

내동성계 재래뽕 용천뽕과 寧邊뽕의 동질4배체 육성

박 광 준

농촌진흥청 잠사곤충연구소

Breeding of Artificial Autotetraploids from Cold Hardness Lines of Yongchonppong and Yeongbyonppong

Kwang Jun Park

National Sericulture and Entomology Research Institute, RDA, Suwon, Korea

Abstract

By treatment(dropping) of 0.1~0.4% colchicine solution on the sprouts of winter buds of hard wood cutting slips for 4~5 days, two lines of artificial autotetraploids from Yongchonppong and one line from Yeongbyonppong were bred and the important cultivative characteristics of those new lines were as follows. The greentip sprouting stage of the new bred lines in spring season is later than the parental varieties by two days, but growth speed of the new lines after sprouting was faster than that of the parental varieties reaching the same level development with the parental varieties at the fifth leaf sprouting stage to be mid varieties same as the origins. The leaf shape of the new bred lines was wide round and the petioles were long and thick. The thickness of leaf was thicker than the parental varieties by 17-33% and single leaf weight was heavy. The leaf area weight increased by 21-31% and the content of chlorophyll was also higher by 11-33%. With all the characteristics, the new bred produced good quality of leaves. The length and number of branches were shorter and less, respectively, than the parental varieties, but the internode length was either same or longer than the parents. Looking at the characteristics, the constitution of shoots was slightly inferior to the parental varieties. The cold hardness expressed by the death top rate of Sawonppong 23 and Sawonppong 24 was same level as that of Yongchonppong, but Sawonppong 25 was stronger than Yongbyonppong in it with a high infection rate of dwarf disease. The productivity was lower than the parental varieties, but young shoot rate to shoot and branch and the ratio of leaf to young shoot were higher than the parental varieties. The fertility of Sawonppong 23 and Sawonppong 24 was comparatively high with 62% of cross success, but that of Sawonppong 25 was low with 23.9% of cross success.

Key words : Polyploidy, mulberry variety.

緒 論

뽕나무의 배수성에 관하여는 關과 押金(1953, 56, 59, 64), 東城(1954, 63, 66, 69, 79, 86), Katagiri K. (1975), 및 朴(1954, 95)에 의하여 많은 연구가 수행되어 왔다. 특히 東城等(1986), 朴等(1991) 및 牧

(1991)은 3배體뽕이 良質多收性이면서 환경과 재해 저항성도 증대되었음을 實證한 바 있다.

한국의 中北部 內陸地方과 南部山間的 高冷地帶에는 뽕밭의 凍害常習地가 분포되고 있어서 이 지대에 적응하는 내동다수성 뽕품종의 육성은 매우 중요한 과제이다. 朴(1994, '95)은 내동다수성 3배체 품종육

성을 위한 기본소재가 되는 내동성이 강한 4배성뽕의 육성에 主力하여 4원뽕11~14호, 4원뽕15~19호를 육성 보고한 바 있다.

今般 平安北道에 自生的으로 分布栽培되어온 용천뽕과 영변뽕의 발육중인 冬芽先端에 Colchicine을 처리하여 진정한 同質4倍體인 4原뽕23호, 24호 및 25호를 육성하였기에 그 재배학적 특성을 보고하는 바이며, 今後에 耐凍 良質多收性 뽕品種 育成을 위한 基本素材로 活用되기를 기대하는 바이다.

본 동질4배체를 육성하는데 有益한 助言을하여 주신 日本의 前 東北農業試驗場 畑地利用部 栽桑研究室長 東城功 博士에게 깊은 감사의 뜻을 표하는 바이다.

材料 및 方法

同質4倍體 誘導를 위하여 공시한 뽕품종은 白桑型 (*Morus alba* L.)의 龍川뽕(일명 용천추우)과 寧邊뽕(일명 영변추우)이며 前者는 鐵山郡과 龍川郡에서 발견되어 우리나라의 대표적인 내동성 장러품종으로 재배되어온 在來뽕이며 後者는 寧邊郡에서 선발된 在來뽕이다(朴, 1989).

