

新中国果树科学研究70年——柿

罗正荣,张青林,徐莉清,郭大勇,陈文兴

(华中农业大学园艺植物生物学教育部重点实验室,武汉 430070)

摘要:中国是柿的原产国之一,也是世界上栽培历史最悠久、面积最大和年产量最多的国家。根据果实能否自然脱涩及其性状遗传特点,现有品种分为完全甜柿(pollination constant & non-astringent,简称PCNA或“甜柿”)和非完全甜柿(简称non-PCNA)。其中,甜柿可细分为中国甜柿(CPCNA)和日本甜柿(JPCNA);非完全甜柿又可细分为不完全甜柿(PVNA)、不完全涩柿(PVA)和完全涩柿(PCA)。笔者以我国柿产业中存在的主要问题以及所涉及的科学和关键技术问题为线索,以科学论文、专著、科研项目及其奖励成果,以及人才培养等方面数据为基础,试图对柿科学技术70年的发展历程和主要成就进行归纳和总结。新中国建立之后,尤其是改革开放之后,我国柿学研究得到快速发展。基本摸清柿种质资源“家底”,建立了柿品种遗传改良技术体系,并在中国甜柿种质资源评价和利用等方面取得系统的研究成果。未来我国柿产业可持续发展需要重视的问题:(1)持续加大对相关基础研究和技術开发的投入,以稳定规模适当的产业技术研发团队;(2)政府职能部门牵头引进和培植市场主体,由龙头企业、专业合作社、农户组建“产业共同体”,以提高产业技术含量和减少市场风险,尤其是避免让农户直接面临销售市场;(3)大力研发与示范果实规模化脱涩保脆技术体系,以提高占主体地位的涩柿产业的经济效益;(4)加大对精深加工产品的研发力度,以提高产品附加值;(5)将传统技术进行现代化改造、将引进技术进行适用性改造,吸收和消化其他果树先进的产业化技术,集成和组装轻简化、标准化优质安全生产技术体系。

关键词:柿;新中国;70年;科学研究;回顾;展望

中图分类号:S665.2

文献标志码:A

文章编号:1009-9980(2019)10-1382-07

Fruit scientific research in New China in the past 70 years: Persimmon

LUO Zhengrong, ZHANG Qinglin, XU Liqing, GUO Dayong, CHEN Wenxing

(Key Laboratory of Horticultural Plant Biology, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, Hubei, China)

Abstract: China is one of the origin countries of persimmon, and has the longest cultivation history and the largest production area and the annual output in the world. Based on the fruit astringency character and the genetic controls of the astringency trait, persimmon cultivars are classified into pollination constant & non-astringent (PCNA) type and non-PCNA type. The PCNA type persimmon can be further divided into two types based on the genetic control of the PCNA trait, the Chinese PCNA type (CPCNA) and the Japanese PCNA type (JPCNA), while the non-PCNA type can be divided into pollination variant & non-astringent (PVNA) type, pollination-variant & astringent (PVA) type, and pollination constant & astringent (PCA) type according to the relation of astringency loss to the formation and accumulation of volatile compounds in flesh. This review addresses the main problems existing in persimmon industry in China and the involved scientific and key technical problems. Based on scientific papers, monographs, and awarded achievements obtained especially since the reform and opening up, we systematically summarized the development and main achievements in persimmon science and technology in the past seventy years in China. With 70 years' development, especially since the reform and opening up 40 years ago, we have clarify persimmon germplasm resources in China, established a technology system for genetic improvement of persimmon, and made systematic achievements in the evaluation

收稿日期:2019-09-14 接受日期:2019-10-04

基金项目:中央高校基本科研业务费专项(2662015PY022)

