

露地栽培에 適應한 亞熱帶產 뽕나무의 特性和 養蠶에서의 應用

석영식 · 박상조 · 안신현 · 한상미¹ · 여주홍¹ · 한명세²
강원도농산물원종장, ¹농업과학기술원 농업생물부, ²경북대학교 천연섬유학과

Characteristic and Application Under the Sericulture of Subtropical Zones Mulberry Adapted Itself to the Field Cultivation

Young-Seek Seok, Sang-Jo Park, Sin-Hun An, Sang-Mi Han¹, Joo-Hong Yeo¹ and Myung-Sae Han²
Gangwon Province Agricultural Product Registered Seed Station, Chunchon 200-150, Korea
¹*Dept. of Agricultural Biology, NIAST, RDA, Suwon 441-100, Korea*
²*Natural Fiber Science, Kyungpook Natinal University, Taegu 707-701, Korea*

ABSTRACT

A characteristic of subtropical zones region MK-T2 compares with an gaeryangppong, and the 9-10 schedule the times when a leaf blooms to are fast, and ratio that a branch edge by the colds becomes lean showed 5.7%, and a growth of the new branch which went out delivers 67.2 cm, mulberry leaves of the new branch which went out, and 18.6, a form of a leaf is the 1.10 that length of a leaf grew more a bit than width of a leaf up. Thickness of a leaf is 228.2 μm , and an area is more similar than gaeryangppong as 225.6 cm^2 . in plant taxonomy, the hair whom the style exists short with 0.7 mm, and go to the pistil head inside so as to be rare is distributed, and belong to Dolichostylae Pubescentes. The new branch cutting which executed without remedy processes was independent of a thickness of a case branch, and the form and 100% root was said, and an gaeryangppong compared with the fact that 10% root went out of 15 mm ideal, and was excellent very, and looked, a root went out a root the soil and water, all showed a characteristic to go out at central of a branch bases at 45% ratio. Length was 24.6 mm, and were water rate 78.8%, and mulberry of MK-T2 was carrying together sweetness and acidity to pH 4.7 while, besides, arrival was 19.21 Brix%. A larva period and pupa ratio, cocoon thickness ratio are almost similar to gaeryangppong, or weight of one cocoon, cocoon thickness, 20,002 cocoon quantity shows some results to drop, and be soft of a leaf, and feed value certifications are comparatively top-ranking. As a result of having analyzed amino acid of the 3rd day of 5th silkworm larva which bred to MK-T2, a collation absorbing an gaeryangppong went, and looked, but compared with a collation in case of tests to eat MK-T2, and looked, and the Ile collations were not detected a difference at Leu, but MK-T2 tests were detected mutual almost similar amino acid creation. medical efficacy of the 3rd day of 5th silkworm larva ethanol extract which bred to MK-T2 and black results, histologic a case did not appear at HE dyeing about the kidney organization which extracted from the rats which ate a silkworm ethanol extract and dyeing all chemical organization immunity, and one step protein revelation became lower with almost unidentified levels.

Key words : Subtropical mulberry, Cheonggansang, Mulberry fruit, New shoot cutting, Amino acid

서 론

뽕나무는 피자식물의 쌍자엽식물아강, 쌍기폴목, 뽕나무과 뽕나무속에 속하는 교목성 낙엽수로 온대에서 아열대에 이르기까지 온난다우 지방에 널리 분포하고 북위 50도에서 남위 10도까지 북반구에 편재하여 분포하며 분포밀도가 가장 높은 곳은 동아시아의 한국, 중국대륙 및 일본

열도이다. 뽕나무과 식물에는 73속 1,000여 종이 있으나 우리나라에는 뽕나무속, 꾸지뽕나무속, 닥나무속, 무화과나무속, 뽕모시풀속 등 5속이 분포한다(이, 1989).

전세계적으로 생물다양성에 관한 협약(Convention on Biological Diversity, CBD) 등으로 국가 간의 생물자원 확보 및 소유권 경쟁이 가열되고 국내 생물자원이 외국으로 무단 유출 및 반입이 엄격히 제한되어 생물자원 확보 및 소유

*Corresponding author. E-mail: air5738@nate.com

권이 위협받고 있는 시점에서 우리 또한 외국산 유용 생물종의 적극적인 도입 및 자원화 연구가 필요하다는 인식이 확산되고 있다(한, 1997).

최근 들어 잠업분야에 있어 누에를 이용한 혈당강하제의 개발, 누에 동충하초 재배법 개발과 뽕잎을 이용한 기능성 식품의 개발 등으로 뽕나무 재배에 대한 관심이 높아지면서 뽕품종 역시 유용성분이 다량 함유된 뽕나무 육종 전환을 요구받고 있는 실정이나, 현재까지 뽕나무 육종은 누에의 유일한 사료인 뽕잎의 수량성 증대 및 엽질 개선에 초점이 맞추어져 왔다(성·김, 2001). 또한 뽕나무의 일반적인 묘목생산법은 실생묘를 생산하여 접목하는 것으로서, 묘목의 생산기간이 2년으로 길다. 또한 농촌노동력의 노령화, 노임의 상승 등으로 생산비가 높아져 묘목 생산업자들이 생산을 기피함에 따라 수요공급 불균형으로 묘목가격이 매우 높아졌을 뿐만 아니라. 단위면적당 생산성을 높이기 위하여 10 a당 1,667주를 심는 밀식뽕밭이 권장되어 와서(임·조, 1980), 이러한 신규 및 보식뽕밭을 조성하기 위한 묘목의 구입에 많은 비용이 소요되는 문제점이 있다.

이를 해결하기 위하여 농가에서 손쉽게 묘목을 생산할 수 있는 방법이 연구되어 새순꺼꽂이에 의한 묘목생산법이 개발되었으나(구 등, 1997), 이 방법 또한 기존의 고조삼목법과 비교하여 생산효율 면에서 차이가 없으며, 정밀한 기술이 요구되어 실제로 현장에서 널리 적용되지 못하고 있다. 따라서 특별한 묘목생산 기술이 없어도 농가에서 쉽게 묘목을 생산할 수 있는 품종의 생산이 절실하다.

