

# 新中国果树科学研究70年——桃

俞明亮<sup>1</sup>, 王力荣<sup>2</sup>, 王志强<sup>2</sup>, 彭福田<sup>3</sup>, 张帆<sup>4</sup>, 叶正文<sup>5</sup>

(<sup>1</sup>江苏省农业科学院果树研究所, 南京 210014; <sup>2</sup>中国农业科学院郑州果树研究所, 郑州 450009;

<sup>3</sup>山东农业大学园艺科学与工程学院, 山东泰安 271018; <sup>4</sup>北京市农林科学院植物保护环境保护研究所, 北京 100097; <sup>5</sup>上海市农业科学院林木果树研究所, 上海 201403)

**摘要:**我国是桃及其多个近缘种的起源中心。新中国成立70年来,经过科技工作者广泛的资源考察,收集了国内外大量种质资源,培育了623个桃品种。依托有关单位建成了郑州、南京、北京3个国家桃种质资源圃。科研人员在栽培模式、整形修剪、科学施肥、花果管理、设施栽培、病虫害综合防控、采后贮藏加工等方面开展研究,取得了显著成果,为延长鲜果供应期、丰富果实类型、提升桃果品质提供了保障,支撑了我国桃产业的发展。今后的工作重点将围绕关键基因的挖掘定位、育种技术的创新、以及抗性、低需冷量、省工省力、适应机械操作品种等方面展开。通过优质、安全、高效的现代栽培技术以及采后技术的研发,为桃产业的可持续发展提供技术支撑。

**关键词:**桃; 新中国; 70年; 科学研究; 回顾; 展望

中图分类号: S662.1

文献标志码: A

文章编号: 1009-9980(2019)10-1283-09

## Fruit scientific research in New China in the past 70 years: Peach

YU Mingliang<sup>1</sup>, WANG Lirong<sup>2</sup>, WANG Zhiqiang<sup>2</sup>, PENG Futian<sup>3</sup>, ZHANG Fan<sup>4</sup>, YE Zhengwen<sup>5</sup>

(<sup>1</sup>Institute of Pomology, Jiangsu Academy of Agricultural Sciences, Nanjing 210014, Jiangsu, China; <sup>2</sup>Zhengzhou Fruit Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou 450009, Henan, China; <sup>3</sup>College of Horticulture Science and Engineering, Shandong Agricultural University, Tai'an 271018, Shandong, China; <sup>4</sup>Institute of Plant and Environment Protection, Beijing Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Beijing 100097, China; <sup>5</sup>Forestry and Fruit Research Institute, Shanghai Academy of Agricultural Sciences, Shanghai 201403, China)

**Abstract:** China is the world center of peach and its wild relatives. In the last 70 years, investigation and collection on the natural resources have been carried out, three national peach germplasm repositories in Zhengzhou, Nanjing and Beijing have been established, and 623 new varieties have been bred. The research has been developed on cultivation mode, pruning, fertilization, flower and fruit management, protected cultivation, integrated control of pests and diseases, post-harvest storage and processing. Remarkable progress were achieved, which promoted the rapid development of peach industry in China and provided guarantee for prolonging fresh fruit supply period, enriching fruit types and improving the quality of peach. Future research will focus on mining and mapping of key regulatory gene, innovation of breeding technology, breeding new varieties for resistance, low chilling, labor-saving and mechanical operation, and research on efficient cultivation techniques and postharvest technology, to provide technical support for the sustainable development of peach industry.

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

桃原产于我国西部,经过4 000多年的栽培演化,形成了丰富的品种资源和栽培类型。新中国成立以来,在党和政府的重视与支持下,我国的桃科研和生产得到了快速发展,取得了可喜的成绩。1993

年,我国桃的栽培面积和产量全面超过意大利和美国,成为世界第一产桃大国,并一直保持至今。目前,全国有29个省市自治区有桃的产业化栽培,桃是仅次于苹果、梨的我国第三大落叶果树。

收稿日期: 2019-08-20

接受日期: 2019-09-18

基金项目: 现代农业产业技术体系建设专项(CARS-30)

作者简介: 俞明亮, 博士, 研究员, 主要从事桃遗传资源与新品种选育研究。Tel: 025-84391891, E-mail: mly1008@aliyun.com

## 1 桃种质资源研究

### 1.1 证明中国是桃及野生近缘种起源中心

桃(*Prunus persica* L.)属蔷薇科(Rosaceae)李属(*Prunus* L.),其中桃亚属真桃组的野生近缘种包括光核桃(*P. mira*)、甘肃桃(*P. kansuensis*)、山桃(*P. davidiana*)、新疆桃(*P. ferganensis*)等;这4个野生近缘种在我国有大量的野生自然群体分布,且野生群体的遗传多样性丰富、类型齐全,均证明了我国是桃的起源中心,拥有丰富的遗传多样性和完整性。

汪祖华等<sup>[1]</sup>根据生态分布,将桃划分为西北高旱区、华北平原区、长江流域区、云贵高原区、青藏高原区、东北高寒区和华南亚热带区7个不同生态区;把桃品种划分为6个品种群,即硬肉桃品种群、蜜桃品种群、水蜜桃品种群、蟠桃品种群、油桃品种群和黄桃品种群。

### 1.2 开展了广泛的桃种质资源收集

我国较大规模的资源考察包括,1977—1979年中国农业科学院郑州果树研究所、陕西省果树研究所、北京市农林科学院等进行的西北地区罐桃资源考察,1978年新疆喀什地区桃品种资源考察,1981—1984年中国农业科学院组织的西藏农作物资源考察,1982—1983年江苏省农业科学院园艺研究所等单位的云南桃资源考察;1991—1995年大巴山(含川西南)、黔南桂西山区作物种质资源考察。本世纪以来,国家桃资源圃与地方合作、参与第三次全国农作物种质资源普查与收集行动,对新疆、西藏、甘肃、云南、四川以及六盘山、太行山、武夷山等地的桃资源进行了考察与收集。

