

## 한국 재래뽕의 생태 및 품종간 특이성에 관한 연구

김현복 · 김남수\* · 박광준

농촌진흥청 잠사곤충연구소, \*강원대학교 농과대학

### Morphological and Biochemical Characteristics in the Korean Landraces of Mulberry Tree, *Morus*

Hyun Bok Kim, Nam Su Kim\* and Kwang Jun Park

National Sericulture and Entomology Research Institute, R.D.A, Suwon, Korea

\*College of Agronomy, Kangwon National University, Chuncheon, Korea.

#### Abstract

This study was conducted to characterize mulberry varieties by the analysis of morphological characters as well as biochemical and molecular biological markers. As for the budding stage Geumsang, Chosang 1 and Yeongbyeonchuwoo were early, but Dangsang 6, Hwangchuwoo were late. The lowest variety in rate of death atop was Dangsang 8(0.0%). Suncheonppong was the highest leaf yields in spring and autumn rearing season. In biochemical isozyme analysis, peroxidase gave good zymogram patterns in isoelectric focusing electrophoresis. There were high variations in RAPD analysis among the mulberry trees. From the obtained peroxidase and RAPD variations, cluster phylogenetic analysis was carried out using NT-SYS PC program. There were no clear grouping patterns between native varieties and leading varieties. The highest similarity was observed between Suwonsang 1 and Suwonsang 2 at about 90% similarity level.

Key words : Mulberry varieties, RAPD, isoelectric focusing electrophoresis.

#### 緒 論

營養繁殖性 목본작물인 뽕育種에 있어 1차 선발은 外部形態에 의한 生態의 特性을 기본으로 하고 있으며 콜히친에 의한 倍數體와 放射線으로 유발시킨 突然變異를 이용하는 방법도 있으나 지금까지 가장 많이 이용된 방법은 交雜育種이다. 교잡육종에서는 특성검정시험 결과에 따라 육종목적에 적합한 形質을 가지고 있어 교배친으로 이용할 품종 또는 계통선정을 하게 되며 미리 육종소재의 유전적인 相同性을 해명하고 類緣關係를 밝혀 두는 것이 중요하다. 그러나 이러한 방법은 禾穀類 등 1년생 작물에 비해 시간이 오래 걸리고 많은 노력을 요한다. 또한 타식성이며 잡박성이 크기 때문에 잡종후대의 분리

폭이 크고 환경에 의한 지배를 받으므로 꽃, 잎, 가지의 형태와 색 등 형태적 형질에 의해 품종간의 유전적 相同性을 규정짓기가 어렵다고 하는 단점(平野, 1980)이 있다.

최근 들어 모든 生命體가 갖고 있는 DNA의 制限酵素 단편들의 길이가 서로 다른 원리를 이용하여 유전자원이나 잡종개체 품종 또는 특정 유전자를 선발할 수 있도록 개발된 유전자 이용기술로써의 핵산지문법(RFLP) 및 PCR을 이용한 RAPD 핵산지문법 기술을 이용하여 품종간 유전적인 相同性을 해명하고 類緣關係를 구명하여 효율적이고 계획적인 육종을 추진하려는 노력이 시도되고 있다.

본 연구는 한국 재래뽕에 대한 生態의 特性을 조사 평가함과 동시에 等電點 電氣泳動法과 PCR을 이용

한 RAPD 핵산지문법을 이용하여 품종간 유연관계를 구명하므로써 뽕품종의 育種效率를 높이고자 수행하였다.

## 材料 및 方法

### 1. 뽕품종의 栽培生態의 特性

잠사곤충연구소 품종보존포장(盤泉統 土壤)에 8주씩 낮추베기로 재배되고 있는 5~6년생의 한국 재래뽕 30품종(표1)에 대하여 1994년 또는 1995년 춘·추잠기별로 지역적응시험 조사요령 수행방법(잠업시험장, 1994)에 따라 춘잠기에는 발아개엽기, 가지끝마름물, 기부발아이상물, 불발아수 비율, 신소발육, 수량조사를 하였고 추잠기에는 수량조사와 함께 잎크기, 잎두께, 잎모양, 잎색, 잎표면감촉, 잎주름, 잎차레, 지조조사를 하였다. 병해발생률 조사는 춘기 발아전에 눈마름병과 줄기마름병을, 추잠 수확조사 직전에 오갈병, 축엽세균병, 뒷면흰가루병, 그을음병의 발생정도를 조사하였다.

### 2. 品種間 特異性

본 연구에는 잠사곤충연구소 품종보존포장에 식재되어 있는 한국 재래뽕 30품종(계통)과 장려뽕품종 전서포(華東統 土壤)에 식재되어 있는 장려뽕품종 15품종을 공시하였다(표 1).

#### 1) 等電點 電氣泳動(isoelectric focusing electrophoresis)

등전점 전기영동(平野, 1980)은 Polyacrylamide gel을 사용하여 peroxidase, acid phosphatase, malate dehydrogenase, glutamate dehydrogenase isozyme에 대하여 실시하였다.

Slab gel용 stock solution은 표 2와 같이 조제하

였으며 1)-3) 혼합 후 degas를 함으로써 중합반응에 방해물질인 산소를 제거하였다. degas를 끝낸 gel mixture를 유리주사기를 사용하여 air bubble이 생기지 않도록 cassette assembly에 주입시킨 다음 중합반응이 잘 일어나도록 하여 완전히 gel을 굳혔다.

Sample은 액체질소에 뽕잎 1g과 증류수 10 ml를 넣어 시료를 마쇄한 후 12,000 rpm, 4°C, 10분간 원심분리한 후 상등액을 추출하여 이용하였다.

Sample loading후 처음 30분간은 100~300 volt의 낮은 전압으로 시작하여 loading부위의 여과지를 제거한다음 500~1,000 volt로 전압을 올려 1~3시간 동안 전기영동(은무영, 1993)을 실시하였다.

전기영동이 끝난 gel을 positive staining법을 사용하여 peroxidase, acid phosphatase, malate dehydrogenase, glutamate dehydrogenase에 대해 염색을 하였다.

Peroxidase에 대해서는 3-amino-9-ethylcarbazole 100 mg을 Dimethyl foramide 2 ml에 넣어서 녹인 후 Na-acetate buffer (1M, pH 5.0) 50 ml, Magnesium chloride 1 ml, 3% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 100 µl, H<sub>2</sub>O 50 ml을 순서대로 넣어 염색하였다.