이에 경북대학교에서 수집한 아열대뽕나무 MK-S1(Sri Lanka, 1990) 및 MK-T2(Thailand, 1991)를 이용, 유용물질 생산과 농가에서 손쉽게 증식할 수 있는 뽕 자원의 적극적 개발을 위하여 노지재배에 적합한 아열대 뽕나무의 특성을 조사하고 양잠에서의 활용 가능성을 모색하였으며 잎과 오더 등 다용도로 활용가능한 MK-T2를 「청강상(淸江桑)」으로 품종등록하고 그 특성을 보고한다.

재료 및 방법

1. 공시 蠶品種 및 생태적 특성조사

가. 공시 뽕나무 계통의 발아개엽기 및 새순의 생장

2000년 춘기에 개량뽕과 청일뽕을 대조품종으로 하고 1991년 Sri Lanka와 Thailand로부터 도입되어 대구에서 적응된 뒤 춘천지역에 2000년 식재된 잎이 작은 MK-S1, 잎이 큰 MK-T2를 공시하여 발아개엽기 및 새순의 발육 조사는 2000년부터 2002년까지 3년 동안 춘기에 실시하였으며, 발아개엽기는 포장의 30개체를 난괴법으로 선정하여 조사하였으며, 새순의 발육조사도 동일한 방법으로 실시하였다.

나. 잎의 형태, 엽두께, 엽면적

잎의 형태는 2002년 6월 중에 가지 상단에 잎의 생장이 완료되어 완전히 성숙된 최대엽을 10엽씩 적엽하여 형태 특성조사를 실시하였으며, 잎두께조사는 2002년 6월 중에 가지 상단에 잎의 생장이 완료되어 완전히 성숙된 최대엽을 적엽하여 주맥과 측주맥 사이에서 Hand section method로 15개의 절편을 취하여 실제 현미경 하에서 Micrometer로 측정하였다(朴, 2000). 엽면적 조사 역시 2002년 6월 중에 가지 상단에 잎의 생장이 완료되어 완전히 성숙된 최대엽을 10엽씩 적엽하여 엽면적측정기(Area measurement, 모델 : CTC963, 영국)로 측정하였다.

다. 분류학적 특성

분류학적 특성은 암꽃을 2002년 5월중에 채취하여 실제현미경으로 관찰하고 Micrometer를 이용하여 측정하였다.

라. 내동성 및 충해조사

2000년부터 2002년까지 고손장 비율을 조사하여 내동성을 검정하였으며, 충해조사는 2002년도에 무농약 재배를 실시한 후 품종별로 10주씩 무작위 추출하여 주당 전체 가지 잎의 수에 대한 피해 잎수의 비율(%)로 나타내었다.

2. 신소삼목시 발근율 및 형태 특이성

가. 토양 및 물 꺾꽂이

각 품종별로 위부분에 2장을 남기고 약 15 cm길이가 되게 잘라 꺾꽂이순을 10개씩 만들고 사양토로 이루어진 높이 10 cm, 나비 60 cm가 되는 모판 밑 20 cm 부위에 잘 썬 퇴비를 100 평당 500 kg 넣어 두고 모판을 만든 후 꺾꽂이전에 물을 충분히 주고 모판을 고르게 진압한 다음 모판에 40 cm 간격 두줄로 하고 꺾꽂이순의 사이는 10 cm로 하여 꺾꽂이 할 위치에 구멍을 뚫어 놓은 뒤 준비한 꺾꽂이순을 발근촉진제(α -naphthalene acetic acid; NAA) 1,000 PPM의 농도에 3초 담갔다가 꺼내 꺾꽂이순이 5 cm 정도 들어가게 꽂고 흙을 적당히 눌러주고 모판위 약 30 cm 높이에 두께 0.03 mm의 폴리에틸렌 필름을 덮어 주었고 그 위에 차광막 80%를 다시 덮어주었다. 그리고 발근후 꺾꽂이순을 상, 중, 하로 나누어서 발근위치를 표시하고 위치별 개수를 기록하여 백분율로 표시하였다. 물꺾꽂이의 경우는 길이 100 cm, 나비 20 cm, 높이 30 cm인 수조에 20 cm 높이까지 물로 채우고 꺾꽂이 품종별 10개씩 수면위 5 cm까지 나오도록 꺾꽂이한 후 수조 아래부분에 黑紙로 가려 빛을 차단한 다음 기포기를 사용하여 공기를 공급하였으며 토양꺾꽂이의 경우와 마찬가지로 위치별 개수를 기록하여 백분율로 표시하였다.

나. 노지무처리 껌꽃이

토양껌꽃이의 경우와 같은 새가지 껌꽃이법을 사용하며, 단 껌꽃이시 무처리로 껌꽃이를 실시하되 굵기별 10개씩 껌꽃이를 실시하였다. 껌꽃이순의 발근여부를 기록하여 품종별 굵기별 발근율(%)을 표시하였다.

3. 오디 형태 및 이화학적 특성 조사

가. 오디의 크기, 수분율, 당도, pH측정

오디의 크기는 완숙오디만을 채취하여 가로, 세로 길이로 표시하였다.

수분함량 조사용 오디는 우중이나 비온 후를 피하여 완숙오디만을 채취하여 무게를 잰 후, 열풍건조하였다. 건조전의 무게에서 열풍건조후의 오디무게를 빼 값을 건조전 오디무게로 나눈 후 백분율로 표시하였다.

收穫盛期(수확성기)-완숙오디가 전체량의 90% 정도 차지한 경우에 3일이상 맑은 날을 택하여 오후 2~3시경에 뽕나무 품종별로 오디를 채취하고 즉시 50개씩 선별하여 당도를 측정하였다. 분석기기로 휴대용 당도기를 사용하였으며, Brix%로 표시하였다. 산도측정은 당도측정과 같은 시기에 채취한 오디를 품종별 각 50개씩 선별하여 과즙내어 pH측정기로 측정하였다.

