

美国山核桃实生引种后代的变异

王白坡 钱银才* 戴文圣 王宇熙

(浙江林学院, 临安 311300)

摘要 经多年研究认为, 美国山核桃在我国长江以南地区不能形成规模生产的主要原因是: 实生树结实晚, 产量低而不稳。本研究中的13个品种实生后代, 仅有0.3%的植株产量较高而稳产。实生后代坚果质量普遍趋轻, 中、大果型品种后代很少出现超亲本的植株。无性系引种, 坚果质量同样趋轻。实生苗穗条高接在大树上, 童期明显缩短, 5~6 a开始挂果。各品种实生后代, 核仁成分差异甚大, 其中含油量后代株间相差40.10%。多数品种后代表现为雌雄异熟性(90.70%), 且雄先型占优势。雌雄异熟性与结实或产量没有直接联系。产量与雌花量、授粉条件和花期气候有关。

关键词 美国山核桃; 引种; 实生苗; 变异(遗传学)

中图分类号 S722.7, S664.1

美国山核桃(*Carya illinoensis*)原产北美, 是世界上重要的干果树种之一。我国于19世纪末20世纪初从美国引入, 主要分布在长江以南各大、中城市, 作为庭园绿化树种。新中国成立后, 一些单位相继采用种子育苗繁殖, 小面积栽培, 但由于产量问题, 未能形成商品性生产。实生树开始结实时间、产量和坚果经济性状的变异, 迄今未见有系统和完整的报道。本试验通过13 a工作, 旨在探讨品种实生后代变异的动态和无性系引种问题, 以便为引种和实生选种提供参考。

1 材料与方法

1978年1月从美国德克萨斯州美国山核桃试验站引进14个品种的种子(表1)。每品种40~100粒单株采摘的种子。1979年3月又引进1个品种的种子和其中4个品种的穗条(表1有*者)。引进当年在本校试验地育苗和嫁接。1980年和1981年各品种2年生苗木, 随机区组排列栽植在本院果园。试验地年平均气温16.1℃, 年降水量1548 mm, 7月和1月平均气温分别为28.5℃和3.6℃, 全年无霜期250.1 d。园地为深厚的带石灰性的低丘红壤, pH值6.0。套种农作物直到树冠郁闭。

每年测定树体生长各项指标, 调查开花结果情况。1991年对全园结果树分别采摘, 统计

收稿日期: 1995-06-21

*现在湖州市林科所工作

单株产量，分析测定坚果经济性状和核仁化学成分。

2 结果与分析

2.1 出苗率、苗木和成年树生长表现

种子经沙藏后播种育苗，各品种出苗率、苗木和成年树生长状态列表1。

表1 出苗率、苗木和成年树生长表现

Table 1 Rate of emergence, growth of seedling and bearing tree

品 种	出 苗 率 %	1 年 生 苗/cm		2 年 生 苗/cm		12~13 年 生 树		
		苗 高	根 颈	苗 高	根 颈	树 高/m	干粗/cm	冠幅/m ²
巴 通 Barton	37.83	28.40	0.65	61.30	1.10	8.90	15.00	17.35
皆 乐 奇 Cherokee	45.24	32.75	0.77	92.20	1.20	9.20	12.00	15.55
久 移 纳* Cheyeme	78.72	33.50	0.66	82.33	1.11	8.30	14.00	20.00
亚 克 岛* Choctaw	43.24	33.60	0.73	78.46	1.20	6.70	11.00	14.18
基 俄 华* Kiowa	78.85	26.3	0.63	72.29	1.04	7.60	14.5	21.60
迈 求 Major	6.25	25.00	0.70	78.10	1.38	4.40	5.70	9.62
贝 路 奇 Peruque	70.15	20.40	0.61	53.75	0.93	6.60	14.20	18.85
里 费 赛 德 Riverside	50.00	37.09	0.76	103.32	1.38	7.60	13.00	15.21
肖 尼 Shawnee	75.00	36.80	0.71	83.89	1.14	7.40	14.00	16.62
赛 乌 克 斯 Sioux	67.16	32.20	0.69	86.74	1.14	8.40	12.00	15.20
肖 肖 尼* Shoshoni	61.70	35.80	0.71	91.81	1.12	7.80	13.60	14.90
体 健 士 Tejas	51.90	38.50	0.74	92.66	1.27	7.90	14.00	19.32
西 方 Western	74.19	38.80	0.66	85.35	1.07	6.10	10.10	15.21
威 奇 托 Wichita	61.90	36.90	0.62	69.77	0.98	9.80	15.00	19.63
阿 拜 久 Apache	68.42	32.57	0.63	82.45	1.03	7.30	16.00	15.90
平 均	58.04	32.37	0.68	81.00	1.13	7.60	13.15	16.56