作者简介:罗正荣,男,教授,从事果树种质资源评价及利用研究。Tel: 027-87282677, E-mail: luozhr@mail.hzau.edu.cn

and utilization of germplasm resources in CPCNA persimmon. Viewed from the present status and developing trends of persimmon industry in China, persimmon research and development is relatively dispersed with lots of repeated works under unstable and insufficient financial support. The enterprises involved in persimmon industry are generally small in scale, especially the processing enterprises, which are mainly "small workshops". And the marketing channel is relatively weak, and the persimmon farmers are facing large risk from market with poor benefits. East Asia is the traditional production area of persimmon. In the recent 10 years, commercial production has also developed in other Asian countries as well as in Europe and the United States. From the perspective of scientific research and industrial technology development, Japan is still at the highest level in the world; other countries such as South Korea, Israel, Spain and Italy are also developing rapidly. In terms of industrial scale, China is the largest country of persimmon production in the world, but there is still a clear gap in per unit area yield and the benefits compared with the developed regions. In recent years, the persimmon industry in Spain has grown rapidly due to the rapid entry of many medium and large enterprises into this field, which has promoted the development of persimmon production technology in all aspects. In the future, for the sustainable development of persimmon industry in China, attention should be paid upon: (1) continue to increase fund support for basic research and technology development to stabilize the industrial technology R & D team with appropriate scale; (2) government involvement in market promotion and organization of the "industrial community" composed of leading enterprises, professional cooperatives and farmers so as to improve "technology content" in the industry and reduce market risks, so that farmers will not directly face the market; (3) development of the large-scale destringency and crispness-keeping technology system in persimmon fruit, so as to improve the economic benefits of the non-PCNA persimmon industry which occupies the main share; (4) research and development for deep processing to improve the added value of persimmon; (5) modernization of the traditional technology, transformation of the applicability of the introduced technology, adoption and assimilation of the advanced technology in other fruit trees, and construction of labor-saving and standardized system for high-quality and safe production.

Key words: Persimmon; New China; 70 years; Scientific research; Review; Prospect

柿(*Diospyros kaki* Thunb.; $2n = 6x = 90$, 少数品种 $2n = 9x = 135$)为柿科(Ebenaceae)柿属(*Diospyros* L.)果树的代表种。根据果实能否自然脱涩及其性状遗传特点,现有品种分为可在树上自然脱涩、甜涩性状表现质量性状遗传特点的完全甜柿(pollination constant & non-astringent, 简称 PCNA 或“甜柿”)和不能或不能完全在树上自然脱涩、甜涩性状表现数量性状遗传特点的非完全甜柿(简称 non-PCNA)^[1]。其中,甜柿可细分为自然脱涩性状受显性基因位点控制的中国原产完全甜柿(简称“中国甜柿”或 CPCNA)和受隐性基因位点控制的日本原产完全甜柿(简称“日本甜柿”或 JPCNA);非完全甜柿又可细分为不完全甜柿(pollination variant & non-astringent, 简称 PVNA; 此类品种果实能否自然脱涩与种子有无和数量以及气候条件有关)、不完全涩柿(pollination variant & astringent, 简称 PVA; 此类品

种果实仅种子附近的部分果肉可自然脱涩)和完全涩柿(pollination constant & astringent, 简称 PCA; 不管种子有无和数量其果实均不能自然脱涩)。甜柿成熟后无需任何人工处理即可脆食,改善了商品的鲜食体验,且方便贮运,是国内外柿产业重点发展的品种类型,也是世界范围内遗传改良的首要目标。我国是世界上柿树栽培历史最悠久、面积最大和年产量最多的国家,但传统产区仍以完全涩柿为主。涩柿果实需经人工脱涩处理后才能食用,脱涩处理花费人力、物力和财力,脱涩后果实耐贮性降低;脱涩不完全的果实不仅商品性低,还易导致消费者对其诱发“胃柿石”(persimmon bezoars)的恐惧。而且,由于成年柿树抵御生物和非生物逆境能力较强,易形成粗放管理的认识误区,标准化建园和田间管理技术尚未完全普及。此外,柿的加工适应性较好,但除柿饼之外,我国在产品精、深加工方面还相当滞后。上

述问题已经成为柿产业可持续发展的限制因素^[2]。

柿的名称最早见于战国时期的《礼记·内则》(公元前 450 年左右由孔子之孙孔伋所著),该书将其列为当时的珍贵食品之一;另据司马相如《上林赋》(公元前 120 年—前 118 年)记载,汉武帝时期的皇家园林—上林苑中有柿等许多果树栽植。但那时主要作为奇花异木供少数人观赏和食用^[3]。南北朝时期(公元 387—589 年),由于嫁接和脱涩技术的发展,柿作为果树栽培开始普及;唐、宋时期(公元 590—1234 年)进一步规范栽培,并产生了一些栽培品种;元、明、清时代和新中国建立初期(公元 1235—1963 年),柿作为“木本粮食”获得新的发展^[3]。另根据王仁梓考证,新中国建立至改革开放之前,柿生产基本处于放任栽培阶段,但其作为“时令果品”的身份得以逐渐恢复;改革开放之后柿产业发展逐渐进入商品生产期^[4]。

本文以我国柿产业中存在的主要问题以及所涉及的科学和关键技术问题为线索,以新中国成立后尤其是改革开放以来在科学论文、专著、科学技术研究项目和成果奖励,以及人才培养等数据为基础,试