4. 공시 잠복종 및 양잠에서의 응용

공시재료에 대한 사료가치 평가와 공시재료로 사육한 5령3일차 누에의 아미노산분석 및 에탄올 추출액의 약리효과 검정을 실시하였고, 오디 형태 및 이화학적 특성조사용 시료에는 공시재료 및 수봉뽕, 원주시 호저면의 야생뽕 오디를 채취하여 사용하였다.

가. 사료가치 평가

뽕잎의 사료가치검정은 누에사육시험에 의하였다. 누에 사육시험은 강원도농산물원종장 잠실에서 2002년 춘잠기에 1일3회 급상하는 보통육으로 완전입의 3반복으로 사육하였다. 칠보잡을 공시품종으로 하여 1~3령은 항온항습 잠실에서 개량뽕, MK-T2를 급상사육하고, 4-5령은 보통 잠실에서 구당 공시두수 250마리로 통일하여 개량뽕 급상구를 대조로 사육하였다.

나. 5령3일차 누에 아미노산 분석

사료가치 검정 방식으로 사육된 누에 급상구 일부를 각각 A, B, C(개량뽕 급여), D, E, F(열대뽕 MK-T2 급여) 샘플로 나누어 각각의 샘플의 전 아미노산 조성을 살펴 보았다. 우선 각 샘플을 급속 냉각시킨 후 동결건조를 행하였다. 동결건조장치(Model : SFDT 15K)를 이용하여 고체상태의 시료를 얻었다. 그 후 각 샘플 0.05%를 취한 후,

6N 염산 수용액 1 ml에 넣어 질소 처리한 후, 110°C에서 18 시간 가수분해를 실시하였다. 염산을 완전히 증발시킨 후, pH2.2의 로딩 완충액 1 ml에 희석시켰다. 필터링을 거친 후 전 자동 아미노산 기계장치(Amersham pharmcia biotech, 모델 : Biochrom 20 Plus, Sweden)을 이용하여 전 아미노산 조성 분석을 실시하였다. 얻어진 아미노산 조성(단위 : mol%)을 표11에 나타내었다.

다. 5령3일차 누에 에탄올 추출물의 약리효과

1) 누에에탄올 추출물 준비

3시간동안 끓는 물에 열대뽕 MK-T2 뽕잎으로 사육한 5령3일 누에를 추출한 후 99% 에탄올에 혼합하여 감압, 농축하였다. 추출물은 0.9% NaCl로 녹인 후 필터링한 후 4°C에 보관하였다.

2) 동물모델

흰쥐 수컷(Sprague-Dawley male)에 STZ (70 mg/kg of body weight, in citrate buffer 0.1 mol/l, pH 4.5) (Sigma-Aldrich Canada, Oakville, Ontario, Canada)을 복강 주사하여 당뇨쥐를 유발하였다. 혈당은 12시간후 Ames Accutest Glucometer를 사용하여 15 mmol/liter 이상의 쥐만을 사용하였다. 누에 에탄올추출물(1 g/kg/day)은 생리식염수에 녹여 꼬리정맥으로 21일간 2일에 한번씩 주사하였다. STZ 대조군으로는 생리식염수만을 투여하고 매일 혈당을 측정하였다. 누에 에탄올추출물 쥐와 대조군은 각기 3마리씩 1, 3, 7, 14과 21일째 도살하여 신장을 적출하였다.

3) HE염색을 통한 형태학적 조사 및 면역조직화학염색
적출한 신장 조직을 10% 중성 포르말린에 고정하고 계열 알코올로 탈수하고 침투과정을 거쳐 파라핀 포매를 실시한 후 2 μm의 박절편을 만들어 hematoxylin 및 eosin 염색을 시행하였다. TGF-β1 단백 발현을 알아보기 위해 단클론성 항체를 사용하여 면역조직화학적 염색을 하였다. 파라핀 포매된 신장 조직을 2 μm의 두께로 잘라서 부착제로 처리된 슬라이드에 붙이고 탈파라핀을 거쳐 함수하였다. 메탄올에 희석한 3% H₂O₂용액에서 30분간 처리하여 내인성 과산화효소에 대한 반응을 차단하고 0.01 mol 인산 완충액에서 10분간 세척하였다. TGF-β1에 대한 1차 항체를 37°C에서 30분간 반응시키고, biotinylated anti-mouse IgG(DAKOLSAB kit, USA)를 2차 항체로 사용하여 37°C에서 20분간 반응시킨 후 streptavidin peroxidase (DAKOLSAB kit, USA)로 발색하였다. Mayer hematoxylin 으로 대조 염색을 한 후 광학현미경으로 관찰하였다.

4) mRNA의 분리 및 역전사-중합효소연쇄반응(Reverse

Transcription-Polymerase Chain Reaction : RT-PCR)

적출한 신장으로부터 totalRNA는 RNAzolB(TEL-TEST, Friendwood, USA)를 사용하여 추출하고 분광광도계(Beckman, Peapack, USA)로 RNA의 순도와 정제된 양을 구하였다. 분리한 RNA를 주형으로 1st strand cDNA synthesis Kit(Boehringer Mannheim Co., IN, USA)를 이용하여 oligo dT primed first strand DNA를 합성하였다. 합성된 cDNA를 주형으로 MgCl₂의 농도가 1.5 mmol, dNTP 0.5 mmol, 2.5 U/μL의 Taq polymerase와 PCR 완충액에 각기 25 pmol의 TGF-β1과 house keeping gene인 GAPDH를 PCR반응기(Perkin-Elmer Cetus, CT, USA)에서 증폭하였다. GAPDH의 primer는 백서의 유전자에서 고안하였으며, 5'-GTGGACATTGTTGCCATCAACG-3', 5'-GAGGGAGTTGTCATATTTCTCG-3'를 사용하여 351 bp의 산물을 얻었고, TGF-β1의 primer는 5'-CCTGCTGCTTTCTCCCTCAACC-3', 5'-CTGGCACTGCTTCCCGAATGTC-3'를 사용하여 598 bp의 산물을 얻었다. PCR 시간 및 온도는 94°C에서 2분간 변성시킨 후 94°C에서 30초, 60°C에서 1분, 68°C에서 2분간 반응시키는 조건으로 25회 수행하고, 68°C에서 7분간 반응시켰다. 이렇게 얻어진 증폭산물은 2% agarose gel에서 전기영동하여 확인하였다.