注：树冠幅 = (冠幅 + 2)² × π

各品种的种子均育出苗木，平均成苗率达58.04%。其中最高的基俄华为78.85%，最低是迈求仅6.25%，后者为北方类型。1年生苗平均高32.36 cm，2年生高达80.89 cm。苗高度以贝路奇为最低，仅是平均高的66.45%。该品种也属北方类型。12~13年生树平均高

7.60m, 干粗 13.15 cm, 冠幅 16.56 m²。迈求生长弱, 其树高、干粗和冠幅分别为平均值的 57.89%, 43.34% 和 55.35%, 可见北方类型不适于我国长江以南地区生长。

2.2 雌雄异熟性和花期的表现

12个品种实生后代花期调查(表 2)发现, 多数实生后代表现雌雄异熟性(90.70%), 而且

表 2 雌雄异熟性和雌花期的表现

Table 2 Dichogamy and pistillate flowering date

品 种	亲本花期		后代花期类型			后代雌花期		
	类 型		雄 先 /%	雌 先 /%	相 遇 /%	最 早 日/月	最 晚 日/月	差 异 /d
体 健 士	雌 先		62.50	25.00	12.50	1/5	11/5	10
威 奇 托	雌 先		83.34	8.30	8.30	2/5	9/5	7
丘 克 岛	雌 先		66.70	33.30	0	28/4	8/5	10
肖 尼	雌 先		55.00	40.00	5.00	29/4	8/5	9
阿 拜 久	雌 先		61.10	27.80	11.10	28/4	8/5	10
贝 路 奇	雄 先		54.60	45.40	0	28/4	8/5	10
赛 乌 克 斯	雌 先		52.90	35.30	11.80	1/5	8/5	7
基 俄 华	雌 先		50.00	40.00	10.00	29/4	7/5	8
里 费 赛 德	雄 先		68.80	12.50	18.70	30/4	8/5	9
巴 通	雄 先		55.60	33.30	11.10	1/5	9/5	9
久 移 纳	雄 先		26.30	63.20	10.50	29/4	8/5	9
皆 乐 奇	雄 先		37.50	58.00	12.50	28/4	8/5	10
平 均			56.20	34.50	9.30			

雄先型居多, 占 56.20%。亲本为雌先型, 其后代雄先型则占 66.50%。可以看出, 不论亲本异熟性表现如何, 实生后代则以雄先型占优势, 相遇型最少, 仅占 1/10 左右。实生后代雌花期先后和花期长短, 均相差 3~4 d, 花期集中在 4 月底到 5 月上旬, 表现较为稳定。

2.3 产量等性状表现

据 1986 年调查, 威奇托和久移纳两品种后代, 在定植后 6 a 即出现雌花。开花植株分别占这两个品种后代的 8.70% 和 5.70%, 是 14 个品种中最先见花的后代。此后各品种实生后代, 开花结果植株逐年增多。1991 年全面调查显示(表 3), 在 14 个品种后代中, 除迈求外, 各品种实生后代结果株率平均为 44.74%。最多为基俄华占 69.20%, 最少是贝路奇仅占 16.60%, 同时其产量也最低, 株产仅数克。后者为北方类型, 从结实上也表现出不适于江南地区的生态条件。

各品种后代结果植株平均株产量为 572.20 g, 株间产量变幅为 3~5 800 g, 变幅极大。可见实生繁殖晚结果, 不结果树比例大和低产, 是美国山核桃在生产上难以推广的根本原因。单株产量最高的植株是久移纳的后代, 达 5 800 g, 以树冠投影面积折算, 坚果产量为 290 g/m², 同时产量稳定。该品种后代, 雌花首次出现时间最早, 后代结果树所占比例也较高。可见实生引种, 在品种多、个体数量大的前提下, 可以选出较高产的植株。其概率约为总引种数的 0.3%。