Colchicine 처리용 고조삼목은 전년에 夏伐후 자란 뽕가지의 기부에서 4芽 3節間으로 2개씩 조제한 挿穗를 품종당 100개씩 龍川뽕은 1989년과 1990년에, 영변뽕은 1990년에 挿木用 Frame에 5월초에 挿木하고 동아가 탈포하기 직전에 동아 상단의 1/3을 절제한 후 4~5 일간 하루 2번씩 (09:00, 18:00) 0.1~0.4% Colchicine 수용액을 동아위에 떨어뜨리고 70% 차광 가리기로 복개하여 Colchicine용액의 증발을 억제하였다.

처리개체 중 생존한 挿木苗 가운데서 잎 표면에 毛茸이 많고 強剛感이 있으며 잎모양이 幅廣形인 개체를 골라서 이듬해 봄에 圃場에 移植한 후 개체선발을 계속하여 오던중 1989년의 처리구에서 YO689-1, 1990년 처리구에서 YO90-10 및 YB90-8 의 4배체를 확보하여 접목 증식하고 1993년 봄에 10그루씩 난괴법 2반복으로 식재한 후 1994~1995년간에 걸쳐 형질 조사와 동시에 체세포의 염색체를 관찰하였다

염색체의 관찰은 頂端의 未開葉을 Farmer액으로 고정하고 Feulgen's squashing method(西山, 1965)로 염색하여 검경하였다.

잎뚜께 조사는 1995년 6월중에 가지上端의 生長中인 新梢葉을 除外한 成熟 되고 잎의 생장이 완료된 것으로 판단한 最大葉을 적엽하여 主脈과 側主脈

사이에서 Hand section method로 15개의 切片을 채취하여 實체현미경을 이용 마이크로메타로 측정하였다.

葉綠素含量 測定은 1996년 7월에 前年 夏伐後 자란 뽕잎에서 직경 1.5 cm의 圓形뽕잎을 10장씩 취하여 99.8%의 methanol 50 ml을 가하고 遮光密封하여 冷暗所에 15~18시간 放置한 후, 葉綠素를 抽出한 다음 5 ml의 抽出液試料를 광선과장 651 nm와 664 nm에서 spectrophotometer(Gilford)로 吸光度를 측정하여 Ozerol & Titus(1965)의 計算式으로 定量하였으며 엽록소 a의 함량을 엽록소 b의 함량으로 나누어 a/b의 값으로 하였다.

가지길이에 대한 가지굵기의 비는 가지굵기를 평균가지길이로 나눈값의 백분율로 표시하였다.

稔性은 1996년 6월에 정상 오디 30개씩 2반복으로 임의선정, 沈浮合計種子數를 小顆數로 나누어 稔實率을 구하였으며, 물에 3시간 담근후 沈 浮種子로 구분하고 沈種子만을 硝子製紗-레(Φ15 cm)에 置床하여 28°C, 12L 12D 條件下에서 8일째와 14일째에 발아율을 조사하였다. 교잡성공률은 임실률, 침종자율 및 발아율의 相乘積으로 나타내었다. 기타의 특성조사는 蠶業試驗調查基準(1983)과 桑種苗木特性調查基準(1982)에 준하였다.

4배체로 확인된 系統에 대하여는 계통명 4原뽕 23호(개체기호 YO90-10), 4原뽕 24호(개체기호 YO 689-1), 4原뽕25호(개체기호 YB90-10)를 부여하였다.

結果 및 考察

1. 外部形態의 特性

2·4배체간의 잎의 外部形態의 特性을 비교하면 다음과 같다. 즉 낮추메기때의 樹型은 4原뽕23호, 4原뽕24호는 母品種인 龍川뽕보다는 다소 전개된 직립성이고, 4原뽕25호는 모품종인 寧邊뽕과 동일한 직립성이다.

4倍體는 2倍體 모품종에 비하여 잎모양은 幅廣形으로 되고 잎의색은 짙어지며 잎표면은 다소 거칠어지고 잎의 橫斷面이 약간 비틀리는 경향이 있고 잎자루는 굽어지고 만추기때 잎의 경화는 다소 늦어졌다.

1葉重이나 葉面積重이 증가한 4배성은 着葉角이 약간 下垂形이 되는 경향을 나타내고 着葉角이 斜立性인 寧邊뽕의 4배성에 있어서도 斜立정도가 약하여졌는데 이것은 4倍體의 뽕잎이 무거워진데 따른 重力에 기인한 것이다. 그외 葉頭, 엽거치, 잎주름의 정도, 잎차례 등은 2·4배성 간에 변화가 없었다.