图对新中国柿科学技术 70 年的发展历程和主要成就进行系统归纳和总结,以期为柿学研究和柿产业的可持续发展提供参考。

1 产业规模及其特点

据 FAO^[5]统计,2017 年我国柿栽培面积和产量分别为 981 528 公顷(占世界 91.32%)和 4 216 376 吨(占世界 73.32%),均居世界首位(图 1、2)。中、韩、日和巴西是柿的传统产区。最近,西班牙的产业规模增长较快,自 2014 年起其年产量已经超过日本、位居世界主产区第 3 位。其他有商品生产的国家还有阿塞拜疆、乌兹别克斯坦、意大利、以色列、伊朗,以及新西兰等。值得注意的是,我国柿的主产区由传统的黄河流域开始向长江流域及其以南发展。以长江为界,年产量排名前 10 的省份南北各占 50%(图 3)。另据国家农业农村部统计,2016 年我国柿的年产量位居苹果、柑橘、梨、桃、葡萄、香蕉和红枣之后,排名第八(图 4)。但与先进国家和其他果树相比较,柿科学和产业技术研究起点均较低。

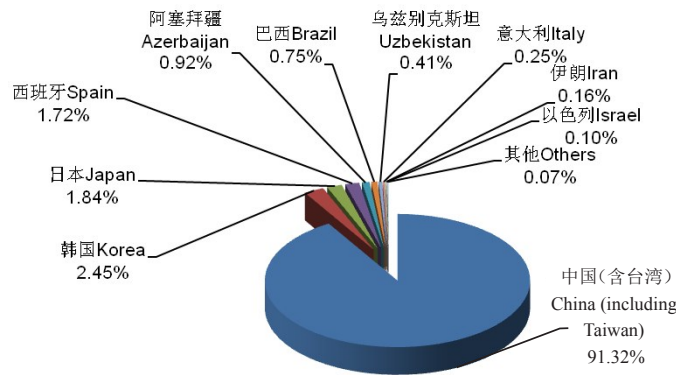


图 1 2017 年各主产国柿收获面积占世界总收获面积的比例 (FAO, 2019)
Fig. 1 Proportion of persimmon harvest area of the major producing country in the total harvest area of the world in 2017 (FAO, 2019)

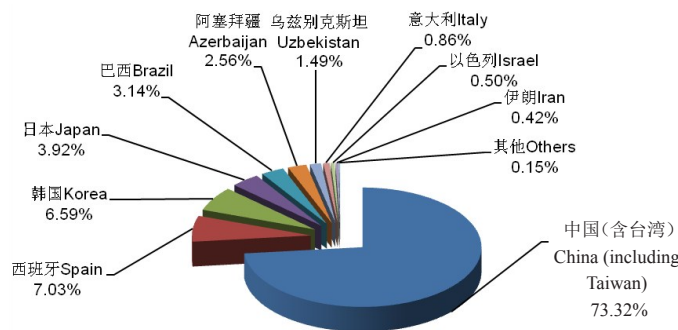


图 2 2017 年各主产国柿果年产量占世界总产量的比例 (FAO, 2019)

Fig. 2 Proportion of persimmon annual output in the major producing country in the world in 2017 (FAO, 2019)

