

doi : 10. 16473/j. cnki. xblykx1972. 2021. 02. 021

薄壳山核桃良种‘巴顿’选育研究*

罗群¹, 习学良², 邹伟烈¹, 范志远¹, 徐亮¹, 叶钊³, 张乔芹³

(1. 云南省林业和草原科学院, 云南 昆明 650201; 2. 云南省林业和草原科学院 漾濞核桃研究院, 云南 漾濞 672500;
3. 云南富德核桃科技有限公司, 云南 宁洱 665199)

摘要: 为筛选出适宜云南栽培的早实薄壳山核桃优良品种, 以 35 个引种品种为材料, 按照优良品种的选育程序和标准, 进行初选、复选、决选、区域性试验和生产性试验。结果表明: 经过系列良种选育试验后筛选鉴定出优良性状突出并稳定的品种‘巴顿’。‘巴顿’平均单果重 4.8 g, 壳薄, 出仁率 56.86%, 仁含油率 73.2%, 油酸含量 69.94%, 亚油酸含量 20.38%, 适宜在云南省海拔 1 600~1 800 m 的中、北亚热带气候区域栽培。本研究结果丰富了云南薄壳山核桃发展中可供选择的良种, 为我国薄壳山核桃产业发展的技术研究提供一定的理论依据。

关键词: 薄壳山核桃; 良种; ‘巴顿’; 选育

中图分类号: S 759.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-8246 (2021) 02-0154-09

Breeding of *Carya illinoensis* ‘Barton’ Variety

LUO Qun¹, XI Xue-liang², ZOU Wei-lie¹, FAN Zhi-yuan¹, XU Liang¹, YE Chao³, ZHANG Qiao-qin³

(1. Yunnan Academy of Forestry and Grassland, Kunming Yunnan 650201, P. R. China;

2. Yunnan Walnut Product Quality Inspection Center, Yangbi Yunnan 672500, P. R. China;

3. Yunnan Fude Walnut Technology Co., Ltd, Ning'er Yunnan 665199, P. R. China)

Abstract: In order to select the early fruiting *Carya illinoensis* varieties suitable for cultivation in Yunnan, 35 varieties were selected as the research objectives. According to the selection procedures and standards of excellent varieties, through the comprehensive analysis of primary selection, selective selection, regional test and production test, the excellent and stable variety ‘Barton’ was screened and identified. The results showed that the average fruit weight of ‘Barton’ was 4.8 g, the shell was thin, the kernel rate was 56.86%, the kernel oil content was 73.2%, the content of oleic acid and linoleic acid was 69.94% and 20.38% respectively. It was suitable for cultivation in the middle and north subtropical climate regions with an altitude of 1 600~1 800 m in Yunnan Province. It enriches the excellent varieties of *C. illinoensis* in Yunnan, and provides a theoretical reference for the technical research on the development of *C. illinoensis* industry in China.

Key words: *Carya illinoensis*; variety; Barton; breeding

薄壳山核桃 (*Carya illinoensis*) 又名美国山核桃、长山核桃, 原产美国和墨西哥北部^[1], 属胡桃科 (Juglandaceae) 山核桃属 (*Carya*) 植物, 是

世界著名的干果与重要的木本油料树种^[2]。薄壳山核桃在我国引种栽培历史悠久, 从 20 世纪 70 年代开始, 中国林业科学研究院、浙江农林大学、中

* 收稿日期: 2020-11-20

基金项目: 2020 年中央财政林业科技推广示范资金项目“薄壳山核桃良种山地丰产栽培技术集成示范” [2020] TG06 号。

第一作者简介: 罗群 (1975—), 女, 硕士, 编辑, 主要从事经济林栽培和期刊编辑学等方面的研究。E-mail: 2423654301@qq.com

通信作者简介: 邹伟烈 (1976—), 男, 硕士, 工程师, 主要从事薄壳山核桃良种选育及配套栽培技术的研究。

E-mail: 1194030877@qq.com

中国科学院植物研究所等单位从美国大量引进薄壳山核桃品种作为经济林木树种开展研究^[3]。近几年来，随着对薄壳山核桃价值的逐渐认知，种植面积快速增加，我国江苏、浙江、安徽、云南、河南、江西等省已把薄壳山核桃作为重要的木本油料树种进行重点推广^[4-5]，推动了我国薄壳山核桃品种化栽培的迅速发展。

云南省林业和草原科学院于1974年首次将薄壳山核桃引入云南作为干果树种栽培研究^[4]，通过引种和栽培实践，已筛选出一批在云南适生的薄壳山核桃品种：‘波尼’（‘Pawnee’）、‘卡多’（‘Caddo’）、‘肖尼’（‘Shawnee’）于2009年通过云南省林木良种委员会审定；‘金华’（‘Jinhua’）、‘绍兴’（‘Shaoxing’）、‘贝克’（‘Baker’）和‘赛甫路斯’（‘Surprize’）于2013年通过云南省林木良种委员会审定^[6]。但是要在云南做大做强做深薄壳山核桃产业，现有的品种远远不能满足适地适树栽培的需要，因此选择出早熟性好、丰产、壳薄、果型大、出仁率高、病虫害抗性强的优良品种势在必行^[7]。