Acid phosphatase에 대해서는 0.05M sodium acetate buffer(pH 5.5) 100 ml에 1 M MgCl<sub>2</sub> 0.5 ml를 넣

Table 2. Mixture rate of stock solution for slab gel

stock solution	gel mixture
1) Acry-Bis (30% T, 3% C)	5 ml
2) Distilled watr	20 ml
3) Ampholyte 2.5~5, Ampholyte 4~6.5	1 ml
4) TEMED	0.9 ml
5) Ammonium persulfate	0.38 ml

Table 1. Mulberry varieties(native and leading varieties) tested in this study.

Native variety			Leading variety	
1. Euncheokppong	11. Cheongseonppong	21. Dangsang 4	31. Kaeryangppong	41. Hongolppong
2. Yongcheonppong	12. Yeongbyeonchuwo	22. Suwonsang 3	32. Cheongilppong	42. Daeroukppong
3. Suwonppong	13. Yeongbyeongio	23. Suwonsang 2	33. Shingwangppong	43. Sugeppong
4. Jeonwon 1	14. Kangwon 3	24. Suwonsang 1	34. Cheongunppong	44. Keomseolppong
5. Suwon-nosang	15. Chuncheon 1	25. Sugeppong	35. Suseongppong	45. Suwonppong
6. Dangsang 7	16. Dangsang 3	26. Deokcheonppong	36. Sangilppong	
7. Hwangchuwoo	17. Suncheonppong	27. Choseonsang	37. Subongppong	
8. Geumsang	18. Dangsang 8	28. Dangsang 2	38. Sinilppong	
9. Chosang 1	19. Dangsang 6	29. Dangsang 1	39. Yongcheonppong	
10. Jasan	20. Dangsang 5	30. Daedangsang	40. Cheongolppong	

은 후  $\beta$ -naphthyl phosphate 3 ml과 Fast Garnet GBC salt를 넣어 염색하였다.

Malate dehydrogenase와 glutamate dehydrogenase에 있어서는 malic acid 0.45 g과 glutamic acid 0.75 g을 각각 정량하여 0.2 M Trizma base에 녹여 pH를 7.5로 맞춘 후 0.2 M Tris-HCl(pH 7.5)을 넣어 부피를 100 ml이 되도록 맞추었다. 그리고 나서 NAD 0.005 g, MTT 2 ml, PMS 0.5 ml를 순서대로 넣어 염색하였다.

## 2) PCR을 이용한 RAPD

### (1) DNA extraction

유식물체의 엽조직(20-30 mg)을 액체질소로 급속동결 후, 잘 마쇄하여 400  $\mu$ l Extraction buffer (200 mM Tris-Cl, 250 mM NaCl, 25 mM EDTA, 0.5% SDS)를 첨가한 다음 약 5분간 교반하여 주고 1시간이 지난 후 4°C에서 13,000 rpm 속도로 10분간 원심분리하여 300  $\mu$ l의 상등액을 새 tube에 옮기고 300  $\mu$ l의 Chloroform을 첨가하여 20분간 잘 혼합한 다음 10,000 rpm 속도로 10분간 원심분리하여 250  $\mu$ l 상등액을 조심스럽게 취하여 새 tube에 옮기고, 저온(-20°C)에서 보관하였던 isopropanol 250  $\mu$ l을 첨가한 후 냉장고에 약 1시간 저장하였다. 다시 원심분리(10,000 rpm, 5분, 4°C)한 후 상등액을 버리고 tube 하층에 있는 Pellet를 20분간 건조시켰다.

200  $\mu$ l의 멸균증류수를 첨가한 다음 64°C에 30분간 DNA를 증류수에 녹이고 Quick spin(5,000 rpm, 약 25초)한 후 상등액을 다시 새 tube에 옮겨 냉장고에 보관하면서 분석재료로 사용하였다.

### (2) PCR을 이용한 RAPD 분석

DNA 증폭은 1X Buffer(10 mM KCl, 10 mM Tris-Cl, pH 8.3), 4 mM dNTP, 4 mM MgCl<sub>2</sub>, 1 unit의 Amplitag DNA Polymerase stoeffel fragment(Perkin Elmer), 0.2  $\mu$ M Primer(10 mer) 및 50 ng DNA가 혼합된 25  $\mu$ l의 반응혼합물에 18  $\mu$ l의 Mineral oil을 첨가하여 DNA Thermo cycler(Perkin Elmer)에서 94°C 1분, 35°C 1분, 72°C 2분, 45 cycle을 반복한 후 72°C에서 10분간 last extension 시켰다. 반응이 끝난 다음 반응생성물 25  $\mu$ l에 3  $\mu$ l의 DNA tracking dye solution을 첨가한 후 이후 18  $\mu$ l을 취하여 Ethidium bromide가 첨가된 1.5% Agarose gel(1×TAE buffer, 0.04M Tris-Acetate, 0.001M EDTA)에 Loading하여 증폭된 DNA를 분리하였다. 전기영동은 150V로 약 2시간 정도 하였으며, 전기영동 후 UV box 위에서 증폭된 DNA를 관찰하였다.

5가지 Primer를 이용하여 genomic DNA의 Poly-

**Table 3.** Oligonucleotide primers used for generating RAPD markers.

Primer number	Sequence (5' to 3')
12	CCT GGG TCC A
13	CCT GGG TGG A
15	CCT GGG TTT G
20	TCC GGG TTT G
24	ACA GGG GTG A

morphic amplified DNA를 확인하였다(표 3).

### (3) 콩 품종간의 類緣分析

각 계통별 동위효소 단편과 RAPD단편의 유,무를 1,0으로 각각 표시하여 data matrix를 작성한 후 이를 NTSYS(Numerical Taxonomy Multivariate Analysis System)-PC program으로 분석하였다(Roholf 1989).

## 結果 및 考察

### 1. 品品種의 栽培生態의 特性

#### 1) 發芽開葉期

이른 봄 동아의 발아개엽기의早晚은 싹튼 후의 발육속도가 품종에 따라 일정하지 않기 때문에 싹틀때 또는 5잎필때에 따라서 다를 수 있는데 양잠에 이용되기 시작하는 5잎필때를 기준으로 공시 30개 품종(계통) 중 금상, 조상1호, 영변추우, 순천콩, 당상3호 및 대당상은 올챙이콩, 용천콩은 늦은 올챙이콩, 당상6호와 황추우, 영변교, 당상4호 및 당상5호는 늦콩이며 기타 품종은 중콩이었다. 싹틀때가 특히 빠른 품종은 금상과 순천콩이고 특히 늦은 품종은 황추우와 당상6호이었다(표 4).