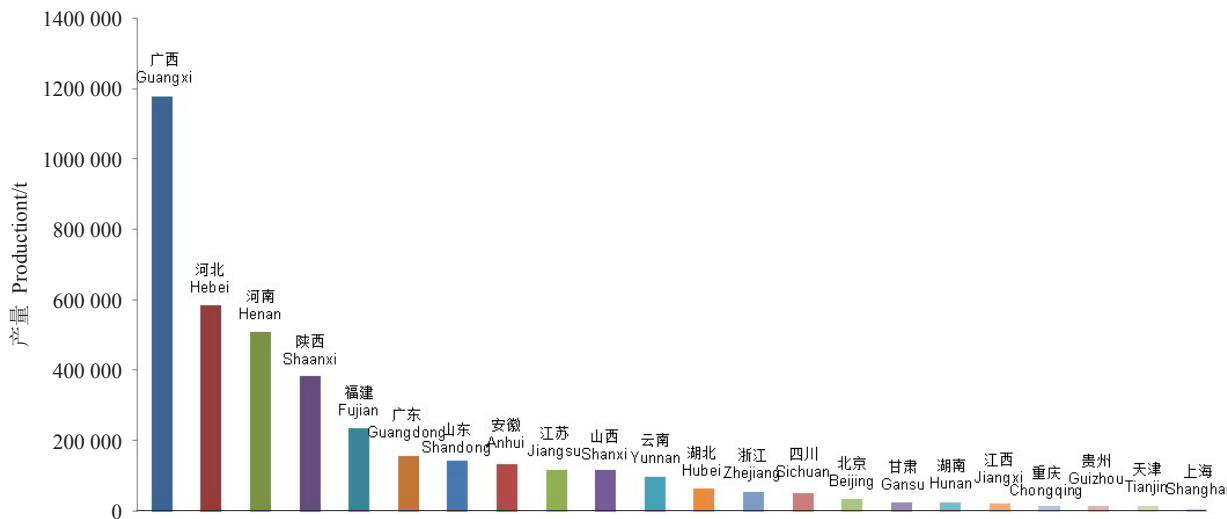


图3 2016年我国主产区柿果年产量排名 (国家农业农村部, 2019)

Fig. 3 Annual output of persimmon in major producing Areas of China in 2016 (Ministry of Agriculture and Rural Affairs, 2019)

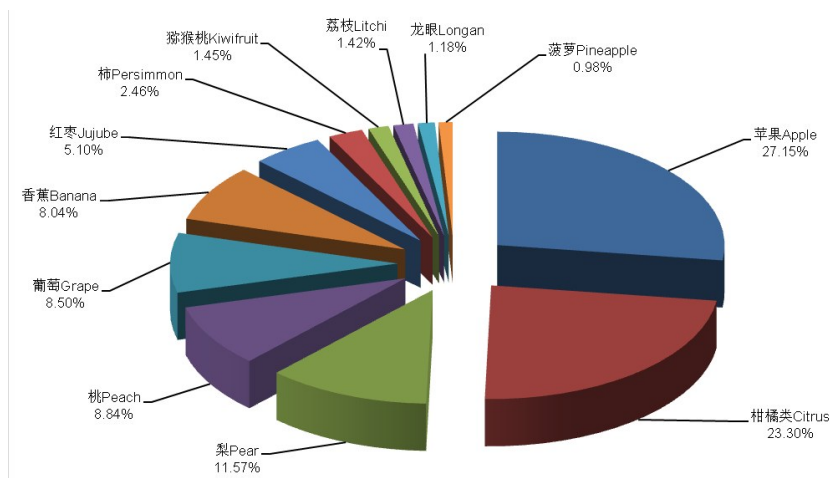


图4 2016年主要果品占全国果品总量的比例 (国家农业农村部, 2019)

Fig. 4 Proportion of major fruits in the total fruit of China in 2016 (Ministry of Agriculture and Rural Affairs, 2019)

2 柿学研究和产业技术的发展现状

2.1 与柿相关的科学研究项目和奖励成果

图5结果显示,2005年之前省部级及以上的柿学研究项目和成果奖励较少,随后有明显增加的趋势。华中农业大学、浙江大学和西北农林科技大学是获得国家基金项目最多的单位;国家农业部(现农业农村部)和国家林业局(现自然资源部林业和草原局)组织实施的公益性行业专项,以及科技部组织实施的国家科技支撑计划中有柿或与柿相关的项目。最近,国家重点研发计划也首次将柿学研究纳入。与柿相关的获奖项目中,单独申报和获奖的不多;今年由华中农业大学和西北农林科技大学等联合申报的“柿产业关键技术创新与应用”获湖北省科技进步

一等奖,但迄今尚无柿学研究的国家级奖励问世。

2.2 与柿相关的中文专著

图6结果显示,1958年以后每年均有柿的专著或技术性手册问世,但与其他大宗果树相比较,其数量和质量尚有较大的潜力可挖掘。其中,中(1987)英文(1996)版的中国植物志(柿科)、柿种质资源描述规范和数据标准(2006)^[6]、陕西柿品种资源图说(2018)^[4]和柿雄性种质资源图志(2017)^[7]等,代表了我国相关研究领域学术专著的最高水平。

2.3 与柿相关的中英文论文

以 www.cnki.net 和 www.webofknowledge.com 数据库为依据,获得最近20年间我国学者在国内外刊物发表论文数量(图7)。从图7可以看出,1999—2019年间,我国与柿学有关的中文论文数量每年均