### 1.3 建成了3个专业型国家桃种质资源圃

中国农业科学院于1979年6月在重庆市主持召开“全国果树科研规划会议”。会议制订了果树种质保存统一规划,1985年农牧渔业部、国家科委发布文件明确了在郑州、南京、北京建立国家桃种质资源圃,资源圃于1989年建成,现保存资源2 350份次。30多年来,3个国家桃资源圃遵循广泛收集、妥善保存、深入评价和共享利用的原则,对我国桃种质资源的研究与利用做出了重要贡献。此外,在轮台新疆特有果树及砧木圃和云南特有果树及砧木圃、公主岭寒地果树资源圃以及其他一些地方农业科研单位均保存了桃种质资源。

### 1.4 建立了桃种质资源评价技术体系

20世纪80年代,翻译了国际植物遗传资源委员

会的桃描述标准(Peach Descriptors),结合圃地观察,绘制了多种模式图和标准照片。1990年,南京、郑州和北京桃圃共同制定了我国桃种质资源记载项目与评价标准,奠定了我国桃种质资源描述规范的基础;2005年,郑州、南京和北京桃圃共同编制了《桃种质资源描述规范与数据标准》<sup>[2]</sup>,规定了151个性状的描述符字段名称、类型、长度、小数位、代码等,建立了统一、规范的桃种质资源数据库。基于桃种质资源描述规范和评价标准,制定了农业行业标准《农作物种质资源鉴定技术规程 桃》(NY/T 1317—2007)和《农作物优异种质资源评价技术规程 桃》(NY/T 2026—2011)。

### 1.5 基本厘清了我国桃种质资源遗传多样性本底

“七五”、“八五”期间,3个国家桃资源圃对保存种质进行了果实经济性状、生物学特性、植物学特征等的观察鉴定,结果汇编于《果树种质资源目录》(1993年、1998年),共22个性状,主要为果实性状,录入了648份种质。《甘肃果树志》《陕西果树志》《河北果树志》《北京果树志》《山东果树志》等地方志中均对当地桃品种资源进行了描述。通过资源考察和调查,编著了系列桃品种资源专著,其中2001年出版的《中国果树志 桃卷》<sup>[3]</sup>和2012年出版的《中国桃遗传资源》<sup>[4]</sup>是中国桃种质资源研究的标志性图书。

### 1.6 桃种质资源分子生物学研究进展

随着分子生物学技术的发展,从20世纪后期开始,RAPD、RFLP、AFLP、SSR和SRAP等分子标记技术先后被用于桃种质资源亲缘关系、遗传多样性等研究,开启了桃种质资源的深入评价与基因挖掘。

近年来,借助于基因组学工具开展的桃种质资源相关研究,提升了桃资源研究水平。中国农业科学院郑州果树研究所、北京市农林科学院等单位利用高通量测序技术,开展了桃基因组重测序研究,通过比较基因组学研究,发现了观赏桃是野生近缘种向栽培桃进化中基因组被人类选择最少的类群,提出野生种质和观赏桃是恢复育成品种抗性和营养性状的主要基因来源<sup>[4]</sup>。揭示了桃野生近缘种向栽培种的单一进化路线,即从光核桃到山桃、甘肃桃,最后到普通桃和新疆桃;而在普通桃地理类群间,华南品种群和长江中下游品种群较为原始。首次提供了桃在中国西南地区起源和演化的分子证据,解析了栽培桃在驯化和改良中果实可食用性阶段性演化机

制<sup>[5]</sup>。为桃亚属种间、不同类型桃的演化与遗传多样性研究提供参考与依据。

## 2 桃新品种选育研究

我国有目的、有计划的桃育种工作始于20世纪50年代后期。1965年成立了“全国桃子育种协作组”,1973年成立了“全国罐桃育种加工协作组”,1978年5月在江苏省南通市召开了“全国第一次桃育种座谈会”,2007年5月成立了中国园艺学会桃分会,至今召开了18次交流研讨会,商讨育种目标、交流育种技术与进展,有效地促进了桃的新品种选育研究。

### 2.1 育种目标不断调整

鲜食桃与罐桃品种的选育从上世纪50年代末期开始实施,早熟、优质是当时鲜食桃的主要目标<sup>[6]</sup>;60年代,初步明确了黄肉、不溶质、黏核为罐桃品种选育的主要目标,罐藏桃品种选育成为了70年代的育种重点。同时,70年代开始着手油桃品种选育,到了80年代将油桃、蟠桃、成熟期育种列入重点内容。90年代,提高果实的硬度与耐贮运性得到育种工作者的普遍重视。进入21世纪,优质、大果、耐贮、种类多样化成为桃新品种选育的共同目标。

### 2.2 育种理论与技术不断提升

为了选育特早熟的桃品种,70年代开始了胚培养研究<sup>[7]</sup>,通过不断的试验与改进,形成了较为完善的胚培养技术体系<sup>[8]</sup>,显著提高了早熟母本的成苗率,育成的52个早熟桃品种是通过胚培养技术获得的。

通过将自然播种杂交种子,改为冷库低温处理种子,出苗后冬季温室培育,不仅提高了杂交种子的出苗率,而且促使杂种单株提早结果;结合高接扩繁、加快区试等措施,将原来培育1个品种需要20 a(年)的时间缩短到10~12 a。

通过对杂种群体果实外观、品质、成熟期、花型等性状的系统观察鉴定,总结遗传规律、开展基因型分析<sup>[9]</sup>,为科学选配亲本提供依据。通过系谱分析,总结了‘白花水蜜’‘大久保’‘早生黄金’‘京玉’等对育成品种的贡献,为合理利用提供参考。

桃的分子标记辅助选择研究开始于上世纪末,2000年首次发表了研究成果<sup>[10]</sup>。之后,国内许多科研院所开展了相关研究。桃的分子标记经历了RAPD、RFLP、AFLP、SSR和SNP开发应用阶段,涉

及的性状包括果实、花、树以及抗性等大部分性状。近年来,通过桃基因组重测序和全基因组关联分析(GWAS)方法<sup>[11]</sup>,研究分析了肉质、果肉硬度、黏核、需冷量、花期、成熟期等性状的QTL,预测、定位关键基因,开发实用的分子标记,为分子标记辅助选择应用于育种实践积累基础。

### 2.3 育种成效

我国桃的新品种选育工作,经过几代人的努力,成效显著。据不完全统计,新中国成立以来育成了623个品种(表1),其中鲜食及加工桃品种598个(表2)、观赏桃花品种16个、观赏鲜食兼用桃品种8个、砧木品种1个。55.70%的品种通过杂交选育,其次为芽变选育和实生选育,各占16.85%。

