율에 따라 분류한 결과(Table 2), 1년생 가지 당 발생된 신초 수와 착과된 신초 수는 가지의 눈 고사율 50% 이하와 50% 초과 간 뚜렷한 차이를 나타내었다. 영하온도 처리구에서는 눈 고사율에 따라 무처리구보다 20-30% 정도 낮은 수준이었다. 일반적으로 ‘갑주백목’ 재배 시 결과지 당 3-5개 신초와 신초 길이에 따라 1-2개 정도를 착과시키는 것을 고려하면 눈 고사율 50% 이상의 결과지에서는 적정 착과량을 유지하기가 어려울 것으로 생각된다.

표 2에서 보듯이 무처리구에서도 동해로 인한 눈 고

표 2. 영하 온도의 영향을 받은 감나무 ‘갑주백목’의 미발아율에 따른 신초수와 결과지수
 Table 2. Number of shoot and bearing shoot according to non-budding rate of ‘Hachiya’ persimmon tree affected by sub-zero temperature

Non-budding rate (%)	Shoot number (ea)		Bearing shoot number (ea)	
	Con.	-2°C / 3h	Con.	-2°C / 3h
< 30	6.8 a ²	5.0 a	4.4 a	3.9 a
30-50	6.3 a	4.4 ab	4.7 a	3.1 ab
50-70	3.4 b	3.0 b	2.7 b	2.0 b
70 <	2.0	1.4 c	1.0	0.3 c

²Mean separation within columns by Duncan’s multiple range test at P=0.05 level.

표 3. 영하 온도의 영향을 받은 감나무 ‘갑주백목’ 1년생 가지의 미발아율에 따른 신초수와 결과지수

Table 3. Shoot growth and fruiting number of three terminal buds according to non-budding rate of ‘Hachiya’ persimmon tree affected by sub-zero temperature

Non-budding rate (%)	Three terminal buds of 1YOB					
	Shoot length (cm)		Leaf number (ea)		Fruiting number (ea)	
	Con.	-2°C / 3h	Con.	-2°C / 3h	Con.	-2°C / 3h
< 30	79.7a ²	60.0a	31.3a	24.5a	8.9a	8.4a
30-50	62.2a	50.4a	27.0a	21.4ab	7.7a	6.9a
50-70	62.7a	53.2a	25.1a	22.1ab	7.8a	5.0a
70 <	43.0b	43.3b	13.0b	14.6b	2.0b	0.9b

²Mean separation within columns by Duncan’s multiple range test at P=0.05 level.

사율이 나타났다. 감나무는 저온에 약한 낙엽성 과수로 알려져 있고[7], 봄철 수액이동기 시 저온에 대한 민감성이 급격히 높아지고 이로 인하여 동해, 그리고 개화에 문제를 야기시키는 것으로 보고되었다[7, 8].

Table 1의 결과 중 가지 정단부 3개의 눈에서 발생한 신초 생장량을 눈 고사율에 따라 분류하였다(Table 3). 1년생 가지 당 발생된 신초의 길이는 무처리구와 영하온도 처리구 모두에서 눈 고사율이 증가할수록 감소하는 경향이었고, 눈 고사율 70% 이상의 가지에서만 유의한 차이를 나타내었다. 그리고 눈 고사율에 따라서 신초 길이는 영하온도 처리구에서 무처리구보다 짧았다. 엽 수와 착과 수도 신초 길이와 동일한 결과를 나타내었다. 특히, 눈 고사율에 따라 영하온도 처리구의 착과 수는 무처리구의 94.4%, 89.6%, 64.1% 및 45.0% 수준으로 눈 고사율이 높을수록 뚜렷이 감소하는 경향이 있었다.

1년생 가지의 눈 고사율과 정단부 3개의 눈에서 발생한 착과 수 간 회귀 분석 결과(Fig. 1), 무처리구에서는 $y=-0.086x+11.232$ ($r^2=0.1191^{NS}$), 영하온도 처리구에서는 $y=-0.145x+12.950$ ($r^2=0.4672^*$)이 도출되었다. 이는 봄철 수액 이동기에 -2°C 기온이 3시간 정도 나무가 노출되면 노출되지 않은 나무에 비해 40% 이상 착과가 되지 않는다는 것을 의미한다.