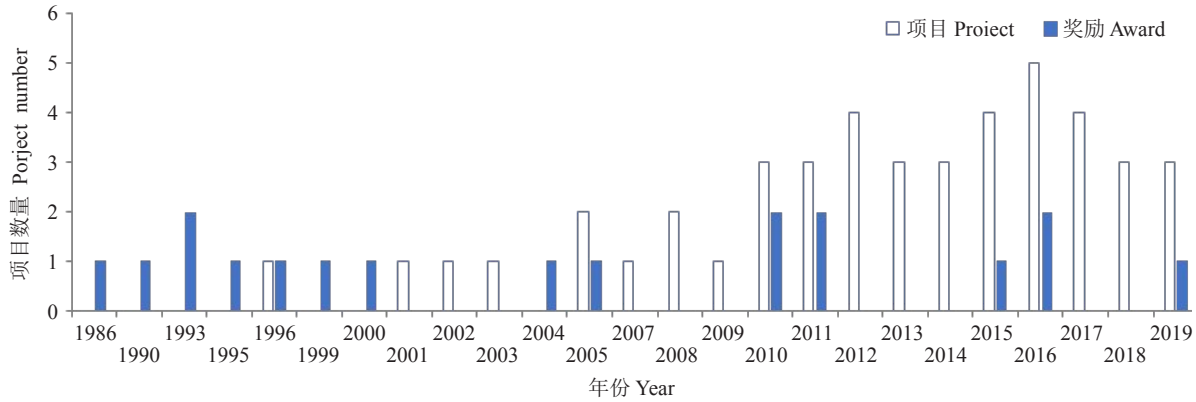


图 5 1986—2019 年我国与柿有关的重要科学研究项目和奖励数量的变化
(出处: 中国科学院全球科研项目数据库; 各获奖单位提供)

Fig. 5 Changes of important scientific projects and award related to persimmon in China during 1986 to 2019
(Source: Global Research Project Database of Chinese Academy of Sciences; Each winning unit to provide)

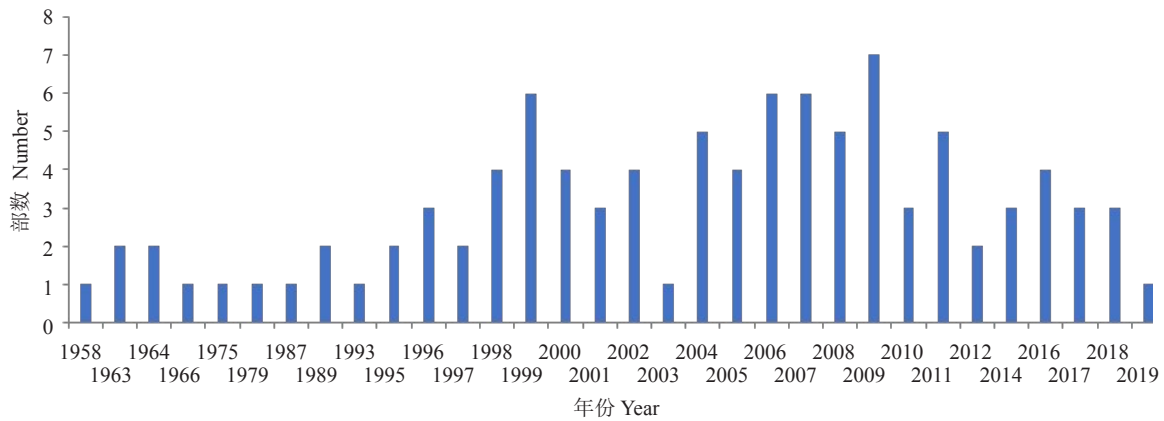


图 6 1958—2019 年我国与柿有关的中文专著数量的变化
(出处: www.dangdang.com; www.amazon.cn; book.kongfz.com)

Fig. 6 Changes of monograph related to persimmon in China during 1958 to 2019
(Source: www.dangdang.com; www.amazon.cn; book.kongfz.com)