有鉴于此，本研究对35个引进的薄壳山核桃品种开展近20年的品系观测评比分析，通过初选、复选、决选、区域试验及生产性试验进行良种选育，以期为云南大面积推广种植薄壳山核桃提供丰富的良种资源，助力云南薄壳山核桃产业发展。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地设在云南省大理白族自治州漾濞彝族自治县瓦厂乡，位于漾濞县城南部的白竹东麓，漾濞江中下游以西的山坡地段（99.97°E，25.42°N）。地势西高东低，最高海拔2 610 m，最低海拔1 241 m，高差达1 396 m。年平均气温25℃，年降雨量800 mm，多集中在6—9月份。属于亚热带高原季风气候，日照时间长，气温高，无霜期长^[8]。

1.2 试验材料

将云南省林业和草原科学院漾濞核桃研究院1998年首次从美国引入云南栽培的35个薄壳山核桃品种的接穗，与漾濞县瓦厂乡5 a生早期引进品种‘绍兴’树上进行高接换种。

1.3 选育方法

1.3.1 初选方法

从2002年开始，对已结果的薄壳山核桃引种品种，设标准树观测物候、生长与结果情况，随机抽样分析坚果质量。按表1标准，综合分值达到85分以上的为初选优株。

表1 薄壳山核桃品种初选的综合评分标准

Tab. 1 Comprehensive scoring criteria for primary selection of *C. illinoensis*

性状	权重分配	评分标准		
		性状表现	评分	最高分
平均单果重	10%	6 g	80	100
		每增加1 g	+4	
		每减少1 g	-4	
正常采收果空(缩仁)比例	15%	<10%	100	100
		10%~30%	80	
出仁率	10%	>30%	50	100
		50%	80	
取仁难易程度	10%	每增加1%	+2	100
		每减少1%	-2	
丰产性	30%	取仁极易	100	100
		取仁易	80	
		取仁稍难	60	
丰产性	30%	5 a生砧高接第4~5 a平均年冠影面积产仁量	70	100
		100g/m ²	100	
		每增加10g/m ² 每减少10g/m ²	+5 -5	
品种来源及引种时间	10%	国内实生繁殖后代中选出，在云南栽培时间长(32 a)	100	100
		国外赠送的无性系品种，云南栽培时间短(7 a)	70	
抗病能力	15%	通风和光照较差的环境中每株树体的叶片80%以上感病	50	90
		通风和光照较好的环境中感病叶片少于5%，通风和光照差的环境中有30%~60%叶片感病的树体	80	
		通风和光照较差的环境中没有感病叶片大于5%的树体	90	

1.3.2 复选方法

对初选的优株分别于云南宁洱、建水、云县、漾濞、广南5个试验点进行水平区域栽培试验，于漾濞县瓦厂乡不同海拔段龙扎岔路口、物必摩、茶北摩、物摩鹿4个试验点进行垂直区域栽培试验。从2009年开始调查分析参试初选优株的树体生长量、产量、坚果质量及抗病性，再根据表2的综合评分标准，综合分值达到75分以上的为复选优株。

表2 薄壳山核桃品种复选的综合评分标准

Tab. 2 Comprehensive scoring criteria for selection of *C. illinoensis* varieties

性状	权重分配	评分标准		
		性状表现	评分	最高分
平均单果重	10%	6 g	80	100
		每增加 1 g	+4	
		每减少 1 g	-4	
正常采收果空(缩)仁比例	15%	每减少 1%	+1	小于 10%
		每增加 1%	-1	
出仁率	10%	50%	70	100
		每增加 1%	+2	
取仁难易程度	10%	每减少 1%	-2	100
		取仁极易(用牙轻咬可全仁)	100	
		取仁易(用工具轻敲或取壳夹可取全仁)	80	
丰产性	35%	取仁稍难(用工具轻敲或取壳夹可取 1/2 全仁)	60	100
		嫁接苗定植第 6~8 a 平均年冠影面积产仁量 0.3 g/m ²	70	
		每增加 0.01 kg/m ²	+2	
抗黑斑病能力	15%	每减少 0.01 kg/m ²	-2	90
		通风和光照较差的环境中每株树木的叶片占 30%	20	
		每增加 1%	+1	
树木矮化	5%	每减少 1%	-1	100
		品种内平均树木高度为所有参试品种树木平均值的 80%	70	
		品种内树木高度比参试品种平均树高每减少 1%	+1	
		品种内树木高度比参试品种平均树高每增加 1%	-1	

1.3.3 决选方法

复选出的优株在漾濞县瓦厂乡进行生产性试

验,并经过品质分析决选出最终的优良品种。随机区组设计,多品种混栽,定植前3个月挖塘,规格为80 cm×80 cm×80 cm。2013年1月起苗定植,起苗后用塑料编织袋加湿材料包装,起苗3~10 d内定植。定植后塘面覆盖塑料薄膜,3—5月补水3次,每次30 kg。未结果幼树,采用环状施肥,结果树进行穴状施肥,培养多主枝开心树体,4—5月无雌花新梢摘顶、扭梢;旱季3—5月每月浇水1次;每年10—12月施有机肥为主的基肥1次,次年7—8月追施1次复合肥。