2. 細胞學的 觀察, 花性 및 稔性

4原뽕23호, 24호 및 25호는 體細胞의 核分裂이 정상적으로 이루어졌으며 染色體數는 2n=56인 4배체이다.

이들 4배體의 花性은 母品種과 동일한 雌性이며 오디착생수는 모품종과 같이 4原뽕23호, 24호는 적고 4原뽕25호는 비교적 많이 열렸다.

4년생(단, 4原뽕24호는 5년생)낙추베기의 나무에 결실된 오디의 稔性, 種子發芽率 및 교잡성공률은 표 1과 같다.

龍川뽕의 同質4배體인 두 계통의 稔性에는 약간의 차이가 있어서 實질물은 龍川뽕에 비하여 4年生인 4原뽕23호는 다소 낮고 5年生인 4原뽕24호는 다소

높았으며 實종자율은 전자는 95.1%로서 약간 높고 후자는 84.8%로 뚜렷히 낮았는데 種子發芽率도 4原뽕23호는 100%, 4原뽕24호는 97%로서 龍川뽕보다 근소하게 낮았다. 實질물, 實종자율, 種子發芽率의 상승적으로 나타낸 交雜成功率는 각각 66.9%, 62.6%로서 龍川뽕의 70.3%보다 떨어졌다. 한편 寧邊뽕의 同質4배體인 4原뽕25호는 實질물, 實종자율, 實종자발아율이 모두 불량하여 交잡성공률은 23.9%에 불과하였다.

4배體 뽕나무에서 결실된 뽕종자의 實질물, 발아율 및 交잡성공률에 대하여 朴(1994)은 母品種인 2배體 뽕나무에서 결실된 것보다 낮다고 하였는 바 龍川뽕의 同質4배體의 하나인 4原뽕23호는 2배體 母品種의 경우보다 實질물만 다소 떨어지고 實종자율, 實종자발아율은 높아서 交잡성공률이 비교적 높았다.

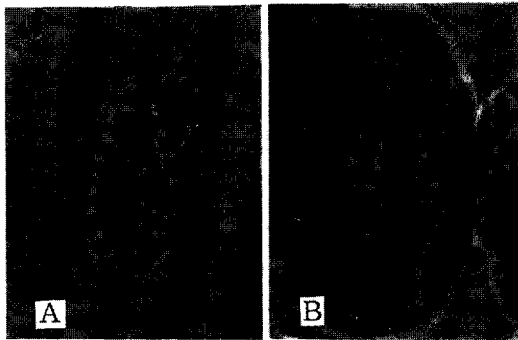


Fig. 1. Chromosome of tetraploid mulberry(×1500)
A : Sawonppong 24, B : Sawonppong 25.

3. 生態의 特性

1) 發芽開葉期

이른봄 冬芽의 發芽 및 發育期는 표 2와 같이 4原뽕23호, 24호 및 25호는 母品種인 龍川뽕, 寧邊뽕보다 탈포기는 2일 늦으나 發育速度가 빨라져서 5개엽기는 5월 5일로 母品種과 동일하였다. 寧邊뽕은 龍川뽕보다 탈포기는 2일간 빠르지만 5개엽기까지의 소요일수가 14일로 2일간 더 소요되었기 때문에 5개엽기는 용천뽕과 동일하였다.

이와같은 현상은 東城(1966, 69)이 검실뽕과 그 同質4배體간에 비교한 경우와 일치하는 결과이다. 同質

Table 1. Fertilization and germination percentage

Strain	No.of small fruits per sorosis.	No.of seed per sorosis.	Fertilization per ct.	Sank seed per ct.	Germination per ct.		Cross succes per ct.
					8th days	14th days	
Sawonppong 23	16.4	12.2	70.3%	95.1%	100.0%	100.0%	66.9%
Sawonppong 24	23.4	17.8	76.1	84.8	97.0	97.0	62.6
Sawonppong 25	28.8	11.5	39.9	79.7	45.0	75.0	23.9
Yongchonppong	15.3	11.4	74.5	94.3	100.0	100.0	70.3

