

doi:10.13360/j.issn.1000-8101.2014.06.001

美国薄壳山核桃产业发展现状及对我国的启示

彭方仁

(南京林业大学林学院,南京 210037)

摘要:介绍了美国薄壳山核桃生产现状,详细阐述了美国薄壳山核桃的品种资源与良种选育、苗木培育、栽培管理、病虫害防治、采收和采后处理等产业化发展的关键技术,总结了美国薄壳山核桃发展经验及对我国的借鉴作用,并提出了促进我国薄壳山核桃产业发展的建议。

关键词:薄壳山核桃;种质资源;栽培技术;良种选育

为了全面掌握美国薄壳山核桃产业发展现状,学习美国薄壳山核桃的先进生产经营管理技术,2013年9月30至10月14日,由南京林业大学、南京绿宙薄壳山核桃科技有限公司、无锡万阳园艺场、常州天目中山杉培育场、安徽大寅园林公司等单位的专家学者和薄壳山核桃种植者组成的代表团赴美进行了美国薄壳山核桃产业发展的考察。考察团先后考察了位于美国德克萨斯州的美国农业部薄壳山核桃育种中心、佐治亚大学薄壳山核桃育种中心、德克萨斯州和佐治亚州的薄壳山核桃种植园、育苗基地、薄壳山核桃加工厂及批发市场,并就薄壳山核桃良种引进、丰产栽培、加工销售及技术合作进行了广泛的交流和探讨。考察团所到之处受到各考察单位或个人的热情接待,听取了详细介绍,并得到相关文字和音像资料。通过这次考察学习,使我们对美国薄壳山核桃的产业发展有了全面认识,增强了我国发展薄壳山核桃产业的信心。

1 生产现状

薄壳山核桃在美国的自然分布以密西西比流域及其东西两面支流的河谷地带为主,集中在北纬 16° ~ 42° 、西经 86° ~ 105° 之间^[1]。美国现有薄壳山核桃商业果园的种植面积约20万 hm^2 ,每年的坚果产量在15万~18万t。全美50个州中有24个州从事薄壳山核桃的商业化生产,按行政区划共划分为四大产区,种植面积最大的3个州为德克萨斯、佐治亚和俄克拉荷马州,分别占全国总面积的34%、27%和

17%^[2-4]。近年来随着薄壳山核桃出口量(尤其是出口中国)的增加及坚果价格的上升,全美薄壳山核桃的种植面积在不断扩大。据不完全统计,2010—2013年近3a新发展的薄壳山核桃种植园面积相当于美国近30a发展面积的总和。美国薄壳山核桃的发展呈现出前所未有的新局面,实际考察过程中我们也见到大面积新发展的种植园。

2 品种资源与良种选育

美国薄壳山核桃品种公开发布的已逾千个,有较大面积推广的品种约50个。按气候和地理位置,这些品种被划分为东南部、西部和北部品种3种类型^[5],不同品种的适应区域及种植面积存在巨大差别。例如‘Stuart’是1886年首次推广的,目前的栽培面积已占全美国嫁接树的27%。33个最流行的品种在全美商业果园品种中所占比重达85%^[6]。

美国薄壳山核桃的良种选育工作,主要由美国农业部研究服务中心(USDA-ARS)承担的薄壳山核桃良种选育项目和佐治亚大学Patrick Conner博士主持的薄壳山核桃育种项目所完成。这次我们非常荣幸地参观了这两个薄壳山核桃育种项目。美国农业部研究服务中心和各州农业试验站、推广服务中心、私人种植户合作,开展了目前世界唯一的国家级薄壳山核桃育种研究项目。该项目包括两部分:基础育种计划(Basic Breeding Program,简称BBP计划)和国家级薄壳山核桃优良无性系试验系统(National Pecan Advanced Clone Testing System,简称NPACTS)。BBP每年都会设计大量的杂交组合,获得的种子播下后,对子代表现要进行长达10a的评估。基于BBP计划,再筛选出极少一部分表现优异的单株,用于NPACTS测试。通常,NPACTS系统标准评估时间为15a,以此获得适合用于当地大面积推广的优良无性系。该

