

文章编号: 1000-5692(2005)05-0518-06

种间杂交 3 个优良早实核桃新品种的选育

范志远, 习学良, 方文亮, 张 雨, 赵廷松

(云南省林业科学院, 云南 昆明 650204)

摘要: 三台核桃 *Juglans sigillata* ‘Santai’ 是我国南方晚实主栽核桃属 *Juglans* 良种之一, 种实个大, 壳薄, 仁色浅, 食味香纯, 品质优良, 但种实外观欠美观, 结实晚, 不耐寒冷霜冻。为改良此品种, 开展了核桃属种间新组合(三台核桃×新早 13 号 *Juglans regia* ‘Xinzao No. 13’) 杂交选育新品种研究。按有性杂交育种程序, 经历了亲本选择、杂交、杂种后代培育及杂种优株筛选、杂种优株无性系区域性栽培试验等阶段, 选育出 3 个优良早实核桃新品种, 即云新 90301, 云新 90303, 云新 90306。新品种综合了双亲优势性状, 具有早实(栽后 2~3 a 即开花结果, 较亲本三台核桃提前 4~6 a), 早熟(成熟期较三台核桃早 20 d 左右上市), 丰产(每平方米冠影产仁量明显高于双亲, 呈现出明显的杂种优势), 优质(外观较美观, 综合品质超过双亲), 树体矮化, 较三台核桃耐寒冷霜冻等优良特性, 达到了预期育种目标, 展示出良好的推广前景。表 8 参 8

关键词: 林木育种学; 核桃属; 种间杂交; 早实新品种

中图分类号: S662.1 **文献标识码:** A

1 育种目标的提出

核桃属 *Juglans* 植物是世界主要油料干果树种, 有较高的营养、保健、医疗和生态价值, 开发潜力巨大^[1,2]。发展核桃产业, 良种是基础, 核桃良种选育一直是国内外非常重视的研究课题。我国核桃属植物中, 作为坚果栽培的有 2 种, 即核桃 *Juglans regia* 和铁核桃 *Juglans sigillata*, 又称核桃种群和铁核桃种群。这 2 个种(群)在生态性和形态特征方面存在明显区别, 而且都有各自相对稳定的适应性生态栽培区^[3]。核桃种群中, 由于自然存在早结实核桃和晚结实核桃两大类型, 又各有不同的生物学特性, 因而又分为早实核桃类群和晚实核桃类群。铁核桃种群集中分布于我国西南亚热带山区, 漾濞泡核桃 *Juglans sigillata* ‘Yangbipao’ 和三台核桃 *Juglans sigillata* ‘Santai’ 是我国铁核桃种群中两大主栽良种(目前已在西南地区发展 20 万 hm^2), 种实个大, 壳薄, 仁色浅, 食味香纯, 品质优良, 但种实外观欠美观, 结实晚(嫁接苗定植后需 6~8 a 开始挂果), 不耐寒冷霜冻, 品种老化(已有 500 多年栽培历史), 有必要进行改良提高。主要分布于我国北方广大区域的核桃种群中的早实核桃类群恰好具有种壳光滑, 结实早和耐寒冷霜冻等优点^[4~8]。为此, 我们提出了通过两大种群杂交来改良铁核桃种群, 培育早实、丰产、优质、种壳光滑、较耐寒冷霜冻和适应南方温暖多湿环境的核桃新品种的育

收稿日期: 2005-04-03; 修回日期: 2005-08-04

基金项目: “九五”云南省科技攻关项目(95A641)

作者简介: 范志远, 副研究员, 从事干果育种及栽培技术研究和推广。E-mail: pecan5@hotmail.com

种目标。

2 育种经历

依据育种目标, 按常规有性杂交育种程序, 经历了亲本选择、杂交(1990—1991 年)、杂种后代培育及杂种优株筛选(1991—1995 年)、杂种优株无性系测评及区域性栽培试验(1996—2003 年)等阶段。2004 年 10 月 3 个新品种通过云南省科学技术厅组织的鉴定, 同年新品种通过云南省林木新品种审定委员会认定。