Table 2. Development of winter buds in spring

Strain	Green tip sprouting stage	Sprouting stage of the bud showing swallow-bill shape	Opening stage of the 5th leaf	Requird days for the 5th leaf opening
Sawonppong 23	Apr. 25	Apr. 29	May. 5	10 days
Sawonppong 24	Apr. 25	Apr. 28	May. 5	10
Yongchonppong	Apr. 23	Apr. 27	May. 5	12
Sawonppong 25	Apr. 23	Apr. 26	May. 5	12
Yeongbyonppong	Apr. 21	Apr. 25	May. 5	14

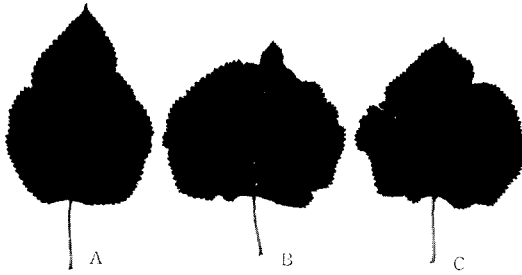


Fig. 2. Difference of leaf shape between diploid and tetraploid of Yongchonppong (× : about 0.2)
A : Yongchonppong(2x), B : Sawonppong 23(4x), C : Sawonppong 24(4x).

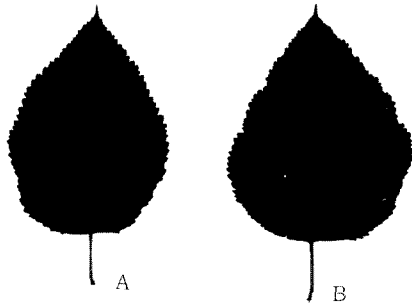


Fig. 3. Difference of leaf shape between diploid and tetraploid of Yongchonppong (× : about 0.2)
A : Yongchonppong(2x), B : Sawonppong 25(4x).

4배체가 탈포는 지연되고 발아후 개엽 및 신장속도가 빠른 특성은 늦서리 피해대책을 위하여 요망되는바로서 품종 육성상 좋은 자료가 되는 것이다.

2) 잎의 形態, 葉綠素含量 및 葉水分率

4原뽕23호, 24호 및 25호의 잎모양은 표 3 및 그림 2, 3과 같이 概觀的 葉形은 엽장보다 엽폭이 더 발달한 幅廣形으로 短大化됨에 따라서 4原뽕23호, 24호는 1.04, 1.00, 4原뽕 25호는 1.11의 장폭비를 나타내었으며 葉重도 증가하였다.

잎자루길이는 4原뽕23호, 24호 및 25호 모두 현저하게 길어져서 엽장·엽병장비가 4原뽕23호, 24호는 2.5~2.6, 4原뽕25호는 4.7로서 각각의 母品種보다 크게 감소하였다. 엽장·엽폭비, 엽장·엽병장비 모두 寧邊뽕에서 유도된 4배체가 龍川뽕에서 誘導된 4배체보다 높으므로 母品種의 특성이 4배체에도 그대로 반영되었다.

잎몸의 두께, 葉面積重, 水分率 및 葉綠素含量은 표 4와 같다. 잎몸두께는 光合成速度에 관여하는 요소의 하나인데(櫻 등 1982, 白田, 矢澤 1981)母品種에 비하여 4原뽕23호, 24호는 17%, 4原뽕25호는 33% 두꺼워졌으며 엽면적중도 21~31% 증가하여 東城(1966)이 밝힌 바 있는 4배체의 특성을 잘 나타내었다. 추잠기에 각지조의 최대엽의 水分率은 4배체뽕이 그 母品種보다 약간씩 높았는데 이것은 厚葉化현상과 함께 뽕잎의 위조억제기능을 강화할 수 있는 요소이다. 東城(1966)은 기온 26~33°C, 관계습도 82~87%의

