

文章编号:1001-7380(2017)06-0010-04

‘波尼’等5个薄壳山核桃品种 生长及早期结实特性比较

吕运舟¹,董筱昀¹,黄利斌¹,窦全琴¹,何雅萍²

(1. 江苏省林业科学研究院,江苏 南京 211153; 2. 江苏省常州市金土地农牧科技服务有限公司,江苏 常州 213110)

摘要:薄壳山核桃是优质用材树种和木本油料树种,为了解不同薄壳山核桃品种在江苏地区的早期生长及结实特性,该文以2008年种植于江苏常州地区的5个薄壳山核桃品种(‘波尼’、‘马罕’、‘碧根源3号’、‘碧根源5号’和‘斯图尔特’)为材料,调查分析了树体生长量、结实率、干果特性及果仁品质。结果表明,5个品种薄壳山核桃生长正常,年平均生长量树高为0.74—1.13 m,地径为0.97—1.47 cm;波尼’、‘马罕’、‘碧根源3号’2年生嫁接苗定植后第5年开始结实,第9年单株产量为8.35—11.62 kg;果仁总脂肪含量65%—70.88%,总蛋白质6.14%—12.53%,总纤维2.46%—3.87%,可溶性总糖2.12%—2.83%。综合比较各品种早期结实丰产及果仁品质特性,认为‘碧根源3号’、‘波尼’和‘马罕’表现优异。

关键词:薄壳山核桃;波尼;马罕;碧根源3号;碧根源5号;斯图尔特;结实特性

中图分类号:S664.1

文献标志码:A

doi:10.3969/j.issn.1001-7380.2017.06.003

Comparison of fruiting characteristics of five *Carya illinoensis* cultivars

LYU Yun-zhou¹, DONG Xiao-yun¹, HUANG Li-bin¹, DOU Quan-qin¹, HE Ya-ping²

(1. Jiangsu Academy of Forestry, Nanjing 211153, China; 2. Jintudi Agriculture and Husbandry Science & Technology Service Co., LTD, Changzhou 213110, China)

Abstract: *Carya illinoensis* is an important species for high quality timber tree, dry fruits and oil. To enrich resource of good cultivars in Jiangsu, 5 cultivars (‘Pawnee’, ‘Mahan’, ‘Stuart’, ‘Bigenyuan 3’ and ‘Bigenyuan 5’) were selected to plant in 2008. The yield and kernel quality were observed and analyzed. All the trees could grow and breed normally. The yield of the 9th year was 8.35—11.62 kg per tree. Crude fat content of the kernel was 65%—70.88%, crude protein and sugar contents of the kernel were 6.14%—12.53% and 2.12%—2.83%, respectively. Such 3 cultivars as Pawnee’, ‘Mahan’ and ‘Bigenyuan 3’ were suggested to be planted in Jiangsu for the production of nuts.

Key words: *Carya illinoensis*; Pawnee; Mahan; Bigenyuan 3; Bigenyuan 5; Stuart; Fruiting characteristics

薄壳山核桃 (*Carya illinoensis* K. Koch), 又名美国山核桃, 长山核桃。其坚果营养成分丰富, 是美味营养的健康食品, 深受群众喜爱, 是世界著名干果之一^[1-2]。薄壳山核桃树体高大, 持续结实期长80—120 a, 但实生树结实差异大, 产前期长, 需采用

品种嫁接苗营造果园。我国于19世纪末开始引种植, 已在20多个省(区、市)有小面积栽培和分布^[3]。当前在江苏、浙江、安徽、云南等地发展较为迅速, 在良种壮苗培育和早实丰产栽培技术研究等方面取得了一定进展^[4-5], 但国内未见有丰产果园

收稿日期:2017-09-28;修回日期:2017-11-11

基金项目:江苏省省属公益类科研院所能力提升项目“江苏杨树农田林网更新改造及效益监测评价技术”子课题“木本油料植物种质资源的收集、保存与评价”(BM2015021-4);江苏省林业三新工程项目“薄壳山核桃‘碧根源’3号规模化繁育及推广示范”(LYSX[2015]40);国家林业局948项目“薄壳山核桃材果兼用型优良种质资源引进”(2015-4-1)