춘기에 있어 발아개엽기의 조만은 치잠용콩 확보와 늦서리 피해의 회피를 위하여 매우 중요한 의의가 있으며 동일품종이라 하더라도 입지환경조건이 다를 경우 다소의早晚이 예견되지만 일정한 경향을 벗어날 수는 없는 것이다. 자산, 영변추우, 수원상1, 2, 3호, 수계콩, 금상, 조상1호 및 용천콩은 蠶絲部(1943), 朴 등(1960), 矢澤 등(1927), 松永 등(1936)의 보고와 동일한 경향이었으며 당상에 있어서는 1~8호(型) 중 矢澤(1929)의 보고와 상충되는 型이 다소 있었다.

#### 2) 가지끝마름비율 및 基部不發芽길이비율

내동성을 가름하는 기준으로서 이용되는 월동 후의 최장가지길이에 대한 가지끝마름길이율이 낮은 품종은 당상8호, 덕천콩, 금상, 용천콩, 영변추우, 수계

Table 4. Development of winter buds in spring and death atop rate.(1995)

Varieties	Budding stage	Opening stage		Height of the longest branch(cm)	The rate of nonbudding part at bottom to the total length of branch(%)	Rate of death atop(%)
		1st leaf	5th leaf			
Euncheokppong	Apr. 29	May 6	May 10	236	16.4	13.7
Yongcheonppong	Apr. 27	May 3	May 6	252	9.7	2.2
Suwonppong	Apr. 27	May 6	May 10	217	14.0	7.2
Jeonwon 1	Apr. 28	May 4	May 8	187	19.3	14.2
Suwon-nosang	Apr. 27	May 6	May 10	228	18.4	15.0
Dangsang 7	Apr. 28	May 5	May 9	225	21.1	5.1
Hwangchuwoo	Apr. 30	May 8	May 12	241	4.6	10.9
Geumsang	Apr. 20	May 1	May 5	133	6.8	1.1
Chosang 1	Apr. 24	May 1	May 5	168	19.4	3.0
Jasan	Apr. 29	May 4	May 8	280	10.7	10.7
Cheongseonppong	Apr. 30	May 5	May 9	221	16.5	3.2
Yeongbyeonchuwoo	Apr. 24	May 1	May 5	235	13.4	2.6
Yeongbyeongio	Apr. 27	May 7	May 11	204	14.2	13.5
Kangwon 3	Apr. 27	May 3	May 7	289	17.4	3.5
Chuncheon 1	Apr. 25	May 4	May 8	225	22.9	6.8
Dangsang 3	Apr. 24	May 1	May 5	255	13.2	13.7
Suncheonppong	Apr. 20	May 1	May 5	205	21.0	4.9
Dangsang 8	Apr. 26	May 3	May 7	192	12.0	0.0
Dangsang 6	Apr. 28	May 8	May 12	208	30.0	10.7
Dangsang 5	Apr. 27	May 7	May 11	204	4.7	25.5
Dangsang 4	Apr. 28	May 7	May 11	214	15.9	6.8
Suwonsang 3	Apr. 28	May 5	May 9	243	22.9	27.9
Suwonsang 2	Apr. 27	May 3	May 7	253	23.5	8.3
Suwonsang 1	Apr. 27	May 4	May 8	251	18.4	13.2
Sugeppong	Apr. 27	May 6	May 10	198	23.9	2.2
Deokcheonppong	Apr. 27	May 4	May 8	261	2.9	1.0
Choseonsang	Apr. 27	May 4	May 8	162	14.4	2.7
Dangsang 2	Apr. 26	May 3	May 7	213	20.5	11.3
Dangsang 1	Apr. 26	May 3	May 7	222	12.0	13.7
Daedangsang	Apr. 24	Apr. 30	May 4	241	2.2	5.9

뽕, 조선상, 강원3호, 조상1호이고 대당상, 당상4호, 당상7호, 춘천1호, 수원뽕, 수원상2호는 비교적 낮았으며 기타 품종은 가지끝마름비율이 높아서 약한 내동성을 나타내었다(표 4).

가지끝마름길비율은 겨울동안의 이상저온현상이 심할 경우에 품종간 차가 크게 나타나는 것인데 자산, 영변추우, 조상1호, 용천뽕, 순천뽕, 금상 등은 松永 등(1936, 1943), 蠶絲部(1943), 矢澤(1927)의 보고와 같은 경향이었으며 수원상1, 2, 3호, 당상5호 및 당상8호는 朴 등(1960), 矢澤(1929)의 보고와 다소 상반된 경향을 나타내고 있으므로 계속적인 조사검토가 있어야 할 것으로 생각된다.

수량성, 수확능력, 가지뽕치기 능력제고를 위하여 요구되는 가지의 기부불발아길비율이 낮은 품종은

대당상, 덕천뽕, 당상5호, 황추우, 금상, 용천뽕, 자산이었으며 당상6호, 수계뽕, 수원상2호, 수원상3호, 춘천1호는 높은 품종이었다(표 4).

### 3) 가지의 構成

낮추베기 재배때의 가지의 구성은 뽕밭의 관리와 육잡상 매우 중요한 것인데 그루당 가지수가 특히 많은 품종은 금상, 정선상, 순천뽕, 용천뽕이었고 평균 가지길이가 특히 긴 품종은 강원3호와 자산이었으며 절간장이 짧으면서 곁가지수가 적은 품종은 당상5호, 당상6호, 영변교, 순천뽕, 수원뽕 및 수원상3호이었다. 뽕나무를 草本性으로 育種 또는 재배하기 위해서는 가는 가지가 요구되는 바 조상1호와 정선뽕이 가장 가늘었다(표 5).

그루당 가지수와 평균가지길이는 수량구성요소에

Table 5. Constitution of branch.(1994)