Table 3. Size of leaves in autumn

Strain	Leaf length	Leaf width	Ratio of leaf length to leaf width	Single leaf weight	Petiol length	Ratio of leaf length to petiol length
Sawonppong 23	20.6 cm	19.8 cm	1.04	5.5 g	7.9 cm	2.6
Sawonppong 24	19.3	19.1	1.00	6.1	7.8	2.5
Yongchonppon	20.9	17.8	1.17	4.2	6.6	3.2
Sawonppong	25.3	22.8	1.11	6.9	5.4	4.7
Yeongbyonppong	25.3	17.7	1.43	4.2	4.0	6.3

Table 4. Features of leaves in autumn

Strain	Leaf thickness	Leaf wt. per dcm ²	water content	Chlorophyll contents per dcm ²	Rate of chlorophyll a to b
Sawonppong 23	197 μm (117)	2.12 g (131)	69.17%	5.1 mg (128)	1.90
Sawonppong 24	197 (117)	2.07 (128)	72.59	4.4 (111)	2.21
Yongchonppong	168 (100)	1.62 (100)	68.86	4.0 (100)	1.52
Sawonppong 25	197 (133)	2.09 (121)	71.30	5.6 (133)	2.04
Yeongbyonppong	148 (100)	1.72 (100)	68.48	4.2 (100)	1.87

조건에서 뽕잎의 이면층을 위로하여 놓았을때 12시간 동안의 2시간대별 수분 감모량은 4배체뽕이 2배체뽕의 1/2정도로 적어서 給桑한 뽕의 시들음 방지효과가 컸음을 보고한바 있다.

뽕잎의 葉洞 지연은 養蠶의 실재면에서 給桑回數決定, 뽕잎의 신선도 유지 등과 관련되어 경영과 蠶作에 직결된다. 뽕잎의 위조속도는 淸品種, 葉水分率의 多少, 잎의 구조(角皮의 두께, 잎두께, 조직의 치밀, 세포간극의 대소, 기공의 구조와 다소) 葉位, 정지법, 摘葉方法, 뽕발관리, 기상조건(온습도, 통풍, 일조, 명암)과 관련이 깊은 것인데 4原뽕23호, 24호 및 25호는 뽕잎의 厚葉化와 더불어 葉面積重과 葉水分率이 증가하였으므로 前述한 問題點 解決에 有力한 資料가 되는 것이다.

뽕잎 100 cm²당 엽록소함량은 4原뽕23, 24호는 각각 5.1, 4.4 mg로서 龍川뽕보다 11~28% 많았으며 잎몸두께의 증가가 현저한 4原뽕25호는 5.6 mg로서 寧邊뽕보다 33% 많았다. 그리고 葉綠素 a와 b의 比에 있어서 4原뽕23호, 24호, 25호 모두 그 母品種보다 높아서 葉綠素 a의 含量이 상대적으로 많음을 나타내었다. 白田, 矢澤(1991)이 光合成 속도는 유전적인 영향을 받는 엽록소 함량과 관계가 깊지만 단위면적당 또는 단위 생엽중량당 엽록소 함량이 증가하면 葉綠素의 활성이 낮아지므로 단위 엽록소당 광합성 속도는 떨어지는 경향이 있음을 보고하였드시 엽록소 함량차가 반드시 비례적으로 물질생산에 관계하는 것은 아니다.

뽕종자의 稔性은 栽植입지조건, 정지법, 수령, 기상

조건(杉山 等, 1952) 오디거두는 시기(杉山 等 1952, 53)에 따라 다르고 또한 해에 따라서도 임실물(東城 等, 1979)이 일정하지 않은 것이다.

東城 (1979a, 79b)은 육성 3배체의 경우에는 육성방법 즉 생식세포배가 또는 체세포배가 여하에 따라서 잎, 가지, 발근성 등의 形質과 稔性의 차이가 있음을 보고한바 있으나 이 연구에서는 체세포배가에 의한 4倍體를 誘導한 것이므로 4原뽕23호와 24호에 있어 약간의 계량형질의 차는 재배 환경적인 것으로 생각된다.

3) 가지의 構成

4原뽕23호, 24호 및 25호의 가지 構成은 표5와 같이 母品種에 비하여 가지길이는 다소 짧고 그루당 가지수도 다소 적으며 최장가지에서 발생한 곁가지수도 현저히 적었다. 마디사이길이는 母品種과 같거나 근소하게 길었다.