2.1 亲本选择

依据育种目标, 在充分分析铁核桃种群和核桃种群早实核桃类型种质特征, 总结前期杂交育种遗传规律及效果基础上, 选择铁核桃种群主栽品种三台核桃作为母本, 核桃种群早实核桃类群优良单株新早 13 号 *Juglans regia* ‘Xinza0 No. 13’ (来自新疆核桃实生选优)作为父本。所选取亲本在地理、生态、生物学特性和主要经济性状等方面具有较强异质性(表 1)。

表 1 亲本主要种质特征

Table 1 The main gemplasm characters of the parents

杂交亲本及所属种群	早实性	地理生态型	生物学特性	丰产性	坚果品质
三台核桃	6~8 a 始果, 15~20 a 进入盛果期	南方湿润的亚热带区, 年均气温 13~16 ℃, 年降水量 800~1 300 mm	树体大, 树势旺; 无芽座, 芽距; 坚果 9 月上旬成熟, 小叶数 11~13 枚多 13 枚	中长果枝结果为主, 侧枝结果力较弱, 分枝力弱, 初果期花枝率、果枝率不高, 均坐果 2.0 个	壳面光滑, 壳薄, 出仁率含油率高, 仁色好, 风味佳, 品质优良
新早 13 号	2~3 a 始果, 5~6 a 进入盛果期	北方干旱或半干旱温带区, 年均气温 9~12 ℃, 年降水量 500~800 mm	树体小, 树势弱; 有芽座, 芽距; 坚果 8 月下旬成熟, 小叶数 7~9 枚, 多 7 枚	中短果枝结果为主, 侧枝结果力强, 分枝力强, 初果期花枝率、果枝率均高, 平均坐果 1.3 个	壳面光滑, 壳薄, 出仁率含油率偏低, 仁色较好, 食味甜涩, 品质一般

2.2 杂交

地点设在云南省林业科学院漾濞核桃研究站内。三台核桃母树为 14~20 年生壮年树。1990 年春杂交, 受粉雌花 198 朵, 坐果 98 个。

2.3 杂种的培育与杂种优株选择

2.3.1 杂种苗培育 将杂种种子冷水浸泡 6 d 后, 播入花盆温室内催芽。播种 98 粒, 出苗 69 株。发芽后, 分批移入苗圃种植(株行距 20 cm×30 cm), 并进行精细土肥水及病虫害管理。

2.3.2 早实杂种植株选择 将 1~3 年生开花结果的杂种苗移入初选圃内继续培育观测选择。初选圃设在云南省林业科学院昆明苗圃, 定植株行距 4 m×5 m, 进行正常土肥水管理。1993 年共培育筛选出早实杂种植株 15 株。

2.3.3 实生杂种植株选优标准与方法 依据育种目标, 参照 GB 7907-87《核桃丰产与坚果品质》提出的丰产性状、坚果品质、抗逆表现与特殊优异性状等方面的原则、要求和指标, 结合杂种植株表现实际, 制订初选标准。①早实: 播种后 1~3 年生开花结果。②丰产: 4~5 年生, 花枝率 60%以上, 果枝率 50%以上, 侧果枝率 40%以上, 坐果率 70%以上, 平均每枝花数 2.0 朵以上, 平均每枝坐果 1.6 个以上。③优质: 果形端正, 坚果三径均值 3 cm 以上, 种壳刻纹大浅或光滑, 壳厚 1.0 mm 以下, 能整仁取出, 仁色或黄白, 饱满, 风味香纯, 出仁率一般大于 50%。④抗性: 具有一定的抗病性及抗寒性。

通过对上述标准指标连续详细调查记载, 并经统计后, 逐株按上述标准进行分析鉴定, 综合筛选。1995 年, 从 15 株早实杂种植株中评定杂种优株 3 株, 即云新 90301 号、云新 90303 号和云新

90306号。

2.4 杂种优株无性系测评及区域性栽培试验

2.4.1 杂种优株无性系测评 杂种优株经过无性繁殖, 性状是否稳定, 通过无性系测定来确定。地点设在云南省林业科学院昆明苗圃。先定植砧木(1996年), 后采用蓄热保湿法嫁接(1997年)。株行距4 m×5 m, 每个无性系1行4株。按杂种实生母树(杂种优株)管理强度进行土肥水管理, 调查树体生长、物候、初果年限、丰产性及产量、坚果品质和病虫害发生情况等。

