

호도나무 교잡종의 과실특성

이 옥*, 이문호, 황석인¹, 변광옥

국립산림과학원 산림유전자원부, ¹국립산림과학원 난대산림연구소

Nut Characteristics of Walnut Hybrids (*Juglans spp.*)

Uk Lee*, Moon-Ho Lee, Suk-In Hwang¹ and Kwang-Ok Byun

Dept. of Forest Genetic Resources, Korea Forest Research Institute, Suwon 441-350, Korea

¹Warm-temperate Forest Research Center, Korea Forest Research Institute, Seogwipo, 697-050, Korea

Abstract - The purpose of this study was to applicate fundamental data for breeding new cultivar through selection of superior individuals and to investigate its nut characteristics in walnut hybrids. Selection of superior individuals with good nut qualities including high nut weight (NWT, >13g) and percentage of weight relative to total weight of nut (PWR, >50%) was carried out and then 4 promising individuals (Sansung 4 × Concord-8, Concord × Sansung1, Concord × Sansung4 and McKinster × Punghan1) were selected by quantitative characters. Especially width of pad of suture was main factor in selection of nut with high PWR (percentage of weight relative to total weight of nut). In addition, kernel length showed high correlation with kernel and nut weight. Thickness of septem (TOP) also had an effect on ease of kernel removal (EKR). In qualitative characters, there is a great difference among the individuals and cross combinations as well as showed simultaneously various characteristics in the same individual.

Key words - Walnut (*Juglans spp.*), New cultivar, Superior individual, Quantitative, Qualitative

서 언

우리나라에서 경제적 생산을 목적으로 재배되고 있는 대부분의 호도나무(*Juglans spp.*)는 페르시아 호도나무 계통의 변종(이, 1997)으로 자연교잡과 실생묘 번식으로 인하여 과실형질이 균일하지 못하다. 또한 지역 및 개체간 변이가 매우 심할 뿐만 아니라 내한성이 약하여 재배지역의 범위가 극히 제한되고 과실의 질적 퇴화가 지속적으로 이루어지고 있는 실정이다. 경제 성장 및 소득증대에 따른 과실소비가 지속적으로 증가되고 있는 가운데 다양한 대중매체의 등장과 더불어 인터넷 등 정보통신의 발달에 의한 과실소비량은 급증하고 있는 추세이며 소비자의 기호 및 요구도 또한 매우 다양해지고 있는 실정이다. 과실의 구매 및 소비성향을 결정하는 요인은 과실의 맛과 풍미, 선택 등이며(임 등, 2005), 이들의 특성을 고려한 품질개량과 신품종 육성전략이 필요하며 우수한 품종육성은 국제경쟁력 제고와 호도나무 재배농가의 소득증대에 기여할 것으로 사료된다.

전세계적으로 호도나무에 대한 자연교잡 및 인공교배에 의해 많은 품종이 육성되고 있으며(황 등, 2004) 우량개체선발 및 교잡육종 연구(Serr and Forde, 1968; Meze, 1968; McKay, 1967)와 교잡종 과실에 대한 교배조합간 형태적 변이(開本等, 1974), 과실형질의 유전적 변이(Zeneli et al., 2005; Sharma et al., 2001)등의 연구가 이루어졌다. 우리나라의 경우, 1975년부터 실시된 호도나무 연구는 국내 분포종에 대한 우량개체가 선발되었으며 외국으로부터 우수한 품종 및 개체를 도입 및 선발함과 동시에 신품종 육성을 위하여 이들 품종간 인공교배가 지속적으로 실시되고 있다. 우량개체선발을 위한 유실수의 육종 목표는 다양하지만 고품질의 과실생산은 동일하고 과실의 품질을 향상시키기 위해 다양한 연구와 색깔, 모양 등 각각 특성에 대한 고찰이 필요하며(Callahan, 2003), 특히 Sharma와 Kumar(1994)은 우량개체선발을 위해 유전자원의 체계적인 연구가 필요함을 강조한 바가 있다.

따라서 본 연구는 호도나무 교잡종 과실의 양적 및 질적형질의 특성을 조사하고 과실형질이 우량한 개체를 선발함으로써 신품종을 육성하기 위한 기초자료로 활용하고자 실시하였다.