상기 결과들을 종합하여 볼 때 겨울철 동상해보다

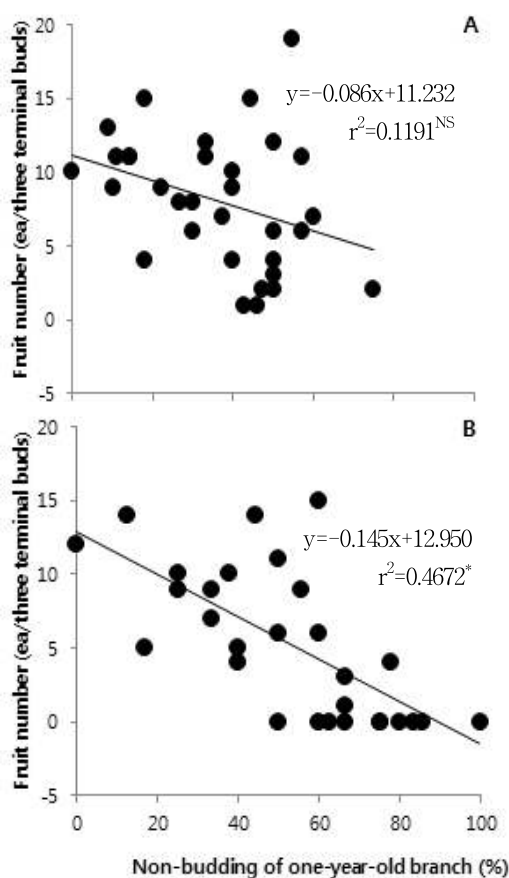


그림 1. 영하의 영향을 받은 감나무 ‘갑주백목’의 미발아율과 착과수 간 관계성

Figure 1. Relationship between non-budding rate and fruiting number of ‘Hachiya’ persimmon tree affected by sub-zero temperature. A, Control; B, FBB with sub-zero temperature
^{NS}, non-significant and significant at 5% level

월동 후 봄철 발아기에 영하의 온도에 따라 동상해 피해를 입은 ‘갑주백목’은 신초 성장량이 감소하고 눈 고사율 차이에 따른 착과량 감소가 더욱 크게 나타날 것으로 생각된다.

IV. 결론

감나무 ‘갑주백목’을 대상으로 발아 초기에 영하 온도 처리에 따른 생육 발달을 조사하였다. 발아 초기에 영하 2℃의 영향은 신초의 발생 및 성장량, 그리고 착과 수의 감소로 뚜렷하게 나타났다. 특히, 신초 감소와 더불어 발생된 신초의 착과량에도 40% 이상의 큰 감소를 가져왔다. 감나무는 정단부 3개의 눈에서 당년에 신초가 발생하고 착과가 되는데 1년생 가지의 고사율(신

초 미발아율)이 심할수록 정단부의 3개 눈에 착과되는 비율이 낮아졌다. 따라서 감나무 ‘갑주백목’은 기 보고된 바와 같이 월동기 내한성에 비하여 발아 초기의 늦서리, 이상저온 등에 의한 내한성이 크게 낮은 것으로 나타났다. 이에 따라 과실 품질 및 수량을 확보하기 위해서는 발아 초기의 기온을 예측하여 저온에 대한 피해를 예방할 수 있는 대책이 무엇보다 중요한 것으로 판단된다.

지구 온난화에 따른 이상기후 속에서 노지 재배인 감나무를 대상으로 농가의 소득을 안정화시키기 위해서는 현재 국가에서 진행되고 있는 환경재해나 유통 과일가격 등 많은 정보가 현장에서 활용될 수 있는 정보로 가공되고 서비스되어야 할 것이다[12, 13].

