

오디 생산용 뽕나무 품종별 뽕잎 생산량 및 적정 누에 사육량

임주락* · 문형철 · 권석주 · 김동완 · 곽동욱
전라북도농업기술원 잠사곤충시험장

Mulberry leaf yield and optimal amount of silkworms rearing in different mulberry cultivars for mulberry fruit production

Ju Rak Lim*, Hyung Cheol Moon, Suk Ju Kwon, Dong Wan Kim and Dong Ok Kwak
Jeollabuk-do agricultural research & extension services, Sericulture and entomology experiment station, Buan 56339, Korea

(Received September 17, 2015, Revised October 21, 2015, Accepted October 26, 2015)

ABSTRACT

This study was carried out to develop the silkworm rearing technique in unused mulberry leaves after harvesting mulberry fruit. The growth of Gwasang No. 2 and Suhyang was very good compared to control cultivar Chungil in leaves size and new branch growth, but new branch and leaves of Daeshim was similar or small to control cultivar Chungil. The number of leaves of Gwasang No. 2 and Suhyang was lower than Chungil, but weight of leaves per tree was heavier than Chungil. Mulberry leaf yield was Gwasang No. 2 521 kg/10a, Suhyang 189 kg/10a, Daeshim 73 kg/10a, Chungil 1,095 kg/10a. Content of mineral element of all three mulberry cultivars leaf for mulberry fruit production was higher than Chungil in N, P, K, Ca etc. Feeding quantity of silkworm of Gwasang No. 2 and Suhyang was much more than Chungil. Feeding quantity was highest at Suhyang in 96 kg/box. Growth duration of silkworm larvae was not different in all four mulberry cultivars but weight of silkworms (5th instar 3rd day) was heavy at Gwasang No. 2 (2.07 g/head) and Suhyang (2.11 g/head) compared to control cultivar Chungil (1.92 g/head). Mortality of silkworms was 14.6% (Gwasang No. 2), 13.3% (Suhyang), 13.9% (Daeshim), 12.6% (Chungil) and than higher at elder instar stage. The production amount of silkworm (5th instar 3rd day) was 35.4 kg/box (Gwasang No. 2), 36.6 kg/box (Suhyang), 35.0 kg/box (Daeshim), 33.6 kg/box (Chungil). Amount of possible rearing silkworms was estimated 3.4box/10a (Gwasang No. 2), 1.3box/10a (Suhyang), 0.5box/10a (Daeshim), 8.7box/10a (Chungil).

Key words : Mulberry fruit, Silkworm, Growth, Gwasang No. 2, Suhyang, Chungil

서 론

오디 생산을 목적으로 하는 뽕나무 재배는 2003년부터 시작되어 재배면적, 생산량 및 생산액은 지속적으로 증가하였고, 이에 따라 오디를 이용한 가공 산물의 생산 및 판매가 크게 늘어나 오디는 양잠산업의 주요 소득원으로 자리 잡아가고 있다. 반면에 누에를 생산하는 양잠사업은 1970년대 후반부터 중국산 누에고치의 저가 판매와 일본의 생사 수입규제가 강화되면서 산업이 급격히 위축되었다가, 최근 누에 및 오디가 건강식품으로서의 그 기능이 밝혀지면서 오디 생산용 뽕나무 재배와 누에 사육이 다시 증가하는 추세에 있다(Sung et al. 2013a, 2013b, 2014).

뽕나무의 열매인 오디를 생산 이용하고자 하는 연구는 전 세계적으로 시도되어 오디 생산용으로 적합한 품종선발(Kim et al. 2005, Machii et al. 1999) 및 육성(Su et al. 2001)이 이루어졌고, 중간만들기 수형 등 재배법이 연구되었다(Sung et al. 2005a). 또한, 국내에서도 수향, 대자뽕, 심홍, 대성뽕 등 다양한 오디 생산용 뽕나무 품종이 육성되었다(Park 2001, Sung et al. 2005b, 2007, 2013a, 2013b, 2014).