表1 623个育成品种选育方法

Table 1 Breeding method of 623 new varieties

| 选育方法 Breeding method    | 品种数量 Number | 比例 Proportion/% |
|-------------------------|-------------|-----------------|
| 杂交选育 Cross breeding     | 347         | 55.70           |
| 芽变选育 Sport selection    | 105         | 16.85           |
| 实生选育 Seedling selection | 105         | 16.85           |
| 偶然发现 Chance discovery   | 38          | 6.10            |
| 自交 Self cross           | 10          | 1.61            |
| 辐射 Radiation mutation   | 3           | 0.48            |
| 不详 Unkown               | 15          | 2.41            |
| 合计 Total                | 623         | 100.00          |

表2 598个食用品种的果实类型

Table 2 Fruit type of 598 new varieties

|                      | 桃 Peach | 油桃 Nectarine | 蟠桃 Flat peach | 油蟠桃 Flat nectarine | 合计 Total |
|----------------------|---------|--------------|---------------|--------------------|----------|
| 品种数量 Cultivar number | 430     | 112          | 44            | 12                 | 598      |
| 比例 Proportion/%      | 71.91   | 18.73        | 7.36          | 2.01               | 100      |

2.3.1 第一阶段(1956—1978年) 此阶段发表的品种相对较少,共有49个品种,其中2个蟠桃,分别为‘扬州124蟠桃’‘白蜜蟠桃’,均由江苏育成。由大连市农科所育成的‘丰黄’‘连黄’,是我国最早育成的不溶质加工用黄桃品种<sup>[1]</sup>,1986年获国家发明二等奖。

2.3.2 第二阶段(1979—2000年) 改革开放后,桃的新品种选育研究得以稳定持续。此期发表了178个品种,其中普通桃142个,油桃23个,蟠桃13个。

江苏省农科院育成的早熟水蜜桃‘雨花露’,成为20世纪90年代的主要鲜食白肉品种,1982年获农牧渔业部技术改进一等奖。上海市农科院应用幼胚培养技术育成的‘春蕾’,果实发育期56~58 d,

1989年获国家发明奖。‘春花’‘早花露’‘京春’‘双丰’‘端玉’等一批果实发育期不超过60 d的特早熟新品种的育成,使我国早熟水蜜桃育种取得了突破,达到国际先进水平<sup>[12]</sup>。

在罐藏黄桃品种选育方面,全国“六五”黄桃攻关协作组育成了‘金旭’‘金晖’‘浙金2号’‘浙金3号’‘郑黄3号’‘郑黄4号’‘燕丰’‘菊黄’‘桂黄’等分别适于南、北方的罐藏黄桃新品种,使加工期从原来的20 d延长至50 d<sup>[9]</sup>,1992年获农业部科技进步一等奖。受国际市场的影响,90年代以后黄桃罐头产品销路不畅,加工制罐品种的选育一度停滞。

我国的油桃育种起步较晚,日本的‘兴津油桃’是70年代的主要亲本,80年代以后,北京等地利用引进的欧美油桃花粉,与异质型桃‘京玉’‘秋玉’等杂交,育成了‘瑞光2号’‘瑞光3号’‘丹墨’‘早红珠’‘秦光’‘霞光’‘曙光’等风味甜的新品种,促进了我国的油桃生产,丰富了桃果类型。

上海市农科院育成的晚熟黄桃品种‘锦绣’,鲜食加工兼用,1986年获上海市科技进步一等奖。该品种在本世纪得到了快速发展,面积接近4.67万hm<sup>2</sup>。

2.3.3 第三阶段(2001年至今) 进入21世纪,我国的桃新品种选育工作取得了突飞猛进的发展,发表了396个品种,类型多样,无论外观品质还是内在品质都得到了显著提升。

油蟠桃<sup>[13]</sup>、红肉桃<sup>[14]</sup>、红肉蟠桃、鲜食黄肉桃,丰富了桃果类型;育成的中低需冷量品种<sup>[15]</sup>可供北方温室、南方暖冬产区选择。油桃新品种外观美丽、品质优良,尤其抗裂果能力显著改善,蟠桃基本实现了味甜、果大、丰产的目标。此外,果肉质地也呈现多样化的趋势,满足了不同消费群体的需求;硬溶质类型的品种占比达到81.18%,并且出现了果肉软化慢<sup>[16]</sup>、硬质类型的品种。

果实发育期不断突破,从第一阶段的最短75 d<sup>[1]</sup>到第二阶段的48~51 d<sup>[17]</sup>,再到第三阶段的45 d<sup>[18]</sup>,果实发育期最长的达到220 d,将原来只有2个多月的上市期延长到了近6个月。

### 3 桃栽培技术研究

#### 3.1 栽培模式与整形修剪方式发生转变

3.1.1 由大冠稀植向小冠密植转变 上世纪80年代之前,我国桃的栽培模式主要是大冠稀植,株行距

(4~5)m×(5~6)m,三主枝自然开心形,这种树形较好地满足了桃树对光的需求,树冠较矮,管理方便,品质优良。但是,也存在进入丰产期晚、早期产量低、整形修剪技术复杂、平面结果、内膛容易光秃等问题。80年代国内陆续开展了桃的密植栽培技术研究与实践,先后出现了三主枝小冠开心形、二主枝Y形。90年代以后,更是出现了适宜密植的主干形或纺锤形<sup>[9]</sup>,并在黄河中下游地区大面积推广。此间,由于控制生长势和早期丰产的需要,多效唑(PP333)被引进并在桃生产中广泛使用。

小冠密植虽然提高了早期产量,但也带来了新的问题。一是容易造成果园郁闭<sup>[20]</sup>;二是不利于操作;三是大量依赖和使用多效唑,导致果实品质和绿色安全受到影响。因此,近几年开始探索新的栽培制度,其中宽行密植、小角度高冠整形逐渐为业界所接受。这种方式行距通常在5 m以上,加上小角度高冠整形,行间不易郁闭,便于行间生草和机械通行,冠内外光照足,果实品质好,产量高。

3.1.2 树体结构由多级次向少级次转变 传统自然开心形的树体结构较复杂,一般在主干上培养主枝,主枝上培养侧枝,侧枝上着生结果枝组,结果枝组上留结果枝,级次达4级之多。主干形、四主枝挺身形和半直立多主无侧高光效树形的树体结构降为2~3级,在中心干或主枝上直接着生结果枝,减少了大量的无效枝,枝条自然延伸。