1.4 数据处理

采用 Microsoft Excel 2016 进行基础数据处理,对引种品种的物候、生长情况、产量、坚果质量、抗病性等参数进行进一步统计分析。

2 结果与分析

2.1 初选研究

对引进的薄壳山核桃品种首先进行系统物候观测。‘巴顿’在云南3月中下旬芽萌动,可避开晚霜危害;4月上中旬至5月初为雄花散粉期,此时正值云南旱季,有利于花粉传播与雌花授粉;5月下旬为幼果形成期;7—8月为果实速生期,完成体积增长的90%,体现出早实丰产的特性。

其次结合结果习性、抗病能力及品质进行综合分析,再按表1评分标准综合评分,综合分值(表3)在85分以上的共有9个品种,分别为‘云引5’‘云引8’‘云引10’‘云引11’‘云引20’‘云引24’‘云引33’‘巴顿’‘云引42’,9个初选优株继续完善区域性栽培试验。

2.2 复选研究

2.2.1 水平区域栽培试验

5个试验点主要气象指标列表4。

表3 引种的薄壳山核桃品种综合评分

Tab. 3 Comprehensive score table of introduced *C. illinoensis* varieties

品种编号	单果重	空缩仁果比例	出仁率/%	取仁难易程度	丰产性	品种来源及引种时间	抗病能力	总分
‘云引5’	7.20	15.00	9.20	10.00	25.50	7.00	13.50	87.40
‘云引8’	7.98	15.00	9.20	8.00	30.00	7.00	13.50	90.68
‘云引9’	7.92	15.00	10.00	8.00	22.50	7.00	12.00	82.42
‘云引10’	9.00	12.00	10.00	10.00	30.00	7.00	13.50	91.50
‘云引11’	9.48	12.00	9.60	10.00	30.00	7.00	13.50	91.58
‘云引12’	7.40	12.00	7.40	6.00	18.00	7.00	13.50	72.80
‘云引13’	8.36	12.00	7.98	8.00	22.50	7.00	13.50	79.34

续表3

品种编号	单果重	空缩仁果比例	出仁率/%	取仁难易程度	丰产性	品种来源及引种时间	抗病能力	总分
‘云引14’	8.48	12.00	9.00	8.00	24.00	7.00	12.00	80.48
‘云引16’	8.56	12.00	9.60	8.00	18.00	7.00	13.50	76.66
‘云引17’	8.76	15.00	7.20	6.00	19.50	7.00	13.50	76.96
‘云引18’	7.64	12.00	9.00	10.00	21.00	7.00	12.00	78.64
‘云引19’	7.48	12.00	9.40	8.00	19.50	7.00	12.00	75.38
‘云引20’	9.24	12.00	9.00	10.00	28.50	7.00	13.50	89.24
‘云引21’	7.44	15.00	9.40	10.00	22.50	7.00	12.00	83.34
‘云引22’	7.40	12.00	7.40	8.00	18.00	7.00	12.00	71.80
‘云引23’	7.44	15.00	9.40	8.00	15.75	7.00	13.50	76.09
‘云引24’	8.72	12.00	9.00	8.00	30.00	7.00	13.50	88.22
‘云引25’	7.52	12.00	8.40	6.00	15.00	7.00	12.00	67.92
‘云引26’	8.60	12.00	9.80	8.00	21.00	7.00	12.00	78.40
‘云引27’	7.84	12.00	9.20	6.00	18.00	7.00	12.00	72.02
‘云引28’	7.92	12.00	8.40	6.00	22.50	7.00	13.50	77.32
‘云引29’	8.80	12.00	8.40	6.00	21.00	7.00	12.00	75.20
‘云引30’	8.76	7.50	10.00	10.00	19.50	7.00	12.00	74.76
‘云引31’	10.00	7.50	9.60	8.00	18.00	7.00	12.00	72.10
‘云引32’	8.28	12.00	9.60	8.00	15.00	7.00	12.00	71.88
‘云引33’	8.56	15.00	9.80	10.00	28.50	7.00	13.50	92.35
‘云引34’	7.92	12.00	8.00	8.00	21.00	7.00	13.50	77.42
‘云引35’	8.52	7.50	7.00	8.00	16.50	7.00	12.00	66.52
‘云引36’	7.44	15.00	9.40	8.00	21.00	7.00	12.00	79.84
‘云引37’	7.61	12.00	7.40	8.00	15.00	7.00	12.00	69.01
‘巴顿’	8.40	15.00	9.20	8.00	30.00	7.00	13.50	91.10
‘云引39’	7.85	12.00	9.40	8.00	16.50	7.00	12.00	72.75
‘云引40’	7.80	12.00	8.80	8.00	15.00	7.00	12.00	70.60
‘云引41’	8.00	12.00	8.60	8.00	21.00	7.00	12.00	76.60
‘云引42’	9.16	15.00	9.00	10.00	27.00	7.00	13.50	90.66