가지길이가 크게 伸長하면 가지의 지름도 커지는 것이므로 실제적인 가지굵기의 표현 방법으로 가지길이에 대한 가지의 지름비를 이용하는데 4原뽕23호, 24호 및 25호는 1.10~1.20로서 모품종의 1.04~1.07보다 높았다. 이것은 가지의 伸長生長보다 肥大生長이 왕성하기 때문이며 그루당 가지수가 적은것과 함께 뽕잎 收量性에 지대한 영향을 미치는 요소이다.

4. 耐凍性, 基部不發芽長比率 및 오갈病 發生株率

월동후 춘기에 발생하는 寒枯 즉 가지끝마름길이의 최장가지길이에 대한 비율은 표 6과 같이 4原뽕

Table 5. Constitution of branch

Strain	Average branch length	No. of branch per bush	No. of lateral branches per longest branch	Internode length	Ratio of branch diameter to branch length
Sawonppong 23	159 cm	9.7	0.4	4.2 cm	1.10%
Sawonppong 24	162	11.1	1.8	4.6	1.15
Yongchonppong	172	13.6	2.6	4.2	1.07
Sawonppong 25	158	7.5	0.5	5.1	1.20
Yeongbyonppong	169	8.7	1.6	5.0	1.04

Table 6. Characteristics of mulberry strains against disaster

Strain	longest branch length	Death atop per ct.	Non-budding length per ct. at basal part of branch	Per ct. of bush infected with dwarf disease
Sawonppong 23	171 cm	4.3%	9.5%	33.0%
Sawonppong 24	208	4.5	12.1	23.0
Yongchonppong	216	4.0	12.3	10.0
Sawonppong 25	170	2.9	7.6	20.0
Yeongbyonppong	187	4.5	8.3	16.7

23호, 24호는 4.3%, 4.5%로서 龍川뽕의 4.0%와 비슷하였으며 4原뽕25호는 2.9%로서 寧邊뽕의 4.5%보다 현저히 낮아서 매우 강한 耐凍性を 나타내었다.

東城(1969)은 4倍體 뽕나무는 秋期에 가지의 木化速度가 빠르고 木化比率이 높으며 休眠化時期도 빠르기 때문에 耐凍性이 증대되는 것으로 해석한바 있으나 가지끝마름비율로 나타난 龍川뽕의 同質4倍體의 耐凍性은 龍川뽕보다 증대하지는 않았다. 龍川뽕은 平安北道 鐵山郡에 自生하던 在來뽕이며 1873년 龍川郡으로 擴大栽培되고 그후 1917년 耐凍性系 장려품종으로 지정되어 우리나라 中部以北 寒冷地에 재배되어 왔으며(朴, 1989) 현재에도 北韓과 中國 東北地方에 많이 재배되고(中國農科院, 1985) 있으나 잎 두께가 얇고 蛋白質含量이 낮은 등 葉質이 다소 불량한 欠點이 있어서 朴等(1990, 93)은 사육기술면에서 단점 보완을 위한 연구를 수행한바 있다.

4原뽕23호, 24호는 이와같은 龍川뽕의 欠點補完을 위하여 良質의 내동다수성인 3倍體 또는 5倍體 품종육성을 위한 中間母本으로 이용될 것이며 앞으로 對 北韓 또는 中國 東北地方을 대상으로 하는 北方栽桑技術 지원에 있어서 장기적이고 근본적인 뽕품종 개량을 위하여 큰 몫을 할 것으로 기대된다.

최근 육성되어온 多收性 品種의 대부분은 基部不發芽長比率이 높은 단점을 지니고 있으나 4原뽕23호, 24호, 25호는 母品種과 큰차이가 없다. 낮추베기 4年生 뽕밭에서 조사한 오갈병 발생그루비율은 4倍體뽕 모두가 모품종보다 현저히 높았다. 이와같이 2倍體 母品種보다 오갈병 발병률이 높은 것은 가지와 잎이 연하게 자라는 것은 마름무늬 매미충의 서식조건에 유리한 면이 있기 때문으로 생각되지만 이 문제에 대하여는 더 깊은 연구관찰이 계속되어야 할 것이다.

5. 收量性

한눈뿌리접으로 생산한 묘목을 ha당 8,333그루(2.0×0.6 m)의 밀도로 식재하였을때 식재 2년차와 3년차(1994~1995)의 평균수량은 표 7과 같다.