3.1.3 冬季修剪由“短枝修剪为主”向“长梢修剪为主”转变 桃树传统的冬季修剪以短截为主,“枝枝过剪”,修剪后所保留的果枝长度短。这种修剪方式压低发枝部位,增强分枝能力,促进新梢长势,造成树势过旺,不利于幼树坐果,而且修剪用工比较多。长梢修剪自90年代中期开始在我国试验示范,其主要特点是冬季修剪时基本不短截,仅采用疏剪、轻剪长放手法,修剪后保留30~60 cm的1 a生结果枝。长梢修剪能有效缓和生长势,协调营养生长和生殖生长的关系,提高坐果率;总结果枝数量减少,树冠透光好,改善果实品质;修剪省工且简单易学<sup>[21]</sup>。在我国桃主产区得到了较好的推广应用。

#### 3.2 生草覆盖培肥地力

清耕是我国桃园地面管理的传统方式。进入本世纪以后,除草剂开始在桃园使用,由于使用不当,已经或正在带来很多问题,如引起或加重桃树流胶<sup>[22]</sup>,导致树势早衰甚至死树,危及果品安全和人类

健康等。

上世纪90年代以来,我国科技人员对果园生草进行了大量的研究,主要包括生草对增加土壤有机质、培肥土壤的作用,提高土壤总有机碳、微生物量碳和水溶性有机碳含量,提高桃园土壤养分含量及土壤氨化细菌和真菌数量<sup>[23]</sup>等。树盘覆盖有机物料可稳定根区土壤温度水分环境,提高土壤养分含量,促进桃细根的生长<sup>[24]</sup>。并对不同区域适宜草种进行了筛选,为桃园生草的推广应用提供科学依据。

### 3.3 科学施肥提高品质

桃对氮磷钾三要素的吸收比例大体为100:30~40:60~160<sup>[25]</sup>,只有均衡供应养分,才有利于树体健壮生长和果实品质的提高。近年来,国内开始根据土壤养分测试结果与目标产量进行推荐施肥。在总量控制的基础上,进行分期调控,秋季与春季以氮、磷肥为主,夏季(果实迅速膨大前)以钾肥为主,同时应保证中微量元素的均衡供应。

依托国家桃产业技术体系,近年来开展了袋控缓释技术研究。采用肥料袋控缓释技术可以有效提高土壤酶活性,提高氮素吸收利用率<sup>[26]</sup>。施用袋控缓释肥可在不降低产量的前提下,显著减少化肥施用量;另外,可降低土壤养分淋溶、氨挥发和温室气体排放。因养分供应稳定,袋控缓释肥能克服肥料撒施导致短期内土壤有效氮过高,刺激新梢旺长造成营养竞争和花芽形成难等问题。袋控缓释肥配施黄腐酸钾能够更好地满足桃根系对肥料的需求,显著提高氮肥利用率,促进桃幼树根系及地上部的生长<sup>[27]</sup>。桃树“滴灌+肥料袋控缓释”模式显著提高了养分释放速率。

### 3.4 花果管理技术研究受到重视

上世纪90年代以后,对疏花疏果时间、强度、技术等开展研究<sup>[28]</sup>,对机械和化学疏花疏果进行了探讨。本世纪以来,桃果实套袋技术研究逐渐增多,包括套袋对果实外观及内在品质、袋内微环境等的影响,果袋的种类、套袋时间、方法等,有效地支撑了这项技术的普及<sup>[29-30]</sup>。研究表明,选择适宜的果袋类型、套袋时间和方法,对改善桃的外观品质、减少病虫害发生和施药次数、提高商品果率有明显效果。

### 3.5 设施栽培蓬勃兴起并成为我国桃产业一大特色

我国桃设施栽培从上世纪80年代开始试验起步,90年代以后逐渐发展起来。经过近30年的发

展,设施栽培已成为我国桃产业的一大亮点和特色,逐渐形成规模化、产业化;使我国鲜桃供应期延长近90 d。据不完全统计,我国目前设施桃面积约3.3万hm<sup>2</sup>。

我国桃设施生产主要集中在黄河以北地区,如辽宁的营口、瓦房店、凌海,山东的莱西、寿光、莒县,陕西的渭南地区、河北的乐亭、安徽的砀山和江苏的丰县等。在这些集中产区,形成了从设施建设、相关生产资料供应,到采后销售等较为完善的产业链,也具有较为稳定的市场,具有明显的规模效应及产业化特征。例如,辽南地区是我国设施桃起步最早、技术普及最好的地区之一,果品行销全国<sup>[31]</sup>。近几年,随着市场对果品质量要求的提高,长江流域及以南桃产区开始尝试避雨栽培,并取得了较好的效果<sup>[32]</sup>。

我国设施桃的基础理论和技术研究始于上世纪80年代末,主要开展了栽培模式、品种评价筛选、设施内环境因子调控、设施环境对果树生长发育的影响等研究,并综合运用了露地栽培的矮密栽培、生长调控、促花早果等管理技术,形成了一系列适应我国各地条件的设施桃栽培技术,取得了一批有价值的研究结果。河北省农林科学院昌黎果树研究所利用容器栽培和冷库处理等专利技术,实现了鲜桃春节前成熟上市,是成熟期调节的又一突破<sup>[33]</sup>。

## 4 桃树病虫害防控技术研究

### 4.1 主要病虫害种类变迁

我国南北主产区桃病害发生情况差异较大,南方产区病害发生较为严重,主要有桃流胶病、褐腐病、炭疽病、枝枯病和细菌性穿孔病等;北方产区桃病害主要是桃褐腐病、疮痂病和细菌性穿孔病等。桃生产上常发生的重要害虫仍以蚜虫和梨小食心虫为主,近年来橘小实蝇、桑白蚧、绿盲蝽等小型害虫的发生日益严重。

### 4.2 防治策略、思路的变迁

桃的病虫害防控由传统的化学防治为主向综合防治转变。栽培模式的变化,抗性品种的选择,果实套袋等为病虫害有效防控奠定基础。害虫预测预报系统的建立为桃园虫害综合治理提供理论依据。