2.4 坚果性状的表现

实生后代坚果质量表现为连续分布(表 4), 为数量性状, 后代变异广泛, 出现坚果大小

表3 结果树产量的表现
Table 3 Yield of bearing tree

品 种	调查 株数	结果树占 %	单 株 产 量 /g				各类产量占结果树的%		
			最 高	最 低	平 均		1 000~2 000	2 000~5 000	>5 000
体健士	17	41.10	550	19	340		0	0	0
威奇托	21	61.90	1 580	7	480		15.40	0	0
赛乌克斯	33	48.50	2 200	7	490		6.25	6.25	0
皆乐奇	17	35.30	1 500	3	410		16.70	0	0
巴通	26	46.10	530	25	370		0	0	0
久移纳	36	41.60	5 800	5	550		0	0	6.50
丘克岛	28	35.70	4 650	25	1 220		20.00	20.00	0
肖尼	30	66.60	1 825	26	480		5.00	0	0
里费赛克	26	38.40	3 000	36	750		20.00	10	0
贝路奇	18	16.60	10	4					
阿拜久	28	28.50	750	110	417		0	0	0
基俄华	26	69.20	750	33	343		0	0	0
肖肖尼	23	52.10	3 300	8	1 015		8.30	25.00	0
平 均		44.74	2 035	23.69	528				

不同的植株。12个品种实生后代，坚果平均重除小果型(4.10 g 以下)品种外，均小于亲本，仅是亲本的45.74%~76.55%。大果型品种后代中，坚果最重达7.68 g，仅超过亲本的1.72%，最小者果重仅有2.12 g，仅仅是亲本的30.50%。后代株间坚果大小差异达2.6倍。小果型品种，后代果重超过亲本的植株比例较高(42.80%)；中、大果型品种则较低(6.69%~12.50%)，同时果重增大不甚显著。可以看出，中、大果型品种的实生后代，坚果质量有普遍趋小的倾向。出仁率高低表示核仁的饱满度。多数品种后代出仁率在40.00%~45.00%之间，但有少数品种后代变异甚大，出仁率高者可达55.06%，低的仅37.47%，相差17.59%。

2.5 核仁成分的差异

4个品种后代各7株核仁成分分析结果列表5。核仁含油量是品质的重要指标。各品种间后代平均含油量存在明显差异，最高和最低相差达15.30%。植株间差异更为显著，最低者含油量仅44.76%，而最高可达75.92%，相差31.16%。含油量在70.00%以上单株仅占10.70%。蛋白质和总糖含量，各后代同样存在着明显差异。含油量和蛋白质含量之间没有直接关系。

不同品种后代，酸值的平均值差异很大(表6)，单株间差异达4倍以上。表明不同单株核仁油脂中，含有不同比例的游离脂肪酸。油脂酸值低，品质佳，纯度高。碘值和皂化值各品种后代相对较为稳定。

3 讨论

本研究结果初步认为，美国山核桃实生栽培，品种间后代结果早迟差异甚大。10多年生树结果树比率高的占该品种后代的66.00%左右，低的仅40.00%或更少，平均挂果树不到一半。结果晚，产量很低，不结果树占比例大是美国山核桃在我国长江以南地区难以形成商品生产的根本原因。但是，实生后代约有0.30%的植株产量较高，从中可以筛选出丰产的优株。

表4 坚果质量的表现
Table 4 Difference of nut weight

品 种	亲本坚果重/g	后代坚果质量/g						后代果仁	
		平均	最大	最小	变异系数/%	大于亲本/%	小于亲本/%	平均/g	出仁率/%
皆乐奇	8.57	3.92 (45.74)	5.34	2.72	23.18	0	100	1.80	45.92
巴通	6.70	4.62 (68.95)	5.94	2.74	27.32	0	100	1.75	37.88
久移纳	6.95	3.94 (57.00)	5.40	2.12	25.78	0	100	1.86	47.21
威奇托	5.72	4.28 (74.82)	6.26	2.45	25.92	6.66	73.30	1.78	41.58
赛乌克斯	4.10	4.33 (105.60)	6.85	3.01	24.67	42.80	50	1.75	40.41
肖尼	6.79	4.49 (66.00)	5.92	3.09	19.99	0	100	2.06	45.87
里费赛德	7.55	4.82 (64.71)	6.51	3.42	27.23	0	100	2.24	45.80
丘克岛	8.90	3.98 (44.71)	5.67	3.20	28.88	0	100	1.69	42.46
阿拜久	6.40	4.68 (73.12)	5.40	2.12	21.08	0	100	1.81	38.67
基俄华	7.55	5.78 (76.55)	7.68	3.88	21.33	12.50	75.00	2.47	42.80
体健士	6.50	4.05 (62.30)	4.61	3.10	15.98	0	100	1.68	40.98
肖肖尼	8.32	5.72 (68.75)	7.20	3.52	19.51	0	100	3.15	55.00