收稿日期:2014-04-25

修回日期:2014-08-30

基金项目:林业公益性行业科研专项(201304711);江苏省林业三新工程项目[Lysx2014(047)];江苏省高校优势学科建设工程资助项目(PAPD)。

作者简介:彭方仁(1963-),男,教授,主要从事森林培育与经济林栽培的教学与研究工作。E-mail:frpeng@njfu.edu.cn

育种项目的试验基地设在德克萨斯州的布朗伍德市 (Brownwood) 和卡城 (College Station)。杂交种子在冬季播种于温室,并在次年夏季经抗疮痂病 (*Fusicladium effusum*) 筛选。筛选出的幼苗移栽至卡城的试验田,以实生或嫁接的方式进行 10 a 评估,其中表现优异的单株将被选入 NFACTS 系统,由当地科研人员

和种植户进行二次筛选。几年后,优选出的品种将以当地人的名字命名,随后出售给种植户^[7]。美国农业部的薄壳山核桃品种并不申请专利,品种释放后,种植户可随意扩繁新品种而不受任何限制。该项目所培育的许多新品种已成为美国广泛栽培的优良品种,其培育和释放的品种情况如表 1 所示。

表 1 美国农业部研究服务中心选育释放的品种情况

序号	品种	亲本 ⁽¹⁾	编号	释放时间 ⁽²⁾	雌雄异熟类型 ⁽³⁾
1	Barton	Moore × Success	37-3-20	1953	I
2	Comanche	Burkett × Success	27-8-22	1955	II
3	Choctaw	Success × Mahan	46-15-276	1959	II
4	Wichita	Halbert × Mahan	40-9-193	1959	II
5	Apache	Burkett × Mahan	40-4-17	1962	II
6	Sioux	Schley × Carmichael	43-4-6	1962	II
7	Mohawk	Success × Mahan	46-15-195	1965	II
8	Caddo	Brooks × Alley	Philema 1175	1968	I
9	Shawnee	Schley × Barton	49-17-166	1968	II
10	Cheyenne	Clark × Odom	42-13-2	1970	I
11	Cherokee	Schley × Evers	48-22-27	1971	I
12	Chickasaw	Brooks × Evers	44-4-101	1972	II
13	Shoshoni	Odom × Evers	44-15-59	1972	II
14	Tejas	Mahan × Risien 1	44-10-293	1973	II
15	Kiowa	Mahan × Desirable	53-9-191	1976	II
16	Pawnee	Mohawk × Starking HG	63-16-125	1984	I
17	Houma	Desirable × Curtis	58-4-61	1989	I
18	Osage	Major × Evers	48-15-3	1989	I
19	Oconee	Schley × Barton	56-7-72	1989	I
20	Navaho	48-13-311 × Wichita	74-1-11	1994	I
21	Kanza	Major × Shoshoni	55-1-11	1996	II
22	Creek	Mohawk × Starking HG	61-6-67	1996	I
23	Hopi	Schley × McCulley	39-5-50	1999	II
24	Nacono	Cheyenne × Sioux	74-5-55	2000	II
25	Waco	Cheyenne × Sioux	75-5-6	2005	I
26	Lakota	Mahan × Major	64-6-502	2007	II
27	Apalachee	Moore × Schley	48-13-311	2009	I
28	Madan	BW-1 × Osage	85-1-2	2009	I
29	Lipan	Cheyenne × Pawnee	1986-3-624	2012	II

注: (1) Mahan = 5, Schley = 5, Success = 4, Evers = 4; (2) 从杂交到释放的平均时间为 26.6 a; (3) I = 雄先型, II = 雌先型。