누에 사육은 신규 뽕밭 조성, 잠실 신축 등 초기투자 비용이 과다하여 농가에 경제적 부담이 크므로 기존에 조성된 뽕밭 및 하우스 시설을 활용하여 이루어지고 있으나, 최근에 오디를 목적으로 뽕나무를 재배하는 농가에서

*Corresponding author. E-mail: gocnd0617@korea.kr

오디 수확 후 버려지는 뽕잎을 활용하여 부가 소득을 창출할 수 있는 기술개발이 요구되고 있는 시점이다. 또한 오디 수확 후 버려지는 뽕잎을 활용하여 누에를 사육하고자 하는 농가의 기술 수요 요구가 증대되었지만, 아직 까지 그에 대한 안정성 및 경제성을 고려한 기술체계 확립이 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 오디 생산용 뽕나무 품종별 뽕잎 생산량과 누에 발육특성을 분석하고, 적정 누에 사육량 및 생산량을 구명하고자 하였다.

재료 및 방법

2014년부터 2015년까지 오디 생산용 뽕나무를 대상으로 오디 수확 후 버려지는 뽕잎을 활용하여 누에를 사육하는 기술을 개발하고자 전라북도 잠사곤충시험장내에 식재되어 있는 과상 2호, 수향, 대심 각 6년생 품종을 대상으로 누에 사육용이자 오디 생산용 품종인 청일을 대조구로 하여 품종별 생육특성 및 뽕잎 생산량과 누에 발육특성 등을 조사하고, 누에 사육 가능량 및 생산량을 분석하였다.

1. 품종별 생육 특성 및 뽕잎 생산량

생육특성 조사는 생육최성기(6월 10일경)에 가지 수, 가지 길이, 가지 굵기와 새순 생육 및 엽장, 엽폭 등을 조사하였고, 품종별 특성을 비교하였다. 뽕잎 생산량은 주당 뽕잎수와 뽕잎무게를 3반복으로 조사하였고, 주당 뽕잎무게와 10a당 주수를 이용하여 10a당 수량으로 환산하였다.

또한, 품종별 뽕잎 성분이 누에 사육에 미치는 영향을 분석하기 위하여 전라북도농업기술원에 의뢰하여 질소, 인산, 칼리 등 무기성분 함량을 분석하였다.

2. 품종별 누에 섭식량 및 발육특성

품종별로 누에 사육 가능성 및 적정 사육량을 분석하기 위하여 잠사곤충시험장 잠실에서 14일간 누에씨 알깨기 작업을 하고, 오디 수확기인 6월 1일 소잠을 시작하여 5령 3일까지 각 품종별로 누에(한생잠)를 사육하면서 섭식

량 및 발육특성을 조사하였다.

누에 섭식량은 누에 사육용 사각용기(40×60×15 cm)에 각 200마리씩을 매일 뽕나무 품종별로 뽕잎을 공급하면서 공급하기 전과 후의 무게를 달고 사육기간 동안의 총 섭식량과 공급량을 계산하였으며, 품종별로 누에 발육 특성은 누에 유충의 발육기간과 5령 3일 유충의 무게를 조사하였다.

3. 품종별 누에 생산량 및 누에 사육 가능량 분석

누에(한생잠)를 사육하면서 누에 령기별로 사망하는 개체수를 비교하여 감잠비율을 조사하고, 그에 따른 누에 생산량을 산출하였으며, 앞에서 조사한 품종별 뽕잎 생산량과 누에 섭식량을 이용하여 누에 한 상자를 키우는데 필요한 뽕나무 수와 10a당 누에 사육 가능량을 분석하였다.

결과 및 고찰

1. 품종별 생육 특성 및 뽕잎 생산량

오디 뽕나무 품종별 생육특성 조사결과 누에 사육 품종인 청일과 비교하여 과상 2호와 수향이 가지 수와 새순 수는 적지만, 가지 길이와 가지 굵기, 새순 길이, 새순 굵기, 엽장, 엽폭, 엽병이 커서 생육이 우수하였다. 대심은 새순 수는 많지만, 가지 수가 적고, 새순 길이가 짧았으며, 엽장과 엽폭은 청일과 비슷하였다(표 1).

이는 수향의 잎 모양은 타원형으로, 오디 수확시기에 조사한 수향의 잎의 기부 부분부터 잎의 정단부까지 측정된 잎의 길이는 26.7 cm, 잎의 가장 넓은 부위의 길이를 측정할 엽폭은 19.8 cm로 청일보다 상대적으로 큰 편이라는 보고와 유사하였다(Sung et al. 2014).

