

# 新中国果树科学研究70年——枇杷

林顺权

(华南农业大学园艺学院,广州五山 510642)

**摘要:**新中国成立70年来,枇杷科技和生产发展大致分为三个阶段:1949年10月到1978前后的第一阶段、1978至世纪转换的2000年左右为第二阶段和2000年至现在的第三阶段。第一阶段,主要进行了枇杷生物学特性观察等基础性工作、育苗技术的改进和实生选种、种质资源调查。第二阶段以全国枇杷科研协作组的活动为主要特征,在福州建立了国家枇杷种质资源圃,开展全国性的品种资源搜集保存,撰写出版《中国果树志·枇杷卷》;多种育种技术并举;获得中国的第一个杂交育成的新品种‘早钟6号’。第三阶段以中国园艺学会枇杷分会的活动为主要特征,开始全面开展国际合作,种质交换、国际育种合作、参加并举办国际会议;执行农业行业枇杷科技专项中取得多项科技成果:福建果树所和浙江大学分别牵头的“枇杷系列品种选育与区域化栽培关键技术研究应用”和“杨梅枇杷果实贮藏物流核心技术研发及其集成应用”获得国家科技进步奖;本阶段乃至建国后的主要科技成果汇编于《中国果树科学与实践系列丛书·枇杷》中。

**关键词:**枇杷;新中国;70年;科学研究;回顾;展望

中图分类号:S667.3

文献标志码:A

文章编号:1009-9980(2019)10-1421-08

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

LIN Shunquan

(College of Horticulture, South China Agricultural University, Wushan 510642, Guangzhou, China)

**Abstract:** In the 70 years since the founding of the People's Republic of China, the development of science and technology and production of loquat could be roughly divided into three stages: the first stage from liberation in 1949 to around 1978, the second stage from 1978 to the entry of the 21st century, and the third from 2000 to now. In the first stage, basic work such as observation of biological characteristics of loquat, improvement of seedling technology, seedling selection breeding and investigation of germplasm resources was carried out. The second phase was characterized by the activities of the "National Research Collaboration Group" with the establishment of the national germplasm resource collection in Fuzhou collecting and preserving germplasm resources nationwide, and with the publication of *China Fruit Tree Flora · loquat*. Multiple breeding techniques were applied and the first hybrid cultivar 'Zaozhong 6' was obtained during this stage. Stage III was characterized by the activities of the "Loquat Section of Chinese Horticultural Society" and all-round international cooperation including germplasm exchange, breeding, organization and participation of series loquat international conferences; and multiple achievements obtained from implementation of agricultural industry-loquat special programs. "Research and Application of Key Technologies for Breeding and Regional Cultivation of Loquat" organized by Fujian Fruit Tree Institute and "Development and Integration of Core Technology of Red Bayberry and loquat Fruit Storage Logistics" organized by Zhejiang University obtained the National Science and Technology Progress Award. The main scientific and technological achievements at this stage and from the founding of the People's Republic of China were collected in the *China Fruit Science and Practice Series--Loquat*.

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

收稿日期:2019-08-10 接受日期:2019-08-31

基金项目:农业部公益性行业科研专项(201003073)

作者简介:林顺权,教授,博士,主要从事枇杷等亚热带果树种质资源、遗传育种与生物技术研究。E-mail: loquat@scau.edu.cn

中华人民共和国成立70年来,枇杷科技和生产得到不断的发展和进步。但是,在不同的时间段里,发展重点、发展特点和发展速度等方面则有明显不同,可以大致分为三个不同的阶段,1949年10月到1978年前后为第一个阶段、1978至世纪转换的2000年左右为第二阶段和2000年至现在为第三阶段。笔者拟先就三个阶段的发展概况作介绍,随后分领域作介绍,这些领域包括:种质资源、新品种选育和生物技术应用、栽培技术、贮藏加工、国内外科技交流等方面。

## 1 70年中的三个不同发展阶段

### 1.1 第一阶段(1949—1978年)

1949年中华人民共和国建国初期,百废待兴,我国的枇杷面积仅约0.17万hm<sup>2</sup>(台湾省未统计在内,下同),产量为0.3万~0.5万t。至“文革”结束后的1978年,仅福建莆田、浙江黄岩、江苏吴县、安徽歙县4个县枇杷面积超过0.27万hm<sup>2</sup>,产量超过0.7万t<sup>[1]</sup>。建国初期,福建农学院和浙江农学院相继开始了枇杷的科学研究,1954年<sup>[2]</sup>、1956年<sup>[3]</sup>、1957年<sup>[4]</sup>和1958年<sup>[5]</sup>相继有相关论文发表。1954年,浙江的吴耕民以及章恢志和福建的陈文训各自编印了《枇杷栽培讲义》,服务于当时的农科大学生的培养。