佐治亚大学承担的薄壳山核桃育种项目基地位于佐治亚州的蒂弗顿 (Tifton), 该项目始于 1988 年, 其最终目标是培育出适合美国东南部湿润气候的薄壳山核桃品种^[8]。选育的品种基本特点为: 果型大, 易剥壳, 早熟性好, 果仁色淡, 雌花单簇较少以保证果实饱满; 此外, 对主要病虫害尤其是疮痂病的抗性是其育种项目的重要目标。首先根据育种目标, 设计好杂交组合。在雌花刚出现时, 及时进行套袋隔离; 当雌花可授时, 用授粉器人工授粉。授粉子代在容器里种植 1 a, 在此期间进行抗疮痂病测试, 移走疮痂病易感的植株, 剩下的抗疮痂病植株将于第 2 年定植于子代测定区。在 5 ~ 10 a 间, 大部分授粉子代都会结

果, 育种组会将表现优异的留下继续观测, 其余的全部移走以节省试验地空间。对单株性状的评价因素有: 抗疮痂病性, 果型大, 早熟, 出仁率高, 易去壳, 果仁色淡, 以及树体健壮。从子代测定林中优选的品种, 将被嫁接到新的试验地进行重复测试, 表现优异的会在后期释放。同时, 这些品种还将会作为下一个育种周期的亲本来使用。该项目的另一重要内容是对现有品种在佐治亚及美国东南部开展适应性评价, 为当地种植户推荐适宜发展的品种^[9]。该项目开展的不同品种栽培适应性评估及推荐使用情况如表 2。特别是对最近推出的品种的栽培适应性评价有力地促进了这些新品种的推广。例如: ‘Nacono’ 是一个

很有发展前景的大果型品种,它是从果实品质和抗疮痂病方面均表现良好的2个亲本品种 Cheyenne × Sioux 的杂交后代中选出,于2000年育成,坚果100粒/kg,出仁率56%,抗疮痂病能力优于‘Desirable’

和‘Stuart’,树势强健,果实10月中下旬成熟;‘Excel’是从实生树中选育出来的,因果形较大和抗疮痂病能力强而被推荐试种。

表2 佐治亚大学薄壳山核桃育种项目品种测定及推荐情况

品种	亲本	开花类型	粒/kg	出仁率/%	抗疮痂病等级	成熟期/月-日
推荐应用于佐治亚地区的品种						
Caddo	Brooks × Alley	I	148	54	3	10-11
Desirable	Success × Jewett	I	106	51	4	10-14
Elliot	实生起源	II	170	51	1	10-12
Forkert	Success × Schley	II	117	58	3	10-19
Kanza	Major × Shoshoni	II	163	52	1	10-18
Oconee	Schley × Barton	I	106	53	3	10-12
Pawnee	Mohawk × Starking HG	I	123	54	4	09-14
Sumner	Schley SdIng	II	123	49	2	10-29
部分推荐应用于佐治亚地区的品种						
Cape Fear	实生起源	I	121	51	2	10-19
Creek	Mohawk × Starking HG	I	121	48	2	10-18
Kiowa	实生起源	II	106	53	2~3	10-21
推荐作为栽培适应性评估的品种						
Amling	实生起源	I	126	55	1	10-17
Byrd	Pawnee × Wichita	I	110	59	2	09-21
Excel	实生起源	II	110	48	1	10-13
Lakota	Mahan × Major	II	130	62	1	09-28
Mandan	BW-1 × Osage	I	108	57	2	09-16
McMillan	实生起源	II	112	50	1	10-12
Zinner	实生起源	II	106	56	3	10-12

3 产业化生产关键技术

3.1 苗木培育

美国薄壳山核桃商业化种植园全面推广优良品种的嫁接苗,不同地区应用的砧木种类不同:美国东南部地区主要利用 Elliott、Curtis 及 Moore 等品种的种子,而南部各州则主要利用 Riverside、Burkett 及 Apache 等品种种子,在北方产区则主要利用 Giles 及其本地的实生苗作砧木。砧木的品种化利用是美国薄壳山核桃嫁接育苗技术的重要特色,值得借鉴与学习。砧木可在大田播种,也可采用芽苗移栽培育容器苗作砧木。大田播种可采用秋播(10—11月)或春播(3—4月),若春播种子必须用湿沙进行层积催芽,播种前苗床进行细致整地。为了促进种子的萌发及幼苗生长,大田播种育苗通常都要进行地膜覆盖;如采用容器苗作砧木,则在温室或大棚内进行种子高温催芽,芽苗切根移栽,促进砧木根系的发育。美国主要采用枝接和芽接两种方法培育薄壳山核桃的良种嫁接苗:枝接通常在3—4月进行,多采用舌接、切接等;芽接通常在夏末进行,主要采用方块芽接。其次采用“工”字型或“T”字型芽接,当年芽接未成活的砧