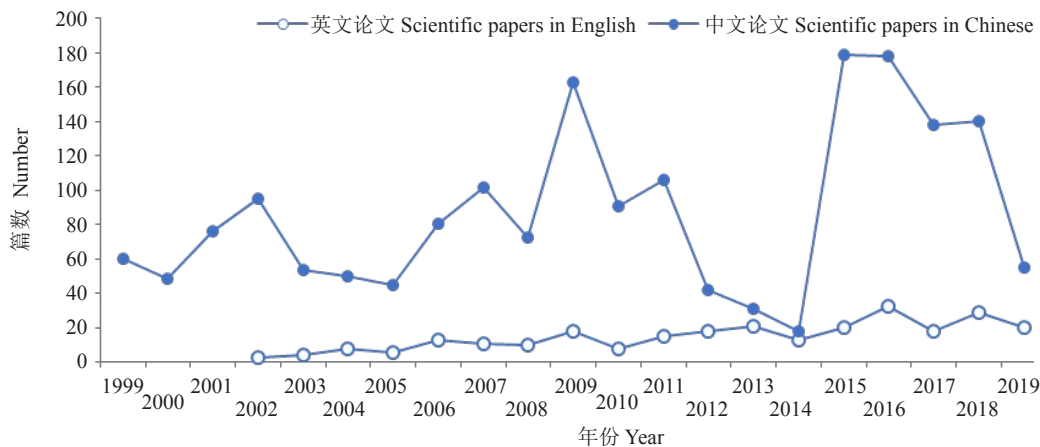


图 7 1999—2019 年我国与柿有关的中英文论文数量的变化 (出处: www.cnki.net; www.webofknowledge.com)

Fig. 7 Changes of scientific papers in English or Chinese related to persimmon in China during 1999 to 2019 (Source: www.cnki.net; www.webofknowledge.com)

在 20 篇以上, 2009 年和 2015 年出现两个高峰, 分别达到 170 篇左右/年和 180 篇左右/年; 前一个中文论

文数量高峰出现的原因可能与国家自然科学基金等基础研究项目持续支持有关, 后一个高峰出现则可

能与国家公益性行业专项等更高强度的科研项目的支持有关。2014年出现的论文数量的低峰值,则可能与随后到来英文论文明显增多有关,亦即相当数量的论文投往英文刊物,尤其是SCI收录刊物。

2.4 与柿相关的研究生学位论文

图8结果显示,2001年之前我国与柿学相关的研究生培养刚刚起步,2010年和2016年硕士研究生和博士研究生分别达到高峰。尽管在世界同类数据中占据领先地位,但与其他果树相比差别明显,尤其是学位论文质量尚有较大的提升空间。另外,与柿

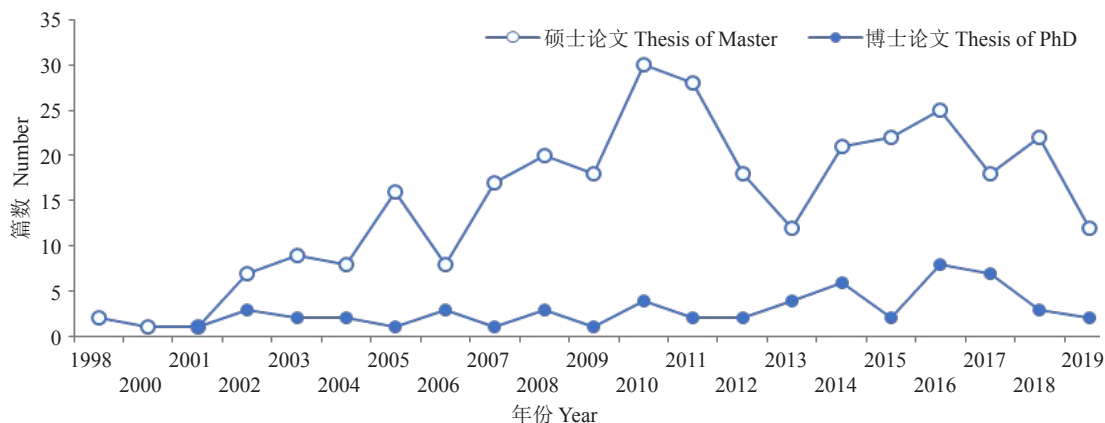


图8 1998—2019年我国与柿有关的研究生学位论文数量的变化(出处: www.cnki.net)

Fig. 8 Changes of master or PhD graduates thesis on persimmon in China during 1998 to 2019 (Source: www.cnki.net)

学相关的研究生培养主要集中在华中农业大学、西北农林科技大学、中国农业大学、浙江大学等单位。

3 我国柿学和柿业发展的主要成就

3.1 种质资源与遗传改良

柿资源保存最多的为中国(约600份),以后依次为日本(约400份)、韩国(约200份)和西班牙(约100份)。日本农业和食品综合研究机构(NARO)等单位先后选育出系列甜柿品种;此外,还选育出部分矮化砧木和观叶品种(裴欢等,2015)。韩国已选育出甜柿品种Jowan(乔万)和Romang(浪漫)。西班牙和意大利也在实施各自的品种改良计划,但迄今尚未见新品种释放的报道。