2.4.2 杂种优株无性系区域性栽培试验 根据云南省核桃主产区自然地理条件差异, 设立了5个区试点(表2)。调查树体生长、物候、初果年限、丰产性及产量、坚果品质和病虫害发生情况等。

表2 区域性栽培试验点选择与布置

Table 2 Selection and disposal of regionalized cultivation experimental sites

区域性栽培试验点	地理位置		海拔/m	嫁接时间/(年月)	面积/hm ²	株数/株	代表区域
云县老许村	24°27'N	100°27'E	1 850	1997-01	1.03	154	滇西南
云南省林业科学院昆明苗圃	25°01'N	103°41'E	1 950	1997-03	0.36	54	滇中
丽江地区林业科学研究所	26°52'N	100°13'E	2 400	1997-01	0.96	144	滇西北
鲁甸县林业局苗圃	27°11'N	103°32'E	1 930	1997-03	0.46	67	滇东北
漾濞河西乡北门村	25°41'N	99°58'E	1 850	1997-01	0.44	66	滇西

3 选育结果

3.1 3个优良早实核桃新品种生长情况、植物学特征及物候期

3个优良早实核桃新品种生长情况和植物学特征列表3, 物候期列表4。由表3可知, 对照亲本, 云新90301、云新90303和云新90306等3个品种树体呈自然开心形, 自然分枝低, 长势中等。与母本三台核桃相比, 5年生树高分别为母本的76.6%, 68.3%和71.4%, 干径分别为母本的66.3%, 68.5%和70.8%, 冠幅分别为母本的82%, 68.9%和69.7%。与父本新早13号比, 树高、干径和冠幅相差不大; 复叶长、小叶数和小叶形状介于两亲本之间, 呈趋中变异; 在顶芽形状、腋芽形状和有无芽距(主副芽是否分开)等特征上, 新品种偏向于父本。

表3 新品种生长情况及植物学特征

Table 3 The growth and the botanical characters of the new walnut cultivars

品种名称	树龄/a	树高/m	干径/cm	分枝高/cm	树形	树势	树冠			复叶长/cm	复叶小叶数	叶形	顶芽形状	腋芽形状	有无芽距
							EW/m	NS/m	冠幅/m ²						
云新90301	5	2.94	5.9	36	开心	中等	2.85	3.16	9.01	35	9~11 多9	椭圆状 披针形	圆锥	圆锥	有
云新90303	5	2.62	6.1	43	开心	中等	2.89	2.62	7.57	36	9~11 多9	椭圆状 披针形	圆锥	圆锥	有
云新90306	5	2.74	6.3	45	开心	中等	2.89	2.63	7.60	36	9~11 多9	椭圆状 披针形	圆锥	圆锥	有
三台核桃	5	3.84	8.9	140	分层	旺	3.35	3.28	10.90	45	9~13 多13	卵状 披针形	三角	扁圆	无
新早13号	5	2.92	5.7	32	开心	中等	2.53	2.83	7.16	26	7~9 多7	椭圆状	圆锥	圆锥	有

由表4可知, 在主要物候期上, 3个新品种均存在介于两亲本间而偏向父本新早13号的趋向, 与母本三台核桃比, 新品种发芽早15 d, 果实成熟期早20 d, 新品种雌花盛期与亲本三台核桃雌花盛期基本相遇, 三台核桃可选择作为其授粉品种。

表 4 新品种物候期

Table 4 Phenological period observation of the new cultivars

品种名称	物候期/ (月-日)							全发育期/d	开花习性
	芽膨/大期	展叶期	雄花盛花期	雌花盛花期	幼果形成期	果实成熟期	落叶期		
云新 90301	02-23	03-08	03-27	04-03	04-21	08-25	11-13	253	雄先熟
云新 90303	02-23	03-08	03-27	04-03	04-21	08-25	11-13	253	雄先熟
云新 90306	02-23	03-08	03-27	04-03	04-21	08-25	11-13	253	雄先熟
三台核桃	03-10	03-20	04-05	04-15	05-04	09-15	11-15	245	雄先熟
新早 13 号	02-15	03-04	03-20	03-28	04-15	08-20	11-05	260	雄先熟