또한, 수향의 오디는 검은색이고, 오디 한 개의 무게인 단과중은 2.5 g으로 청일 2.0 g에 비하여 무거운 중과형이며, 당도는 16.5 °Brix로 청일 오디 14.9 °Brix보다 높은 고당도이며, 숙기는 5월 28일부터 첫 수확이 시작되어 6월 18일 수확이 완료되어 청일보다 초숙기 기준 7일정도 빨리 수확되는 조숙계로(Sung et al. 2014) 오디 생산은 물

Table 1. Growing comparison of mulberry for mulberry fruit production

Cultivar	Branch			New branch			Leaf		
	No./ tree	Length (cm)	Thickness (mm)	No./ branch	Length (cm)	Thickness (mm)	Length (cm)	Width (cm)	Stalk (cm)
Gwasang No. 2	12.0	122.3	12.9	9.9	65.7	8.4	19.3	14.7	3.9
Suhyang	14.3	137.3	14.5	11.4	68.6	8.1	20.9	16.4	4.6
Daeshim	11.3	108.6	13.9	16.0	29.7	6.9	13.9	10.7	4.4
Chungil	16.0	108.6	8.8	16.7	40.5	4.1	13.9	9.8	3.7

*Period of investigation : June. 10. 2015.

Table 2. Yields comparison of mulberry leaf for mulberry fruit production

Cultivar	No. of leaves/tree	Weight of leaves (g/tree)	No. of trees/10a	Weight of leaves (kg/10a)
Gwasang No. 2	1,040	1,959	266	521
Suhyang	1,180	2,274	83	189
Daeshim	676	876	83	73
Chungil	1,721	1,314	833	1,095

※Planting distance: Gwasang No. 2 2.5 m × 1.5 m, Suhyang, Daeshim 4 m × 3 m, Chungil 3.0 m × 0.4 m.

Table 3. Mineral element of mulberry leaf for mulberry fruit production

Cultivar	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
Gwasang No. 2	3.1	0.2	2.4	3.2	0.4
Suhyang	3.2	0.3	3.1	3.7	0.5
Daeshim	3.4	0.3	2.8	3.9	0.6
Chungil	2.9	0.1	2.0	2.0	0.4

른 수확 후 누에 사육에도 유망한 품종으로 사료된다. 수향과 비슷한 특성을 가진 과상 2호 역시 마찬가지로 생각된다.

오디 수확 후인 6월 10일경 품종별 뽕잎 생산량은 청일에 비하여 주당 뽕잎 수는 적었지만, 과상 2호와 수향은 뽕잎이 커서 청일 품종보다 주당 뽕잎무게는 훨씬 많았다. 대심은 뽕잎 수도 적고, 뽕잎 무게도 가장 적은 것으로 조사되었다(표 2).

식재주수로 환산한 10a당 뽕잎 무게는 청일에서 1,095 kg/10a로 가장 많았고, 과상 2호 521 kg/10a, 수향 189 kg/10a, 대심 73 kg/10a으로 청일보다는 훨씬 적었는데, 이는 품종별 생육 차이도 있지만, 오디수확을 위해서 오디뽕나무 식재거리가 넓을 수밖에 없고, 누에 사육목적인 청일의 경우는 뽕잎 활용만을 위해 밀식재배하기 때문에 차이가 날 수밖에 없는 것으로 보인다.

청일의 뽕잎 수량성은 3,433 kg/10a까지도 가능한 것으로 보고되어 있고, 뽕나무의 식재거리는 수확량, 뽕밭 관리작업의 능력 및 수확노력의 능력 등과 밀접한 관계가 있으므로(Kim 1990, Kim et al. 2007) 수량이 오래될수록 나무가 성장하면서 식재거리가 넓어져 실제로 뽕잎 수량은 차이가 많이 날 수도 있을 것이다(Sung et al. 2013a,

2015). 그러나, 오디 생산용인 과상 2호와 수향은 처음부터 식재거리를 넓혀서 식재하므로 청일 품종보다는 뽕잎 수량이 적지만 일정한 뽕잎 생산량을 확보할 수 있을 것으로 판단된다.

따라서 뽕잎 생육과 뽕잎 생산량으로 볼 때 누에사육용 품종인 청일과 비슷하거나 우수한 과상 2호와 수향 품종이 오디 수확 후에 버려지는 뽕잎을 활용하여 누에를 사육하기에 용이할 것으로 판단된다.