결과 및 고찰

1. 생태적 특성 조사

가. 일반특성

아열대산 뽕나무로서 낮추베기 한 경우 나무형태가 심히전개형이면서 가지는 곧으나, 휘성이 강하다. 겨울눈은 개량뽕은 적갈색, 청일뽕은 회갈색이나 공시품종은 갈색이며, 가지의 색 역시 개량뽕은 회갈색, 청일뽕은 청색을 띠며 회백색인 반면에 공시품종은 적갈색과 청회색 두 가지로 존재하며 표면은 거칠다. 잎은 광택이 약한 짙은 녹색으로 원엽과 열엽이 35%정도 섞여서 생기는 異葉性(heterophylly)을 지니며 엽선은 침두형이 주로 존재한다.

Table 1. Development of winter buds in spring (2000~2002)

Place	Variety	Budding date	Leaf opening date	Leaf expending date				
				1st	2nd	3rd	4th	5th
Chuncheon	Gaeryangppong (<i>Morus alba</i> L.)	4.19 ± 0.03	4.22 ± 0.03	4.26 ± 0.04	4.28 ± 0.03	4.29 ± 0.03	4.30 ± 0.03	5.2 ± 0.03
	Cheongilppong (<i>Morus alba</i> L.)	4.18 ± 0.03	4.21 ± 0.03	4.25 ± 0.04	4.27 ± 0.03	4.28 ± 0.03	4.29 ± 0.03	5.1 ± 0.03
	MK-S1	4.9 ± 0.01	4.12 ± 0.01	4.15 ± 0.01	4.17 ± 0.01	4.19 ± 0.01	4.21 ± 0.02	4.24 ± 0.02
	MK-T2	4.8 ± 0.03	4.11 ± 0.03	4.14 ± 0.02	4.17 ± 0.01	4.19 ± 0.02	4.21 ± 0.02	4.23 ± 0.02

※ means ± SD

나. 발아개엽기 및 새순의 생장

1) 발아개엽기

탈포기는 개량뽕 4.19 ± 0.03일, 청일뽕 4.18 ± 0.03일에 비교하여 MK-S1이 4.9 ± 0.01일, MK-T2는 4.8 ± 0.03일로 9~10일 빨랐으며, 연구기의 경우도 개량뽕 4.22 ± 0.03일, 청일뽕 4.21 ± 0.03일에 비교하여 MK-S1이 4.12 ± 0.01일, MK-T2는 4.11 ± 0.03일로 역시 9~10일 빨랐다. 개엽기 때도 개량뽕 4.26 ± 0.04일, 청일뽕 4.25 ± 0.04일에 비교하여 MK-S1이 4.15 ± 0.01일, MK-T2는 4.14 ± 0.02일로 역시 9~10일 빨랐다. 5개엽이 될 때는 개량뽕 5.2 ± 0.03일, 청일뽕 5.1 ± 0.03일에 비교하여 MK-S1이 4.24 ± 0.02일, MK-T2는 4.23 ± 0.02일로 8~9일 빨라 애기누에용으로 적합한 올뽕의 특성을 나타냈다(Table 1). 일반적으로 뽕나무이 발생에 크게 영향받는데 보통 4~5엽기에 소잠시기를 결정하므로 대조구의 경우 5.2일 전후가 되며 시험구는 4.23일 전후가 되는데 중북부 뽕나무이가 크게 발생하는 5월 중순이전에 사육이 완료되므로 중북부농가에서 올뽕으로 사육시 유리하다.

2) 새순의 생장

목은 가지로부터 발아하여 자라난 새순의 발육상황은 Table 2와 같다. 춘잠기 5령 시기의 새순 길이는 개량뽕 63.8 ± 3.7 cm, 청일뽕 61.4 ± 3.5 cm에 비하여 MK-S1 63.3

Table 2. Features of leaves and new shoots at harvest time in spring (2000~2002)

Variety	new shoot length (cm)	No. of leaves
Gaeryangppong (<i>Morus alba</i> L.)	63.8 ± 3.7	16.9 ± 1.9
Cheongilppong (<i>Morus alba</i> L.)	61.4 ± 3.5	17.0 ± 1.7
MK-S1	63.3 ± 3.4	17.3 ± 1.2
MK-T2	67.2 ± 2.3	18.6 ± 1.4

※ means ± SD

Table 3. Shape of leaves in autumn (2002)

Variety	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Ratio of leaf length to leaf width	Petiolo length (cm)	Ratio of leaf length to Petiolo length
Gaeryangppong (<i>Morus alba</i> L.)	21.6 ± 0.8	17.6 ± 0.6	1.23 ± 0.02	6.0 ± 0.4	3.63 ± 0.2
Cheongilppong (<i>Morus alba</i> L.)	21.8 ± 0.8	18.1 ± 0.5	1.21 ± 0.02	5.9 ± 0.2	3.68 ± 0.13
MK-S1	13.7 ± 1.1	12.6 ± 1.0	1.09 ± 0.03	4.2 ± 0.3	3.30 ± 0.19
MK-T2	19.2 ± 2.0	17.5 ± 1.8	1.10 ± 0.03	5.9 ± 0.4	3.24 ± 0.29

※ means ± SD

Table 4. Leaf thickness and leaf size in autumn (2000~2002)

Variety	Leaf thickness (μm)	Leaf size (cm ²)
Gaeryangppong (<i>Morus alba</i> L.)	226.4 ± 2.4 μm	253.1 ± 17.8
Cheongilppong (<i>Morus alba</i> L.)	225.0 ± 3.9	262.8 ± 16.1
MK-S1	208.5 ± 6.5	115.4 ± 17.9
MK-T2	228.2 ± 4.4	225.6 ± 47.7