表4 水平区试点气象指标

Tab.4 Meteorological index of pilot project in horizontal area

试验点	年均气温/℃	≥10℃年积温/℃	极端最高气温/℃	极端最低气温/℃	年降雨量/mm	年相对湿度/%	无霜期/d
宁洱	18.1	6 562	39.6	2	1 419	80	338
建水	18.6	6 393	35.1	-3.1	800	72	326
广南	16.7	5 152	36.2	-5.5	1 061	79	302
漾濞	16.2	5 218	34.6	-2.8	1 033	72	237
云县	18.8	5 449	31.4	-6.2	899	74	237

每个区试点面积 10 ~ 25 hm²，共计 120 hm²。各区试点都有良好的前期基础，嫁接裸根苗于 12 月至次年 2 月种植，种植时可挖规格为 80 cm × 80 cm × 80 cm 的种植塘。栽种后每隔 15 ~ 20 d 补水 1 次，并加强肥水管理。种植株行距 8 m × 8 m。每年秋冬季施有机肥为主的基肥 1 次，次年 7—8 月追施氮磷钾复合肥 1 次。全年勤防天牛，5 月喷施杀虫剂防治木蠹蛾和金龟子等害虫，7—8 月采用熏烟法防治刺蛾，喷施杀菌剂预防叶黑斑病。调查分析参试 9 个初选优株的树体生长量、产量、坚果质量及抗病性(表 5)。

从表 5 可知，同一品种在 5 个区试点之间无显著差异，云南的高原自然环境与原产地美国南部的自然条件近似，薄壳山核桃在云南的适应范围较为广泛，气候类型相似于宁洱、建水、云县、漾濞和广南 5 个区试点的区域都适宜发展。‘巴顿’结果枝为中短果枝类，树冠较小，适合矮密栽培。云南雨季集中，叶片易感黑斑病，对薄壳山核桃产量质量影响很大，但‘巴顿’几乎没有发生。其对黑斑病具有很强的抵抗力，具有早实丰产抗病的特性，这为后期良种筛选提供了资源保障。

表5 3 a 平均树体生长结果及坚果质量

Tab. 5 Average tree growth and nut quality in three years

品种 编号	区试点	树高净 生长量/m	年均冠影 产仁/kg·m ⁻²	单果重 /g·粒 ⁻¹	空缩仁果 比例/%	出仁率 /%	未感黑斑病 叶片百分率/%
‘云引5’	宁洱	1.60	0.22	7.30	4.80	55.70	64.00
	建水	1.70	0.20	7.20	5.60	55.80	68.00
	云县	1.60	0.19	7.30	4.80	55.60	63.00
	漾濞	1.50	0.18	7.10	5.40	55.70	58.00
	广南	1.60	0.17	7.00	5.20	56.00	60.00
	平均值	1.60	0.19	7.18	5.16	55.74	62.60
‘云引8’	宁洱	1.70	0.32	6.30	4.40	56.10	58.00
	建水	1.30	0.29	5.90	4.30	56.20	59.00
	云县	1.50	0.30	6.40	4.50	56.30	52.00
	漾濞	1.40	0.36	6.00	4.20	56.80	59.00
	广南	1.60	0.22	6.20	4.60	56.90	57.00
	平均值	1.50	0.30	6.16	4.40	56.50	57.00
‘云引10’	宁洱	1.40	0.22	8.80	24.20	64.80	44.00
	建水	1.70	0.20	8.10	26.20	65.80	42.00
	云县	1.50	0.21	8.10	26.20	64.10	46.00
	漾濞	1.30	0.19	8.60	20.40	65.00	42.00
	广南	1.50	0.18	7.80	21.90	64.60	40.00
	平均值	1.48	0.20	8.30	23.80	64.90	42.80
‘云引11’	宁洱	1.30	0.20	9.10	24.80	58.30	48.00
	建水	1.50	0.18	8.80	23.20	58.70	42.00
	云县	1.20	0.19	9.10	26.20	56.20	36.00
	漾濞	1.60	0.22	8.40	25.40	56.00	42.00
	广南	1.50	0.17	8.70	27.90	58.60	38.00
	平均值	1.42	0.19	8.80	25.50	57.60	41.20
‘云引20’	宁洱	1.60	0.18	8.20	24.80	56.10	60.00
	建水	1.60	0.20	8.40	26.20	55.60	52.00
	云县	1.50	0.19	9.10	26.20	54.60	56.00
	漾濞	1.70	0.18	8.90	28.40	55.00	52.00
	广南	1.20	0.19	8.6	27.90	55.20	49.00
	平均值	1.52	0.19	8.64	26.70	55.30	53.80
‘云引24’	宁洱	1.30	0.16	7.10	14.70	54.70	64.00
	建水	1.30	0.18	7.20	15.40	53.80	58.00
	云县	1.20	0.19	6.80	16.80	50.60	63.00
	漾濞	1.30	0.17	6.80	16.90	52.70	48.00
	广南	1.20	0.15	6.90	17.80	52.90	60.00
	平均值	1.26	0.17	6.96	16.32	52.94	58.60
‘云引33’	宁洱	1.40	0.19	6.20	5.60	52.10	44.00
	建水	1.20	0.18	5.90	6.20	52.20	58.00
	云县	1.50	0.19	6.00	6.30	52.30	63.00
	漾濞	1.40	0.15	5.80	4.20	51.80	52.00
	广南	1.30	0.16	5.80	6.20	53.90	60.00
	平均值	1.36	0.17	5.94	5.70	52.46	55.40
‘巴顿’	宁洱	1.70	0.32	6.30	4.40	56.80	98.00
	建水	1.30	0.29	5.90	4.30	57.80	100.00
	云县	1.50	0.30	6.40	4.50	57.10	98.00
	漾濞	1.40	0.36	6.00	4.20	56.00	89.00
	广南	1.60	0.22	6.20	4.60	56.60	94.00
	平均值	1.50	0.30	6.16	4.40	56.86	95.80
‘云引42’	宁洱	1.50	0.29	8.90	5.80	55.30	68.00
	建水	1.60	0.32	9.10	6.20	55.50	69.00
	云县	1.40	0.35	9.20	5.60	55.20	62.00
	漾濞	1.60	0.30	8.80	5.80	55.40	69.00
	广南	1.40	0.24	9.00	6.20	55.60	65.00
	平均值	1.50	0.24	9.00	5.92	55.40	66.60