上世纪80年代初,国家农业部在陕西眉县建立了世界上最大的柿圃,后迁至杨凌。对我国柿种质的评价研究取得系列进展,基本摸清资源“本底”^[6-9]。我国已报道的新品种主要以突变或实生变异,以及引进为主,如甜柿品种鄂柿1号^[10],授粉单株雄株1号、3号、8号^[8-9,11],广亲和砧木小果甜柿和牛眼柿^[12]。中国林业科学研究院亚热带林业研究所和西北农林科技大学等单位已筛选出与‘富有’系优质品种嫁接亲和性强的砧木类型。最近,将传统人工杂交与现代生物技术和分子标记辅助早期选择,嫩枝高接,圃地和产区多点同时评价相结合成为甜柿遗传改良的新趋势^[1]。国内如华中农业大学、西

北农林科技大学、国家林草局泡桐研究中心等单位开展的杂交育种已获得部分新单株。

3.2 栽培模式与商品生产技术

我国台湾地区素有精耕细作的田间管理传统,在福建仙游和闽侯等地已经引进了此类“精致”的“小规模优质生产+综合经营”模式,取得了较高的经济效益。我国大陆新植柿园一般以开心形(三主枝自然开心形和两主枝Y字形)和变则主干形为主流树形;此外,三主一心形和纺锤形等也在试验示范阶段。传统的(主干)“高”、(树冠)“大”、(枝梢)“直”的树形正在向“矮”、“小”、“斜”的方向转变,如我国的恭城水柿主产区已经全面推广矮干、低冠树形。华中农业大学柿团队在标准化建园和轻简化田间管理上作了探讨,提出了以冬季管理(修剪—清园—施肥—消毒)为中心和提高土壤有机质(地钻辅助分层穴施冬肥+冬季柿园废弃物粉碎还田)为重点的技术模式^[13]。

3.3 精深加工产品开发

柿果除鲜食外,还可加工成柿饼、柿脯、柿糕、柿片、柿醋、柿酒、柿冻等;柿叶也可制成保健茶;柿蒂、柿霜、柿皮等均可入药。此外,柿单宁是一种来源丰富、结构复杂、分子量较大的缩合单宁,由黄烷-3-醇单体通过C-C键连接的多聚缩合物。富含邻位酚羟基,易与金属离子如铀、钍、铅、铜、铬、铁、金、钡等结合,发生络合、氧化还原等反应,是一种良好的生物

吸附材料。最近的研究已将柿单宁的应用领域扩展到生物材料、绿色化学及精细化工等许多新的领域,我国相关学者也作出了一定的贡献^[14]。

4 结 语

综观我国柿产业发展的现状与趋势,新中国建立之后尤其是改革开放之来,我国柿学研究得到快速发展。基本摸清柿种质资源“家底”,建立了柿品种遗传改良技术体系,并在中国甜柿种质资源评价和利用等方面取得系统的研究成果。但柿学研究还没有完全摆脱“散兵游勇”状态;在不稳定和不完全的经费支持下还存在明显的重复研究现象。而且,参与柿产业的企业规模一般较小,尤其是加工企业基本以“小作坊”为主;此外,销售环节比较薄弱,由柿农直接面向市场,风险大、效益差。柿为东亚特产果树,近 10 年来在亚洲其他国家以及欧、美等国也开始商品化规模生产。从科学研究和产业技术发展看,日本仍然处于世界最高水平;其他如韩国、以色列、西班牙和意大利等国家也在快速发展之中。从产业规模看,我国无疑是世界柿的产业大国,这一状态短期内不会有根本的变化,但从单产和效益看与发达国家比较还有明显的差距。近年来西班牙的柿产业规模增长较快,与许多大中型企业迅速进入该领域并全方位推动相关产业技术发展有关。未来我国柿产业可持续发展需要重视的问题:(1)持续加大对相关基础研究和技术开发的投入,以稳定规模适当的产业技术研发团队;(2)政府职能部门牵头引进和培植市场主体,由龙头企业、专业合作社、农户组建“产业共同体”,以提高产业技术含量和减少市场风险,尤其是避免让农户直接面临销售市场;(3)大力研发与示范果实规模化脱涩保脆技术体系,以提高占主体地位的涩柿产业的经济效益;(4)加大对精深加工产品的研发力度,以提高产品附加值;(5)将传统技术进行现代化改造、将引进技术进行适用性改造,吸收和消化其他果树先进的产业化技术,集成和组装轻简化、标准化优质安全生产技术体系。

参考文献 References:

- [1] 徐君驰,干建平,项俊,张青林,徐莉清,郭大勇,罗正荣. 中国甜柿遗传改良技术体系研究进展[J]. 园艺学报,2017,44(5): 987-998.
XU Junchi, GAN Jianping, XIANG Jun, ZHANG Qinglin, XU Liqing, GUO Dayong, LUO Zhengrong. Advance of genetic improvement technology for Chinese PCNA persimmon[J]. Acta Horticulturae Sinica, 2017, 44(5): 987-998.
- [2] 罗正荣. 国内外柿产业现状与发展趋势[J]. 落叶果树, 2018, 50(5):1-4.
LUO Zhengrong. Development of persimmon industry at home and abroad[J]. Deciduous Fruits, 2018, 50(5): 1-4.
- [3] LUO Z, WANG R. Persimmon in China: Domestication and traditional utilization of genetic resources[J]. Advances in Horticultural Science, 2008, 22: 239-243.
- [4] 杨勇,王仁梓. 陕西柿品种资源图说[M]. 北京: 中国农业出版社, 2018.
YANG Yong, WANG Renzi. Photo gallery of persimmon cultivars in Shannxi province[M]. Beijing: China Agriculture Press, 2018.
- [5] <http://www.fao.org/faostat/en>.
- [6] 杨勇,王仁梓. 柿种质资源描述规范和数据标准[M]. 北京: 中国农业出版社, 2006.
YANG Yong, WANG Renzi. Descriptors and data standard for persimmon (*Diospyros kaki* Thunb.) [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2006.
- [7] 傅建敏,孙鹏. 柿雄性种质资源图志[M]. 北京: 中国林业出版社, 2017.
FU Jianmin, SUN Peng. Persimmon germplasm resources in male[M]. Beijing: China Forestry Press, 2017.
- [8] 张青林. 完全甜柿及部分雄性种质间的亲缘关系研究[D]. 武汉: 华中农业大学, 2006.
ZHANG Qinglin. Genetic relationships between pollination constant Non- astringent persimmons and some staminate germplasm Native to China based on RAPD and ISSR analysis[D]. Wuhan: Huazhong Agricultural University, 2006.
- [9] XU L, ZHANG Q, LUO Z. Occurrence and cytological mechanism of 2n pollen formation in Chinese *Diospyros* spp. (Ebenaceae) staminate germplasm[J]. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 2008, 83: 668-672.
- [10] 易珍望,罗正荣,潘德森,吴汉初,周建设. 完全甜柿新品种‘鄂柿 1 号’[J]. 园艺学报, 2004, 31(5): 669.
YI Zhenwang, LUO Zhengrong, PAN Desen, WU Hanchu, ZHOU Jianshe. ‘Eshi 1’—A new pollination constant and Non-astringent cultivar of Chinese persimmon[J]. Acta Horticulturae Sinica, 2004, 31(5): 669.
- [11] ZHANG Q, HE H, LIU J, LUO Z. Effect of androecious genotypes aspollinizers on ‘Soshu’ persimmon fruit quality[J]. Acta Horticulturae, 2018, 1195: 51-54.
- [12] 胡梦珏,陈莉,刘一凤,张青林,罗正荣. 小果甜柿和牛眼柿作为完全甜柿砧木的应用潜力研究[J]. 果树学报, 2017, 34(1): 50-58.
HU Mengjue, CHEN Li, LIU Yifeng, ZHANG Qinglin, LUO Zhengrong. Potential of XiaoguoTianshi and Niuyanshi (*Diospyros kaki* Thunb.) as novel rootstocks for PCNA persimmon[J]. Journal of Fruit Science, 2017, 34(1): 50-58.
- [13] 郭大勇,张青林,赵昆松,陆平波,李登朝,王正东,徐莉清,刘继红,鲍江峰,罗正荣. ‘阳丰’甜柿栽培技术规程[S]. 湖北省地方标准 DB42/T1258—2017. 2017-10-01.
GUO Dayong, ZHANG Qinglin, ZHAO Kunsong, LU Pingbo, LI Dengchao, WANG Zhengdong, XU Liqing, LIU Jihong, BAO Jiangfeng, LUO Zhengrong. Technical regulation for cultivation of non-astringent persimmon ‘Yangfeng’ [S]. Local Standard of Hubei Province DB42/T1258—2017. 2017-10-01.
- [14] 易庆平,许开华,郭苗苗,樊睿怡,张青林,罗正荣. 植物单宁材料吸附贵金属的研究进展[J]. 贵金属, 2018, 39: 90-98.
YI Qingping, XU Kaihua, GUO Miaomiao, FAN Ruiyi, ZHANG Qinglin, LUO Zhengrong. Advance on the adsorption of precious metals by plant tannin-based materials[J]. Precious Metals, 2018, 39: 90-98.