※ means ± SD

± 3.4 cm로 비슷했지만, MK-T2는 67.2 ± 2.3 cm로 3 cm 길었다. 새순에 붙은 뽕잎수 경우는 MK-S1 17.3 ± 1.2개, MK-T2 18.6 ± 1.4개로 개량뽕 16.9 ± 1.9개, 청일뽕 17.0 ± 1.2개보다 비슷하거나 2개 정도 많았다

다. 잎의 형태, 엽두께, 엽면적

2002년 춘잠기에 조사한 잎의 특성은 Table 3, 4와 같다. 즉 MK-S1 및 MK-T2는 엽장 대한 엽폭의 비율이 각각 1.09 ± 0.03, 1.10 ± 0.03으로 엽장이 엽폭보다 약간 발달한 형태이며, 엽병장 비율은 3.30 ± 0.19, 3.24 ± 0.29로 개량뽕 3.63 ± 0.2, 청일뽕 3.68 ± 0.13과 비교하여 비슷하거나 조금 낮았다. 엽두께는 MK-S1이 208.5 ± 6.5 μm로 비교적 얇은 편이었지만 MK-T2는 228.2 ± 4.4 μm로 개량뽕 226.4 ± 2.4 μm, 청일뽕 225.0 ± 3.9 μm와 비교하여 비슷하였고 엽면적은 MK-S1이 낮추베기임에도 불구하고 115.4 ± 17.9 cm²로 매우 적은 편이었으며 MK-T2는 225.6 ± 47.7 cm²로 개량뽕 253.1 ± 17.8 cm², 청일뽕 262.8 ± 16.1 cm²에 비하여 약간 작은 편이었다.

라. 분류학적 특성

뽕나무는 뽕나무과(Moraceae)의 뽕나무屬(*Morus*)에 속하며, 顯花植物門(Phanerogamae), 被子植物亞門(Angiospermae), 雙子葉植物綱(Dicotyledoneae), 無辨花亞綱(Apetalae),



Fig. 1. MK-T2's a female flower and a style.

뽕나무과(Moraceae), 뽕나무屬(*Morus*)의 식물분류학상의 위치를 가진다.

뽕나무속에는 많은 종(species)과 변종(variety)이 있는데 이것을 CARL VON LINNE가 그의 저서 Species Plantarum (1753)에서 5종으로 분류한 이래 여러사람에 의해서 기재된 종명은 123종에 달했으나 일본의 小泉(1930)에 의하여 30종 10변종으로 정리하였다. 그는 花柱의 長短에 따라서 長花柱區와 無花柱區의 2區로 나눈 다음 이것을 柱頭가

Table 6. Death atop, non-budding branch and ratio of damaged leaf by insect (2002)

Variety	Longest branch length (cm)	Death atop per ct. (%)	Non-budding length per ct. at basal part of branch (%)	Ratio of damaged leaf by insect (%)
Gaeryangppong (<i>Morus alba</i> L.)	214	12.9%	9.7%	47.5 ± 3.3%
Cheongilppong (<i>Morus alba</i> L.)	205	10.7	10.8	34.8 ± 3.9
MK-S1	198	38.4	42.5	87.4 ± 2.3
MK-T2	263	5.7	8.1	88.6 ± 3.5

※ means ± SD

Table 7. The root regeneration of specificity of the soil cutting and the water cutting (unit : %)

Varieties	Root regeneration's position of the soil cutting				Root regeneration's position of the water cutting			
	Top	Middle	Below	Non	top	Middle	Below	Non
Gaeryangppong (<i>Morus alba</i> L.)	-*	-	70	30	-	10	70	20
Cheongilppong (<i>Morus alba</i> L.)	-	-	60	40	-	-	70	30
Wild variety	-	-	60	40	-	-	70	30
MK-S1	-	40	60	-	-	70	30	-
MK-T2	-	50	50	-	-	60	40	-

※ - not detected

微毛를 가지고 있는가, 乳頭突起를 가지고 있는가에 따라서 柱頭有毛類와 柱頭乳頭突起類의 2亞區로 분류한 동시에 無花柱區에는 長花穗類를 첨가 분류하였는데 이 분류법을 근거로 공시품종을 분류해 보았다.

MK-T2는 화주부분이 0.7 mm로 짧게 존재하며 주두 내면에 드물게 微毛가 분포하여 長花柱區 柱頭有毛類에 속한다고 여겨진다(Fig. 1).

마. 내동성 및 충해조사

전년 겨울동안에 가지의 상단이 말라죽거나 얼어죽은 고손장비율은 Table 6과 같이 MK-T2는 5.7%로 개량뽕 12.9%, 청일뽕 10.7%와 비교하여 매우 우수한 내동성을 가지고 있었으나 MK-S1은 38.4%로 추위에 약하였다. 기부발아장비율 역시 MK-T2가 8.1%로 제일 짧아 강한 내동성과 더불어 발아의 조만으로서 올뽕의 특성을 함께 나타내어 향후 중부지역에서 재배 가능성을 보여 준 반면에 MK-S1은 42.5%로서 사료목적으로 한 재배로는 적절하지 못하지만 조기발아 특성과 충해조사에서 밝혀진 높은 곤충유인성을 고려해 볼 때 친환경 방제 같은 특수 용도로 활용 가능성을 보여주었다.

MK-S1과 MK-T2는 충해에 매우 약한 점을 보여주었는데 각각 87.4%, 88.6%로 개량뽕 47.5%, 청일뽕 34.8%에

비하여 2배이상 충해가 심하지만 사육 10여일정도 일찍 완료됨을 감안하면 초기 방제만 유의한다면 큰 문제는 되지 않을 것으로 판단된다.

3. 신소삽목시 발근율 및 형태 특성

가. 토양 및 물 끼얹기

토양끼얹기의 경우 온대성 품종은 60~70%의 발근율을 보이고 열대성 품종은 100%의 발근율을 보였다. 온대성 품종의 발근위치를 살펴보면 하부에서 발생한 것외에 중부나 상부에는 발근되지 않았다. 이에 반면 열대뽕나무의 발근위치는 평균 45% 정도가 중부와 하부에서 모두 발근하는 특이한 형태를 보여 주었으며 물끼얹기 경우 열대뽕나무는 역시 토양끼얹기와 동일한 결과를 얻을 수 있는데 일부 개량뽕에서 중부에서 발근한 경우가 있었고 열대뽕나무의 경우에는 중부와 하부에서 발근하는 비율가 더 증가하는 경향을 보여주었다(Table 7).