Varieties	No. of branch per bush	Average branch length(cm)	Internode length (cm)	No. of lateral branch per bush	Branch diameter (mm)
Euncheokppong	21.0	153	3.9	17.1	21.5
Yongcheonppong	27.5	170	4.3	34.0	16.3
Suwonppong	16.5	145	2.4	3.8	19.1
Jeonwon 1	19.0	153	3.4	10.0	17.1
Suwon-nosang	17.8	157	4.4	6.7	18.3
Dangsang 7	21.0	169	3.5	21.0	18.4
Hwangchuwoo	19.8	173	3.8	16.4	18.5
Geumsang	36.5	134	4.0	19.5	17.2
Chosang 1	14.2	117	4.2	32.8	13.3
Jasan	23.0	215	4.5	46.0	21.4
Cheongseonppong	33.2	153	3.2	33.2	13.8
Yeongbyeonchuwoo	10.1	161	5.3	12.7	17.9
Yeongbyeongio	9.4	165	2.5	3.1	16.9
Kangwon 3	7.7	224	3.9	5.3	19.4
Chuncheon 1	9.7	174	3.7	23.3	19.3
Dangsang 3	11.6	166	3.6	8.0	19.7
Suncheonppong	31.0	137	3.2	2.0	15.6
Dangsang 8	8.3	139	3.9	16.5	15.6
Dangsang 6	12.8	141	3.3	0.5	18.1
Dangsang 5	9.0	141	2.8	0.6	15.3
Dangsang 4	11.0	160	3.2	3.0	15.8
Suwonsang 3	13.3	165	3.3	1.7	19.2
Suwonsang 2	8.4	176	3.9	7.3	20.6
Suwonsang 1	6.7	183	3.9	9.7	19.3
Sugeppong	16.3	140	3.4	4.3	17.2
Deokcheonppong	17.5	167	4.9	4.5	20.3
Choseonsang	24.2	128	3.0	4.9	15.2
Dangsang 2	6.0	166	3.8	0.6	17.8
Dangsang 1	8.0	169	4.0	0.4	17.8
Daedangsang	8.9	164	3.9	7.0	19.0

서 매우 큰 비중을 차지하며 전자보다 후자는 재배환경의 영향을 쉽게 받기 쉬운 요소이다. 순천빵과 금상이 발조수가 이례적으로 많은 점이나 자산의 평균가지길이가 특별히 긴 점 등은 더욱 깊은 조사검토가 요구되고 있으며 당상8호에 있어서도 矢澤 등(1929)의 보고와 상치되는 사항이 있는데 母樹의 변화여부 등을 계속 추적하여야 할 것이다.

#### 4) 빵잎의 크기, 모양, 두께, 잎차례 및 잎표면의 특성

추잡기에 있어 빵잎의 크기가 특히 큰 품종은 당상7호, 당상2호, 수원상1호, 수원상2호, 영변추우, 영변교이였으며 빵잎이 왜소한 품종은 춘천1호, 정선빵이였다. 수원빵, 당상2호, 당상7호 및 수계빵은 巾廣形에 가까운 모양이고 정선빵, 춘천1호는 약간 巾狹形이였으며, 둥근잎으로부터 7열엽에 이르는 다양

한 모양을 나타내었다. 잎자루길이가 짧은 품종은 정선빵, 영변추우, 춘천1호, 순천빵, 당상5호였으며 당상7호, 수원노상은 7 cm 내외로 길었다(표 6). 잎 두께는 당상1호, 당상5호, 수원상1호, 수원상2호 및 수원상3호가 두꺼웠으나 기타의 재래품종은 일반적으로 얇았다.

잎표면의 색은 농록색, 녹색의 품종이 대부분이고 다음은 연록색이 많고 당상1호는 황록색이였다. 잎표면의 粗滑정도는 품종에 따라서 매끈한 것, 약간 거친 것, 거친 것, 매우 거친 것으로 구분되었으며 잎표면의 주름의 정도는 정선빵은 적고 대당상, 당상1호, 당상3호, 당상8호, 순천빵, 조상1호, 수원빵, 용천빵은 중간 정도이였고 기타 품종은 주름이 많았다. 잎차례는 대부분의 품종이 3/8 또는 2/5이였으며, 정선빵, 영변교, 당상3호는 5/13이였다(표 7).

Table 6. Size of leaf and petiole.(1994)

Varieties	Leaf length(A)(cm)	Leaf width(B)(cm)	Petiole length(cm)	A × B (cm <sup>2</sup> )
Euncheokppong	22.5	21.3	6.6	479.3
Yongcheonppong	19.7	17.0	5.8	334.9
Suwonppong	19.8	19.2	5.9	380.2
Jeonwon 1	21.1	20.3	5.2	428.3
Suwon-nosang	23.1	21.2	6.9	489.7
Dangsang 7	25.4	25.0	7.1	635.0
Hwangchuwoo	24.2	20.6	5.4	498.5
Geumsang	20.7	17.5	4.7	362.5
Chosang 1	21.1	16.3	5.5	343.9
Jasan	20.1	17.9	6.0	359.8
Cheongseonppong	17.1	12.0	3.4	205.2
Yeongbyeonchuwoo	25.3	20.0	4.0	506.0
Yeongbyeongio	24.6	22.1	6.6	543.7
Kangwon 3	21.8	19.9	6.1	433.8
Chuncheon 1	16.0	11.7	3.5	187.2
Dangsang 3	19.6	16.5	5.1	323.4
Suncheonppong	17.5	16.2	3.8	283.5
Dangsang 8	16.1	13.7	6.2	220.6
Dangsang 6	23.4	19.2	5.9	449.3
Dangsang 5	18.8	15.8	4.2	297.0
Dangsang 4	19.8	18.2	6.8	360.4
Suwonsang 3	23.3	19.5	4.5	454.4
Suwonsang 2	26.9	24.5	4.6	659.1
Suwonsang 1	26.6	23.1	4.4	614.5
Sugeppong	22.6	22.1	6.8	499.5
Deokcheonppong	21.4	18.4	6.5	393.8
Choseonsang	21.2	19.2	4.3	407.0
Dangsang 2	22.8	22.5	6.1	513.0
Dangsang 1	20.4	17.9	5.8	365.2
Daedangsang	23.8	16.8	4.9	399.8

### 5) 收量性

뽕밭의 수량은 일반적으로 춘잠기에는 신소엽량, 추잠기에는 정엽량으로 나타내는 것이 상례이지만 실제 양잠사료로 이용되는 정엽량으로 나타낸 연간 10a당 수확량은 표 8과 같이 용천뽕의 3,140 kg에 대비하여 20%이상 증수된 품종은 순천뽕, 황추우 및 당상7호이었고 용천뽕 수준의 품종은 은척뽕, 전원1호, 수계뽕, 덕천뽕이었다.

舊韓末까지 재배되었던 금상(朴, 1989)의 수량은 용천뽕 대비 92% 수준이었으며 그 외 대부분의 재래뽕은 수량성이 매우 저조한 것으로 밝혀졌다.

이 연구에서 다수성으로 나타난 순천뽕에 대하여 松永 등(1943)은 용천뽕보다 수량성이 낮았다고 보고한 바 있으며 당상 各號의 수량성도 矢澤(1929)의 보고와는 상반된 경향을 나타내는 것이 다소 있었다.