References

- [1] H.S. Im, “The Functional for the Prevention and Treatment on Hair Loss from Astringent Persimmon Fruit Extracts” The Journal of the Convergence on Culture Technology, Vol.4, No.3, pp.253-259, 2018.
<http://dx.doi.org/10.17703/JCCT.2018.4.3.253>
- [2] Moon JY and Lee JM, “Studies on the Occurrence of Cold Injury in Several Fruit Trees and Factors Affecting Cold Hardiness. I. Occurrence of Cold Injury as Influenced by Fruit Species, Cultivars, Tree Age, and Location and Site of Orchards” J. Kor. Soc. Hort. Sci., Vol.26, No.4, pp. 318-326, 1985.
- [3] H.C. Kim, K.S. Bae, J.H. Bae, and T.C. Kim, “Freezing Hardiness according to Dormancy Level and Low Temperature in Persimmon (*Diospyros kaki*)” J. Bio-Environ. Control, Vol.16, No.3, pp. 269-273, 2007.
- [4] Park YS and Park HS, “Cold Injury of Reproductive Organ by Low Temperature and It’s Duration in Loquat Orchard” Proceedings of J. Kor. Soc. Hort. Sci., Vol. 12, pp. 146-147, 1994.
- [5] Song GC, Choi IM, and Cho MD, “Cold Hardiness in Relation to Vine Management in ‘Campbell Early’ Grapevines” Kor. J. Hort. Sci. Technol., Vol. 18, No.3, pp. 387-390, 2000.
- [6] S.T. Choi, D.S. Park, J.Y. Son, Y.O. Park, K.P. Hong, and K.S. Cho, “Climate-related Changes in Fruit Growth of ‘Fuyu’ Persimmon during the Harvest Season” Kor. J. Hort. Sci. Technol.,

Vol.31, No.1, pp. 32–37, 2013.

<http://dx.doi.org/10.7235/hort.2013.12067>

- [7] Salisbury FB and Ross CW, “Plant Physiology. 4th ed” Wadsworth, pp. 329–355, 551–574, 585, 1991.
- [8] Sparks D, “Abnormal Flowering in Pecan Associated with Freezing Temperatures” HortScience, Vol. 27, pp. 801–803, 1992.
<https://doi.org/10.21273/HORTSCI.27.7.801>
- [9] S.K. Kang, H. Motosugi, K. Yonemori, and A. Sugiura, “Freezing Injury to Persimmons (*Diospyros kaki* Thunb.) and Four Other *Diospyros* Species during Deacclimation in the Spring as Related to Bud Development” *Scientia Horticulturae*, Vol.77, No.1–2, pp. 33–43, 1998.
[http://dx.doi.org/10.1016/s0304-4238\(98\)00166-6](http://dx.doi.org/10.1016/s0304-4238(98)00166-6)
- [10] Park SJ, “Effect of Different Degrees of Defoliation on Fruit Quality, Reserve Accumulation and Early Growth of Young Fuyu Persimmon” *Kor. J. Hort. Sci. Technol.*, Vol.20, No.2, pp. 110–113, 2002.
- [11] TKMansfield and Howell GS, “Response of Soluble Solids Accumulation, Fruitfulness, Cold Resistance, and Onset of Bud Growth to Differential Defoliation Stress at Veraison in ‘Concord’ grapevines” *Amer. J. Enol. Vitic.*, Vol. 32, pp. 200–205. 1981.
- [12] D. Weon, “Service Platform Design for Smart Environment Disaster Management” *The Journal of the Convergence on Culture Technology*, Vol.4, No.3, pp.247–252, 2018.
<http://dx.doi.org/10.17703/JCCT.2018.4.3.247>
- [13] J.M. Im, W.Y. Kim, W.J. Byoun, and S.J. Shin, “Fruit Price Prediction Study using Artificial Intelligence” *The Journal of the Convergence on Culture Technology*, Vol.4, No.2, pp.197–204, 2018.
<http://dx.doi.org/10.17703/JCCT.2018.4.2.197>