오디 생산용 뽕나무 품종별 뽕잎 무기성분 조사 결과 누에사육용 품종인 청일보다 오디 생산용 3품종 모두 질소함량과 인, 칼륨, 칼슘 등의 성분함량이 높은 것으로 조사되었다(표 3). 따라서 누에 사육에도 좋은 영향을 미칠 것으로 판단되며, 누에 사육용 뽕나무 품종에 비해 오히려 고품질의 누에를 생산할 가능성도 충분한 것으로 사료된다.

2. 품종별 누에 섭식량 및 발육특성

오디용 뽕나무 품종별로 누에(한생잠)를 사육하여 본 결과 섭식량은 과상 2호와 수향에서 상자당 각 94 kg, 96 kg으로 대심과 청일보다는 약간 많았고, 섭식비율은 수향이

Table 4. Amount of feeding and growth characteristics silkworm in mulberry for mulberry fruit production

Cultivar	Amount of supply (A)		Amount of feeding (B)		Feeding rate (B/A)	Duration growth of silkworms (days)	Weight of 5th instar 3rd day (g/head)
	(g/head)	(kg/box)	(g/head)	(kg/box)			
Gwasang No. 2	7.7	154	4.7 a	94 a	61.3 a	21.1 ± 0.13	2.07 a
Suhyang	7.3	146	4.8 a	96 a	66.2 a	21.1 ± 0.04	2.11 a
Daeshim	7.0	140	4.3 b	86 b	62.5 a	21.3 ± 0.16	2.03 a
Chungil	6.3	126	4.0 b	80 b	63.0 a	21.4 ± 0.13	1.92 b

※DMRT 5%, Rearing periods of silkworms : Jun. 1. ~ Jun. 22.

Table 5. Mortality of silkworm larvae and production amount of silkworm (5th instar 3rd day) in mulberry for mulberry fruit production

Cultivar	Mortality of silkworm larvae (%)				Weight of 5th instar 3rd day (g/head)	Production amount of silkworm (kg/box)
	3rd	4th	5th	Total		
Gwasang No. 2	3.1	6.2	5.3	14.6	2.07	35.4
Suhyang	1.0	4.1	8.2	13.3	2.11	36.6
Daeshim	0.8	4.6	8.5	13.9	2.03	35.0
Chungil	1.7	4.3	6.6	12.6	1.92	33.6

66.2%로 약간 많았으나 품종간 차이는 없었다. 유충발육 기간 역시 21일 정도로 차이가 없었지만, 5령 3일 유충무게는 청일 1.9 g/마리에 비해 과상 2호 2.07 g/마리, 수향 2.11 g/마리, 대심 2.03 g/마리로 3가지 품종 모두 약간 많게 나타났다(표 4).

이는 유충 발육기간은 누에 277개 품종의 평균치인 21일 4시간으로 보고한 결과와 유사하였지만(Kang et al. 1999), 섭식량 및 유충의 무게가 차이가 나는 이유는 오디 생산용 뽕나무 품종에서 무기성분 함량이 많은 것과 관련이 있는 것으로 추정되나 좀 더 자세한 연구가 필요할 것으로 보인다. 또한, 일반적으로 5령 3일 유충무게는 3~4g 정도인데 반해(Buangun 2005) 본 실험에서는 무게가 1g 정도 가벼운 것으로 나타나 실험을 위해 소량을 사육하면서 먹이 공급량이나 사육환경이 부적절하였기 때문으로 생각되나, 추후 자세한 검토가 필요할 것으로 보인다.

3. 품종별 누에 생산량 및 누에 사육 가능량 분석

품종별 누에 사육기간 동안 생산량을 분석하기 위하여 감잠비율을 조사한 결과 4품종 모두 3령부터 5령까지 영기가 길어질수록 유충사망률이 높았고, 품종별로는 과상 2호가 14.6%, 수향 13.3%, 대심 13.9%, 청일 12.6%의 유충 사망률을 나타냈다. 이러한 감잠비율을 고려한 5령 3일 무게를 가지고 환산한 누에 한 상자당 생산이 가능한 5령 3일 유충의 생산량은 과상 2호 35.4 kg, 수향 36.6 kg, 대심 35.0 kg, 청일 33.6 kg으로 나타났다(표 5).

따라서 누에 사육용인 청일과 비교하여 큰 차이가 없는 것으로 판단되고, 뽕잎량만 확보된다면 누에 사육이 충분히 가능할 것으로 보인다.