온대성 뽕나무가 토양과 수중에서 관계없이 하부 즉 절단면 부위에서만 뿌리가 발생하는 것과는 달리 열대성 뽕나무가 하부 단면과 중부의 엽흔 주변 즉 근기에서 상당한 발근력을 보이는 것은 근기에서의 발근수는 적고 부정근근원체에서의 발근수는 발근물질의 작용과 그 분열조직의 활동에 좌우된다(山下, 1931; 田, 1944)는 점을 고려

Table 8. Difference of regeneration of non-treatment cutting by the thickness of cutting in field (unit : %)

Varieties	Root regeneration ratio of non-treatment cutting (%)					
	under 10 mm		10 mm~15 mm		above 15 mm	
	regeneration	non-regeneration	regeneration	non-regeneration	regeneration	non-regeneration
Gaeryangppong (<i>Morus alba</i> L.)	*	100	-	100	10	90
Cheongilppong (<i>Morus alba</i> L.)	-	100	10	90	-	100
Wild variety	-	100	10	90	10	90
MK-S1	90	10	100	-	100	-
MK-T2	100	-	100	-	100	-

※ - not detected

Table 9. Length, water content, sugar degree and pH of mulberry fruit with different varieties

Varieties	size of mulberry (mm)	Water content (%)	Sugar degree (Brix%)	pH
Subongppong	25.6 ± 0.4	80.2 ± 2.3	13.55 ± 0.5	6.0 ± 0.3
Cheongilppong (<i>Morus alba</i> L.)	26.3 ± 0.2	81.3 ± 1.2	12.52 ± 0.4	6.2 ± 0.5
Wild variety	18.4 ± 0.2	83.4 ± 2.6	9.54 ± 0.3	6.1 ± 0.2
MK-T2	24.6 ± 0.3	78.8 ± 2.4	19.21 ± 0.4	4.7 ± 0.5

※ means ± SD

해볼때 식물의 분열조직 활동이 적합한 아열대 환경조건으로 인해 열대뽕나무가 발근을 억제하는 tannin같은 저해물질보다 발근을 촉진하는 auxin같은 물질의 구성이 더 많아진 발생학적 구조를 가지게 되므로써 활발한 발근력을 보이지 않나 여겨지나 이점은 좀더 연구되어야 할 것 같다.

나. 노지무처리 꺾꽂이

꺾꽂이의 발근율은 본래의 재생기능의 차이와 가지의 질적 충실도가 기본적으로 중요한 관계가 있지만 온도, 수분, 공기, 토질, 비료 등 여러조건이 보다 큰 영향을 준다. 무엇보다 가지의 발육이 진행됨에 따라 발근저해물질의 조성이 많아져 발근이 억제되며 발근촉진물질이 많아져 발아를 억제하면 반대로 발근은 촉진된다(本多, 재상학 1978). 하지만 이번 10 mm 이하, 10 mm~15 mm 사이, 15 mm 이상 굵기별 실험에서 온대성 뽕나무는 10 mm 이하는 발근하지 않고 나머지 조건에서는 10% 미만의 발근율을 나타낸 반면 열대뽕나무는 무처리임에도 불구하고 거의 모든 조건에서 100% 발근하는 결과를 보였다. 이는 발근율이 높기 때문에 굵기 조건에 덜 민감하다고 볼 수 있다(Table 8).

3. 오디 형태 및 이화학적 특성 조사

가. 오디의 크기, 수분율, 당도, pH측정

뽕나무 품종별 오디중의 수분함량은 78.8~83.4%로 나타났다으며 수분함량이 가장 낮은 MK-T2의 당도는 19.21로 가장 높았고, 83.4%로 수분함량이 가장 높았던 야생뽕의 오디는 당도 9.54으로 조사되었다. 원주지방에서 채취된 야생오디의 당도는 완숙오디임에도 9.54으로 나타나 재배종에 비하여 훨씬 낮았다. 이는 그 지역의 비옥도가 대조품종 재배지보다 낮고 자생지역이 습도가 높은 계곡 지역(원주시 호저면)인 환경조건에 많은 영향을 받았기 때문이며 오디의 당도향상은 비배관리, 일조량 등 환경조건을 조절하는 것이 중요하다는 것을 알 수 있다(Table 9).

MK-T2 오디의 경우 오디뽕나무로 알려진 품종 20, 검설뽕과 비슷한 당도를 보여줄 뿐만 아니라 pH가 4.7로 신맛을 함께 보유하고 있어 식미까지 갖추고 있는 것으로 밝혀졌다.

4. 양잠에서의 응용

가. 사료가치 평가

2002년 춘잠기에 개량뽕을 대조구로 하고 MK-T2를 급이하여 사육한 누에사육시험 성적은 Table 10과 같다. MK-

Table 10. Leaf quality by silkworm rearing test in spring (Chuncheon in 2002)

Varieties	Duration of larval period	Percentage of pupation	Cocoon yield (kg/Box)	Single cocoon weight	Cocoon shell weight	Percentage of cocoon shell weight
Gaeryangppong (<i>Morus alba</i> L.)	25.08 (D.hrs)	95.8	39.1	2.42g	56.7cg	23.4
MK-T2	25.10	95.5	38.9	2.38	55.9	23.4