这一阶段的科技成就,在黄金松1989年发表的《建国四十年来我国枇杷科技的主要成就》<sup>[1]</sup>文献里,基本上得以涵盖。主要是以下两个方面:

一是育苗技术和选种。历史上,我国枇杷多采用实生繁殖,投产晚、产量低、变异性大,品质参差不齐、经济价值不高。主产区也仅采用高接、靠接和大苗嫁接等古老的方法繁殖,操作麻烦,难以大量育苗和实现良种化。为了解决这个技术难题,50年代起各地进行了大量的试验研究,不断探索改进,在育苗技术上取得了一定进展。福建、浙江、安徽、江苏等省的枇杷塑料薄膜高压育苗、小苗倒砧插接等技术先后研究成功,促进了良种的推广。另一方面,历史上的实生繁殖却为实生选种提供了较多机会,福建最著名的‘解放钟’品种,就是福建莆田解放时(1950年)从大钟中选出的,推广应用数十年不衰,还有浙江黄岩的‘洛阳青’、江苏苏州的‘白玉’,安徽的‘大红袍’等等著名品种等都是这个时期选育出来加以推广的<sup>[1]</sup>。

二是种质资源调查,1957年中苏(苏维埃联盟,

现俄罗斯)联合考察队对我国的农作物种质资源做过一次普查,1958年有报道四川省大渡河流域的汉源县有野生枇杷分布,1960年在江苏吴县洞庭东山召开的“全国枇杷研究工作现场会”上,章恢志教授提请有关部门组织力量对清江流域野生枇杷进行调查,这导致后来发现大渡河枇杷<sup>[6-7]</sup>。植物分类学家关克俭在云南麻栗坡发现并命名麻栗坡枇杷(*Eriobotrya malipoensis* Kuan)<sup>[8]</sup>。品种资源方面,刘权等调查黄岩有18个品种,浙南的兰溪、丽水等地有30多个品种,曾勉、张宇和等调查吴县东西山有19个品种,安徽林业厅报道歙县有品种32个,福建1957年就报道有57个品种,1960年继续报道有新的9个品种,湖南(1958)报道有7个品种,广东(1956)报道有23个品种,江西(1960)有8个品种,湖北有12个品种,等等。但这些品种可能有交叉,而且有些可能只是品系或单株<sup>[7-9]</sup>。

### 1.2 第二阶段(1979—1999年)

这一阶段以全国枇杷科研协作组的活动为特征,“文革”结束后,农业部组织全国多个树种成立各自的科研协作组,枇杷协作组也应时而生,并引导着全国枇杷科技和生产的发展<sup>[7-9]</sup>,有关枇杷协作组的各次活动见表1。

全国枇杷科研协作组(协作组牵头单位浙江省农业科学院,秘书处设在园艺研究所。协作组组长为华中农业大学章恢志教授,副组长为园艺研究所果树专家)。协作组分别于1982、1986、1988年编辑出版了《枇杷科技资料汇编(1~3)》3册<sup>[7-9]</sup>。

在农业部的支持(资助)下,在原有工作的基础上,1981年开始在福建农业科学院果树研究所建立国家级枇杷品种资源圃,黄金松研究员等负责收集、保存国内外枇杷品种资源和近缘植物,开展种质资源研究工作<sup>[1]</sup>。因此,全国的枇杷品种资源的调查工作<sup>[9]</sup>、种质资源圃的种植保存和《中国果树志·枇杷卷》的编撰<sup>[7]</sup>三者是相互相成的,是这个阶段全国枇杷科技的最突出成就。为后来的枇杷科研,尤其是种质资源研究、种质创新和新品种选育奠定了坚实的基础。

1990年,协作组完成了《中国果树志·枇杷卷》送审稿。1991年12月,主编章恢志先生在《中国果树志·枇杷》修改并最后完成之前,不幸因病逝世。后来,由主编单位叶瑟琴、蔡礼鸿和第一副主编杨家驹共同将各方面对送审稿所提的修改意见进行全面