3.2 3 个优良早实核桃新品种主要经济性状无性系测评

对杂种优株与其对应优株无性系主要经济性状指标进行配对样本 t 检验, 结果列表 5。由表 5 可知, 配对株系指标间都有极高的相关系数, P 值均远大于 0.05, 即配对株系指标间差异极不显著。由此说明杂种优株主要经济性状通过无性繁殖具有极高的稳定性。

表 5 杂种优株与其对应优株无性系主要经济性状配对样本 t 检验Table 5 The t test results of partnership swatch

比较指标	配对样本	相关系数	P 值
丰产性(分枝力, 花枝率, 每花枝平均花数, 果枝率, 每果枝平均坐果数, 坐果率, 平均单株产量)7 项指标	云新 90301 杂种优株与其优株无性系	0.999 9	0.93
	云新 90303 杂种优株与其优株无性系	0.996 3	0.27
	云新 90306 杂种优株与其优株无性系	0.997 4	0.28
坚果品质(三径均值, 壳厚度, 粒质量, 仁质量, 出仁率, 含油率)6 项指标	云新 90301 杂种优株与其优株无性系	0.995 8	0.63
	云新 90303 杂种优株与其优株无性系	0.995 9	0.63
	云新 90306 杂种优株与其优株无性系	0.999 9	0.37

3.3 3 个优良早实核桃新品种生态适应性初步评价和适生环境选择

杂种优株无性系在各区试点栽培表现列表 6, 各区试点适应性评价列表 7。总体看来: 杂种优株无性系在云南亚热带至南温带海拔 1 600~2 400 m 的广大区域都有较好表现, 显示出良好的生态适应性。在温热偏低的滇西北地区、滇东北地区, 表现出种壳薄、病虫害少、仁色佳和耐霜冻等优点, 但也存在露仁之不足, 故在小气候选择上, 宜选低海拔区发展(1 600~2 000 m); 在温热较高的滇南地区, 生长结果正常, 无因高温多湿早衰老, 但虫稍多, 仁色稍差。在小气候选择上, 宜选高海拔区发展(1 800~2 300 m); 在滇西和滇中地区, 表现出早实、丰产、优质和耐霜冻等特性, 可选择中高海拔发展(1 700~2 200 m)。

在品种区域适应性上, 云新 90303 和云新 90306 在各区试点均有良好表现, 云新 90301 在温热偏低的滇西北地区、滇东北地区丰产性欠佳。综合各区试点表现, 提出 3 个优良早实核桃新品种适栽环境选择条件: 年均温为 13.0~15.5 °C, 年降水量为 900 mm 以上, 年日照时数 1 900 h 以上, 酸性土壤, 土层厚度 1 m 以上。

3.4 新品种主要经济性状与亲本比较

新品种主要经济性状列表 8。对比丰产性, 新品种每果枝平均坐果数为 2.19~2.31 个, 继承了母本三台核桃每果枝平均坐果数(2.0 个)高的优良性状, 且由于新品种同时继承了父本新早 13 号分枝力强, 侧枝结果率高, 且以短果枝结果为主的丰产性状, 故每平方米冠影产仁量(衡量丰产性的综合指标)明显高于双亲, 在丰产性上呈现出明显的杂种优势。对比坚果品质, 新品种在外观(种壳光滑度)、种壳厚度和出仁率上继承了父本新早 13 号的优良性状, 表现出外观美观、种壳薄、出仁率高和食味好等优点; 在仁色和食味上继承了母本三台核桃的优良性状, 表现出仁色好和食味好等优点; 新品种种仁含油率介于双亲之间, 呈趋中变异。新品种综合品质超过双亲。

表6 各区试点杂种优株无性系栽培表现

Table 6 Cultivation representation of excellent hybridism tree clone in experimental sites