*교신저자(E-mail) : rich26@foa.go.kr

재료 및 방법

본 연구의 공시재료는 1982년부터 1990년까지 약 9년에 걸쳐 Lake×상춘3호 등 71조합 중 결실된 42조합 103개체를 대상으로 입중, 과실모양 등 과실형질을 각각 조사하였다(Table 1). 조사된 항목은 양적형질과 질적형질로 각각 구분하여 총 22개의 형질(Table 2)로서 양적형질은 과실의 종경과 횡경, 종경과 횡경의 비율(과실모양), 과실 두께, 입중, 인중, 인중비, 과피 두께, 봉합선의 폭과 돌출된 부위의 높이, 구형지수, 인의 길이, 격막의 두께 등 13개 형질로 디지털캘리퍼스(Mitutoyo, Japan)와 전자저울을 이용하여 각각 측정하였다. 또한 질적형질은 호도나무 품종특성조사요령검정지침서(UPOV, 1999)에 제시된 기준에 의거하여 관찰하였으며, 봉합선을 따라 절개 후 종단면, 봉합선의 대각으로 절단 후 종단면과 하단부 모양, 상단부 모양, 봉합선에 대한 수직으로 절단 후 모양(횡단면), 암술 접 돌출정도, 봉합선 뒷개 위치 및 비율, 인의 분리 용이도와 표면색깔 등 9개 형질을 육안으로 각각 관찰하였다. 특히 구형지수(Index of roundness)는 (1)의 식에 의거하여 각각 산출하였다.

$$(1) IR = \left(\frac{NWD}{NTK} \right) / (2 \times NLG)$$

(NWD : nut width, NTK : nut thickness, NLG : nut length)

통계분석은 SAS통계패키지(ver. 6.02, SAS Institute)를 이

용하여 상관분석과 분산분석을 실시하였으며 과실의 품질을 결정하는 형질인 입중과 인중 및 인중비를 예측하기 위하여 변수들의 설명력 및 상대적인 기여도를 알아보기 위해 단계적 변수선택법(stepwise method)을 이용한 다중회귀분석(multiple regression analysis)을 각각 실시하였다.

결과 및 고찰

과실의 입중 및 인중비 등 양적형질을 대상으로 Table 3과 같이 상관분석을 실시한 결과, 과실의 크기와 무게와 관련된 형질 간에는 고도의 정의 상관관계를 보였으나 과실의 두께와 종경과 횡경의 비율은 고도의 부의 상관관계를 나타냈다. 과실의 주요 형질 중의 하나인 인중비는 과실의 횡경과 인의 길이가 길수록 높아졌으나 봉합선의 폭과 격막의 두께가 두꺼울수록 낮아지는 상반된 경향을 보였다. 따라서 외형적으로 봉합선 폭을 이용하여 인중비가 높은 우량과실을 우선적으로 선발할 수 있음을 시사하였다. 또한 과피두께는 인중비를 제외한 과실의 크기와 무게와 관련된 형질과 고도의 정의 상관관계를 나타내 일반적으로 과피두께가 두꺼운 호도류는 인중비가 높다는 것과 일치함을 나타냈다. 격막두께는 인중비와 과실의 횡경과 부의 상관관계를 나타내 특히, 외형적으로 과실의 횡경이 길수록 격막이 얇다는 것을 알 수 있었다.

과실형질이 우수한 우량개체를 선정하기 위하여 호도 품종에

Table 1. List of fruited cross combinations of total artificial hybridization in this study