表1 中国枇杷科研协作组历次会议概况<sup>[10]</sup>

Table 1 Overview of previous meetings of the Chinese Loquat Scientific Research Cooperative Group

| 次别<br>Session | 时间<br>Date       | 地点<br>Venue                       | 单位数<br>No. of unit | 参会人数<br>No. of participants | 论文篇数<br>No. of papers |
|---------------|------------------|-----------------------------------|--------------------|-----------------------------|-----------------------|
| 1             | 1980-06-20—22    | 浙江黄岩 Huangyan, Zhejiang           | 26                 | 44                          | 12                    |
| 2             | 1981-10-26—28    | 浙江杭州 Hangzhou, Zhejiang           | 10                 | 20                          | -                     |
| △             | 1982-04-27—05-01 | 福建福州、莆田 Fuzhou and Putian, Fujian | 32                 | 48                          | 23                    |
| 3             | 1983-10-07—10    | 安徽屯溪 Tunxi, Anhui                 | 28                 | 48                          | ?                     |
| △             | 1984-06-05—08    | 江苏吴县 Wuxian, Jiangsu              | 33                 | 51                          | -                     |
| 4             | 1985-10-08—10    | 浙江余杭 Yuhang, Zhejiang             | 30                 | 31                          | 33(1984+1985)         |
| 5             | 1987-04-21—25    | 广西桂林 Guilin, Guangxi              | 30                 | 31                          | 17                    |
| 6             | 1988-05-23—25    | 江西南昌 Nanchang, Jiangxi            | 34                 | 49                          | ?                     |
| ?             | ?                | ?                                 | 33?                | ?                           | ?                     |
| 8             | 1992-05-04—06    | 四川纳溪 Naxi, Sichuan                | 33                 | 50                          | 29                    |

注: ? 表示至今尚没有找到有关数据及其证据。

Note: ? . No data and evidence have been found so far.

的汇总,对送审稿作了全面的修改,完成了《中国果树志·枇杷卷》的定稿。但是,出版则遇到新的困难。1996年,枇杷志和龙眼志合并,由中国林业出版社出版《中国果树志·龙眼 枇杷卷》<sup>[7]</sup>。

### 1.3 第三阶段(2000—2019年)

1992年在四川纳溪开会之后,枇杷科研协作组基本停顿了工作,1996年《中国果树志·龙眼 枇杷卷》的出版标志着协作组完成了他的使命。

世纪之交,是全国枇杷产业发展最快的时期。全国枇杷同行却缺少一个联系的纽带。华南农业大学园艺学院联络西南大学园艺学院、浙江大学果树研究所、福建农业科学院果树研究所发起成立中国园艺学会枇杷分会。

2004年全国枇杷会议(福建莆田)是中国园艺学会枇杷分会的筹备会,也是自1992年(四川纳溪会议)全国枇杷科研协作组中断以来枇杷学界同行在新世纪的首次聚会。2005年“全国枇杷学术研讨会暨中国园艺学会枇杷分会成立大会”于2005年5月26—29日在浙江杭州余杭区举行。此后,每两年开一次会议。历次会议基本情况如表2。

枇杷分会运行期间,全国的相关单位的枇杷科技人员紧密合作,取得了前所未有的科技成果,主要有以下4项:①农业部行业科技专项工作,由华南农业大学园艺学院(林顺权)牵头,组织全国枇杷科研优势单位联合申报农业部行业科技专项,获批科研经费近千万元,是历来枇杷科研经费最多的一次,项目从2010年到2014年完成,取得多项科技成果。②“枇杷系列品种选育与区域化栽培关键技术研究应

用”科技成果2010年获国家科技进步二等奖,由福建省农业科学院果树研究所(郑少泉)牵头,四川省农业科学院园艺研究所、华南农业大学、北京市农林科学院林业果树研究所和西南大学等单位参加。③“杨梅 枇杷果实贮藏物流核心技术研发及其集成应用”2013年获国家科技进步二等奖,由浙江大学(陈昆松)牵头,浙江省农业科学院园艺研究所、四川省农业科学院园艺研究所等单位参加。④《枇杷》(中国果树科学与实践系列丛书)的编著出版,华南农业大学(林顺权)主编、四川农业科学院园艺研究所(江国良)副主编,梁国鲁、陈昆松、郑少泉、吴锦程、王永清、杨向晖为编委,国内最强大枇杷科教阵容的一次编书活动,2019年9月由陕西科学技术出版社出版<sup>[10]</sup>。

## 2 种质资源研究

### 2.1 枇杷种质资源圃

福建省农业科学院果树研究所共收集保存栽培枇杷种质资源759份,建成目前世界上收集保存栽培枇杷种质资源数量最多、规模最大、遗传多样性最丰富的资源圃。章恢志、黄金松等的“中国枇杷种质资源收集及其利用研究”1992年获农业部科技进步三等奖。郑少泉等率先研制出《农作物种质资源鉴定技术规程枇杷》农业行业标准<sup>[11]</sup>,鉴定评价了枇杷种质资源435份,从中筛选出优质、大果、早熟、晚熟、抗性强、矮化等优异种质65份,其中37份已用于生产或育种,成果汇入国家科技进步奖。