4原뽕23호, 24호 및 25호의 ha당 연간수량(春 新梢葉量, 秋 正葉量)은 18.2~25.6M/T으로 母品種보다 현저히 낮았는데 이것은 4倍體 系統은 잎이 巨大化, 肥厚化 되었으나 표6에서와 같이 가지수가 적고 伸長生長이 저조하며 위축병발생율이 높았던것에 기인된 것으로 생각된다. 이와같은 사실로 보아 이들 4倍體는 實用品種으로 식재이용하기 보다는 우수한 3倍體 또는 5倍體 품종육성을 위한 中間母本으로 이용하는 것이 바람직하다.

수량의 季節型은 모든 4倍體가 모품종과 같이 中間型이다. 春期收穫 당시의 수확물 각부분의 구성비는 표7과 같이 條桑量에 대한 新梢葉量比率은 4原뽕23호, 24호는 龍川뽕과 비슷하며 4原뽕25호는 73.3%로서 寧邊뽕의 66.7%보다 뚜렷히 높았으며 新梢葉量에 대한 正葉量比率은 모든 4倍體가 모품종보다 근소하게 높았다.

摘 要

고조삼목후 插穗의 冬芽가 發芽할 때 0.1~0.4% Colchicine 수용액을 4~5일간 적하여 龍川뽕의 同質4倍體 2系統, 寧邊뽕의 동질4배체 1계통을 육성하였으며 주요 栽培學的 특성은 다음과 같다.

1. 봄철의 탈포기는 母品種보다 2일간 늦으나 發芽後의 發育速度가 빨라서 5개엽기는 모품종과 동일한 중생뽕이었다.
2. 잎모양은 幅廣形이고 잎자루는 길고 굵으며 잎 두께는 모품종보다 17~33% 두껍고 1葉重은 무겁고 잎면적중은 21~31%증가하고 葉綠素含量은 11~33% 증가하여 우수한 葉質의 요소를 갖추었다.
3. 모품종보다 가지길이는 짧고 가지수도 적으며 마디사이길이는 같거나 약간 길어지며 굵어져서 가지의 구성요소는 다소 불량하였다.
4. 가지끝마름길이 비율로 나타난 耐凍性은 4原뽕23호, 24호는 龍川뽕과 비슷하고 4原뽕25호는 寧邊뽕보다 강하였고 뽕나무 오갈병 發生率은 높았다.

Table 7. Leaf yields, young shoot and leaf percentage in spring

Strain	Yearly leaf yields per ha (ton)	Percent. of spring yield to yearly	Percent. of young shoot to branch young shoot	Percent. of leaf to young shoot
Sawonppong 23	20.3	54	70.8	77.0
Sawonppong 24	25.6	55	69.8	79.7
Yongchonppong	26.8	54	69.6	76.0
Sawonppong 25	18.2	55	73.3	78.3
Yeongbyonppong	19.8	52	66.7	77.1

5. 모품종보다 收量性은 낮고 新梢葉量比率과 正葉量比率은 약간 높았다.

6. 4原뽕23호와 24호는 稔性이 비교적 높아서 62%의 交雜成功率을 나타내었으나 4原뽕25호는 稔性이 낮고 교잡성공률은 23.9%이었다.

引用文獻

中國農業科學院 蠶業研究所(1985) 中國桑樹栽培學 : 51~73. 上海 科學技術出版社. 上海.

Katagiri, K.(1975) Radiosensitivity, mutation and tetraploid induction in the gamma ray irradiated growing shoots in mulberry, *Morus alba L. J. sericult. Sci. Japan* : 461~468.

牧 音樂(1991) ゆきあさひ(桑農林14號), 技術資料 第124號 : 1~9 北陸農業試驗場.

西山市三(1965)細胞遺傳學研究法 : 1~188. 養賢堂. 東京.

農村振興廳(1983)農事試驗研究調查基準 : 309~312. 水原.

農林水産技術情報協會(1982)桑種苗特性分類調查報告 : 1~35.

Ozerol, N. H. and J.S. Titus(1965) The determination of total chlorophyll in methanol extracts. *Trans. III. State Acad. Sci.* **58** : 150~151.