Year	Cross combination		Number of fruited individual	Year	Cross combination		Number of fruited individual
	seed parent	pollen parent			seed parent	pollen parent	
1982	Lake	Sanchon3	3	1986	Mckinster	Punghan3	2
"	Mckinster	Sanchon3	5	"	Concord	Punghan1	1
1983	Lake	Sanchon4	3	"	Concord	Punghan3	2
"	Mckinster	Sanchon4	1	"	Concord	Punghan4	4
"	Concord	Sanchon4	2	1987	Lake	Daebu3	2
1984	Lake	Sanchon1	4	"	Lake	Kwangduk	2
"	Lake	Sanchon2	5	"	Mckinster	Daebu3	2
"	Lake	Daebu1	4	"	Mckinster	Sangchon5	1
"	Mckinster	Sanchon1	2	"	Mckinster	Kwangduk3	1
"	Mckinster	Sanchon2	1	1988	Lake	Sansung4	1
"	Mckinster	Daebu1	3	"	Mckinster	Sansung1	1
"	Concord	Sanchon1	2	"	Mckinster	Sansung3	1
"	Concord	Sanchon2	1	"	Concord	Sansung1	1
"	Concord	Daebu1	4	"	Concord	Sansung4	4
"	Sansung4	Lake	3	"	Concord	Mupung3	4
"	Sansung4	Mckinster	4	"	Concord	Mupung6	3
"	Sansung4	Concord	4	1989	Mckinster	Mupung2	2
1986	Lake	Punghan1	1	"	Mckinster	Mupung4	3
"	Lake	Punghan3	1	"	Mckinster	Mupung7	3
"	Lake	Punghan4	2	1990	Mckinster	Mupung8	1
"	McKinster	Punghan1	6	"	Mckinster	Daebu2	1

Table 2. List of examined 22 characters and its abbreviations in this study

Character	Number of criteria	Abbreviation	Character	Number of criteria	Abbreviation
nut size(nut length/nut width ratio)	5	NTS	prominence of apical tip	3	PAT
nut length*	-	NLG	position of pad on suture	3	RPS
nut width*	-	NWD	prominence of pad on suture	3	PPS
nut thickness*	-	NTK	width of pad on suture	3	WPS
nut weight*	-	NWT	thickness of shell	4	TOS
shape in longitudinal section through suture	8	SLT	thickness of septem	3	TOP
shape in longitudinal section perpendicular to suture	9	SLP	ease of kernel removal	4	EKR
shape in cross section	3	SCS	intensity of ground color	4	IGC
index of roundness	5	IOR	kernel size(kernel length)	5	KLG
shape of base perpendicular to suture	4	SBS	percentage of weight relative to total weight of nut	5	PWR
shape of apex perpendicular to suture	4	SAP	kernel weight*	-	KWT

* additional characters which were not demonstrated in drafted walnut TG (test guideline) of UPOV

Table 3. Correlations among nut quantitative characteristics of walnut hybrids

	NWD ^a	NTK	NTS	NWT	PWR	TOS	WPS	PPS	IOR	KLG	TOP
NLG	0.5599**	0.4668**	0.7267**	0.7287**	-0.0374	0.2724**	0.4406**	0.3788**	0.9153**	0.8147**	-0.0231
NWD		0.8109**	-0.1560**	0.6299**	0.0799**	0.0338	0.2585**	0.3417**	0.8067**	0.5752**	-0.0703*
NTK			-0.1138**	0.6206**	-0.0259	0.0844**	0.3272**	0.2675**	0.7575**	0.4448**	-0.0456
NTS				0.3486**	-0.1014**	0.3019**	0.3016**	0.1720**	0.4166**	0.5062**	0.0257
NWT					-0.0163	0.4338**	0.4746**	0.3459**	0.7958**	0.7576**	0.0613*
PWR						-0.2387**	-0.1909**	0.0642*	-0.0350	0.1420**	-0.0923**
TOS							0.3236**	0.1270**	0.2116**	0.2416**	0.1796**
WPS								0.1101**	0.4636**	0.3210**	0.1247**
PPS									0.3923**	0.3690**	0.0088
IOR										0.7719**	-0.0332
KLG											-0.0459

*, ** Significant at 5% and 1% level, respectively.

^a see Table 2.

있어 가장 중요한 형질은 우수한 과실외형과 인의 품질이며 (Zeneli *et al*, 2005) 향후 집약적인 재배관리로 인한 효율적인 과실생산을 위하여 입증이 13g 이상, 인증비가 50% 이상을 선발기준을 설정하여 10조합 13개체를 선정한 후 수확량(data none shown)을 고려하여 재선발한 결과, 산성4호×Concord 등 4조합의 6개체가 과실형질이 우수한 것으로 조사되었다

(Fig. 1, Table 4).