区域 栽培 试验点	品种	生长情况				丰产性能				坚果品质						
		树龄/ a	树高/ m	干径/ cm	冠幅/ m ²	平均每枝 坐果数/个	5年生 株产/kg	三径/ cm	刻纹	仁色	壳厚/ mm	粒质 量/g	仁质 量/g	出仁 率/%	含油 率/%	食味
云南丽江林业科学研究所	云新 90301	5	3.8	8	5.63	2.18	2.76	3.1	光滑	黄白	0.62	6.5	4.14	63.70	67.1	香纯
	云新 90303	5	5.2	9	4.90	2.27	4.12	3.2	光滑	黄白	0.69	8.7	5.41	62.19	67.2	香纯
	云新 90306	5	5.1	9	6.23	2.21	4.18	3.2	光滑	黄白	0.65	8.8	5.49	62.37	67.1	香纯
云南鲁甸县林业局苗圃	云新 90301	5	4.5	8	6.11	2.12	2.87	3.3	光滑	黄白	0.96	13.0	7.66	58.90	68.1	香纯
	云新 90303	5	5.4	9	8.23	2.21	3.46	3.2	光滑	黄白	0.90	13.0	7.72	59.40	68.2	香纯
	云新 90306	5	5.6	8	8.31	2.17	3.89	3.3	光滑	黄白	0.93	13.5	7.91	58.60	68.1	香纯
云南省林业科学院昆明苗圃	云新 90301	5	4.2	10	6.63	2.10	3.26	3.2	光滑	黄白	0.81	7.06	5.0	65.07	68.4	香纯
	云新 90303	5	6.0	13	5.80	2.47	5.28	3.4	光滑	黄白	0.79	10.6	6.4	60.09	68.6	香纯
	云新 90306	5	6.0	14	8.23	2.51	5.68	3.5	光滑	黄白	0.85	10.4	6.4	60.59	68.4	香纯
云南漾濞县西乡门村	云新 90301	5	4.4	9	6.23	2.26	3.54	3.3	光滑	黄白	0.88	7.16	4.49	62.70	69.4	香纯
	云新 90303	5	5.5	11	5.40	2.27	4.28	3.3	光滑	黄白	0.89	9.6	5.68	59.19	69.5	香纯
	云新 90306	5	5.3	13	7.63	2.21	4.25	3.4	光滑	黄白	0.87	10.1	5.91	58.49	69.7	香纯
云南云县老许村	云新 90301	5	5.2	12	7.63	2.30	4.16	3.1	光滑	黄	0.85	7.36	4.27	58.07	69.4	香纯
	云新 90303	5	6.2	15	6.70	2.31	4.48	3.3	光滑	黄	0.84	10.3	5.99	58.19	68.8	香纯
	云新 90306	5	6.3	15	9.13	2.31	4.13	3.4	光滑	黄	0.89	10.1	5.90	58.39	68.7	香纯

表7 新品种各区试点栽培表现及适应性初步评价

Table 7 Cultivation representation and adaptability appraise of new cultivars in experimental sites

试验地点	主要环境因子								适应性评价
	年均气温/ ℃	年均日照/ h	年均降水量/ mm	≥10℃ 积温/ ℃	霜期/ d	极端低温/ ℃	土壤 pH值	土层厚 度/cm	
云南省丽江市林业科学研究所	12.6	2514	938	3530	66	-7.4	7.1	>100	生长结果正常, 种壳极薄, 有露仁, 病虫害少, 仁色佳, 耐霜冻(亲本三台核桃受霜冻), 较适宜
云南省鲁甸县林业局苗圃	12.2	1930	917	3426	150	-11.5	6.8	>100	生长结果正常, 种壳薄, 少有露仁, 病虫害少, 仁色佳, 耐霜冻(三台核桃受霜冻), 较适宜
云南省林业科学院昆明苗圃	14.7	2481	988	4017	100	-6.0	5.5	>100	早实, 丰产, 优质, 耐霜冻(三台核桃受霜冻), 适宜
云南省漾濞县河西北门村	15.0	2067	1170	5045	65	-3.7	6.4	>100	早实, 丰产, 优质, 适宜
云南省云县老许村	16.0	1950	1250	5971	3	-1.3	6.4	>100	生长结果正常, 虫稍多, 无因高温多湿早衰老, 仁色稍差, 较适宜

表8 新品种主要性状与亲本比较

Table 8 The main characters comparison between the new cultivars and its parents

品种	树龄/ a	丰产性				坚果品质						
		平均每枝坐 果数/个	单位面积冠影 产仁量 (kg·m ⁻²)	种子三 径/cm	种壳 刻纹	仁色	壳厚/ mm	粒质 量/g	仁质 量/g	出仁率/ %	含油 率/%	食味
云新 90301	5	2.19	0.31	3.2	光滑	黄白	0.82	8.22	5.11	61.71	68.5	香纯
云新 90303	5	2.31	0.41	3.3	光滑	黄白	0.82	10.44	6.24	59.81	68.5	香纯
云新 90306	5	2.28	0.33	3.4	光滑	黄白	0.84	10.58	6.32	59.69	68.4	香纯
新早 13号	5	1.67	0.16	3.1	光滑	黄白	0.80	12.55	5.92	62.83	65.0	稍涩
三台核桃	25	2.31	0.23	3.5	较光滑	黄白	1.00	10.00	4.76	47.60	70.0	香纯