뽕품종의 수량성은 뽕밭의 입지조건, 기상환경 등에 크게 영향을 받기 쉬울 뿐 아니라 본 연구에서는 1994년 추잠기와 1995년 춘잠기에 조사된 성적이기 때문에 향후 계속적인 검토가 있어야 할 것이다. 수량성의 계절형은 대부분의 품종이 중간형이고 약간의 품종은 춘형(春型) 또는 추형(秋型)이었다(표 8). 한편 조상량에 대한 신소엽량비율은 70% 내지 85%의 범위에 있었고 신소엽량에 대한 정엽량비율은 47%~68%의 범위에 있었다(표 9).

### 6) 病害 및 枯障株發生率

눈마름병은 수원상1호, 강원3호, 자산 및 당상3호에서만 약간 발생하였으며 줄기마름병은 당상5호, 수원노상, 덕천뽕에 많았고 은척뽕, 용천뽕, 자산, 강원3호, 수원상3호, 수원상1호, 당상1호, 수계뽕 등에 약간 발생하였다. 뽕나무오갈병의 발생이 심한 품종은 당상7호, 수계뽕, 금상, 자산, 조선상이었

Table 7. Leaf thickness, phyllotaxy and feature of leaf surface.

Varieties	Leaf thickness	Leaf shape	Leaf color	Leaf texture	Leaf wrinkle	Phyllotaxy
Euncheokppong	thin	integral	dark green	smooth	many	3/8
Yongcheonppong	thin	elliptical	dark green	coarse	medium	2/5, 3/8
Suwonppong	medium to thick	5-lobed	dark green	smooth	medium	2/5
Jeonwon 1	thin	5-lobed	dark green	scabrous	many	2/5, 3/8
Suwon-nosang	medium	integral	light green	smooth	medium to many	2/5
Dangsang 7	thin	5-lobed	green	very coarse	medium to many	3/8
Hwangchuwoo	medium	integral	dark green	scabrous	many	3/8
Geumsang	medium to thick	integral	dark green	scabrous	very many	3/8
Chosang 1	medium	integral~3-lobed	light green	coarse	medium	3/8
Jasan	medium	integral~5-lobed	green	scabrous	medium to many	2/5
Cheongseonppong	thin	elliptical~5-lobed	green	coarse	few	5/13
Yeongbyeonchuwoo	medium	integral	light green	smooth	very many	3/8
Yeongbyeongjo	medium to thick	integral	light green	smooth	very many	5/13
Kangwon 3	medium	integral	light green	scabrous	medium to many	3/8
Chuncheon 1	thin	elliptical	green	smooth	medium to many	5/13
Dangsang 3	thin	integral~5-lobed	green	smooth	medium	3/8
Suncheonppong	medium	3-lobed~7-lobed	light green	smooth	medium	2/5
Dangsang 8	medium	integral	dark green	coarse	medium	5/13
Dangsang 6	medium	integral	light green	very coarse	medium to many	3/8
Dangsang 5	thick	integral	green	scabrous	many	3/8
Dangsang 4	medium	integral	light green	smooth	many	2/5
Suwonsang 3	thick	integral~3-lobed	green	smooth	medium to many	5/13
Suwonsang 2	thick	integral	green	scabrous	very many	2/5, 3/8
Suwonsang 1	thick	integral	light green	smooth	very many	2/5
Sugeppong	medium	integral~5-lobed	dark green	smooth	many	2/5, 3/8
Deokcheonppong	thin	integral~3-lobed	dark green	scabrous	many	3/8
Choseonsang	medium	integral~5-lobed	green	coarse	medium to many	3/8
Dangsang 2	thin	integral	dark green	smooth	many	3/8
Dangsang 1	thick	integral	yellowish green	smooth	medium	2/5
Daedangsang	thin	elliptical	green	coarse	medium	2/5

으며 수원노상, 황추우, 수원상1호는 15% 내외의 발생주율을 나타내었고 그 외 품종은 발생이 없었다(표 10).

축엽세균병은 영변추우, 영변교, 당상8호, 수원상2호, 당상3호 및 강원3호에서만 약간 발생하였으며 콩나무 뒷면흰가루병과 그을음병은 모든 품종에서 발생되지 않았다(표 10).

2. 品種間 特異性

1) 等電點 電氣泳動(isoelectric focusing electrophoresis)

식물의 종 또는 품종의 식별·동정은 외부형태에 의한 방법이 많이 이용되고 있으나, 등전점 전기영동에 의한 isozyme pattern에 따라 유연관계를 추정하는 방법이 개발되었다(平野, 1980).

이 연구에서는 우리나라 재래콩 및 육성종 30품종

과 장려콩 15품종의 peroxidase, acid phosphatase, malate dehydrogenase, glutamate dehydrogenase isozymes을 분석하였다.

Isozyme pattern은 수령, 생장조절물질처리, 접목, 시비량에 기인하는 변화는 없으나 엽령, 기관 및罹病여부에 따라서는 변화가 있기 때문에(平野, 1980) 병들지 않고 발육정도가 동일한 콩잎을 1994년에 채취하여 시료로 공시하였다.

Isozyme pattern에 있어서 품종간 특이성이 나타난 효소종은 peroxidase 뿐이었으며 acid phosphatase는 희미한 band 출현상황만 확인할 수 있었을 뿐 품종간 특이성은 나타나지 않았다.

Malate dehydrogenase와 glutamate dehydrogenase isozyme에 있어서는 어떠한 band 상황도 출현하지 않았다.

Peroxidase isozyme을 분석한 결과는 다음과 같다.

Table 8. Leaf yields in spring and autumn rearing seasons.

(unit : kg/10 a)

Varieties	Spring		Autumn		Year	Index
	Young shoots	Leaves	Leaves	Leaves		
Euncheokppong	2,154	1,635	1,601	3,236	103	
Yongcheonppong	2,156	1,684	1,456	3,140	100	
Suwonppong	1,601	1,319	1,593	2,912	93	
Jeonwon 1	2,012	1,678	1,630	3,308	105	
Suwon-nosang	1,794	1,394	1,513	2,907	93	
Dangsang 7	2,882	2,208	1,612	3,820	122	
Hwangchuwoo	2,484	1,923	1,924	3,847	123	
Geumsang	1,445	1,023	1,853	2,876	92	
Chosang 1	871	626	622	1,248	40	
Cheongseonppong	1,664	1,343	1,363	2,706	86	
Yeongbyeonchuwoo	1,505	1,165	1,377	2,542	81	
Yeongbyeongio	1,242	963	815	1,778	57	
Kangwon 3	1,560	1,179	948	2,127	68	
Chuncheon 1	938	719	657	1,376	44	
Dangsang 3	1,698	1,345	937	2,282	73	
Suncheonppong	3,186	2,380	1,689	4,069	130	
Dangsang 8	791	646	519	1,165	37	
Dangsang 6	1,612	1,319	1,195	2,514	80	
Dangsang 5	834	691	756	1,447	46	
Dangsang 4	1,538	1,283	1,556	2,839	90	
Suwonsang 3	1,862	1,493	1,419	2,912	93	
Suwonsang 2	1,380	1,179	1,260	2,439	78	
Suwonsang 1	1,583	1,320	1,686	3,006	96	
Sugeppong	1,927	1,569	1,625	3,194	102	
Deokcheonppong	2,397	1,882	1,371	3,253	104	
Choseonsang	2,124	1,761	1,293	3,054	97	
Dangsang 2	944	731	794	1,525	49	
Dangsang 1	1,169	978	794	1,772	56	
Daedangsang	1,226	1,007	604	1,611	51	

\*Spring's yields were reserched in 1995 and autumn's yields were reserched in 1994.