과실두께는 산성4호×Concord 8번과 Concord×산성4호 1번개체가 두꺼운 반면 봉합선 돌출정도가 작은 경향을 나타내어 입증에 비해 인증이 매우 높아 인증비가 높은 것으로 나타났으며 Concord×산성4호 4번 개체와 더불어 봉합선의 폭이 작아 짐에 따라 인증비가 증가하여 매우 밀접한 관계가 있음을 알 수

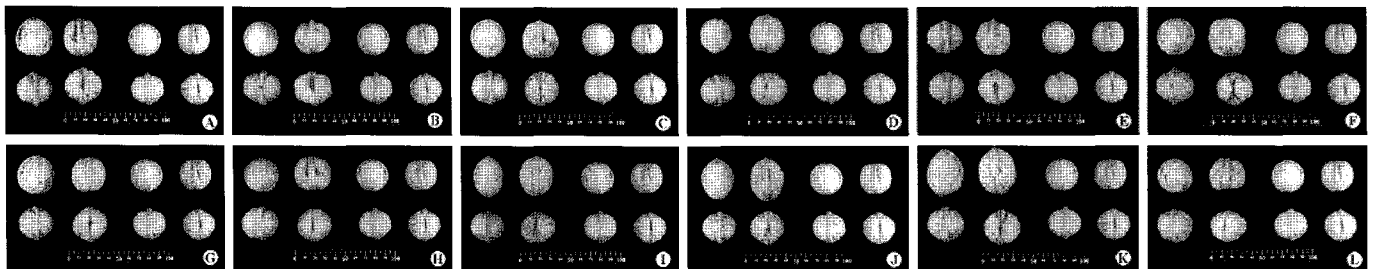


Fig. 1. Nut characteristics of first selected individuals in fruiting 42 hybrid combinations.

A: Ss4 × Co-2, B: Ss4 × Co-8, C: Co × Ss4-4, D: Co × Ph1-2, E: Co × Ph4-4, F: La × Ss2-6, G: La × Ph3-2, H: Mc × Sc4-2, I: Mc × Ph1-1, J: Mc × Ph1-3, K: Mc × Ph3-3, L: Mc × Sc1-3.

있었다. 따라서 봉합선 폭이 육안으로 인증비가 높은 우량과실 및 개체를 선별할 수 있는 중요한 요인임을 확인할 수 있었다. 입증은 산성4호×Concord 8번과 McKinster×풍한1호 1번 개체가 각각 15.4g과 15.3g으로 가장 무거웠다. 인증은 산성4호×Concord 8번 개체가 8.3g으로 가장 무겁고 과피두께 또한 1.39mm로 얇은 것으로 조사되었으며 Concord×산성4호 1번 개체와 4번개체가 각각 8.1g과 7.9g 순으로 무거운 것으로 조사되었다. 인증비는 과실두께가 두껍고 입증이 무거운 산성4호×Concord 8번 개체가 54.02%로 가장 높은 반면 McKinster×풍한1호 1번 개체가 가장 작은 50.12%인 것으로 조사되었다. 이는 과피두께가 두꺼울수록 입증은 증가하지만 인증이 감소됨에 따라 인증비가 감소된 것으로 Concord×산성4호에서와 같이 과피두께가 얇음에 따라 인증비가 증가하는 상반된 경향을 확인할 수 있었다. 과실의 품질과 관련된 봉합선 덮개의 폭과 돌출 정도는 선정된 개체들간 큰 차이는 없었으며 구형지수는 0.80-1.03으로 대체적으로 원형 또는 횡타원형으로 교배모수(종자친)의 영향을 받은 것으로 판단된다. 인의 길이는 Concord×산성4호 1번개체와 McKinster×풍한1호 1번개체가 각각 32.92mm와 32.12mm로 큰 것으로 나타났으며 인증과 입증이 무거울수록 인의 길이가 길다는 것을 알 수 있었다. 격막의 두께는 Lake×풍한3호 개체가 5.6mm로 가장 두꺼운 반면 Concord×풍한1호 개체가 1.4mm로 가장 얇아 인의 분리용이도에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

이상의 양적형질에 의한 우량개체 후보목으로 선정된 13개체 중 과실두께가 두껍고 입증과 인증이 무거운 반면 상대적으로 인증비가 높은 산성4호×Concord 8번 개체와 McKinster×풍한1호 1번 개체 그리고 입증에 비해 인증이 무거워 인증비가 높으며 과피두께가 얇은 Concord×산성4호의 1번과 4번 개체 등

4개체가 우수하여 우량개체 선발 후보목으로 가장 유망한 것으로 조사되었다. 따라서 산성4호와 Concord가 교배양친수로 사용된 조합이 과실의 양적형질에 있어 특수조합능력(SCA)이 우수한 것으로 생각된다.