作者简介:吕运舟(1983-),男,安徽六安人,助理研究员,博士。主要研究方向:林木遗传育种及栽培技术研究。电话:025-52745600-8209; Email: yunzhoulv@163.com。

经营样板,对薄壳山核桃生产经营产量缺乏数据指导。目前,江苏部分果园已进入投产期,通过对早期引种的5个薄壳山核桃品种的营养生长情况、早期结实情况进行调查及对其干果性状及果仁性状进行测定,为评价薄壳山核桃品种及生产实践服务。

1 材料与方法

1.1 引种地概况

试验区位于常州市新北区西夏墅镇浦河村,地理位置为E119°78',N31°96';海拔7 m,平原地貌,属于亚热带湿润季风气候,季风影响显著,四季分明,冬季湿冷,夏季闷热。年降雨量主要在春夏2季,梅雨季降雨最多。1月最冷,平均气温3.1℃;7月最热,平均气温28.0℃,年平均气温15.8℃,年均降水量1 091 mm。全年日照总时数1 940.2 h。无霜期为248 d。平均海拔5 m。土壤为水稻土,土壤质地中壤。

1.2 测定材料

选择5个薄壳山核桃品种‘波尼’、‘马罕’、‘碧根源3号’、‘碧根源5号’和‘斯图尔特’(见表1),于2008年3月混合定植,2年生嫁接苗(2年生根1年生干),平均苗高120 cm,地径1.0 cm,按照密度4 m×6 m定植,定植第8年隔株移植,株行距定为6 m×8 m。采用园艺化栽培措施,培养合理的树体结构,定植后第2年定干80 cm,随后在50—60 cm处选出3—4个不同方向,不同层次的分枝,培育2层疏散型树形或开心自然形。至结果期后,保留结果母枝,对徒长枝,抽发新梢,夏季摘心,改善通风透光条件;每年冬季清除树体内的枯枝、密生枝、细弱枝、无效结果枝芽。秋冬季修剪多余侧枝,促进小枝分化,保持树型。加强果园水肥及病虫害管理。

表1 引种的薄壳山核桃品种				
品种编号	品种名称	种质来源	数量/株	主要特点
1	马罕	美国品种	730	果大、II型
2	斯图尔特	美国品种	528	中型果、II型
3	碧根源3号	实生选育	681	中型果、II型
4	波尼	美国品种	136	中型果、I型
5	碧根源5号	实生选育	209	果小、I型

I型-雄先型^[6];II型-雌先型

1.3 测定方法

1.3.1 生长量测定 每个品种薄壳山核桃分别选择正常发育、无病虫害的样株30株。分别于2012

年2014年和2016年秋季落叶后测定树高、地径(根茎上部50 cm处,用红油漆标记),取平均值。

1.3.2 结实测量方法 定植后第5年(2012年)采用全样法,调查不同品种的结实株率,统计结实单株的平均产量。于第7年(2014年)、第9年(2016年)时不同品种单株全部进入结实期,采用抽样法,对30株固定样株进行调查,统计每个品种每株的结实产量。称取每个品种1 kg混合坚果,挑选并统计无仁或种仁干瘪的坚果,坚果空壳率=样品空壳坚果数/样品坚果总数×100%。

1.3.3 干果形态及品质测定 从7年生采收果实中,每个品种随机抽取坚果50粒,测定果长、果高、果宽、单果重量和出仁率。用游标卡尺测定果长、果高及果宽,精确到0.01 cm;单果重量及实产量用便携式电子天平称量,精确到0.1 g。果仁品质测定可溶性总糖、纤维素含量、总蛋白含量、脂肪含量等4个指标,均采用蒽酮比色法测定,可溶性总糖采用水提法提取糖分^[7],纤维素含量采用60%硫酸消化提取法提取测试液^[8];蛋白质含量采用Bradford法测定^[8];脂肪按照索氏抽提法进行测定,抽提剂用石油醚^[8]。样品均采用独立重复测定3次。