Peroxidase isozyme은 모두 14종류가 검출되었으며 표 11에서와 같이 A6, A5, A4 band 출현률이 각각 20.8%, 14.6%, 10.4%로 높고, A7, A10, A11 band는 각각 6.3%, A2, A3, A9, A12, A13, A14 band는 각각 4.2%이었으며 은척뽕에서만 나타나는 특이 band로서 A1이 검출되었다.

14종류의 band 출현상황에 따라서 그림 1 및 표 12와 같이 I~XVI 형의 isozyme pattern group으로 분류할 수 있었으며, IX형(21.4%)과 X형(42.9%)은 major group으로서 전체품종의 60% 이상을 차지하고 그 외 group들은 minor group으로 나누었다. 특히 장려뽕품종은 73.3%에 해당하는 11품종이 major group인 IX형과 X형에 속했으며 신광뽕, 청운뽕, 검설뽕 및 수봉뽕 등 4품종은 minor group에 속했다.

이상에서 용천뽕, 조상1호, 황추우는 등전점 전기

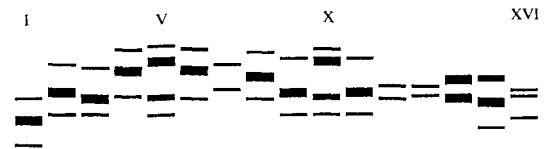


Fig. 1. Sixteen types of peroxidase zymogram patterns. In this study, 45 mulberry varieties(native and leading varieties) tested.

\*Roman is the type of isozyme patterns.

영동 결과 major group인 X형에 속해 유연성이 깊은 품종으로 판단되었다. 그러나 영변추우와 영변교는 동일지방의 재래뽕이지만 영변추우는 major group인 IX형에 속했으나 영변교는 minor group인 VI형에 속해 다르게 나타났다. 당상1호~8호는 慶尙北道 安東郡을 중심으로栽培되어오던 재래상으로 그 형질이



**Table 9.** Rate of young shoot to branch and leaf to young shoot in spring(1995). (unit : %)

Varieties	Ratio of leaf to young shoot	Ratio of young shoot to branch	Varieties	Ratio of leaf to young shoot	Ratio of young shoot to branch
Euncheokppong	57.1	75.9	Dangsang 3	57.3	79.2
Yongcheonppong	58.8	78.1	Suncheonppong	61.0	74.7
Suwonppong	55.1	82.4	Dangsang 8	60.9	81.7
Jeonwon 1	75.9	83.4	Dangsang 6	58.1	81.8
Suwon-nosang	56.2	77.7	Dangsang 5	57.6	82.8
Dangsang 7	58.9	76.6	Dangsang 4	53.2	83.4
Hwangchuwoo	55.2	77.4	Suwonsang 3	60.0	80.2
Geumsang	66.7	70.8	Suwonsang 2	46.3	85.4
Chosang 1	68.1	71.9	Suwonsang 1	50.9	83.4
Jesan	49.9	79.6	Sugeppong	54.3	81.4
Cheongseonppong	52.0	80.7	Deokcheonppong	56.4	78.5
Yeongbyeonchuwoo	55.6	77.5	Choseonsang	62.5	82.9
Yeongbyeongio	58.2	77.4	Dangsang 2	52.4	80.0
Kangwon 3	53.3	75.6	Dangsang 1	52.8	83.7
Chuncheon 1	46.7	76.7	Daedangsang	55.9	82.1

**Table 10.** Occurance rate of disease(1995). (unit : %)

Varieties	Twig blight	Die-back	Dwarf	Bacterial blight	Varieties	Twig blight	Die back	Dwarf	Bacterial blight
Euncheokppong	0.0	4.0	0.0	0.0	Dangsang 3	1.4	1.4	0.0	0.4
Yongcheonppong	0.0	4.9	0.0	0.0	Suncheonppong	0.0	0.0	0.0	0.0
Suwonppong	0.0	0.0	0.0	0.0	Dangsang 8	0.0	0.0	0.0	0.8
Jeonwon 1	0.0	0.0	0.0	0.0	Dangsang 6	0.0	0.0	20.0	0.0
Suwon-nosang	0.0	15.7	14.3	0.0	Dangsang 5	0.0	18.8	0.0	0.0
Dangsang 7	0.0	0.0	50.0	0.0	Dangsang 4	0.0	0.0	0.0	0.0
Hwangchuwoo	0.0	0.0	16.7	0.0	Suwonsang 3	0.0	2.9	0.0	0.9
Geumsang	0.0	0.0	33.3	0.0	Suwonsang 2	0.0	0.0	0.0	0.8
Chosang 1	0.0	0.0	0.0	0.0	Suwonsang 1	6.3	3.1	16.7	0.0
Jesan	3.0	6.1	33.3	0.0	Sugeppong	0.0	6.8	40.0	0.0
Cheongseonppong	0.0	0.0	0.0	0.0	Deokcheonppong	0.0	10.7	0.0	0.0
Yeongbyeonchuwoo	0.0	0.0	0.0	3.0	Choseonsang	0.0	0.0	28.6	0.0
Yeongbyeongio	0.0	0.0	0.0	0.9	Dangsang 2	0.0	0.0	0.0	0.0
Kangwon 3	4.0	4.1	0.0	0.2	Dangsang 1	0.0	3.6	0.0	0.0
Chuncheon 1	0.0	0.0	0.0	0.0	Daedangsang	0.0	0.0	0.0	0.0

**Table 11.** Frequency of peroxidase isozyme bands(leaf blades)

Band	A6	A5	A4	A8	A7	A10	A11	A2	A3	A9	A12	A13	A14	A1
Frequency (%)	20.8	14.6	10.4	8.3	6.3	6.3	6.3	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	2.1

잡박하여 矢澤(1929)가 외부형태적 특성에 따라 선 발, 분류한 것으로 그 根源은 동일한 것이다. 그럼에도 불구하고 당상2호를 비롯한 4개 품종은 IX형에 속하고 당상1호, 5호는 X형, 당상4호는 IV형, 당상7호는 III형에 속하는 등 다양성을 나타내고 있다. 이와 같은 현상은 당상이 發源地는 同一하다 하더라도 실

생번식이 많았기 때문에 유전적으로는 매우 잡박하였던 것에 기인된 것으로 생각된다.