앞에서 조사된 섭식량과 뽕잎생산량을 가지고 누에 한 상자(20,000두)당 섭식량으로 환산하여 뽕잎 생산량에 따른 누에 사육 가능량을 분석하여 본 결과 누에 한 상자를 키우기 위해서는 과상 2호가 48주, 수향 42.2주, 대심 98.2주, 청일 60.9주였고, 결국 10a당 사육 가능한량은 청일 13.7상자보다는 적지만, 과상 2호가 5.5상자, 수향은 2.0상자, 대심은 0.8상자를 사육할 수 있을 것으로 분석되었다. 그러나 실제 누에를 키우기 위해서는 섭식량보다는

Table 6. Amount of possible rearing silkworms on amount of feeding and supply

Cultivar	Amount of possible rearing silkworms			
	(No. of tree/box)		(No. of box/10a)	
	Amount of feeding	Amount of supply	Amount of feeding	Amount of supply
Gwasang No. 2	48.0	78.6	5.5	3.4
Suhyang	42.2	64.2	2.0	1.3
Daeshim	98.2	159.8	0.8	0.5
Chungil	60.9	95.9	13.7	8.7

많은 양이 필요하며, 최소한 실험에서 공급한 뽕잎량 정도는 필요할 것으로 생각된다. 따라서 누에 한 상자를 키우기 위해서는 과상 2호가 78.6주, 수향은 64.2주, 대심은 159.8주, 청일 95.9주가 필요하며, 10a당 사육 가능한량은 과상 2호 3.4상자, 수향 1.3상자, 대심 0.5상자, 청일 8.7상자일 것으로 추정된다(표 6). 그러나, 청일의 경우 일반적으로 10a당 3~5상자를 사육할 수 있다는 보고로 볼 때(Buangun 2005) 뽕잎 수량이 과다하게 계산되었기 때문이며, 이는 조사포장의 식재거리가 2.5 × 1.5 m로 표준 식재거리인 3.5 m × 2 m에 비하여 밀식되었기 때문에 실제로 식재거리를 감안하면 비슷한 사육량이 될 것으로 판단된다.

이상의 결과에서 오디 생산용 뽕나무에서 대심은 뽕잎 생산량이 적어 누에 사육용으로는 부적합하고, 과상 2호와 수향은 뽕잎량이 충분하고, 뽕잎 무기성분 함량도 높으며, 누에 사육에도 적합한 품종으로 판단된다. 또한, 뽕잎 생산량으로 볼 때 누에 생산용인 청일보다는 적은 양이지만, 오디 수확을 하면서 충분히 누에 사육이 가능할 것으로 판단되며, 고품질의 누에를 생산할 수 있는 가능성이 있고, 오디 수확 후 버려지는 뽕잎을 활용하여 누에를 사육함으로써 농가의 새로운 소득원이 될 수 있을 것으로 기대된다.

적 요

오디 생산용 뽕나무 품종별 뽕잎 생산량과 누에 발육특

성을 조사하고, 적정 누에 사육량 및 생산량을 분석한 결과는 다음과 같다.

1. 오디 뽕나무 품종별 생육특성은 누에 사육 품종인 청일과 비교하여 과상 2호와 수향에서 가지 및 새순과 앞의 생육이 우수하였고, 대심은 새순 수는 많지만, 가지 수가 적고, 새순길이가 짧았으며, 엽장과 엽폭은 청일과 비슷하였다.
2. 오디 수확 후 품종별 뽕잎 생산량은 청일에 비하여 뽕잎 수는 적었지만, 과상 2호와 수향은 뽕잎이 커서 청일보다 뽕잎무게는 훨씬 많았다. 대심은 뽕잎수도 적고, 뽕잎무게도 가장 적었으며, 식재주수로 환산한 10a 당 뽕잎무게는 청일에서 1,095 kg/10a로 가장 많았고, 과상 2호 521 kg/10a, 수향 189 kg/10a, 대심 73 kg/10a이었다.
3. 오디 뽕나무 품종별 뽕잎 무기성분은 누에사육용 품종인 청일보다 오디생산용 품종에서 질소함량과 인, 칼륨, 칼슘의 성분함량이 높았다.
4. 오디 뽕나무 품종별로 누에 섭식량은 과상 2호와 수향에서 청일보다는 약간 많았고, 섭식비율은 수향이 66.2%로 약간 높았으며, 유충발육기간은 21일 정도로 차이가 없었지만, 5령 3일 유충무게는 청일 1.9g/마리에 비해 과상 2호 2.07 g/마리, 수향 2.11g/마리, 대심 2.03g/마리로 오디 생산용 뽕나무에서 무거웠다.
5. 품종별 누에 사육기간 동안 감잡비율은 4품종 모두 3령부터 5령까지 영기가 클수록 유충사망률이 높았고, 품종별로는 과상 2호가 14.6%, 수향 13.3%, 대심 13.9%, 청일 12.6%였다. 감잡비율을 고려한 5령 3일 유충의 생산량은 누에 한 상자당 과상 2호 35.4 kg, 수향 36.6 kg, 대심 35.0 kg, 청일 33.6 kg이었다.
6. 뽕잎 생산량에 따른 누에 사육 가능량은 10a당 과상 2호 3.4상자, 수향 1.3상자, 대심 0.5상자, 청일 8.7상자일 것으로 추정되었다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 지역특화작목기술개발과제 “오디 수확후 남은 뽕잎을 활용한 누에 안정사육기술 개발”(과제 번호: PJ010242)의 지원에 의하여 연구가 수행되었습니다.