表 2 中国园艺学会枇杷分会历次会议概况<sup>[10]</sup>

Table 2 Overview of previous meetings of Loquat Branch of China Horticultural Society (LBCHS)

| 届别<br>Session | 主办单位<br>Sponsor  | 承办单位<br>Organizer  | 时间<br>Date           | 地点<br>Venue                | 参会人数<br>No. of participants | 论文篇数<br>No. of papers |
|---------------|--|--|----------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| 1             | 果树专业委员会<br>Pomology Professional Committee<br>莆田市政府<br>Putian Municipal Government | 莆田枇杷协会<br>Putian Loquat Association<br>枇杷分会(筹)<br>LBCHS (in preparation)   | 2004-<br>04-28—30    | 福建莆田<br>Putian, Fujian     | 100                         | 51                    |
| 2             | 枇杷分会<br>LBCHS  | 杭州余杭政府<br>Yuhang District Government,<br>Hangzhou  | 2005-<br>05-26—29    | 浙江余杭<br>Yuhang, Zhejiang   | 106                         | 67                    |
| 3             | 枇杷分会<br>LBCHS  | 成都双流县政府<br>Shuangliu County Government   | 2007-<br>04-24—27    | 四川双流<br>Shuangliu, Sichuan | 116                         | 57                    |
| 4             | 枇杷分会<br>LBCHS<br>江苏园艺学会<br>Jiangsu Horticultural Society                           | 苏州农业职业技术学院<br>Suzhou Polytechnic Institute of<br>Agriculture<br>江苏太湖常绿果树中心<br>Evergreen Fruit Tree Center of<br>Taihu Lake, Jiangsu Province | 2009-<br>05-22—24    | 江苏苏州<br>Suzhou, Jiangsu    | 118                         | 78                    |
| 5             | 枇杷分会<br>LBCHS<br>四川石棉县委、县政府<br>Shimian County Government                           | 石棉县委、县政府<br>Shimian County Government  | 2011-<br>05-26—29    | 四川石棉<br>Shimian, Sichuan   | 125                         | 59                    |
| 6             | 枇杷分会<br>LBCHS  | 莆田学院<br>Putian University  | 2013-<br>03-30—04-03 | 福建莆田<br>Putian, Fujian     | 145                         | 66                    |
| 7             | 枇杷分会<br>LBCHS<br>浙江兰溪市政府<br>Lanxi Municipal Government                             | 兰溪市政府<br>Lanxi Municipal Government  | 2015-<br>05-13—15    | 浙江兰溪<br>Lanxi, Zhejiang    | 136                         | 55                    |
| 8             | 枇杷分会<br>LBCHS<br>西南大学<br>South-west University                                     | 西南大学园艺学院<br>Horticultural College, South-<br>west University   | 2017-<br>05-19—21    | 重庆<br>Chongqing            | 185                         | 78                    |
| 9             | 枇杷分会<br>LBCHS<br>四川攀枝花市政府<br>Panzhihua<br>Municipal Government                     | 米易县委、县政府<br>Miyi County Government   | 2018-<br>12-21—23    | 四川<br>米易<br>Miyi, Sichuan  | 191                         | 51                    |

## 2.2 枇杷属种质资源研究

1984年,章恢志承担了国家自然科学基金资助的“枇杷的栽培起源及进化的研究”课题,1990年在《园艺学报》发表《中国枇杷属种质资源及普通枇杷起源研究》<sup>[6]</sup>,这是中国枇杷引用率最高的文献,1992年中国园艺学会举行《园艺学报》创刊30周年优秀论文评选活动,该论文被评为唯一的一等奖,在我国园艺学界影响广泛。文中,正式发表了新种大渡河枇杷,作为栎叶枇杷的变种 *E. prinoides* var. *daduheensis* H.Z. Zhang。另一方面,该命名持续引发争议,最终,2014年中山大学廖文波等将其改命名为杂种 *E. × daduheensis* H.Z. Zhang ex W. B. Liao et al,得到业界认可<sup>[12]</sup>。廖文波还命名了广东信宜的另一个种薄叶枇杷 *E. fulvicoma* W.Y. Chun ex W.B. Liao et al.<sup>[13]</sup>。杨向晖和林顺权则描述了陈焕庸先生在广西大瑶山发现的广西枇杷 *E. kwangsiensis*

Chun<sup>[14]</sup>。林顺权和刘月学编著了《枇杷属植物图谱》,介绍了中国的20个、东南亚的6个种(或变种或变型)。林顺权和杨向晖等的科研成果“枇杷属植物种质资源调查<sup>[15-16]</sup>、鉴定<sup>[16]</sup>、评价与利用”2017年获中华农业科技奖三等奖。