平野(1980)는 일본의 272개 보존품종에 대하여 콩 잎의 peroxidase isozyme을 분석한 결과에서 10종류의 band를 검출하고 5종의 pattern으로 대별한 바 있는데 본 연구에서는 유전적으로 특이성이 있는 재래

상을 주로 공시하였으므로 보다 많은 band를 검출할 수 있었던 것으로 생각된다. 鄭·朴(1981)은 한국산 18개 뽕품종에 대하여 전분겔 전기영동법으로 지조피층부의 peroxidase isozyme을 분석하여 14종류의 band를 검출한 바 있다. 또한 平野(1980)가 뽕나무의 枝皮部를 공시하여 acid phosphatase를 분석한 결과 4개의 band를 검출한 것을 고려할 때 앞으로 뽕나무의 기관별로 보다 많은 효소종의 분석이 이루어져야 할 것이다.

수원상1호와 수원상2호의 경우 RAPD의 결과와는 달리 major group인 X와 IX형에 각각 속하는 것으로 나타났다.

**2) RAPD 분석**

뽕들을 RAPD 분석한 결과 상당히 많은 유전적 변이를 찾을 수 있었다(그림 3). 다섯개의 random decamer primer를 사용하여 분석결과 PCR 증폭된 DNA의 단편은 5개에서부터 13개까지 primer에 따라 달랐으며, DNA단편의 크기는 모두 200 bp-2,000 bp의 사이에 있었다. 총 단편의 수는 63개 정도였으며, 이들의 분리 양상에 따라 품종의 구분이 용이하였다. 그리고 본 실험에 공시된 뽕품종은 재래종 30품종과 장려품종 15품종이었으나, 이들간의 뚜렷한 구분은 없었다.

**3) Cluster분석에 의한 類緣分析**

이상의 peroxidase 동위효소의 분리유형과 RAPD의 유형을 바탕으로 공시된 뽕들의 유연분석을

NTSYS-PC program으로 분석한 결과는 그림 4와 같다. 재래뽕들과 장려품종들간의 뚜렷한 유형은 발견되지는 않았으나, 유연관계 정도가 75%수준에서 장려품종중 용천뽕, 청울뽕, 홍울뽕, 대륙뽕, 수계뽕, 수원뽕등이 군을 이루었다. 그리고 재래뽕과 장려품종들간에서 같은 품종이 중복 공시된 것이 있으나 이 중 수원뽕은 유연정도가 상당히 낮은 별개로 나타났다. 가장 유연정도가 높은 품종들은 수원상 1호와 수원상 2호로서 이들의 유연정도는 90%정도였다. 수원상1호는 노상과 광동상의 인공교배로 육성한 *Morus alba* L.이고 수원상2호는 금상과 시평의 교배로 육성한 *Morus Lhou(Ser.) Koidz*의 변종에 속하는 것으로서(朴 등, 1960) 등진점 전기영동 결과 다른 group으로 분류되었으나 특성조사 결과는 많은 부분에서 유사했으며 RAPD분석에서도 유연정도가 높은 것으로 나타났다. 그리고 여타품종들과 가장 유연정도가 낮은 품종은 재래뽕 중 은척뽕으로서 이는 60%정도에서

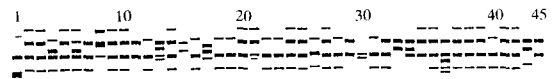


Fig. 2. Diagram of peroxidase zymogram. In this study, 45 mulberry varieties(native and leading varieties) tested.

\*Number is the name of mulberry varieties(native and leading varieties) tested in this study.

Table 12. Varieties occupancy rate according to peroxidase isozyme pattern's types(leaf blades)

Type of isozyme patterns	X		IX				
Occupancy rate(%)	42.9		21.4				
Varieties	Dangsang 1, Dangsang 5, Hwangchuwoo, Suwon-nosang, Chosang 1, Cheongseonppong, Suwonsang 1, Choseonsang, Kangwon 3, Sugeppong, Daeroukppong, Cheongolppong, Yongcheonppong, Sinilppong, Suwonppong, Sangilppong, Suseongppong, Cheongilppong					Yeongbyeonchuwoo, Dangsang 2, Dangsang 3, Dangsang 6, Dangsang 8, Suwonsang 2, Suwonsang 3, Kaeryangppong, Hongolppong	
Type of isozyme patterns	IV	I	II	III	V	VI	VII
Occupancy rate(%)	4.8	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4
Varieties	Geumsang, Dangsang 4	Euncheok-ppong	Jeonwon 1	Dangsang 7	Jasan	Yeongbyeongio	Chuncheon 1
Type of isozyme patterns	VIII	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI
Occupancy rate(%)	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4
Varieties	Suncheon-ppong	Deokcheon-ppong	Daedang-sang	Shingwang-ppong	Cheongun-ppong	Subong-ppong	Keomseol-ppong

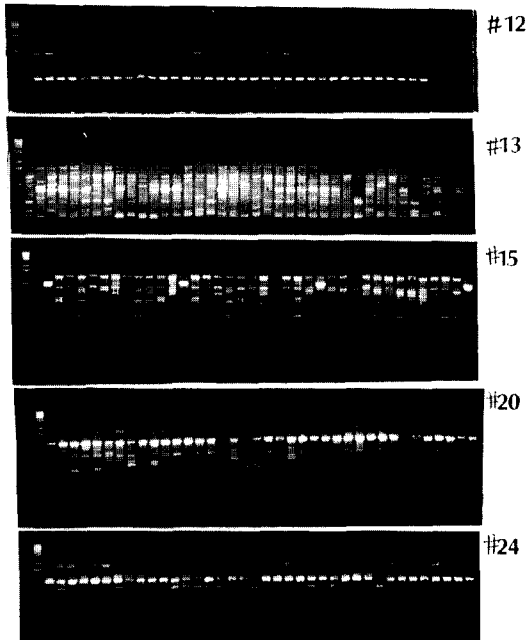


Fig. 3. RAPD profiles of mulberries.