### 4.3 防治技术成效显著

针对桃树重要的蛀果害虫梨小食心虫开发出简单易行且准确可靠的性诱剂监测技术,利用该技术对其发生规律进行深入研究,明确最佳防治时期,节

约防治成本,提高梨小食心虫的防控效率<sup>[34]</sup>。基于性迷向素防治桃园主要害虫梨小食心虫取得了突破性进展<sup>[35]</sup>,目前该项技术已经在我国桃的主产区推广应用,真正实现了对梨小食心虫的绿色防控,提高了果实安全生产水平。

生物防治因其具有对环境友好和对非靶标生物安全等优点被国内外广泛应用。针对桃叶枯病、枝枯病等病害致病机制开展研究。根据病原微生物的特点进行相应生防菌剂研发、规模化生产与应用,实现对桃树病害的绿色防控<sup>[36]</sup>。生态防治模式逐渐成熟且被广大种植户采用,桃园实行生草栽培,创造有利于天敌昆虫生存的环境,将周围植被上的瓢虫、草蛉、食蚜蝇等天敌昆虫吸引入桃园,增强生物多样性,提高生物防治效率。

## 5 桃采后技术研究

### 5.1 桃果实贮藏特性

桃属于典型的呼吸跃变型果实。不同类型、不同品种桃果实的采后生理生化变化差异较大,对低温的敏感性也不同。软溶质桃果实以冷藏温度 0~1 °C、相对湿度 85%~90%为宜,硬溶质桃以 1~3 °C、相对湿度 85%~90%为宜。在贮运中果实不能结冰,桃果的冰点约为-0.88 °C,一般在-1 °C就有冷害发生。

### 5.2 桃果实贮藏保鲜技术

采收成熟度、包装技术、减压贮藏保鲜、辐照复合保鲜、气调复合保鲜、热处理复合保鲜、NO 及 1-MCP 等复合保鲜技术成为目前延长桃鲜果供应期研究的热点,并取得了良好的进展。

贮前短时热水、热空气处理桃果实,能够延迟采后软化进程,缓解冷藏的果肉褐变<sup>[37]</sup>,改善冷藏品质。间歇升温处理,可抑制冷藏果实的果肉褐变。适宜浓度的氧气二氧化碳处理(1%~5% O<sub>2</sub>与 1%~2% CO<sub>2</sub>)、高氧处理(80%~100%)结合自发气调复合保鲜可延缓桃低温贮藏的衰老。适宜剂量的 $\gamma$ 射线、高能电子束辐射处理、紫外线C处理可延缓常温贮藏桃果的衰老进程,一氧化氮处理也可在一定程度上延长果实的保鲜期。

此外,采用柚皮、厚朴等生物提取物,甲基环丙烯类<sup>[38]</sup>、水杨酸类、聚乙烯吡咯烷酮等化学物质处理桃果实,采前喷钙等<sup>[39]</sup>,可抑制或减少果肉褐变,减缓软化速率和果实衰老,延长鲜果贮藏期。

### 5.3 桃的加工技术

桃的加工品除了传统桃罐头以外,还有桃汁、桃干、冰冻桃块等,且加工工艺得到不断改进。蒸汽处理可抑制浑浊桃果汁制品的褐变程度,增加浑浊桃果汁的稳定性和黏度值。桃干以九成熟的黄桃原料较适宜,麦芽糖醇液浸渍有利于产品色泽、硬度、脆度的提高<sup>[40]</sup>。红外线(IR)加热去皮法具有一定应用潜力。

近年来,桃胶因含有丰富的多糖、蛋白质等,在医学、食品以及工业方面具有一定的价值,逐渐受到重视与利用。

## 6 发展趋势与展望

虽然我国在桃科研和生产上取得了显著成效,但与世界桃研究强国相比还存在一定的差距,还不能满足现代社会对品种、品质的需求。需要多单位、多学科联合,协同攻关,以取得突破性进展。

### 6.1 挖掘优异资源,定位关键基因

利用现代生物技术,深入评价桃种质资源,有针对性地挖掘、定位关键基因,为品种改良提供亲本材料。

### 6.2 开发分子标记,提高育种效率

加强育种技术研究,开发准确率高的分子标记,将分子生物学技术与常规育种技术有机结合,提高早期筛选效率和性状改良的针对性,缩短育种周期。

### 6.3 培育多样化品种,适应现代管理和消费需求

加强抗性品种的选育,为实现桃安全生产提供品种基础。培育果实发育期短、耐低温弱光的低需冷量品种,满足北方设施促早和南方露地栽培需求。协调果肉硬度高、耐贮运与桃香味之间的关系,培育具有桃香味的慢软化品种。培育降低或不需要疏果、套袋的品种以及适应机械操作、采收的品种。

### 6.4 优质高效安全生产技术研究

根据不同生态区地理气候特点,研发适宜栽培模式与技术,满足省力化、机械化需求;跟踪主要病虫害种类变迁,研究监测预警技术,不断优化防控技术。生产优质、安全果品,实现高效、生态目标。

### 6.5 加强采后技术研究

针对不同的果实、肉质类型,开展无损检测与分级、品质保持技术研究,以满足不同运输条件、销售方式需求,减缓采后果实劣变,降低损耗。

致谢:本文经国家桃产业技术体系首席科学家

姜全研究员审阅,花果管理岗位科学家马瑞娟研究员以及其他岗位科学家与试验站站长提供相关资料,在此一并表示感谢!