## 3 新品种选育、生物技术应用与种质创制

### 3.1 实生选种

建国以后,各省(区)选育出一批优良的枇杷新品种。如福建先后选出的新品种‘解放钟’(超大果型)、“太城4号”(多为单核的罐藏和鲜食良种)、“长红3号”(高产、早熟品种)等,“太城4号”和“长红3号”均获得省部级科学技术奖<sup>[11,17]</sup>。浙江选育出一批品种,黄岩选出的‘洛阳青’和‘单边种’,成为当地生产上的主栽品种,‘洛阳青’曾占黄岩县枇杷总面积

的80%~90%;由宁海县农林局冯健君等选育出的‘宁海白’,2004年被国家林业局认定为国家级林木推广良种,该品种果型大、可溶性固形物含量为13%~15%、可食率为73.4%,皮薄汁多、酸甜适口、风味浓郁。江苏选出‘白玉’‘冠玉’‘丰玉’‘霞红’‘石橙’等,其中的‘冠玉’,由江苏省太湖常绿果树技术推广中心于1983年从白沙系枇杷自然实生变异中选出,1995年通过省级审定,它肉质细而易溶,可溶性固形物含量13.4%,耐贮,抗寒性强。湖北曾选出‘华宝2号’‘华宝3号’等。

### 3.2 引种

早期进行了国内引种,‘解放钟’被引入广东、云南等省,长期作为主栽品种,‘大五星’被引到贵州、陇南等地,成为全国栽培面积最大的品种<sup>[1]</sup>。

国外引种方面,福建果树研究所1978年从日本引进早熟枇杷‘森尾早生’,适于福建亚热带气候条件栽培,具有特早熟(在福州4月上、中旬成熟,比一般品种早上市15~20 d)等特点。作为亲本与福建当地优良品种‘解放钟’杂交,获得新品种‘早钟六号’<sup>[1-17]</sup>。

林顺权和吴锦程等从日本引进‘白茂木’,从西班牙引进10个品种,其中大果枇杷品种4个,白肉枇杷品种2个。吴锦程和林顺权引种的白肉枇杷,获福建省科技进步三等奖。

### 3.3 杂交育种

早在20世纪50年代,我国即有一些教学、科研单位的科技工作者进行此项工作。至70年代以后,福建、浙江、江苏、湖北等省的有关部门,都开展了枇杷杂交育种工作。我国第一个杂交育成的品种是‘早钟六号’,是黄金松和郑少泉等利用从日本引进的早熟品种‘森尾早生’作为亲本与福建当地优良品种‘解放钟’杂交获得的,从90年代开始推广,面积共达数万公顷,成为全世界推广面积最大的杂交品种,获得福建省科技进步一等奖,这个品种和全世界推广面积最大的实生选育品种‘大五星’一起,共同构成国家科技进步奖二等奖的主要基础。

郑少泉等获得了枇杷杂交的一系列新品种<sup>[17]</sup>,其中以‘贵妃’为母本、‘金钟’为父本杂交育成的‘香妃’,主要优良特性表现为:大果型,单果质量57.2 g,优质,肉质细腻、化渣、甜酸适口。

林顺权等利用引进的西班牙大果品种,与‘早钟六号’杂交,与广州市果树研究所合作,释放出一系

列优质新品种,如‘早佳5号’‘早佳8号’‘早佳90’和‘早西白’等。

张学英等用‘白玉’×‘田中’(引自日本)杂交选育出的中熟枇杷新品种‘火炬’,平均单果质量60 g,最大单果质量96 g。

### 3.4 其他方法育种

枇杷核大且多,肉薄,可食率低,培育无核新品种有其特殊意义。福建果树研究所通过化学诱变,获得了四倍体枇杷新品种‘闽三号’,其花期经赤霉素处理,已成功获得了无籽枇杷果实,并通过和二倍体枇杷良种杂交,培育出了一批三倍体枇杷<sup>[17]</sup>。

西南大学梁国鲁研究员率领的研究团队自1997年以来,对我国主栽的30余个枇杷品种(类型)和5个日本引进品种进行了实生筛选,从114 995粒种子中,成功检测出403株三倍体突变体,其平均突变率为0.35%,四倍体突变体79株,五倍体突变体12株。从中育成‘华玉无核枇杷1号’等新品种<sup>[18-20]</sup>。

### 3.5 生物技术应用和新种质创制

枇杷离体培养受到各方的重视,福建农林大学通过枇杷胚乳培养,获得了接近三倍体的试管苗,通过原生质体培养获得了再生植株,由此获得教育部科技进步三等奖。四川农业大学培养枇杷花药,获得了再生植株<sup>[21]</sup>。