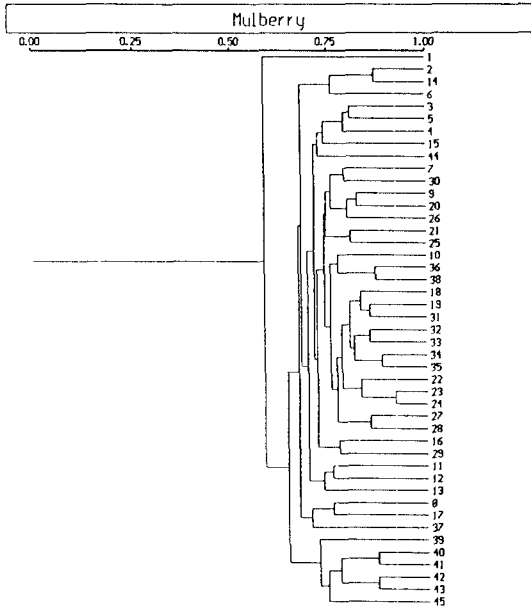


Fig. 4. Phylogenetic phenogram of 45 mulberry genotypes.

다른 품종들과 유연을 이루어서 교배 육종시 은척뽕을 모본이나 부분으로 사용하면 가장 높은 잡종강세를

와 후대분리가 예상되므로 이로부터 유망품종을 선발할 수 있을 것으로 기대된다.

4) 본실험 결과 외부형태를 기본으로 한 특성조사와 분자생물학적 기법을 도입한 동위효소 및 RAPD 분석에 있어서 상호간에 차이가 있었다. 따라서 이들 간에 일치율을 이루고 육종효율을 높이기 위해서는 자세한 특성조사를 기본으로 1차선발이 이루어져야 하며 뽕재배시 환경에 의한 영향을 가장 적게 받도록 하여야 한다. 또한 적절한 분자생물학적 기법을 사용하는 것이 효율적이고 계획적인 육종을 추진하는 지름길이라고 생각된다.

摘 要

1. 우리나라 재래뽕과 육성종 30품종에 대한 재배 생태학적 조사를 한 결과는 다음과 같다.

올뽕에 속한 것은 금상, 조상1호, 영변추우, 순천뽕, 당상3호, 대당상이고 당상6호, 황추우, 영변교, 당상4호, 당상5호는 늦뽕이었다. 가지끝마름률은 당상8호, 덕천뽕, 금상, 용천뽕, 영변추우, 수계뽕, 조선상, 강원3호, 조상1호이었다. 연간수량은 순천뽕, 당상7호, 황추우가 비교적 높았다. 그루당 가지수는 금상, 정선뽕, 순천뽕, 용천뽕이 많았고, 평균가지길이에서는 자산, 강원3호가 길었으며 절간장이 짧고 측지가 적은 품종으로서는 수원뽕, 영변교, 순천뽕, 당상5호, 당상6호이었다.

2. 우리나라 재래뽕 및 육성종 30품종과 장려뽕 15품종의 peroxidase, acid phosphatase, malate dehydrogenase, glutamate dehydrogenase isozymes을 분석한 결과 품종간 특이성이 나타난 효소종은 peroxidase 뿐이었으며, acid phosphatase는 희미한 band 출현상황만 확인할 수 있었을 뿐 품종간 특이성은 나타나지 않았다. Malate dehydrogenase와 glutamate dehydrogenase isozyme에 있어서는 어떠한 band도 출현하지 않았다.

3. 뽕품종을 RAPD 분석한 결과 상당히 많은 유전적 변이를 찾을 수 있었다. 다섯개의 random decamer primer를 사용하여 분석한 결과 PCR 증폭된 DNA의 단편은 5개에서부터 13개까지 primer에 따라 달랐으며, 이들간의 뚜렷한 구분은 없었다.

4. 가장 유연정도가 높은 품종들은 수원상1호와 수원상2호로서 이들의 유연정도는 90%정도였으며 여타품종들과 가장 유연정도가 낮은 품종은 재래뽕들 중 은척뽕으로서 이는 60%정도에서 다른 품종들과 유연을 이루었다.

## 引用文獻

- 은무영. 1993. 등전점 전기영동. 유전공학 이론과 응용:492-508. 유전공학연구소. 수원.
- 平野 久. 1980. クワのタンパク質變異に關する育種學的研究. 蠶絲試驗場報告書 28(2): 69-186.
- 蠶絲部. 1943. 秋雨及慈山桑に關する試驗. 朝鮮總督府 農事試驗場 蠶絲部報告 4(5): 29-48.
- 蠶業試驗場. 1994. 뽕품종 지역적응시험 수행요령: 1-39.
- 鄭台岩, 朴光駿. 1981. 韓國産 뽕品種에 있어서 Peroxidase Isozyme Pattern의 品種特異性에 관하여. 李正行博回甲紀念論文集: 257-259.
- 松永信義, 鴨下謙治. 1936. 朝桑1號に關する研究. 朝鮮總督府 農事試驗場 蠶絲部報告 3(7): 250-288.
- 松永信義, 鴨下謙治, 澁谷佐市. 1943. 寒冷地における桑樹收葉法に關する試驗. 朝鮮總督府 農事試驗場 蠶絲部報告 4(5): 2-12.
- 朴光駿. 1989. 뽕품종과 재배기술. 韓國蠶業史:529-555. 大韓蠶絲會. 서울.
- 朴光駿, 南鶴祐, 李鍾澤. 1983. 뽕品種 "全原一號"의 特性. 韓蠶學誌 25(1): 21-26.
- 朴炳禧, 金文浹, 崔炳昊. 1960. 桑新品種"水原桑1號 2號3號 및 4號"育成에 關하여. 農事試驗研究報告 3輯: 79-104.
- Roholf F.J. 1989. NTSYS-pc numerical taxonomy and multivariate analysis system. Exter, New York.
- Rudin, D. 1976. Isozymes as markers guiding selection for advanced generation breeding. IUFRO Joint Meeting on Advanced Generation Breeding Bordeaux-June 14-18. Session 6: Biochemical Genetics and Selection 1-20.
- Shaw, C.R. 1965. Electrophoretic variation in enzymes. *Science* 149: 936-943.
- Yamazaki, T. and Maruyama, T. 1974. Evidence that enzyme polymorphisms are selectively neutral but blood group polymorphisms are not. *Science* 183: 1091-1092.
- 矢澤茂登一, 權憲吉, 和田軍輔. 1927. 錦桑に關する調査. 慶尙北道原蠶種製造所 特別報告第2號: 1-37.
- 矢澤茂登一. 1929. 唐桑に關する研究. 慶尙北道原蠶種製造所 特別報告第3號: 1-22.