4 3 个优良早实核桃新品种综合评价

综上所述, 新品种综合了双亲的优势性状, 达到了预期育种目标。

早实早熟: 栽后 2~3 a 即开花结果, 较亲本晚实主栽良种三台核桃提前 4~6 a; 果实成熟期较三台核桃提早 20 d 左右上市, 抢先占领市场。

丰产: 发枝力强, 侧枝结果力强, 每果枝平均坐果数多, 每平方米冠影产仁量高, 对比双亲, 在丰产性上呈现出明显的杂种优势。

优质: 个大, 壳薄, 取仁易, 种壳光滑, 出仁率高, 仁色好, 食味好, 综合品质超过双亲。

树体矮化: 树体大小只有同龄亲本晚实主栽良种三台核桃的 1/2~1/3, 适宜早密丰集约化栽培。

适应性广: 比亲本晚实主栽良种三台核桃耐霜冻, 适应范围更广。

参考文献:

- [1] 浙江农业大学. 果树育种学[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1980.
- [2] 鄱荣庭, 张毅萍. 中国核桃[M]. 北京: 中国林业出版社, 1992.
- [3] 王利薄. 经济林气象[M]. 昆明: 云南科技出版社, 1995.
- [4] 范志远, 方文亮, 杨振邦, 等. 核桃杂种优株无性系区域性栽培试验[J]. 云南林业科技, 2002, 30(1): 37-42.
- [5] 范志远, 方文亮, 杨振邦, 等. 南北核桃种间杂交 F₁ 代主要性状遗传分析[J]. 云南林业科技, 2001, 31(4): 31-38.
- [6] 赵廷松, 方文亮, 曾清贤, 等. 核桃杂交新品系鲁甸县区域性试验初报[J]. 云南林业科技, 2002, 32(3): 54-57.
- [7] 张雨, 方文亮, 习学良, 等. 滇中地区核桃杂交早实优株无性系的种植试验[J]. 云南林业科技, 2003, 33(4): 51-54.
- [8] 范志远, 习学良, 张雨, 等. 5 个种间杂交核桃新品系及其配套栽培技术[J]. 中国南方果树, 2005, (2): 71-72.

Breeding on three new promising and early fruiting walnut cultivars developed by species hybridization

FAN Zhi-yuan, XI Xue-liang, FANG Wen-liang, ZHANG Yu, ZHAO Ting-song

(Yunnan Academy of Forestry, Kunming 650204, Yunnan, China)

Abstract: *Juglans sigillata* 'Santai' is the dominating walnut in the southern China, which has many advantages such as big nut, thin-shell, shallow color kernel, aromatic taste, high quality, etc. But a certain characters like bad appearance, late fruiting, weakly resistance for cold, need to develop. Under these background, so new cultivars research on species hybridization breeding between the new group of *Juglans sigillata* 'Santai' and *Juglans regia* 'Xinza No. 13' were studied for the first time in Yunnan Province. Based on sexual hybridizing cultivation procedure, through five stages of parent selection, hybridization, cultivation of hybridism offspring, excellent trees selection and regionalized cultivation experiment of superior walnut clone, three new superior early fruiting walnut cultivars named as Yunxing 90301, Yunxing 90303, Yunxing 90306 were selected to cultivate. The new cultivars hold excellent advantages after combining with the characteristics of the parents, including the following characters of early fruiting (bloom or fruit two or three years after being planted, four to six years early than *Juglans sigillata* 'Santai'), precocity (about 20 days ahead than *Juglans sigillata* 'Santai'), high yield (represent distinct hybrid-superiority), lower height and good resistance for cold. The good ends of expectant breeding and the new cultivars with enormous potential for popularization, were gained. [Ch, 8 tab. 8 ref.]

Key words: forest tree breeding; *Juglans*; species hybridization; new early-fruiting cultivars