西南大学梁国鲁课题组创造了大量的多倍体,包括三倍体、四倍体、五倍体等和大量的非整倍体,创造了栽培枇杷前所未有的新种质<sup>[18-20]</sup>。

华南农业大学枇杷课题组则通过种间杂交获得大量的种间杂种材料<sup>[22]</sup>,除了少籽(一粒或两粒种子)、可食率高(高于80%),可溶性固形物含量高(高于18%)等果实重要性状的新种质外,‘解放钟’与台湾枇杷恒春变型杂交的后代JTH2中发现果肉中的石细胞含量高达2.77%,让人们看到了枇杷属与梨属亲缘关系的一个侧面。

## 4 区域化栽培研究

20世纪90年代,云南首先报道了从福建和浙江等地引种的枇杷在云南地区可以于10月一翌年1月成熟,揭开了枇杷区域化栽培研究的序幕<sup>[23]</sup>。四川投入了大量科技力量进行研究,在攀西地区实现了冬季收成枇杷的产业化。进而探明了枇杷在不同生态区的生态反应,研究总结出川滇干热多日照生态区、南亚热带生态区、南温带干暖多日照生态区、中

亚热带生态区和北方设施栽培区等 5 个不同类型区的共性及区域性栽培关键技术。北京林果研究院等单位成功进行了北方设施栽培。四川园艺研究所江国良等的“枇杷生态适应性与栽培新技术的研究”和“攀西地区特色生物资源综合开发与示范”成果分别于 2004 年和 2007 年获四川省科学技术奖。以四川为核心,全国若干省份配合,通过“区域组合、品种搭配、花期调控、设施栽培”等技术措施的综合应用,成功地进行了枇杷开花期和果实成熟上市期的人工调节,实现了我国枇杷鲜果一年四季供应,在世界枇杷栽培史上属首创。这也是国家科技进步奖二等奖的内容之一。

## 5 育苗和栽培技术研究

前述,枇杷的育苗技术在 20 世纪 70 年代左右实现了根本性的改变,大大加速了良种的繁育速度。如浙江黄岩、福建莆田、四川龙泉驿、重庆等枇杷主产区,每年可有数以万株的枇杷良种嫁接苗出圃,供产区发展种植。莆田县普遍采用的幼砧顶端留叶切接育苗技术,从砧木播种到嫁接苗出圃仅需 18 个月。芽片贴接育苗技术,节省接穗、成活率高、全年均可进行,这些都为引种和加速良种繁育提供了简便方法。黄金松等取得的“枇杷小苗嫁接技术”成果<sup>[1]</sup>,1978 年获得福建省科学大会奖。这是黄金松等对我国枇杷产业做出的重大贡献。

对栽培技术也进行了大量的研究工作,如浙江和江苏对枇杷低产园进行改造、广东果树研究所应用激素促进开花结果、浙江对枇杷修剪尤其是黄岩在修剪和衰老树更新方面和福建对防止裂果、皱果等项研究都取得了较好的成果。此外,有关枇杷的土、肥、水、疏花疏果、套袋、病虫害防治、抗寒防冻、矮化集约栽培等方面的研究,也都取得了重要进展<sup>[1]</sup>。浙江农业科学院陈俊伟等在抗寒防冻、矮化集约栽培等方面做了大量研究工作<sup>[10]</sup>。

## 6 果实贮藏保鲜及加工技术

解放前,我国枇杷果实主要供鲜食,仅个别产地少量加工成枇杷膏,作为保健食品销售。建国后,枇杷果实加工品增加了糖水罐头、果汁、果酱等花色品种,尤其是罐头工业,浙江、福建、安徽、江苏等地都曾建起了罐头厂。黄岩县建国初期枇杷生产微不足道,但到 1988 年枇杷产量已超过 1.25 万 t,其中有

0.5 万 t 用于加工罐头,产量居全国首位,成为我国重要的枇杷生产和罐头出口基地<sup>[1]</sup>。

新世纪以来,枇杷鲜果的售价逐渐升高,致使枇杷果品加工品的原料价格大幅上升,枇杷罐头和其他加工品均很难获得利润,枇杷的贮藏面临类似的问题。与此同时,枇杷从西南开始,从南到北,1—6 月,渐次成熟,早熟的枇杷显然无法通过贮藏来获益。尽管如此,南京农业大学郑永华和金鹏还是对枇杷的贮藏进行了深入的研究<sup>[10]</sup>。