Table 11. comparisons of the amino acid of The 3 rd day of 5th silkworm larva reared gaeryangppong and MK-T2

	gaeryangppong	MK-T2
Asp	8.160 ± 0.45	8.136 ± 0.35
Thr	4.443 ± 0.14	4.441 ± 0.04
Ser	5.188 ± 0.09	5.369 ± 0.21
Glu	10.369 ± 0.07	10.061 ± 0.43
Gly	11.052 ± 0.87	11.869 ± 1.02
Ala	8.437 ± 0.40	9.372 ± 0.59
Cys	0.000 ± 0.00	0.000 ± 0.00
Val	5.300 ± 0.23	5.161 ± 0.07
Met	0.878 ± 0.52	0.569 ± 0.05
Ile	0.000 ± 0.00	1.382 ± 1.95
Leu	10.094 ± 0.39	8.786 ± 1.69
Tyr	2.946 ± 0.32	3.057 ± 0.20
Phe	3.765 ± 0.14	3.992 ± 0.17
His	3.286 ± 0.16	3.248 ± 0.22
Lys	6.661 ± 0.26	6.520 ± 0.17
Pro	7.998 ± 0.05	7.936 ± 0.25
Arg	4.519 ± 0.03	4.439 ± 0.08
Total	93.094 ± 0.61	94.338 ± 0.32

※ means ± SD

T2는 유충기간, 화용비율, 견충비율은 개량뽕과 거의 비슷하였으나 견충중과, 단견중이 약간 낮았으며 4령기잠 2만두당 수견량은 개량뽕 39.1 kg, MK-T2는 38.9 kg으로 약 1% 적었다.

누에 사육에 의한 사료가치 시험결과를 보면 춘잠기에 수견량, 단견중, 견충중 등이 대조품종보다 다소 낮았으나, MK-T2가 열대뽕인 점을 감안하면 엽질은 비교적 우량하다고 판단된다.

나. 5령3일차 누에 아미노산 분석

Table 11에서 보는 바와 같이 각 샘플의 18종의 아미노산 조성이 전체적으로 고른 분포를 나타내고 있으나, 급이된 시료별로 아미노산 조성에 차이가 확실히 남을 알 수 있었다. 개량뽕 간에는 거의 유사한 아미노산 조성을

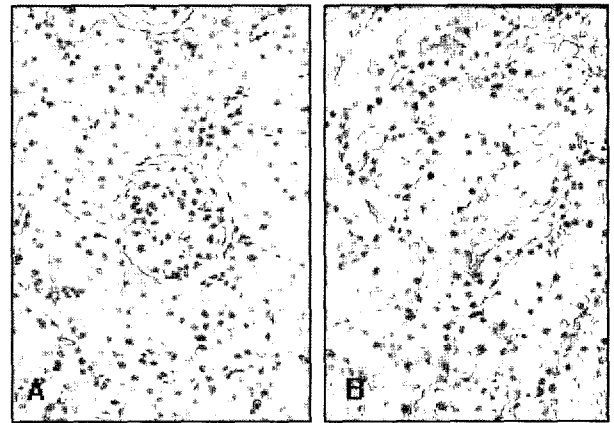


Fig. 8. Histological analysis by (H&E) staining.

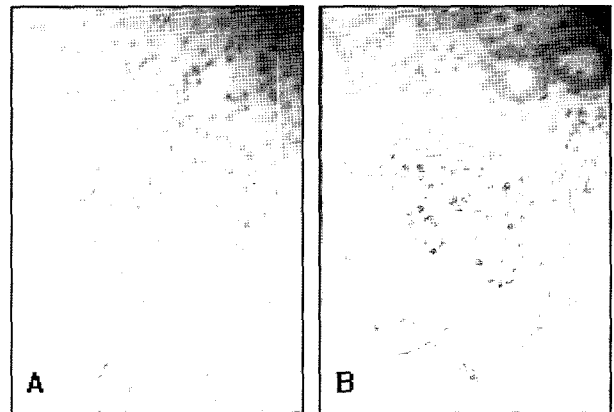


Fig. 9. Immunohistochemical staining for examining on the level of TGF-β1 protein.

보여주고 있지만 MK-T2 샘플과는 Leusine(Leu)에 차이를 보여주고 있고 Isoleusion(Ile)의 경우 개량뽕에서는 검출이 되지 않고 있으나, MK-T2에서는 1.382 ± 1.95% 검출되었다. 이를 통해 MK-T2 뽕잎은 Leusion의 함량 차이가 클 수 있고 더구나 Ile아미노산이 다량으로 검출되었다는 것은 특이하다 할 수 있었다.

다. 5령3일차 누에 에탄올 추출액의 약리효과

MK-T2로 사육한 5령 3일차 누에 에탄올 추출액의 HE

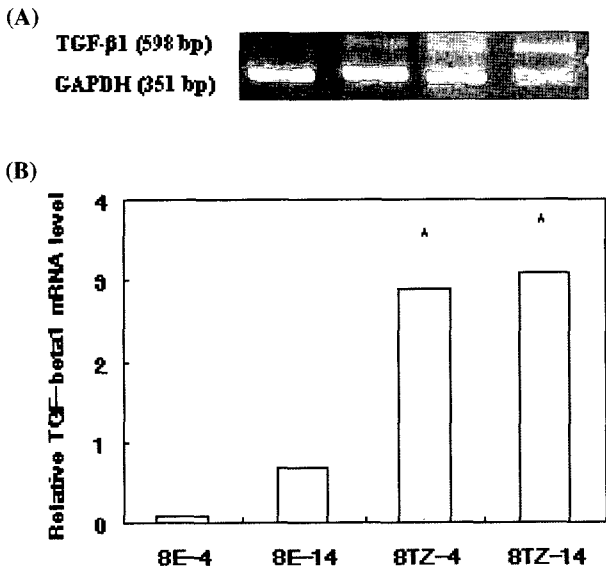


Fig. 10. Reverse transcription polymerase chain reaction (RT-PCR).