2 结果与分析

2.1 树体生长表现

调查期间,薄壳山核桃在试验地生长旺盛,年均高生长量约为0.74—1.13 m,净生长量约为0.97—1.47 cm(见表1)。定植后第5年,各指标在无性系间差异不明显,其中树高介于3.65—4.11 m,地径介于7.54—8.67 cm,冠幅介于3.94—4.14 m。定植后第9年,‘马罕’、‘斯图尔特’、‘碧根源3号’树形表现较好,其中‘马罕’的树体生长速度最快,主杆高度可达8.63 m,地径14.56 cm。

2.2 早期结实表现

在供试品种中,定植第2年均发现部分植株雄花开放,定植第3年‘马罕’、‘波尼’和‘碧根源3号’即有少量植株雌花开放,并开始挂果。定植后第5年(2012年)秋调查发现,试验区共定植薄壳山核桃2 284株,共有1 728株挂果,挂果率达到75.6%。其中雌先型品种‘马罕’和‘碧根源3号’挂果率较高,‘斯图尔特’挂果率较低;雄先型品种‘波尼’挂果率较高,‘碧根源5号’较低。此外,同一品种株间差异较大,例如‘碧根源3号’单株最多结实158粒,单株产量达到1.28 kg,但只占总结果

树的 5.7%，平均单株产量 0.61 kg，挂果率为 89.7%。

定植第 8 年隔株间移，株行距改为 6 m×8 m 后，增加了树冠面积(见表 2)，结果枝数量及产量增加明显。统计结果(见表 3)表明，不同品种薄壳山核桃早期结实差异较大，‘碧根源 3 号’、‘波尼’、‘马罕’的早期丰产性更高，定植 7 a 后即能形成有效产出，平均株产 2.6—3.4 kg。‘碧根源 5 号’果型小，单株产量较低，定植 7 a 后单株产量 1.65 kg，但是雄花期早，花量大，是其他品种优良的供粉品种。

表 2 5 个薄壳山核桃品种不同树龄树形比较

品种 编号	树高/m			地径/cm			冠幅/m		
	第 5 年	第 7 年	第 9 年	第 5 年	第 7 年	第 9 年	第 5 年	第 7 年	第 9 年
1	4.11±0.45 a	5.10±0.36 a	8.63±1.05 a	8.67±1.23 a	11.14±1.09 a	14.56±1.65 a	4.05±0.35 a	5.33±0.69 a	6.78±1.03 a
2	3.74±0.69 ab	4.57±0.45 b	7.58±0.98 b	8.27±1.44 ab	10.41±1.28 ab	12.13±1.19 ab	3.94±0.24 a	4.75±0.57 b	5.82±0.79 b
3	3.79±0.43 ab	4.89±0.26 ab	7.63±0.65 b	8.30±0.61 ab	10.93±0.54 ab	13.23±0.85 ab	4.02±0.46 a	5.12±0.76 a	6.35±0.57 a
4	3.65±0.37 b	4.56±0.44 b	6.98±0.69 bc	7.82±0.93 ab	9.84±0. 87 bc	12.67±1.06 b	4.14±0.33 a	5.02±0.41 a	6.31±0.53 a
5	3.83±0.59 ab	4.81±0.68 ab	6.78±1.11 c	7.54±1.19 b	9.37±1.06 c	12.09±1.24 b	4.05±0.51 a	4.78±0.39 b	6.02±0.62 ab

地径为距地面 20 cm 处树干粗度；同列不同小写字母表示 Duncan 多重比较差异检验在 ($P<0.05$) 水平上存在显著性差异

表 3 5 个薄壳山核桃品种不同树龄结实特性比较

品种 编号	第 5 年		第 7 年		第 9 年		
	挂果率/%	单株产量/kg	空壳率/%	单株产量/kg	空壳率/%	单株产量/kg	空壳率/%
1	73.5	0.42±1.04 a	35.4±5.1 a	2.67±1.23 b	15.4±3.45 a	8.35±0.77 c	7.5±2.75 a
2	63.9	0.26±1.34 a	32.1±7.78 a	1.43±0.97 c	10.4±2.79 ab	4.27±0.73 e	5.7±2.63 ab
3	89.7	0.61±0.78 a	18.2±3.08 b	3.47±0.85 a	10.4±2.01 b	11.62±0.51 a	3.2±1.24 bc
4	85.3	0.49±0.83 a	16.5±4.67 b	2.77±0.69 b	8.9±1.89 b	10.39±0.5 d	2.7±1.01 bc
5	63.1	0.23±0.65 a	10.6±3.99 b	1.65±0.7 c	3.7±1.26 c	5.26±0.85 b	1.4±0.56 c