浙江大学陈昆松课题组着力枇杷采后生物学的深入研究,并对采后技术进行革新,提出了 EjCAD1 是枇杷果实木质素单体合成关键基因,阐述了 Ej-EXP 和乙烯信号转导调控枇杷果实木质化的途径与机制<sup>[24-25]</sup>。制订了枇杷果实采后 LTC 处理贮藏操作规程技术标准,可使枇杷果实腐烂率降低 31.4%,为原有技术的 43.7%,减缓果实硬度增加,减轻果肉褐变,维持较高可溶性固形物含量。研究成果获得了国家科技进步奖。

## 7 基础研究

新世纪以来,国内多家单位开展了多方面的基础研究,例如华南农业大学和莆田学院联合进行的枇杷基因组测序研究,结果将在近年公布。莆田学院吴锦程课题组从转录组水平上的基因差异表达来揭示冷藏枇杷果实在木质化过程中对低温胁迫的分子响应机制<sup>[26]</sup>。西南大学开展了枇杷染色体方面的深入研究。华南农业大学和厦门大学、龙岩学院等单位合作开展了野生枇杷叶片成分及抗氧化活性和三萜酸抑制肺癌细胞的研究<sup>[27-28]</sup>。前述的浙江大学的枇杷采后生物学的分子机制研究,等等。

## 8 国际交流

虽然枇杷原产中国,现在已传播到世界上的 30 多个国家,但是改革开放以来的国际交流仍然对我国的枇杷科研、生产和提高国际知名度都起到很好的作用。

前已述,我们从日本和西班牙引回数十个优良品种,作为亲本与我国优良品种杂交,获得了优异的杂交品种。

其次,中国派遣留学生出国,与美国和日本的专业合作,阐明了中国是枇杷原产地、日本枇杷引自中国的观点,从而中止了国际上关于“日本是枇杷原产

地”的謬传<sup>[29]</sup>。

我国科技工作者积极参加国际会议,林顺权教授成为长期的国际园艺学会枇杷工作小组主席;中

国枇杷科技人员活跃于历届的枇杷国际会议,这与我国是枇杷原产国、现在的最大主产国的地位是相称的<sup>[30]</sup>。有关情况见表3。

表3 四次国际枇杷学术研讨会的概况<sup>[10]</sup>

Table 3 Overview of the four International Loquat Symposium<sup>[10]</sup>

| 届别<br>Session | 地点<br>Venue of the meeting   | 主办<br>Sponser                                 | 参会国家数<br>No. of Nation | 参会人数(中国人参会人数)<br>No. of participants (Chinese participants) |
|---------------|------------------------------|---|------------------------|---|
| 第一届<br>First  | 西班牙·瓦伦西亚<br>Vallencia, Spain | 瓦伦西亚农业研究所<br>Institute of Vallencia Agrivulre | 6                      | 18(5)   |
| 第二届<br>Second | 中国·广州<br>Guangzhou, China    | 华南农业大学<br>South China Agricultural University | 8                      | 112(82)   |
| 第三届<br>Third  | 土耳其·安塔基亚<br>Antakia, Turkey  | Mustafa Kemal University                      | 13                     | 62(26)  |
| 第四届<br>Fourth | 意大利·西西里岛<br>Sisily, Italy    | Palermo University                            | 10                     | 56(27)  |

## 9 展 望

品种结构:‘早钟六号’和‘大五星’主导中国枇杷产业的时代落幕了;新品种层出不穷,将导致枇杷品种结构的重大调整。白肉枇杷将占品种数量的一半或更多,面积逐渐扩大,新栽植的枇杷中黄肉品种的比例将大为降低。早中晚熟品种,不管是全国或者一个地区,都将是早熟和晚熟品种比例提高,中熟品种比例降低。

经营方向:枇杷的投劳成本占生产成本的2/3以上,随着我国社会经济的发展,劳动力的价值会越来越高,规模经营枇杷将越来越困难。因此,降本增效是必由之路。主流的省工的关键技术还没出现,目前,机械化是一个方面;经济型如生草栽培、化学疏花疏果、不套袋或全园罩网等也将受欢迎。

产销--四季应市:四川省已在某种程度上实现了“四季应市”,冬季是攀枝花和西昌的枇杷上市,春夏是主流,秋季有阿坝州的晚季枇杷。就全国而言,春季有广东和福建的早熟种枇杷;夏季仍是中国枇杷的主流;秋季有苏州的贮藏枇杷、四川阿坝州的晚季枇杷;冬季有四川的攀西和云南、北方温室的反季节枇杷。枇杷将类似于苹果和香蕉成为四季水果。