## 参考文献 References:

- [1] 汪祖华,庄恩及. 中国果树志 桃卷[M]. 北京:中国林业出版社,2001.  
WANG Zuhua, ZHUANG Enji. The China fruit plant monograph: peach flora[M]. Beijing: Chinese Forest Press, 2001.
- [2] 王力荣,朱更瑞. 桃种质资源描述规范和数据标准[S]. 北京:中国农业出版社,2005.  
WANG Lirong, ZHU Gengrui. Descriptors and data standard for peach (*Prunus persica* L.)[S]. Beijing: China Agriculture Press, 2005.
- [3] 王力荣,朱更瑞,方伟超. 中国桃遗传资源[M]. 北京:中国农业出版社,2012.  
WANG Lirong, ZHU Gengrui, FANG Weichao. Peach genetic resource in China[M]. Beijing: China Agriculture Press, 2012.
- [4] CAO K, ZHENG Z J, WANG L R, LIU X, ZHU G R, FANG W C, CHENG S F, ZENG P, CHEN C W, WANG X W, XIE M, ZHONG X, WANG X L, ZHAO P, BIAN C, ZHU Y L, ZHANG J H, MA G S, CHEN C X, LI Y J, HAO F G, LI Y, HUANG G D, LI Y X, LI H Y, GUO J, XU X, WANG J. Comparative population genomics reveals the domestication history of the peach, *Prunus persica*, and human influences on perennial fruit crops[J]. *Genome Biology* 2014, 15(7): 415.
- [5] YU Y, FU J, XU Y G, ZHANG J W, REN F, ZHAO H W, TIAN S L, GUO W, TU X L, ZHAO J, JIANG D W, ZHAO J B, WU W Y, WANG G C, MA R C, JIANG Q, WEI J H, XIE H. Genome re-sequencing reveals the evolutionary history of peach fruit edibility[J]. *Nature communications*, 2018, 9(1): 5404.
- [6] 汪祖华,陆振翔,胡征令. 我国桃育种栽培技术的进展与成就[J]. *中国果树*, 1989(4): 1-5.  
WANG Zuhua, LU Zhenxiang, HU Zhengling. Progress and achievement of peach breeding and cultivation technology in China[J]. *China Fruits*, 1989(4): 1-5.
- [7] 中国科学院北京植物研究所,北京市农业科学研究所. 早熟桃的培育[J]. *植物学杂志*, 1974, 1(4): 23-25.  
Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Beijing Institute of Agricultural Sciences. Breeding of early ripening peach [J]. *Journal of Botany*, 1974, 1(4): 23-25.
- [8] 许建兰,马瑞娟,杜平,沈志军,俞明亮. 早熟桃的胚培养技术[J]. *江苏农业学报*, 2005, 21(4): 354-358.  
XU Jianlan, MA Ruijuan. DU Ping, SHEN Zhijun, YU Mingliang. Technique of embryo culture in early-ripening peach[J]. *Jiangsu Journal of Agricultural Sciences*, 2005, 21(4): 354-358.
- [9] 俞明亮,马瑞娟,汤秀莲,郭洪. 桃品种基因型分析及其利用[J]. *园艺学报*, 1996, 23(2): 218-222.  
YU Mingliang, MA Ruijuan, TANG Xiulian, GUO Hong. Genotypes of peach cultivars and their application in breeding[J]. *Acta Horticulturae Sinica*, 1996, 23(2): 218-222.
- [10] 杨英军,张开春,李荣旗,林珂,尹淑萍,姜全,张晓明. 桃果实有毛/无毛、白肉/黄肉性状的 RAPD 分子标记[J]. *华北农学报*, 2000, 15(3): 6-9.  
YANG Yingjun, ZHANG Kaichun, LI Rongqi, LIN Ke, YIN Shuping, JIANG Quan, ZHANG Xiaoming. RAPD markers linked to nectarine gene and flesh color gene of peach fruit[J]. *Acta Agriculturae Boreali-Sinica*, 2000, 15(3): 6-9.
- [11] CAO K, ZHOU Z R, WANG Q, GUO J, ZHAO P, ZHU G R, FANG W C, CHEN C W, WANG X W, WANG X L, TIAN Z X, WANG L R. Genome-wide association study of 12 agronomic traits in peach[J]. *Nature Communications*, 2016, 7: 13246.
- [12] 吴德玲. 第六次全国桃品种选育研究座谈会在黄山召开[J]. *园艺学报*, 1991, 18(1): 48.  
WU Deling. The sixth national peach breeding symposium was held in Huangshan[J]. *Acta Horticulturae Sinica*, 1991, 18(1): 48.
- [13] 马瑞娟,俞明亮,杜平,宋宏峰,沈志军,许建兰,蔡志翔,张好艳. 油蟠桃新品种‘金霞油蟠’[J]. *园艺学报*, 2009, 36(3): 459.  
MA Ruijuan, YU Mingliang, DU Ping, SONG Hongfeng, SHEN Zhijun, XU Jianlan, CAI Zhixiang, ZHANG Yuyan. A new flat nectarine cultivar ‘Jinxia Youpan’[J]. *Acta Horticulturae Sinica*, 2009, 36(3): 459.
- [14] 王富荣,龚林忠,王会良,刘勇,艾小艳,顾霞,刘模发,何华平. 特早熟红肉桃新品种‘早仙红’[J]. *园艺学报*, 2018, 45(1): 193-194.  
WANG Furong, GONG Linzhong, WANG Huiliang, LIU Yong, AI Xiaoyan, GU Xia, LIU Mofa, HE Huaping. A new early-maturing red-flesh peach cultivar ‘Zaoxianhong’[J]. *Acta Horticulturae Sinica*, 2018, 45(1): 193-194.
- [15] 王力荣,朱更瑞,左覃元,方伟超. 短低温桃和油桃育种进展[J]. *果树科学*, 2000, 17(1): 57-62.  
WANG Lirong, ZHU Gengrui, ZUO Qinyuan, FANG Weichao. Review of low chill peach and nectarine breeding[J]. *Journal of Fruit Science*, 2000, 17(1): 57-62.
- [16] 王志强,刘淑娥,牛良,宋银花,宗学普,陈巍. 早熟油桃新品种中油桃 10 号的选育[J]. *果树学报*, 2008, 25(1): 132-133.  
WANG Zhiqiang, LIU Shue, NIU Liang, SONG Yinhua, ZONG Xuepu, CHEN Wei. Zhongyoutao No.10, a new early season nectarine cultivar[J]. *Journal of Fruit Science*, 2008, 25(1): 132-133.
- [17] 薛玉祥,孟祥红,丁明山,李兴忠,宋翠环. 特早熟桃新品种——早春蕾[J]. *落叶果树*, 2000(1): 22.  
XUE Yuxiang, MENG Xianghong, DING Mingshan, LI Xingzhong, SONG Cuihuan. A very early-ripening peach variety-Zaochunlei[J]. *Deciduous Fruits*, 2000(1): 22.
- [18] 姜全,郭继英,赵剑波,陈青华,郑书旗,刘巍. 极早熟蟠桃新品种‘袖珍早蟠’[J]. *园艺学报*, 2007, 34(1): 258.  
JIANG Quan, GUO Jiying, ZHAO Jianbo, CHEN Qinghua, ZHENG Shuqi, LIU Wei. A very early-ripening flat peach variety ‘Xiuzhenzaopan’ [J]. *Acta Horticulturae Sinica*, 2007, 34(1): 258.
- [19] 吴钰良,徐振南,庄恩及. 桃主干形密植栽培技术[J]. *中国果树*, 1998(3): 22-23.  
WU Yuliang, XU Zhennan, ZHUANG Enji. Dense planting techniques of peach trunk[J]. *China Fruits*, 1998(3): 22-23.
- [20] 牛良,王志强,刘淑娥,宋银花,宗学普. 桃树不同生长型及其研究进展[J]. *果树学报*, 2004, 21(4): 354-359.  
NIU Liang, WANG Zhiqiang, LIU Shue, SONG Yinhua, ZONG Xuepu. Different growth types of peach trees and their research