2.2.2 垂直区域栽培试验

4个不同海拔段每个品种各栽培嫁接苗3株，每个试验点面积5~20 hm²，共40 hm²。统计每年的树体生长量和坚果质量（表6）。从表6分析可知，同一品种的生长量和产量在龙扎岔路口（海拔1 430 m）和物必摩（1 650 m）的差别不显著，但除‘巴顿’外的其它品种都明显优于茶北摩（1 800 m）和物摩鹿（2 000 m）2个点。单位冠投影面积产仁量、单果重随海拔升高而下降，‘巴

顿’在海拔1 430 m、1 650 m、1 800 m 3个点的产量差异不大，但是1 800 m点的单果重明显低于1 430 m点。这说明‘巴顿’的海拔上限可达1 800 m。从垂直区试中可看出，由于海拔过高积温不够，‘巴顿’树体产量低、坚果小。

将表5、表6的数据按表2综合评分标准进行综合评分（表7），总分超过75分的只有3个，分别为‘云引8’‘巴顿’‘云引42’，即为复选出的优株。

表6 垂直区试点的树体生长结果及坚果质量

Tab.6 Tree growth and nut quality in vertical plots

品种 编号	区试点	海拔/m	6a 生树高 /m	6a 生冠幅 /m ²	冠影产仁 /kg·m ⁻²	单果重 /g·粒 ⁻¹	出仁率 /%
‘云引5’	龙扎岔路口	1 430	4.60	28.40	0.15	7.10	55.70
	物必摩	1 650	4.90	26.30	0.14	6.90	56.90
	茶北摩	1 800	5.20	28.60	0.04	5.80	62.80
	物摩鹿	2 000	5.80	24.80	0.01	4.20	64.20
‘云引8’	龙扎岔路口	1 430	5.20	26.40	0.18	6.16	56.50
	物必摩	1 650	5.70	28.90	0.17	6.00	57.10
	茶北摩	1 800	6.10	28.80	0.06	5.10	56.20
	物摩鹿	2 000	6.50	29.80	0.02	4.20	56.40
‘云引10’	龙扎岔路口	1 430	5.00	28.40	0.14	8.60	65.00
	物必摩	1 650	5.70	26.40	0.14	7.60	66.20
	茶北摩	1 800	5.50	24.50	0.05	6.00	65.00
	物摩鹿	2 000	5.90	28.80	0.01	5.10	66.60
‘云引11’	龙扎岔路口	1 430	5.40	16.80	0.09	8.40	56.00
	物必摩	1 650	5.60	24.20	0.08	7.90	58.00
	茶北摩	1 800	5.60	22.80	0.03	6.10	56.30
	物摩鹿	2 000	6.20	27.80	0.01	5.40	58.20
‘云引20’	龙扎岔路口	1 430	4.60	14.80	0.10	8.90	55.00
	物必摩	1 650	5.20	24.50	0.08	8.50	57.00
	茶北摩	1 800	5.80	25.30	0.03	6.80	56.70
	物摩鹿	2 000	5.90	24.30	0.01	5.40	55.80
‘云引24’	龙扎岔路口	1 430	4.70	14.30	0.12	6.90	52.00
	物必摩	1 650	5.00	24.80	0.09	6.40	54.60
	茶北摩	1 800	5.60	25.80	0.03	5.30	53.80
	物摩鹿	2 000	5.70	28.20	0.01	4.80	52.40
‘云引33’	龙扎岔路口	1 430	4.20	12.40	0.08	5.80	52.00
	物必摩	1 650	5.40	18.80	0.07	5.40	54.20
	茶北摩	1 800	5.60	22.60	0.04	4.60	52.60
	物摩鹿	2 000	5.80	24.30	0.02	4.20	50.20
‘巴顿’	龙扎岔路口	1 430	3.00	9.20	0.38	5.20	56.00
	物必摩	1 650	3.90	12.40	0.38	4.90	58.20
	茶北摩	1 800	4.80	13.60	0.30	4.50	61.20
	物摩鹿	2 000	5.20	14.10	0.04	4.10	63.70
‘云引42’	龙扎岔路口	1 430	4.80	14.80	0.16	9.00	56.00
	物必摩	1 650	5.60	24.90	0.15	8.40	58.00
	茶北摩	1 800	5.80	26.80	0.03	6.90	56.20
	物摩鹿	2 000	6.40	24.40	0.01	5.20	52.30