同列不同小写字母表示在 $P<0.05$ 水平上存在显著性差异

结实早期，各品种均表现出较高的空壳率，随着树龄增大，核果空壳率逐步下降。同时，结果表明相比中小果型其他品种，‘马罕’早期空壳率较高。综合比较，说明薄壳山核桃‘马罕’、‘碧根源 3 号’和‘波尼’在江苏地区具有较好的早实性。

2.3 干果形态和果仁品质

结果如表 4，对引种的 5 个薄壳山核桃品种坚果品质系统分析表明，大果型‘马罕’的果长最大，达到 5.58 cm，与其他品种差异明显，而果宽及果高

与中型果差异不显著。5 个品种的果仁颜色均为金黄色，出仁率除‘斯图尔特’和‘碧根源 5 号’低于 50%外，其他品种均介于 55.57%—57.71%，其中‘波尼’最高，达到 57.71%。脂肪含量是薄壳山核桃果仁品质的重要指标，供试品种幼龄期坚果含油率介于 65%—70.88%，其中‘碧根源 5 号’最高，达到 70.88%。‘碧根源 3 号’果仁的总蛋白含量及总纤维含量最高，分别为 12.53%和 3.87%，‘波尼’果仁的可溶性总糖含量最高，为 2.83%。

表 4 不同品种薄壳山核桃坚果品质

品种 编号	果型特点			单果重/g	出仁率/%	仁色
	果长/cm	果高/cm	果宽/cm			
1	5.58±0.42 a	2.06±0.22 a	2.54±0.26 a	10.7±1.35 a	55.63±9.5 ab	金黄
2	4.46±0.35 b	2.04±0.16 a	2.42±0.35 a	6.51±1.12 c	46.48±8.7 ab	金黄
3	4.30±0.31 b	2.24±0.15 a	2.35±0.19 a	8.76±0.79 b	55.57±6.9 ab	金黄
4	4.42±0.56b	2.07±0.21 a	2.56±0.41 a	7.57±0.85 d	57.71±5.6 a	金黄
5	2.78±0.75 c	1.47±0.19 b	1.48±0.37 b	3.67±0.56 e	43.16±3.4 b	金黄

同列数据后不同小写字母表示在 $P<0.05$ 水平上存在显著性差异

3 结论与讨论

薄壳山核桃原产于美国,江苏引种已有百余年历史,现保存30年生以上的成年大树2 000余株^[9]。据调查测定,南京地区庭园生长的树龄50 a左右的薄壳山核桃实生树,平均树高17.5—19 m,胸径44.2—62.4 cm,2011年单株干果产量达115 kg^[10],表现出较强的生产潜力。目前江苏地区种植热情高涨,但尚未有系统研究的品种果园产量报道。通过调查发现,5个薄壳山核桃品种‘波尼’、‘马罕’、‘碧根源3号’、‘碧根源5号’和‘斯图尔特’在江苏常州地区生长正常,年平均生长量树高为0.74—1.13 m,地径为0.97—1.47 cm,均与美国原产地生长表现相似^[11]。对早期结实性状调查研究发现,苗龄1₍₂₎定植后第5年开始投产,但挂果率较低(约75%),且单株间差异较大,这一特性与云南早期引种表现一致^[12-13],引起这种现象的机制需要进一步研究。单株产量随着树龄增加且增加差异逐步减小,定植第7年可实现100%挂果,根据抽样调查,推算第9年产量可达到1 734 kg/hm²。