우량개체 선발기준에 의해 선정된 개체의 질적특성은 조합 및 개체간 차이가 있는 것으로 조사되었으며 모든 형질에 대하여 동일개체 내에서 2가지 이상의 특성이 동시에 관찰되었다 (Table 5).

과실의 봉합선을 따라 절단 후 종단면의 모양은 Table 4의 종경과 횡경의 비율처럼 대부분 개체에서 원형인 것으로 관찰되었으며 일부 개체에서는 각각 난형, 타원형, 사다리형, 넓은 사다리형과 혼합된 특성이 관찰되었다. 봉합선을 따라 대각으로 절단 후 종단면 모양은 원형, 삼각형, 난형, 넓은 난형, 사다리형, 넓은 사다리형, 타원형 등 다양한 모양이 관찰되었으며, 봉합선에 대하여 수직으로 절단 후 절단면 즉 과실의 횡단면 모양은 과실의 횡경과 두께의 비율로서 원형과 타원형 및 편원형으로서 대체적으로 원형에 가까운 모양이었다. 봉합선을 따라 대각으로 절단 후 상단부와 하단부의 모양은 돌출형, 둥근형, 평편형, 오목형 등 각각 4계급 모두 관찰되었으며 동일한 개체 내에서 혼합형태가 대부분 존재하고 있었다.

과실의 품질을 결정하는 형질인 입증과 인증 및 인증비에 대한 변수들의 설명력 및 상대적인 기여도를 측정하기 위하여 다중회귀분석을 실시한 결과, 각 형질에 대하여 후보변수들 중에서 설명력이 높은 변수는 반응변수를 포함하여 과피두께, 구형지수, 봉합선 두께의 폭 등이었다. 입증의 경우, 인의 길이를 제외한 모든 변수가 입증에 예측하는데 있어 유의하였으나 인증과 인증비 및 구형지수가 각각 $R^2=0.7499$ 와 $R^2=0.1892$, $R^2=0.0135$ 순으로 기여도가 높은 것으로 나타났으며 총

Table 4. Quantitative nut characteristics of promising individuals selected with both NWT and PWR firstly

Combination ^a	NLG ^b	NWD	NTK	NTS	NWT	KWT	PWR	TOS	WPS	PPS	IOR	KLG	TOP
Ss4 × Co 2*	37.45	36.16	34.31	1.04	14.02bc ^c	7.20	51.29cd	1.40	4.10	2.65	0.94	29.82	0.34
Ss4 × Co 8*	37.78	36.40	38.08	1.04	15.30a	8.33	54.02bc	1.39	4.01	2.89	0.99	30.46	0.24
Co × Ss4 1*	39.89	37.75	38.51	1.06	14.35d	8.12	56.46b	1.38	4.14	2.42	0.96	32.92	0.21
Co × Ss4 4*	38.64	34.37	36.71	1.12	13.42bc	7.92	59.01a	1.32	4.08	2.81	0.92	31.05	0.19
Co × Ph1 2	39.05	34.06	37.61	1.15	14.40abc	7.22	50.15d	1.65	4.22	3.15	0.92	29.20	0.14
Co × Ph4 1*	35.52	34.59	36.63	1.03	13.53bc	7.07	52.00bcd	1.69	4.26	3.05	1.00	27.07	0.19
La × Sc2 6	35.81	36.18	37.35	0.99	13.33bc	6.96	52.07bcd	1.50	4.41	2.91	1.03	28.25	0.16
La × Ph3 2	34.59	35.44	34.25	0.98	14.19abc	7.19	50.63d	1.59	4.08	3.05	1.01	28.59	0.56
Mc × Sc4 2	34.87	34.68	36.13	1.01	13.08cd	6.98	53.44bcd	1.51	4.43	2.22	1.02	29.80	0.17
Mc × Ph1 1*	42.16	33.38	34.32	1.27	15.38a	7.69	50.12d	1.59	4.40	3.06	0.80	32.12	0.30
Mc × Ph1 3	39.95	36.35	36.96	1.10	13.40bc	7.07	52.62bcd	1.48	4.38	3.11	0.92	30.68	0.20
Mc × Ph3 3	43.17	34.12	35.56	1.27	14.67ab	7.48	50.94d	1.68	5.87	3.26	0.81	31.15	0.21
Mc × Sc1 3	36.12	34.99	35.03	1.03	13.54bc	6.80	50.40d	1.69	4.35	2.88	0.97	30.51	0.22