表7 水平和垂直区试中参试品种的综合评分

Tab. 7 Comprehensive score table of varieties in horizontal and vertical regional test

品种编号	树高净生长量	3年平均冠影产仁	单果重	空缩仁果比例	取仁容易程度	出仁率	未感黑斑病叶片百分率	总分
‘云引5’	4.81	16.80	4.24	14.23	12	4.07	7.89	63.41
‘云引8’	8.86	23.80	3.83	14.37	15	4.19	7.05	77.10
‘云引10’	5.65	17.50	4.46	11.43	15	4.99	4.92	63.95
‘云引11’	6.06	16.80	4.56	11.18	15	4.26	4.68	62.56
‘云引20’	5.37	16.80	4.53	11.00	15	4.03	6.57	63.30
‘云引24’	7.19	15.40	4.19	12.55	12	3.79	7.29	62.41
‘云引33’	6.49	15.40	3.99	14.15	12	3.75	6.81	62.59
‘巴顿’	5.51	24.50	4.03	14.34	12	4.15	12.87	77.40
‘云引42’	5.51	25.30	4.60	14.11	15	4.04	8.49	77.05

2.3 决选研究

2.3.1 生产性试验

将复选出来的‘云引8’‘巴顿’‘云引42’在漾濞县瓦厂乡进行生产性试验。果实成熟期时进行全园测产，每个品种随机抽取10株，称取3kg

混合样为复选的3个优株进行品质及抗性分析(表8)。从表8可知，‘巴顿’3年平均产量可达1 001.40 kg/hm²，产量较云引8和云引42高，表现出稳定的抗性和品种的丰产性，种植效益和推广前景好。

表8 生产性试验结果分析

Tab. 8 Production test results

品种编号	面积/hm ²	3 a 平均产量/kg·hm ⁻²	品质及抗性
‘云引8’	5.80	813.30	果实中等偏大,易取整仁,口感细腻,食味香纯。抗叶黑斑能力一般。
‘云引42’	5.20	926.20	果实小,难取整仁,口感细腻,食味香纯。抗叶黑斑能力一般。
‘巴顿’	5.80	1 001.40	果实大小中等,易取整仁,食味香甜,口感特好。抗叶黑斑能力强。

2.3.2 品种核仁的成份分析

油料树种的果实中，脂肪含量和矿质元素含量等指标尤能反映其果实品质与性状的差异。将3个

品种的坚果随机抽取1kg，委托农业部农产品质量监督检测中心（昆明）分析测定其核仁营养成分(表9~表10)。

表9 决选品种核仁脂肪中的脂肪酸构成

Tab. 9 Fatty acid composition of nucleolar fat in selective selection varieties

品种编号	棕榈酸/%	硬脂酸/%	油酸/%	亚油酸/%	亚麻酸/%	20-碳稀酸/%
‘云引8’	6.08	1.98	69.67	20.01	1.94	0.32
‘云引42’	6.02	1.75	69.63	20.09	2.01	0.41
‘巴顿’	5.48	1.78	69.94	20.38	1.96	0.46

表10 决选品种核仁的矿质元素含量

Tab. 10 Contents of mineral elements in nucleolus of selective selection varieties

品种编号	S/mg·kg ⁻¹	P/%	K/%	Ca/mg·kg ⁻¹	Mg/%	Fe/mg·kg ⁻¹	Zn/mg·kg ⁻¹	Cu/mg·kg ⁻¹	Mn/mg·kg ⁻¹
‘云引8’	59.40	0.20	0.35	394.60	0.10	22.50	38.80	7.00	47.40
‘云引42’	56.80	0.22	0.36	462.20	0.11	21.20	40.90	5.60	96.00
‘巴顿’	90.00	0.20	0.28	525.00	0.10	23.00	39.40	7.60	102.80

脂肪酸是薄壳山核桃仁的主要成分，组成成分基本一致，主要含有棕榈酸、硬脂酸、油酸、亚油酸、亚麻酸和花生酸^[9-12]，其在人体代谢中均具有十分重要的生理作用，单不饱和脂肪酸（油酸）可以降低血液中胆固醇和甘油三酯，对心脑血管疾病有很强的预防作用，多不饱和脂肪酸以亚油酸为主，能维持和促进机体正常生长发育^[13]。因此，脂肪酸是考察薄壳山核桃果实品质的重要指标之一。从表9可知，‘巴顿’的单不饱和脂肪酸相对含量最高，为69.94%，多不饱和脂肪酸为20.38%，营养保健价值相对较高，可成为开发功能性的薄壳山核桃优良品种。