从营养成分看,脂肪是薄壳山核桃果仁中的主要成分,约占65%—70.88%,与国内外报道基本一致^[12,14]。除富含脂肪,薄壳山核桃仁营养丰富(见表5),含总蛋白质6.14%—12.53%,总纤维2.46%—3.87%,可溶性总糖2.12%—2.83%。综合分析挂果率、单株产量、空壳率,中果型‘碧根源3号’、‘波尼’和大果型‘马罕’在江苏地区表现出较好的早实丰产性;而在干果特性及果仁品质上‘碧根源3号’和‘波尼’表现更优。Rudolph等(1992)报道了薄壳山核桃果仁内含物会随着种植环境,遗传特性及成熟度发生变化,总脂肪含量介于60%—70%,总蛋白含量介于7%—17%,本研究中各品种内含物检测结果与云南早期引种报道基本相似^[14],未发现较大变异。因此,薄壳山核桃可作为江苏栽培的优质用材树种和本地油料树种,而在标准化果园经营中应选用品种‘碧根源3号’、‘波尼’和‘马罕’。

表5 不同品种薄壳山核桃果仁品质特点

%

品种 编号	总蛋白 含量	可溶性 总糖含量	总脂肪 含量	总纤维 含量
1	6.82±1.35 c	2.65±0.14 a	65.00±1.98 b	2.52±0.56 b
2	8.24±1.19 bc	2.09±0.35 b	67.95±2.26 ab	2.78±0.73 ab
3	12.53±1.21 a	2.12±0.22 b	69.67±2.32 a	3.87±0.46 a
4	10.46±1.07 ab	2.83±0.27 a	70.28±2.15 a	2.46±0.48 b
5	6.14±1.37 c	2.42±0.22 ab	70.88±1.95 a	3.80±0.69 a

同列数据后不同小写字母表示在 $P<0.05$ 水平上存在显著性差异

参考文献:

- [1] 董凤祥,王贵禧. 美国薄壳山核桃引种及栽培技术[M].北京:金盾出版社,2003.
- [2] 刘广勤,王秀云,生静雅,等. 薄壳山核桃育种研究进展[J].林业科技开发,2011,(25)4:1-5.
- [3] ZHANG R,PENG F,LI Y.Pecan production in China[J].Scientia Horticulturae, 2015,197: 719-727.
- [4] 吕运舟,董筱昀,蒋泽平,等.不同无性系薄壳山核桃播种苗的组织培养[J].江苏农业科学,2017,45(1):47-49.
- [5] 常君,姚小华,王开良. 不同无性系美国山核桃种子对其苗木根系生长影响的研究[J].西南师范大学学报(自然科学版), 2009, 34(1):109-114.
- [6] 陈芬,姚小华,高焕章,等.薄壳山核桃不同无性系开花物候特性观测和比较[J].林业科学研究,2015,28(2):209-216.
- [7] 刘永军,郭守华,杨晓玲.植物生理生化实验[M].北京:中国农业科技出版社,2002.
- [8] 李合生.植物生理生化实验原理和技术[M].北京:高等教育出版社,2001.
- [9] 李晓储,陈厚照.薄壳山核桃资源在华东地区开发利用的调查研究[J].江苏林业科技,2013,40(1):1-6.
- [10] 李永荣,李晓储,吴文龙,等.66个薄壳山核桃实生单株果实性状变异选择研究[J].林业科学研究,2013,26(4):438-446.
- [11] 吴国良,张凌云,潘秋红.美国山核桃及其品种性状研究进展[J].果树学报,2003,20(5):404-409.
- [12] 习学良,范志远,邹伟烈,等.10个美国山核桃品种的引种研究初报[J].浙江林学院学报,2006,23(4):382-387.
- [13] 姜晓装,阙龙善,邱富兴,等.赣选系列美国薄壳山核桃主要经济性状及栽培技术要领[J].江西科学,2011,29(3):319-323,338.
- [14] RUDOLPH C J,ODELL G V,HINRICHS H A,et al. Genetic, environmental, and maturity effects on pecan kernel lipid, fatty acid, tocopherol, and protein composition[J]. Journal of Food Quality, 1992, 15(4): 263-278.