^a Ss: Sansung, Co: Concord, La: Lake, Mc: McKinster, Ph: Punghan, Sc: Sangchon.

^b see Table 2.

^c Duncan's multiple range test (DMRT) at 0.05% level.

* Promising individuals selected by yield secondly.

95.26%의 높은 설명력을 가지고 있었다. 인종의 경우 입종과 인종비가 각각 $R^2=0.7499$ 와 $R^2=0.1993$ 순으로 높은 기여도를 나타내 총 94.92%의 설명력으로 예측할 수 있었다. 인종비는 입종과 인종의 기여도가 각각 $R^2=0.6299$ 와 $R^2=0.1675$ 로 약 80%의 설명력을 가지고 있었으며 구형지수가 다소 기여하는 것으로 분석되었다.

있는 중요한 요인임을 확인할 수 있었으며 인종과 입종이 무거울수록 인의 길이가 긴 것으로 조사되었다. 격막의 두께는 두꺼울수록 인의 분리가 어려운 것으로 나타나 인의 분리용이도에 영향을 미치는 것으로 조사되었다. 질적형질은 개체 및 교배조합간 차이가 있는 것으로 조사되었으며 모든 형질에 대하여 동일개체 내에서 다양한 특성이 동시에 관찰되었다.

적 요

인용문헌

본 연구는 호도나무 교잡종 과실의 양적 및 질적형질의 특성을 조사하였으며 입종 및 인종, 인종비 등 과실의 주요형질에 의한 품질이 우수한 개체를 선발하여 신품종을 육성하는데 필요한 기초자료로 활용하는 데 그 목적이 있다. 입종이 13g 이상이고 인종비가 50%이상의 양적형질의 선발기준에 의해 산성4호×Concord 8번 개체 등 4개체가 우량개체로 가장 유망시 되었다. 특히 봉합선 폭은 인종비가 높은 우량과실 및 개체를 선별할 수

Callahan, A.M. 2003. Breeding for fruit quality. *Acta Horticulturae* 622: 295-302.
 McKay, J.W. 1967. Late-flowering walnut hybrids. *Nut Growers Ass. Annual Report* 57: 70-75.
 Meze, N. 1968. Prospective walnut hybrids. *An Inst. Cerc. Pomicult. Pitesiti*. pp. 65-75.
 Serr, E.F and H.I. Forde. 1968. Ten new walnut varieties released.

Table 5. Qualitative nut characteristics of promising individuals selected with both NT and PWR