木可在次年春季继续进行枝接。嫁接苗有当年出圃的,也有2~3a出圃的。育苗的株行距(20cm × 50cm)较大,以利通风透光,促使苗木健壮生长。由于管理科学,当年生嫁接苗苗高可达2~3m,地径可达3~4cm,质量较好,价格较高。2年砧的1年生裸根苗价格在18美元/株左右,而相同规格的容器苗价格在25美元/株左右,容器苗更受市场欢迎。

3.2 栽培管理

由于美国土地资源丰富,薄壳山核桃种植园通常建在有水源、水质好的平原地区。建园前进行全面深翻,以“正方形”或“品字形”设计种植穴。由于薄壳山核桃树体高大,生长迅速,通常采用大株行距种植,有8m × 8m(156株/hm²)、10m × 8m(125株/hm²)和12m × 10m(84株/hm²)几种密度。定植当年在1.5~2.0m处定干,培育自然开心树形。成龄树修剪采用隔行隔年的方式,以机械修剪为主,人工修剪为辅。

考察团参观的几家较大规模种植园均配备专职的营养学专家,他们对种植园的土壤条件及树体生长状况开展薄壳山核桃的营养诊断研究,根据这些研究

结果指导种植园的施肥。他们的研究表明:无论是薄壳山核桃的幼树,还是成龄盛果期的果园,对氮肥的需求量均明显高于磷、钾肥,仅在成龄盛果期时,适当提高磷、钾肥比例,同时非常重视锌、锰等微量元素肥料的应用。薄壳山核桃是最容易出现缺锌症的果树之一,西部干旱区土壤固锌能力很强,所以要大量施用锌。叶面喷洒各地都应用,反应快,但其效果不如土壤施用持久。使用浓度为 0.75 kg 36% 的硫酸锌溶于 450 L 水中,在授粉后 27~42 d 开始喷洒,潮湿地区再加 0.75 kg 石灰。土壤施用按树龄每株 0.19~0.37 kg,在 2 月底至 3 月初施用,一旦缺锌症得到矫正,则每 5~10 a 施用 1 次,经常使用对树体有害。

水分管理是薄壳山核桃商业化种植园管理的关键技术,根据薄壳山核桃生长发育规律,一年中根系生长期(3 月底至 4 月初)、果实上浆期(6—7 月)、果仁发育期(7 月下旬至 9 月)和果荚开裂期(10 月)是水分管理的关键阶段。任何一个时期出现水分胁迫,均会引起落果或僵果,甚至影响翌年产量。美国很重视水分管理,在果园建立的同时配套建设灌溉系统,大多数果园的灌溉系统与施肥系统相配合,在灌溉的同时完成施肥工作。

3.3 病虫害防治

疮痂病是美国东南部几个州薄壳山核桃产区的最严重病害,通常危害叶片和果实,极易在潮湿的气候条件下发生。培育抗疮痂病新品种是目前最有效的防治措施,几十年来已经培育出如‘Nacono’、‘Lakota’、‘Excel’、‘Summer’等许多抗疮痂病的优良品种。种植者通常采用杀菌剂控制,在危害严重的年份,需多次喷施杀菌剂。

危害薄壳山核桃的虫害主要是鞘蛾幼虫(Case-bearer)和象鼻虫(Weevil)。鞘蛾幼虫已在几乎所有的种植园均有发现,大量群居性地为害幼果。最有效的防治方法是在适当的时候喷洒杀虫剂,毒杀孵化幼虫,避免其进入幼果。美国种植者在病虫害管理上,非常注重生物防治,尽可能少用杀虫剂。