- progress[J]. Journal of Fruit Science, 2004, 21(4): 354-359.
- [21] 杜宗绪, 李绍华, 张洪, 周彦明, 高克超. 长枝修剪对桃树生育状况的影响[J]. 北方果树, 1997(3): 15-17.  
DU Zongxu, LI Shaohua, ZHANG Hong, ZHOU Yanming, GAO Kechao. Effects of pruning on the growth of peach trees [J]. Northern Fruits, 1997(3): 15-17.
- [22] 郭磊, 张斌斌, 周懋, 宋宏峰. 除草剂对桃树生理特性和流胶的影响[J]. 西北植物学报, 2017, 37(1): 81-87.  
GUO Lei, ZHANG Binbin, ZHOU Mao, SONG Hongfeng. Effects of herbicide on physiological characteristics and gum flow of peach trees[J]. Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica, 2017, 37(1): 81-87.
- [23] 张桂玲. 秸秆和生草覆盖对桃园土壤养分含量、微生物数量及土壤酶活性的影响[J]. 植物生态学报, 2011, 35(12): 1236-1244.  
ZHANG Guiling. Effects of straw and living grass mulching on soil nutrients, soil microbial quantities and soil enzyme activities in a peach orchard[J]. Chinese Journal of Plant Ecology, 2011, 35(12): 1236-1244.
- [24] 王中堂, 彭福田, 唐海霞, 王兆燕, 肖元松. 不同有机物料覆盖对桃园土壤理化性质及桃幼树生长的影响[J]. 水土保持学报, 2011, 25(1): 142-146.  
WANG Zhongtang, PENG Futian, TANG Haixia, WANG Zhaoyan, XIAO Yuansong. Effect of different organic coverage treatments on the soil properties of peach orchard and plant growth [J]. Journal of Soil and Water Conservation, 2011, 25(1): 142-146.
- [25] 张守仕, 彭福田, 姜远茂, 李丁丁, 主春福, 彭静. 肥料袋控缓释对桃氮素利用率及生长和结果的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2008, 14(2): 379-386.  
ZHANG Shoushi, PENG Futian, JIANG Yuanmao, LI Dingding, ZHU Chunfu, PENG Jing. Effects of bag controlled-release fertilizer on nitrogen utilization rate, growth and fruiting of peach [J]. Journal of Plant Nutrition and Fertilizers, 2008, 14(2): 379-386.
- [26] 蒋晓梅, 彭福田, 张江红, 党祝庆. 肥料袋控缓释对桃树土壤酶活性及植株生长的影响[J]. 水土保持学报, 2015, 29(2): 279-284.  
JIANG Xiaomei, PENG Futian, ZHANG Jianghong, DANG Zhuqing. Effects of bag controlled-release fertilizer on soil enzyme activity and growth of plant for peach trees[J]. Journal of Soil and Water Conservation, 2015, 29(2): 279-284.
- [27] 张亚飞, 罗静静, 彭福田, 王国栋, 郜怀峰. 黄腐酸钾与化肥控释袋促进桃树生长及氮肥吸收利用[J]. 植物营养与肥料学报, 2017, 23(4): 998-1005.  
ZHANG Yafei, LUO Jingjing, PENG Futian, WANG Guodong, GAO Huafeng. Fulvic acid potassium and nutrient-controlled release paper bag enhance peach tree growth, nitrogen absorption and utilization[J]. Journal of Plant Nutrition and Fertilizer, 2017, 23(4): 998-1005.
- [28] 杨占宇. 桃树疏花疏果及套袋技术[J]. 河北果树, 2002(3): 43-44.  
YANG Zhanyu. Flower thinning, fruit thinning and bagging techniques of peach trees[J]. Hebei Fruits, 2002(3): 43-44.
- [29] 睦顺照, 罗江会, 廖聪学, 甘霖, 代正林, 高清华, 唐晓华. 油桃套袋技术改进试验[J]. 果树学报, 2005, 22(4): 396-398.  
SUI Shunzhao, LUO Jianghui, LIAO Congxue, GAN Lin, DAI Zhenglin, GAO Qinghua, TANG Xiaohua. Study on improvement of nectarine bagging technology[J]. Journal of Fruit Science, 2005, 22(4): 396-398.
- [30] 马瑞娟, 张斌斌, 张春华, 蔡志翔, 颜志梅. 采前除袋铺设反光膜对桃果着色及相关基因表达的影响[J]. 园艺学报, 2015, 42(11): 2123-2132.  
MA Ruijuan, ZHANG Binbin, ZHANG Chunhua, CAI Zhixiang, YAN Zhimei. Effect of bag removing with reflective film mulching before harvest on fruit coloration and expression of anthocyanin related genes in peach[J]. Acta Horticulturae Sinica, 2015, 42(11): 2123-2132.
- [31] 冯孝严. 辽宁省设施桃产业现状及发展策略[J]. 辽宁农业科学, 2009(2): 45-47.  
FENG Xiaoyan. Current situation and development strategy of facility peach industry in liaoning province[J]. Liaoning Agricultural Science, 2009(2): 45-47.
- [32] 熊彩珍, 凌柏芳, 李洁, 景筱荣. 避雨设施栽培对桃果实生长发育及糖分的影响[J]. 浙江林业科技, 2012, 32(3): 46-49.  
XIONG Caizhen, LING Baifang, LI Jie, JING Xiaorong. Effects of rain shelter cultivation on peach fruit growth and sugar content[J]. Zhejiang Forestry Science and Technology, 2012, 32(3): 46-49.
- [33] 陈湖, 张新生, 傅友. 桃树移动冷藏提早促成栽培技术探讨[C]//中国园艺学会桃分会成立暨学术研讨会论文集, 2007: 331-334.  
CHEN Hu, ZHANG Xinsheng, FU You. Study on forcing-culture technology of peach tree by moving refrigeration[C]// Proceedings of Establishment and Academic Seminar of Peach Branch of Chinese Horticultural Society, 2007: 331-334.
- [34] 李晓军, 翟浩, 王涛, 李红, 王长君. 山东泰安肥城桃产区梨小食心虫发生规律及预测预报模型研究[J]. 果树学报, 2013, 30(5): 841-847.  
LI Xiaojun, ZHAO Hao, WANG Tao, LI Hong, WANG Changjun. Study on the occurrence dynamics and prediction mathematical model of *Grapholitha molesta* in peach orchard in Feicheng region of Shandong[J]. Journal of Fruit Science, 2013, 30(5): 841-847.
- [35] 郭晓军, 肖达, 王魁, 李姝, 张帆. 大面积连片应用性迷向素对桃园梨小食心虫的防控效果[J]. 环境昆虫学报, 2017, 39(6): 1242-1249.  
GUO Xiaojun, XIAO Da, WANG Su, LI Shu, ZHANG Fan. The control effect of large-area application of sex pheromone to *Grapholitha molesta* in peach orchard[J]. Journal of Environmental Entomology, 2017, 39(6): 1242-1249.
- [36] 高之蕾, 李茜, 郭荣君, 李世东, 李世访, 王洪清. 2株桃树根际细菌 *Alcaligenes faecalis* 对根癌病的抑制作用[J]. 果树学报, 2015, 32(2): 267-273.  
GAO Zhilei, LI Xi, GUO Rongjun, LI Shidong, LI Shifang, WANG Hongqing. Suppression effect of two peach rhizobacteria *Alcaligenes faecalis* on crown gall disease caused by *Agrobacterium tumefaciens*[J]. Journal of Fruit Science, 2015, 32(2): 267-273.
- [37] HUAN C, HAN S, JIANG L, AN X J, YU M L, XU Y, MA R J, YU Z F. Postharvest hot air and hot water treatments affect the antioxidant system in peach fruit during refrigerated storage[J].