注: 括号内数值是以亲本为100的比例

表5 核仁成分差异
Table 5 Difference of kernel components

品 种	含油量/%		蛋白 质/%		总糖量/%		还原糖量/%	
	平均	极 值	平均	极 值	平均	极 值	平均	极 值
丘克岛	53.00	44.76~57.95	12.12	8.78~14.84	13.64	13.30~22.83	4.93	2.80~7.08
里费赛德	63.14	51.52~75.92	9.09	5.69~12.82	19.29	13.39~22.03	4.53	4.12~7.17
久移纳	58.31	45.49~68.16	13.05	8.45~15.28	17.83	12.90~23.89	4.28	3.27~5.49
基俄华	68.30	51.81~73.94	11.59	7.13~15.30	15.71	12.78~23.11	5.88	3.32~7.63
平 均	60.68		11.46		18.12		4.91	

本试验较丰产的4个单株, 平均株产4.20 kg, 以666.7 m²栽植30~40株计, 坚果产量可达1 890~2 520 kg/hm²。若以最高产量的久移纳后代5.80 kg计, 可产坚果2 610~3 480 kg/hm², 其产量超过一般干果树种。实生后代坚果质量普遍超小, 特别是中、大果型品种。坚果质量趋小, 同样存在于无性繁殖树上。本试验中高接在16年生树上的基俄华品种, 坚果质量比原产地减少31.13%; 坚果长度和宽度分别减少9.34%和12.73%。坚果质量减少, 除体积变小外, 主

表6 酸值、碘值和皂化值的差异

Table 6 Difference of acid number, iodine number and saponification number

品 种	酸 值 KOH mg/g			碘 值 KOH mg/g			皂 化 值 KOH mg/g		
	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低
里费赛德	1.304	1.854	0.724	140.52	143.67	138.44	185.05	191.43	811.92
基俄华	0.706	0.969	0.404	140.86	145.54	137.46	189.47	189.91	188.87

要是核仁饱满度差造成。可见引种地的光照、温差和干湿度等环境因子对核仁干物质的积累有所影响。从原产地引进品种穗条嫁接繁殖，有可能筛选出适宜的品种。本试验引进的4个品种穗条，分别嫁接在3年生和10~16年生树上。其中基俄华嫁接苗栽后3 a见花，高接在大树上第4年结果，座果率达37.50%。这一结果与实生繁殖后代中基俄华结果植株占比例最高(表3)相一致。一般认为，实生苗枝条嫁接在成年树上，可加速阶段发育，缩短童期。本试验每品种1~2年生实生苗，随机采集4~5株的枝条，高接在成年树上，5 a后西方品种开始结果，赛乌克斯第6年结果。而上述两个品种后代实生树和小砧木嫁接树在第9年以后才相继结果。这表明利用实生苗枝条高接在大树上，5~6 a后即可结果进行早期鉴定。

雌雄异熟性与产量的关系在核桃中有不同见解。有的研究认为雌先型好，有的持相反意见。本试验比较了所有结果植株的产量，没有发现哪一类更好或相反。分析认为，产量首先取决于雌花数量和品质。只要有发育良好的雌花加上花期天气晴朗，有异花授粉机会，都有可能丰产。

Wang Baipo (Zhejiang Forestry College, Lin'an 311300, PRC), Qian Yincai,
Dai Wensheng, and Wang Yuxi. Pecan: Variation of Introduced Progeny
from Seed. *J Zhejiang For Coll*, 1995, 12(4): 337~342

Abstract: Many years studies showed that the main factors not being scale pecan production in the southern areas of the Changjiang River were later bearing age, low and unstable fruit yield. In 13 variatives of seedling progenies, about 0.3% of trees had high and stable production. The nut weight of progenies from seed or clone was light; and big fruit variaties exceeded parent trees were few. Seedling tree shoots top-working to big tree made juvenile stage short, with bearing fruit after 5 to 6 years. The kernel components of all variaties from seed had big difference, with 40.10% difference of oil content among trees. Dichogamy progenies were of 90.70%, and protandry was in dominant position. The yield related to female flower, pollinating conditions and climate at flowering season, not dichogamy.

Key words: *Carya illinoensis* (pecan); introduction; seedling; variation (genetics)