3.4 采收和采后处理

在美国,薄壳山核桃的采收、清洗、分级、烘干等工序已完全实现了机械化。每年 9 月下旬至 11 月底是薄壳山核桃的采收期,采收通常一年要 2~3 次批完成。在 9 月末,当树上有 2/3 的薄壳山核桃青皮开裂,标志着果实可以采收了。薄壳山核桃果实的采收是通过振荡采种机将果实振落到地面上,

通过机械收集果实,运送到加工厂进行清洗、脱青皮、分级、烘干等处理。在美国,规模较大的种植园均建有自己的加工工厂。

4 发展经验与特点

4.1 主栽品种良种化

实行良种化栽培是美国薄壳山核桃产业发展的一个显著特征。尽管美国薄壳山核桃品种资源丰富,但主栽品种主要有‘Stuart’、‘Western Schley’、‘Desirable’、‘Pawnee’等,上述 4 个品种的栽培面积超过全美薄壳山核桃总面积的 57.4%^[6],在美国薄壳山核桃栽培中良种化普及程度之高由此可见一斑。

4.2 生产过程现代化

美国薄壳山核桃从建园开始,到土壤管理、树种管理、肥水管理、病虫害防治,再到采收、脱皮、烘干和分级,全部环节都实行机械化作业,特别是其采收加工工艺令人大开眼界。振荡采种机采种,堆扫机收集,运送到加工厂后及时进行清洗、脱青皮、分级、烘干等处理。整个工艺过程的机械化、标准化保证了薄壳山核桃园的集约管理和产品的质量。

4.3 组织管理专业化

美国薄壳山核桃产业的发展主要依赖于私人种植主,绝大多数薄壳山核桃种植园都是家族经营,即是近几年新买土地或租赁土地发展起来的薄壳山核桃种植园。其园主一般都具有很高的专业学历,有些是农学、园艺方面的博士,对薄壳山核桃的生物学特性和生态学特性都掌握得非常清楚,专业化生产的水平都比较高。有些园主还高薪聘任高等院校或专业研究机构的专家作技术指导,进行科学的专业化经营。

4.4 产学研一体化

美国把科学研究和技术进步视为薄壳山核桃生产的灵魂,特别重视影响薄壳山核桃产业发展的关键技术的研究工作。在种质资源收集、砧木品种和栽培品种良种选育、优良品种的无性扩繁、栽培生理、营养生理、病虫害控制技术等方面坚持不懈地开展研究,现在其各方面的研究水平平均处国际领先地位。在重视科学研究的同时,建立健全全国性的技术推广体系。美国农业部培养了一批薄壳山核桃推广专家,每个农场主均有专门技术顾问,薄壳山核桃的主要生产州都有种植者协会。农场主和种植者协会还为专业的研究机构提供研究经费,如佐治亚大学薄壳山核桃育种项目的经费主要由农场主和种植者协会提供,其研究成果直接应用于生产,这种利益相关的推广体系有效地推动了整个薄壳山核桃生产技术的推广,加速

了科技成果的转化。

5 对我国的发展启示与建议

5.1 合理规划,推进薄壳山核桃产业有序发展

目前,云南、安徽、浙江、江苏等省份已把薄壳山核桃作为重要木本油料树种进行重点推广,各地发展薄壳山核桃的积极性高涨^[10-11]。但由于对薄壳山核桃生物学特性掌握不够,加之优良品种苗木资源缺乏,不少地方出现一哄而上的现象。各地在发展薄壳山核桃时,首先应根据当地的自然资源条件研究制定合理的发展规划,突出重点,体现各区域特色;要与调整树种和品种结构结合起来,通过规划,优化布局,发挥优势,达到形成规模、提升效益的目的,促进薄壳山核桃产业健康有序地发展。