矿质元素对维持人体正常的生理功能起着积极作用，任何一种元素的缺乏或者过量都会影响其他元素的吸收和作用的发挥^[14-16]。从表10可知，3个品种薄壳山核桃均含有Ca、Cu、Fe、K、P、Zn等人体必需的矿质元素，其中‘巴顿’的S、Ca、Cu、Mn含量较高，分别为90.00、525.00、7.60、102.80 mg/kg；其次P、K、Mg、Fe、Zn含量几乎与‘云引8’和‘云引42’相同，在矿质元素开发利用方面具有更优价值。综上分析，最终决选出适宜当地种植的薄壳山核桃优良品种为‘巴顿’。

3 讨论与结论

3.1 讨论

薄壳山核桃是一种见效慢，效益持久的经济树种，选择优良品种是栽培成功的关键^[17]。‘巴顿’品种选育时间较长，是一个能体现遗传性稳定和云南区域特色的品种。其树冠较小，适合矮化密植栽培。无性系穗条嫁接成活率达91.3%，与‘绍兴’砧木嫁接亲和力很好。5龄砧高接后第4a开始结果，平均单果重4.8 g，出仁率56.86%，仁含油率73.2%，坚果饱满，壳薄，极易取整仁，丰产性好，抗叶黑斑病能力强，适宜在海拔1 600~1 800 m、年均温14~17℃、年降雨量≥900 mm、≥10℃年活动积温3 500℃以上的云南省内相似地区种植，‘巴顿’品种表现出的优秀性，具有良好的种植和发展潜力，值得进一步大范围、大幅度的推广应用。

薄壳山核桃核仁中含有丰富的蛋白质、氨基酸、粗脂肪、酚类等营养成分^[18]，本研究仅从脂肪酸和矿质元素含量方面进行分析，存在一定的局限性，为充分利用其营养价值，今后可结合云南薄

壳山核桃产业发展的实际情况，继续深入进行全面系统的分析。

本研究的选育技术仍采用了遗传测定和区域性试验，目前对薄壳山核桃的研究中，利用分子技术进行基因研究^[19-22]仍未广泛普及。后期可与分子标记辅助育种、细胞工程育种、转基因育种等现代生物技术手段相结合，进一步提高薄壳山核桃品种选育研究的技术水平，使育种工作更具目标性和精准性，以促进我国薄壳山核桃产业的健康快速发展^[23]。

3.2 结论

本研究经过近20 a的薄壳山核桃良种选育试验，最终筛选出优良品种‘巴顿’（‘Barton’），其为落叶乔木，树干深褐色，树皮片状开裂脱落，老熟的1 a生枝呈灰色；树体矮化，枝条细密，中短果枝结果，每果枝坐果数多为3~4个；雌雄花盛花期可重叠2~3 d；青皮果具四棱；坚果椭圆形，果顶钝尖，种壳平滑，灰白色；坚果果仁含油率高，极易取整仁，仁食味香甜，口感细腻，可直接食用、榨油、食品加工辅料等，特别适合生产整仁产品和开发休闲食品。该品种在云南5个试验点均表现出了稳定的早熟性、丰产性、优质性，2021年2月通过云南省林木品种审定委员会审定，良种编号为云S-ETS-CI-019-2020，可作为云南地区薄壳山核桃主栽品种的优选对象。

参考文献：

- [1] 耿国民,周久亚.美国薄壳山核桃生长概况[J].河北农业科学,2009,13(7):16-19.
- [2] 彭方仁,李永荣,郝明灼.我国薄壳山核桃生长现状与产业化发展策略[J].林业科技开发,2012,26(4):1-4.
- [3] 朱海军,生静雅,杨新.薄壳山核桃 Western 品种特性及适应性研究[J].江苏农业科学,2020,48(21):187-192.
- [4] 张日清,李江,吕芳德,等.我国引种美国山核桃历程及资源现状研究[J].经济林研究,2003,21(4):107-109.
- [5] 彭方仁.美国薄壳山核桃产业发展现状及对我国的启示[J].林业科技开发,2014,28(6):1-5.
- [6] 习学良,范志远,邹伟烈,等.美国山核桃在云南的引种表现及丰产栽培技术[J].中国南方果树,2004,33(5):72-74.
- [7] 田建保,王勇,张述义,等.核桃新品种金薄香8号的选育[J].中国果树,2011,147(1):11-13,77.
- [8] 赵家全.影响漾濞泡核桃树生长结实的主要因素及

应对措施[J]. 林业调查规划,2013,38(3):73-77.

[9] 习学良,范志远,邹伟烈,等. 10个美国核桃品种的引种研究初报[J]. 浙江林学院学报,2006,23(4):382-387.

[10] Pereira J A, Oliverira I, Sousa A, et al. Bioactive properties and chemical composition of six walnut (*Juglans regia* L.) cultivars[J]. Food and Chemical Toxicology, 2008, 46(6):2103-2111.

[11] Ozrenk K, Javidipour I, Yarilgac T, et al. Fatty acids, tocopherols, selenium and total carotene of pistachios (*P. vera* L.) from Diyarbakir (Southeastern Turkey) and walnuts (*J. regia* L.) from Erzincan (Eastern Turkey) [J]. Food Science and Technology International, 2012, 18(1):55-62.