References

- Buankun (2005) Breeding silkworm of functionality. pp 41~89.
- Kang PD, Ryu KS, Kim KM, Sohn BH, Akio murakami, Sohn HD (1999) General characteristics and life span of silkworm moth according to varieties, *Bombyx mori*. Korean J Seric Sci **41**, 154~166.
- Kim HB, Koh SH, Oh NK, Jeong JS, Sung GB, Hong IP, Chung IM, Lee KG (2007) Agronomic characteristics and anti-oxidant capacity mulberry genetic resources conserved by Jeollabuk-do. Korean J Seric Entomol Sci **49**, 60~66.
- Kim HB, Sung GB, Kang SW (2005) Evaluation of fruit characteristics according to mulberry breeding lines for fruit production. Korean J Crop Sci **50**, 224~227.
- Kim MH (1990) Mulberry cultivation. pp 156~158.
- Machii H, Akio K, Yamanouchi H (1999) Fruit traits of genetic mulberry resources. J Seric Sci Jpn **68**, 145~155.
- Park KJ (2001) Characteristics of mulberry fruits on Daeseongppong, Daebungppong, Daeokppong and Shingwangppong(*Morus* Spp.). Korean J Seric Sci **43**, 99~103.
- Su C, Chen Q, Su L, Zhu G, Wang S (2001) Breeding of a fruit mulberry variety “Hongguo 1”, Sericultural Science **27**, 59~60.
- Sung GB, Hong IP, Kim HB, Nam HW (2005a) Effects of spacing and main branch length on the productivity of mulberry fruits and growth of mulberry. Korean J Seric Sci **47**, 1~4.
- Sung GB, Kim HB, Hong IP, Nam SH, Chung IM (2007) Characteristics of newly bred mulberry cultivar “Daesungppong” (*Morus Lhou*(Ser.) Koidz.) for mulberry fruit production. Korean J Seric Sci **49**, 56~59.
- Sung GB, Kim KY, Ji SD (2013a) Survey and analysis of mulberry tree for mulberry production. Korean J Seric Entomol Sci **51**, 48~55.
- Sung GB, Kim HB, Kang PD, Kim KY, Ji SD (2005b) Characteristics of mulberry cultivar “Daejappong” (*Morus Lhou*(Ser.) Koidz.) for mulberry fruit production. Korean J Seric Entomol Sci **51**, 56~62.
- Sung GB, Kim HB, Kang PD, Kim KY, Ji SD (2013b) Characteristics of mulberry cultivar Shimheung (*Morus alba* L.) for mulberry fruit production. Korean J Seric Entomol Sci **51**, 130~136.
- Sung GB, Kim HB, Kang PD, Kim KY, Ji SD (2014) Breeding of early maturing mulberry cultivar “Suhyang” (*Morus alba* L.) for mulberry fruit production. Korean J Seric Entomol Sci **52**, 64~72.
- Sung GB, Kim YS, Kim KY, Ji SD, Kim NS (2015) Studies on mulberry tree years and mulberry fruit yield and mulberry popcorn disease and sales price. Korean J Seric Entomol Sci **53**, 19~28.