- Postharvest Biology and Technology, 2017, 126: 1-14.
- [38] 姜航,张斌斌,宋志忠,郭绍雷,马瑞娟,俞明亮. 1-MCP 和低温处理对采后桃 endo-PG 家族基因表达的影响[J]. 果树学报, 2018, 35(5): 521-530.
- JIANG Hang, ZHANG Binbin, SONG Zhizhong, GUO Shaolei, MA Ruijuan, YU Mingliang. Effects of 1-MCP and low temperature treatments on the expression of endo-PG family genes in peach during post-harvest storage[J]. Journal of Fruit Science, 2018, 35(5): 521-530.
- [39] 周慧娟,叶正文,苏明申,杜纪红. 采前不同浓度钙喷施对‘沪油’018 贮藏品质的影响[J]. 经济林研究, 2014, 32(3): 123-128.
- ZHOU Huijuan, YE Zhengwen, SU Mingshen, DU Jihong. Effects of different concentrations of pre-harvest spraying calcium on storage quality of fruits in ‘Huyou’ 018[J]. Nonwood Forest Research, 2014, 32(3): 123-128.
- [40] 吕健,毕金峰,刘璇,陈芹芹,杨爱金,丁媛媛. 桃变温压差膨化干燥预处理工艺研究[J]. 核农学报, 2013, 27(9): 1317-1323.
- LÜ Jian, BI Jinfeng, LIU Xuan, CHEN Qinqin, YANG Aijin, DING Yuanyuan. Research on different pre-treatments on the peach explosion puffing drying[J]. Journal of Nuclear Agricultural Sciences, 2013, 27(9): 1317-1323.

## “第十七次全国李杏学术交流会暨中国园艺学会李杏分会第四次会员代表大会”在辽宁鲅鱼圈召开

由中国园艺学会李杏分会主办、辽宁省农业科学院果树科学研究所承办的“第十七次全国李杏学术交流会暨中国园艺学会李杏分会第四次会员代表大会”，于2019年8月26—28日，在辽宁鲅鱼圈召开。来自黑龙江、吉林、辽宁、河北、河南、北京、山西、山东、陕西、甘肃、宁夏、四川、重庆、云南、新疆、西藏、江苏、浙江、安徽、福建、广东、广西、贵州等23个省(市、自治区)的215名代表参加了本次会议。

辽宁省农业科学院党组成员、副院长孙占祥研究员，农业农村部农技推广服务中心经作处处长李莉研究员、辽宁省绿色农业发展中心主任宋国柱研究员、辽宁省农业科学院科研管理部部长王辉研究员和周建英研究员、中国园艺学会副秘书长陈红研究员，国际园艺学会李工作组主席 Miroslaw Sitarek 博士出席会议。孙占祥副院长、Miroslaw Sitarek 博士、陈红研究员在开幕式上分别代表依托单位、国际园艺学会、中国园艺学会致辞。

农业农村部农技推广服务中心经作处处长李莉研究员、中国农业科学院植物保护研究所李世访研究员、国际园艺学会 Miroslaw Sitarek 博士、新西兰植物与食品研究所 Claire Scofield 博士作了特邀报告。

有11名会议代表作了大会交流报告，涵盖资源、遗传育种、栽培生理与栽培技术、病虫害绿色防控、采后生理与贮运技术、综合加工技术等。会议期间参观了国家果树种质熊岳李杏圃、南满铁道株式会社熊岳城苗圃旧址和熊岳树木园。

会议期间，召开了国际园艺学会李杏分会三届六次常务理事扩大会议和第四次会员代表大会，酝酿、讨论、形成新一届理事会建议名单，并提交会员代表大会选举产生了新一届国际园艺学会李杏分会理事会。辽宁省农业科学院果树科学研究所所长刘威生研究员当选新一届中国园艺学会李杏分会理事长，果树所李杏研究室主任刘宁研究员任秘书长。

(中国园艺学会李杏分会秘书处, 辽宁营口 115009)