Combination ^a	SLT ^b	SLP	SCS	SBS	SAP	PAT	RPS	EKR
Ss4 × Co	2 cc(20) ^c	cc(11) bt(9)	cc(20)	rd(20)	rd(9) tc(11)	wk(3) md(17)	2/3(20)	df(20)
Ss4 × Co	8 cc(9)	cc(9)	cc(9)	tc(9)	ea(9)	wk(9)	2/3(9)	md(9)
Co × Ss4	1 cc(20)	cc(20)	cc(20)	rd(9) tc(11)	tc(20)	wk(11) md(9)	2/3(20)	ve(11) es(9)
Co × Ss4	4 cc(20)	cc(20)	cc(20)	rd(9) ea(11)	rd(20)	wk(2) md(18)	2/3(14) 1/2(6)	ve(11) md(9)
Co × Ph1	2 cc(9) ov(11)	cc(9) bt(11)	cc(20)	tc(20)	tc(9) cn(11)	md(20)	2/3(20)	ve(11) es(9)
Co × Ph4	1 cc(11) tp(9)	cc(11) tp(9)	cc(20)	ea(9) tc(11)	ea(9) rd(11)	wk(9) md(11)	2/3(20)	es(20)
La × Sc2	6 cc(20) ov(9)	bt(20) ta(9)	cc(18) ol(11)	tc(20) ea(9)	tc(20) rd(9)	wk(11) md(18)	2/3(27) 1/2(1)	all(1) ve(29)
La × Ph3	2 cc(9)	cc(9) cc(11)	cc(9)	tc(9) tc(3)	ea(9)	wk(9)	2/3(9)	vd(9)
Mc × Sc4	2 cc(20)	bt(8) ta(1)	cc(11) ol(9)	ea(3) rd(14)	tc(7) rd(13)	wk(16) md(4)	1/2(1) 2/3(19)	es(20)
Mc × Ph1	1 et(20)	et(20)	et(20)	cn(20)	cn(20)	md(8) st(12) wk(9)	2/3(14) all(6)	ve(11) es(9)
Mc × Ph1	3 cc(9) tp(11)	cc(9) tp(11)	ol(9) et(11)	tc(20)	tc(20)	md(10) st(1)	2/3(11) all(9)	ve(11) es(9)
Mc × Ph3	3 et(9) ov(11)	ov(9) et(11)	et(20)	cn(9) rd(11)	cn(20)	md(5) st(15)	2/3(11) all(9)	md(20)
Mc × Sc1	3 cc(16) bt(4)	cc(1) bo(1) bt(18)	cc(13) ol(7)	tc(19) ea(1)	rd(14) tc(6)	wk(9) md(11)	1/2(4) 2/3(15) all(1)	es(9) vd(11)

^a, ^b see Table 1 and Table 2.

^c cc: circular, ta: triangular, bo: broad ovate, ov: ovate, bt: broad trapezium, tp: trapezium, be: broad elliptic, et: elliptic, cd: cordate, ol: oblate, cn: cuneate, rd: rounded, tc: truncate, ea: emarginate, wk: weak, md: medium, st: strong, 1/2: on upper half of nut, 2/3: on upper 2/3 of nut, all: on whole length, ve: very easy, es: easy, df: difficult, vd: very difficult.

() Number of observed individual.

- California Agriculture 22: 8-10.
- Sharma, O.C. and S.D. Sharma. 2001. Genetic divergence in seedling trees of Persian walnut (*Juglans regia* L.) for various metric nut and kernel characters in Himachal Pradesh. *Scientia Horticulturae* 88: 163-171.
- Sharma, R.L. and K. Kumar. 1994. Genetic diversity and scope of walnut improvement in India. In : Schmidt, H. and M. Kellerhals(Eds.), *Progress in Temperate Fruit Breeding*. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands, pp. 447-450.
- UPOV. 1999. International union for the protection of new varieties of plants-Guidelines for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability, Walnut(*Juglans regia* L.). UPOV-TG/125/6. Geneva, pp. 19-23.
- Zeneli, G., H. Kola and M. Dida. 2005. Phenotypic variation in native populations of Northern Albania. *Scientia Horticulturae* 105: 91-100.
- 開本孝昭, 中内武五郎, 齊藤晶. 1974. クルミの人工交配による穀果の變異について. 北海島 林試年報 12: 39-46.
- 이문호. 1997. 국내 호도나무 선발개체의 과실형질 유전력, 지역간 형태적 특성 및 유전변이. 강원대학교 박사학위논문 pp. 1-13
- 임채일, 이정수, 최지원, 최정숙. 2005. 과실 구매 행태 및 기호도 분석. *한국원예과학기술지*. 23(3): 351-355.
- 황석인, 조경진, 이문호, 이재선, 이병실, 이 욱. 2004. I-SSR 표지자를 이용한 호도나무속의 식별 및 유연관계 분석. *한국임학회지* 93(7): 417-422.

(접수일 2006. 10. 30 ; 수락일 2006. 12. 13)