朴光駿(1989) 뽕品種의 起源과 주요 뽕품종의 變遷. 韓國蠶業史 : 529~555. 大韓蠶絲會. 서울.

朴光駿(1994a). 交配實生(龍川뽕/改良뽕)의 生長點에 Colchicine 處理로 創성한 耐凍性系 4倍體뽕, 韓蠶學誌 **36**(1) : 1~7.

朴光駿(1994b) 倍數性 뽕나무에 있어 自然交雜한 경우의 稔性. 韓蠶學誌. **36**(2) : 97~101.

朴光駿(1995a) 터기産 黑桑(*Morus nigra L*) 花粉과 韓國 自生뽕 및 栽培뽕간의 稔性. **37**(1) : 1~5.

朴光駿(1995a) 改良뽕 自殖1代 實生으로부터 誘導된 몇가지 4倍體들의 特性. 農業科學論文集 **37**(2) : 759~765.

朴光駿·趙將鎬·南鶴祐·金浩樂·梁盛烈·李相郁(1991) 良質多收性 壯蠶用뽕 新品種 新光뽕과 靑雲뽕. 農試論文集(농경, 농기계, 잡업, 농이편) **33**(3) : 50~63.

朴光駿·梁盛烈·李相郁·金基錫·崔祉亭·崔淑鍊·李龍基(1990) 龍川뽕의 理化學性과 壯蠶期間 給與時期에 따른 飼料價値의 差異. 韓蠶學誌 **32**(2) : 94~100.

朴光駿·梁盛烈·李相郁·權在七·金永勳·金基錫·崔祉亭(1993) 寒冷沙被覆飼育에 따른 龍川뽕 (*Morus alba L.*)의 飼料價値. 韓蠶學誌 **35**(1) : 21~27.

櫻程 富, 久野勝治, 本間 慎(1982) 春先における 品種別 桑葉의 光合成速度と 葉의 組織構造について. 日蠶關東講要.

關 博夫, 押金健吾(1953) コルヒチン處理により育成した四倍體桑樹について. 信大織學研報(3) : 11~17.

關 博夫, 押金健吾(1956) 4倍體桑樹における 桑葉의 化學的成分について. 日蠶雜 **25** : 191(要旨).

關 博夫, 押金健吾(1959) 育成倍數性桑葉의 葉質判定 並びに蠶兒飼育成績. 信大織學研報(9) : 6~15.

關 博夫(1959) 桑屬의 細胞學的研究. 信大織學紀要 (20) : 1~91.

關 博夫, 押金健吾(1964) 接木苗의 生長に及ぼす臺木의 影響. 日蠶雜 **33**(5) : 365~376.

白田 昭, 失澤盈男(1991) 光合成速度とクロロフィル含量の 桑品種間差異. 蠶絲昆蟲研究 **4** : 23~40.

東城 功.(1954) Colchicine 處理に得たる 桑樹의 染色體數. 日蠶雜 **23** : 278.

東城 功.(1963) 桑의 實生苗にコルヒチン處理を行なって得られた同質4倍體. 日蠶雜 **32**(1) : 34~36.

東城 功(1966a)桑의 倍數體に關する研究. I. 同質4倍體의 育成. 蠶試報 **20**(3) : 187~205.

東城 功(1966b)桑의 倍數體に關する研究. III. 同質4倍體의 形態および葉의 生長, 水分について. 蠶試報 **20**(3) : 221~230.

東城 功(1969)桑의 倍數體に關する研究. V. 同質4倍體의 發芽について. 日蠶雜 **38**(1) : 28~34.

東城 功, 渡邊四志榮(1979a) 同質4倍體桑樹의 堅さについて. 日蠶雜 **48**(4) : 313~318.

東城 功, 渡邊四志榮(1979b) 育成法を異にした3倍體桑樹의 稔性および發芽率の 年次變化. 東北蠶絲報告 No. 4 : 58.

東城 功, 渡邊四志榮(1979c) 育成法を異にした3倍體桑樹의 形質比較. 蠶試報告 **27**(6) : 661~694.

東城 功, 渡邊四志榮. 早坂七郎(1986)3倍體桑品種しんけんもち及びあおばねずみの 育成. 蠶試報 **30**(2) : 152~250.