[12] 杜洋文,邓先珍,周席华,等. 不同大别山山核桃优树含油率与脂肪酸组分含量分析[J]. 西南林业大学学报(自然科学版),2019,39(3):124-131.

[13] 俞春莲,王正加,夏国华,等. 10个不同品种的薄壳山核桃脂肪含量及脂肪酸组成分析[J]. 浙江农林大学学报,2013,30(5):714-718.

[14] 耿树香,宁德鲁,贺娜,等. 云南2个主栽核桃品种油脂的贮藏稳定性研究[J]. 西部林业科学,2019,48(2):37-44.

[15] 张汇慧,吴彩娥,李永荣,等. 不同品种薄壳山核桃

营养成分比较[J]. 南京林业大学学报(自然科学版),2014,38(3):55-58.

[16] 郭映雪,孙墨珑. 核桃楸外果皮三萜类物质的提取及抑菌活性[J]. 森林工程,2020,36(3):37-43.

[17] 臧旭,王秀云,周蓓蓓,等. 薄壳山核桃优良品种及其特性研究[J]. 江西农业学报,2011,23(4):45-48.

[18] 常君,张潇丹,王开良,等. 不同薄壳山核桃无性系种仁氨基酸组成的比较[J]. 经济林研究,2020,38(4):125-133.

[19] 王敏,席东,莫正海,等. 薄壳山核桃 *CiAGL6* 基因的克隆、亚细胞定位及表达[J]. 南京林业大学学报(自然科学版),2020,44(4):63-69.

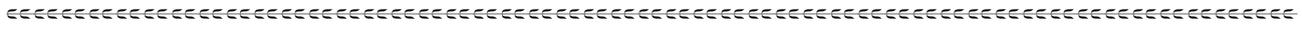
[20] 郑小琴,谭鹏鹏,冯刚,等. 薄壳山核桃愈伤组织诱导的优化[J]. 分子植物育种,2020,18(11):3704-3712.

[21] 贾展慧,宣继萍,张计育,等. 薄壳山核桃转录组中的 SSR 位点信息分析[J]. 分子植物育种,2019,17(10):3305-3311.

[22] 莫正海,李风达,苏文川,等. 薄壳山核桃嫁接愈合过程中 *CiMYB46* 基因的克隆与表达分析[J]. 南京林业大学学报(自然科学版),2019,43(5):156-162.

[23] 高斌,王晓丽,施友均,等. 核桃新品种“蜀新1号”选育研究与推广[J]. 南方农业,2016,10(16):10-12,30.

(编辑:李甜江)



[上接第144页]

[3] 宋鹏,丁彦芬,卓启苗,等. 3种卫矛属植物叶片秋冬季转色期生理生化特征研究[J]. 西北植物学报,2019,39(4):669-676.

[4] 高亚军,王圳,黄建庭. 丝棉木嫩枝扦插育苗试验[J]. 江苏林业科技,2019,46(1):22-24.

[5] 卢芳,周虹. 丝棉木种子休眠特性及其解除[J]. 江苏农业科学,2018,46(24):116-119.

[6] 宋杰强,王志勇,李旭东. 丝棉木嫁接卫矛成活率低的原因分析[J]. 现代园艺,2018(21):60-61.

[7] 李春玲,石建宁. 丝棉木组织培养技术[J]. 安徽农业科学,2009,37(30):14625-14626,14652.

[8] 吴建华,王斌,徐美隆,等. 丝棉木的组织培养与快速繁殖[J]. 宁夏农林科技,2009(2):25.

[9] 李晓青,张晓申,史喜兵,等. 丝棉木的组培快繁技术研究[J]. 农业科技通讯,2010(6):73,77.

[10] 何莹. 掌叶覆盆子快繁过程中细菌污染的种类及控制[J]. 科教导刊,2016(9):148-149.

[11] 李春燕,李颖. 组织培养中青霉素对细菌污染的抑制作用[J]. 东北林业大学学报,2000,28(5):97-98.

[12] 王梅,汤浩茹,刘淑芳,等. 4种抗生素对草莓‘章姬’内生菌的抑制及对试管苗生长的影响[J]. 四川农业大学学报,2005(2):189-191.

[13] 黄志伟,曹剑,张凤龙,等. 多指标正交试验优化中山杉组培无菌体系的建立[J]. 西部林业科学,2019,48(4):33-38.

[14] 张寅玲,刘艳军,黄俊轩,等. 含内生菌外植体红掌组培方法的研究[J]. 西南园艺,2006(6):9-11.

[15] 简兴. 红掌组培苗继代过程中细菌污染的防治试验[J]. 亚热带植物科学,2003(2):52-54.

[16] 黄俊轩,刘艳军,杨静慧,等. 北美海棠组培脱菌技术的优化[J]. 北方园艺,2017(6):113-116.

[17] 田永亮,张文,张国珍,等. 两种抗生素对葡萄组培中污染菌的抑制作用[J]. 北方园艺,2005(5):84-85.

(编辑:李甜江)