5.2 加强科学研究,突破制约我国薄壳山核桃产业发展的技术瓶颈

我国引种薄壳山核桃已有 100 多年历史,至今尚未形成产业化,其主要原因在于育种进程缓慢、优良品种资源匮乏、规模化扩繁技术落后、良种苗木供不应求和配套栽培技术不完善。要提升我国薄壳山核桃的产业化水平,相关研究部门应联合攻关,突破如下关键技术:(1)薄壳山核桃优良新品种培育。薄壳山核桃新品种培育要从传统的表型选择育种向有性杂交制种与无性利用相结合的方向转变,同时,将常规育种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,加快薄壳山核桃新品种的培育进程。(2)薄壳山核桃良种扩繁技术。在进一步完善薄壳山核桃嫁接技术的基础上,开展组织培养、体细胞胚胎发生等现代快繁技术研究,形成以无性系快繁技术为核心的优良薄壳山核桃品种规模化快繁技术体系。(3)薄壳山核桃丰产栽培机理研究。薄壳山核桃属于雌雄异熟树种,多数品种雌雄花期不遇,不能自花授粉,建园时必须配置授粉品种。有关薄壳山核桃的成花机制、花芽分化与性别调控、雌花促成、矮化机理等方面还有待深入研究。(4)薄壳山核桃配套栽培技术。主要包括品种配置技术、树形管理技术、群体结构调控技术、水肥调控关键技术、病虫害防治技术、高效复合经营技术等。

5.3 建立示范基地,加速科技成果的转化

充分利用已有的研究成果,选择具有一定条件的地区建立示范基地,在加强科学研究的同时,加大对现有技术成果的推广力度。开展多种形式的技术培训和科技服务,使优良品种繁育、丰产栽培、抚育管理、病虫害防治等配套栽培技术真正让农民掌握并运用到生

产实践中,切实提高我国薄壳山核桃产业的集约化经营水平,促进我国薄壳山核桃产业的健康发展。

5.4 成立行业协会,加强对薄壳山核桃产业发展的指导

目前江苏省发展薄壳山核桃的基础较好,南京林业大学、江苏省植物研究所、江苏省林业科学研究院、江苏省农业科学院等科研机构均有从事薄壳山核桃研究的课题组,并分别在句容张庙、南京六合、常州武进和淮安盱眙等地建有试验示范基地。本次前往美国考察的南京绿宙薄壳山核桃科技有限公司、无锡万阳园艺场、常州天目中山杉培育场等企业均种植有不同规模的薄壳山核桃果园,此外,宿迁泗洪、南京六合、盐城大丰等地近年也进行了规模化发展^[12]。借鉴美国的经验,建议江苏可率先成立江苏省薄壳山核桃协会,设立相关研究项目,促进科研跟进,推动该树种的科研和相关技术的提升,指导全省薄壳山核桃产业的全面发展。

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]彭方仁,李永荣,郝明灼,等.我国薄壳山核桃生产现状与产业化发展策略[J].林业科技开发,2012,26(4):1-4.
- [3]Wood B W. Production unit trends and price characteristics within the United States pecan industry[J]. Hort Technology,2001,11(1):110-118.
- [4]Editors of pecansouth magazine. Pecans (in shell): production, season-average price, and value. United States, 1960 to date [J]. The Pecan Newsletter,2011,30(7):1-3.
- [5]张日清,吕芳德.美国山核桃在原产地分布、引种栽培区划及主要栽培品种分类研究概述[J].经济林研究,2002,20(3):53-55.
- [6]吴国良,张凌云,潘秋红,等.美国山核桃及其品种研究性状[J].果树学报,2003,20(5):404-409.
- [7]Thompson T E. History of USDA pecan breeding program [EB/OL]. [2014-03-21]. <http://extenslon-horticulture.tamu.edu/carya/history.htm>.
- [8]Conner P J. Pecan breeding review [J]. Pecan south, 2012,45(4):34-44.
- [9]Conner P J, Thompson T E. Performance of nine pecan cultivars and selections in Southern Georgia [J]. Journal of the American Pomological Society,2003,57(3):115-120.
- [10]李永荣,吴文龙,刘永芝.薄壳山核桃种质资源与开发利用[J].安徽农业科学,2009,37(27):13306-13308.
- [11]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.
- [12]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):1-15.

(责任编辑 葛华忠)