염색을 통한 형태학적 조사 및 TGF-β1 단백 발현에 대한 면역조직화학 염색 결과는 Fig. 8, 9와 같고 대조구 형태적으로는 Fig. 8, B와 같이 당뇨병증으로서 사구체 용질, 뇨강 및 세뇨관 간질의 용적이 증가하였고, 세뇨관 상피 세포의 괴사가 확인 되었으며, 면역조직화학 염색결과 Fig. 9, B에서 TGF-β1이 사구체내의 내피세포에서 발현이 확인되었다, 그러나 에탄올 추출액 투여구에서는 사구체 용질, 뇨강 및 세뇨관 간질의 용적이 다소 증가하였으나, 당뇨병증 유발과 관련된 TGF-β1 단백질 발현은 거의 확인 되지 않는 수준으로 낮아져서 약리효과가 있는 것으로 확인되었다. mRNA의 분리 및 역전사-중합효소연쇄반응 결과 역시 mRNA 단계에서도 동일한 결과를 얻었다(Fig. 10).

적 요

아열대산 MK-T2의 생태적 특성조사, 발근 특성 그리고 오디의 형태와 이화학적 특성, 사료가치 검정 평가, MK-T2로 사육한 5령3일차 누에의 아미노산 분석과 누에 에탄올 추출액의 약리효과에 대한 연구를 하여 다음과 같은 결과를 얻어 잎과 오디 등 다용도 「청강상(淸江桑)」 자체개발 품종육성의 기본자료로 활용하였다.

1. 아열대산 MK-T2의 생태적 특성을 조사한 결과 발아 개엽기는 개량뽕과 비교하여 9~10일 빠르며 새순의 발육 또한 67.2 cm로 3 cm 정도 길었으며, 새순의 뽕잎수도 18.6 개로 2개가 많았다.

2. 엽의 형태는 엽장이 엽폭보다 약간 발달한 1.10 비율을 나타내었으며 엽두께, 엽면적은 각각 228.2 μm, 225.6

cm²로서 개량뽕보다 약간 얇거나 작은편이었다

3. MK-T2는 화주부분이 0.7 mm로 짧게 존재하며 주두 내면에 드물게 微毛가 분포하여 長花柱區 柱頭有毛類에 속한다고 판단이 된다.

4. 고손장비율은 5.7%로서 개량뽕의 12.9%와 비교하여 상당히 우수하지만 무농약재배의 조건에서 충해의 경우 주당 피해율이 88.6%로서 개량뽕의 47.5%의 거의 2배정도 약함을 보여주었다

5. 무처리 신소삼목시 발근율이 가지의 굵기와 무관하게 100% 발근하여 온대지역의 개량뽕이 15 mm 이상에서 10% 발근한 사실과 비교하여 매우 우수한 발근력을 보여주었으며 발근 형태적 특성은 토양과 물 모두 45% 비율로 가지의 중부와 하부에서 발근하는 특성을 보여주어 하부에서 발근하는 온대지역의 뽕나무와는 많은 차이를 나타내었다.

6. MK-T2의 오디는 길이가 24.6 mm, 수분을 78.8%, 당도가 19.21 Brix%로 오디용으로 개발된 품보 20, 검설뽕과 비슷한 성적을 나타내었으나 특이하게 pH 4.7로 단맛과 신맛을 함께 지니고 있었다.

7. MK-T2의 사료가치 검정평가 결과 개량뽕과 비교하여 유충기간과 화용비율, 견충비율은 거의 비슷하였으나, 단견중, 견충중, 2만두 수건량은 약간 떨어지는 결과를 보여 엽질이 비교적 우량하다고 평가되었다.

8. MK-T2로 사육한 5령3일차 누에의 아미노산을 분석한 결과 개량뽕을 급이한 대조구 간에는 서로 거의 유사한 아미노산 조성을 보여주었으나 MK-T2를 급이한 시험구의 경우 대조구와 비교하여 Leu에서 차이를 보여주었으며 Ile는 대조구에서는 검출되지 않았으나 MK-T2 시험구에서는 검출되었다.

9. MK-T2로 사육한 5령3일차 누에 에탄올 추출물의 약리효과 검정결과 누에 에탄올 추출물을 투여한 쥐에서 적출한 신장조직에 대한 HE염색 및 조직면역화학염색 모두에서 조직학적 병징이 나타나지 않았고 TGF-β1 단백 발현이 거의 확인되지 않는 수준으로 낮아졌다.

인용문헌

- 金文 (1978) 裁桑學 향문사 64~67.
 구태원, 성규병, 김호락, 류근섭(1997) 뽕나무 묘목생산을 위한 신소삼목 조건 구명. 韓蠶學誌. 39(2): 101~105.
 고광출(1994) 뽕나무과실의 과수화와 이용기술연구(1) 뽕나무 과수화 기초연구 농업특정연구개발사업보고서. 농촌진흥청.
 박광준, 이용기(1996) 뽕나무의 배수성에 따른 오디의 형태 및 품질 특성 차이. 농업논문집 38(1): 307~317.
 박광준, 이용기(1997) 한반도에서 자생하는 뽕나무 3종이 자연교잡된 매의 稔性과 오디의 과실특성. 韓蠶學誌 39(2): 106~113.
 박광준, 이용기(2002) 검설뽕의 동질4배체 “4원뽕26호”의 임성 및

재배학적 특성

- 韓明世, 石榮植(1997) 아열대檳나무의 온대적응과 檳나무이의 생태적 방제, 잡사학회 40주년 기념 논문집, D13.
- 한국잡사학회(1999) 1999 심포지엄 “뽕잎함유 생체활성성분의 식품 이용전망” 자료집: 63~64.
- 이창목, 대한식물도감 (1989): 285~288.
- 이희완, 신동화, 이완주(1998) 몇 가지 뽕품종에 따른 오디의 형태 및 화학적 성분의 특징. 韓蠶學誌 40(1): 1~7.
- 이희삼, 정교순, 김선여, 류강선, 이완주(1998) 잠상산물의 장기적 투여에 따른 혈당 강하효과. 대한잡사학회 40(1): 38~42.
- 임수호, 조장호(1980) 속성다수화 뽕밭조성에 관한 연구, 잡업시험장 연구보고서: 221~234.
- 성규병(1998) 檳나무 관련연구의 최근동향과 발전방향. 韓蠶學誌 40(2): 180~184.
- 성규병, 다수성이고 발근력이 강한 뽕품종 “밀성뽕” 육성. 韓蠶學誌 43(1): 9~10.