业态:城郊型枇杷观光业,如城郊农场、百果园、农家乐、观光采摘体验、拓展,等等,随着城市化的扩大以及乡村振兴战略的实施,与春游相结合的枇杷观光采摘会越来越兴旺,效益越来越好;未来的一个发展点是与中小学自然教育相结合的以枇杷为特色的观光体验果园。枇杷加工业,枇杷膏、枇杷酱将有较大的发展空间,原料有保障,来自失管的、或更新

换代之际的枇杷园;枇杷花茶可能会更受欢迎。

最后,枇杷的基因组分析和组学时代虽然姗姗来迟,但还是不可避免的来了。

## 参考文献 References:

- [1] 黄金松. 建国四十年来我国枇杷科技的主要成就[J]. 中国果树, 1989(2): 5-8.  
HUANG Jinsong. The main achievements of science and technology of loquat in China in the past 40 years[J]. Chinese Fruits, 1989(2): 5-8.
- [2] 陈文训, 金作栋, 林淑增. 福建莆田的枇杷[J]. 农业学报, 1954, 5(2/4): 199-214.  
CHEN Wenxun, JIN Zuodong, LIN Shuzeng. Loquat from Putian, Fujian[J]. Journal of Agriculture, 1954, 5(2/4): 199-214.
- [3] 吴光林. 福建莆田枇杷调查报告[J]. 浙江农学院学报, 1956, 1(1): 35-49.  
WU Guanglin. Investigation report on loquat in Putian, Fujian [J]. Journal of Zhejiang Agricultural College, 1956, 1(1): 35-49.
- [4] 章恢志. 塘栖枇杷品种的研究[J]. 园艺通报, 1957, 1(1): 15-21.  
ZHANG Huizhi. Study on Tangxi loquat cultivar[J]. Horticultural Bulletin, 1957, 1(1): 15-21.
- [5] 陈文训. 枇杷的生物学特性观察[J]. 福建农学院学报, 1958(7/8): 29-49.  
CHEN Wenxun. Observation on biological characteristics of Loquat[J]. Journal of Fujian Agricultural College, 1958(7/8): 29-49.
- [6] 章恢志, 彭抒昂, 蔡礼鸿, 方德秋. 中国枇杷属种质资源及普通枇杷起源研究[J]. 园艺学报, 1990, 17(1): 5-12.  
ZHANG Huizhi, PENG Shu'ang, CAI Lihong, FANG Deqiu. The germplasm resources of the genus *Eriobotrya* with special reference on the origin of *E. japonica* Lindl.[J]. Acta Horticulturae Sinica, 1990, 17(1): 5-12.
- [7] 邱武陵, 章恢志. 中国果树志·龙眼 枇杷卷[M]. 北京: 中国林

- 业出版社,1996:98-117.  
 QIU Wuling, ZHANG Huizhi. Fruit flora of China loquat[M]. Beijing: China Forestry Press, 1996:98-117.
- [8] 俞德浚, 美克俭. 中国蔷薇科植物分类之研究(一)[J]. 植物分类学报, 1963, 8(3):202-234.  
 YU Dejun, GUAN Kejian. Taxonomy of Rosaceae plants in China(1)[J]. Acta Phytotaxon Sinica, 1963, 8(3):202-234.
- [9] DING C K, CHEN Q F, SUN T L, XIA Q Z. Gemplasm resources and breeding of *Eriobotrya japonica* Lindl. in China [J]. Acta Horticulturae, 1995, 403:121-126.
- [10] 林顺权. 中国果树科学与实践枇杷[M]. 西安:陕西科学技术出版社, 2019.  
 LIN Shunquan. Science and practice of fruit trees in China[M]. Xi'an: Shaanxi Science & Technology Press, 2019.
- [11] 郑少泉. 枇杷种质资源描述规范和数据标准[M]. 北京:中国农业出版社, 2006.  
 ZHENG Shaoquan. Descriptors and Data standard for loquat germplasm[M]. Beijing: China Agriculture Press, 2006.
- [12] DING M Y, FAN Q, GUO W, LIAO W B. Valid publication of the name *Eriobotrya* × *daduheensis* (Malinae, Rosaceae) [J]. Phytotaxa, 2015, 212(1):095-098
- [13] LI F F, QING Y L, CUI D F, LIAO W B. *Eriobotrya fulvicoma* (Rosaceae), a New species from Guangdong Province, China [J]. Annales Botanici Fennici, 2012, 49(4):263-266.
- [14] YANG X H, LIN S Q. The identity of *Eriobotrya kwangsiensis* Chun, sp. n.[J]. Acta Horticulturae, 2007, 750:221-224.
- [15] 林顺权, 杨向晖, 刘成明, 胡又厘, 何业华, 胡桂兵, 张海岚, 何小龙, 刘月学, 刘宗莉. 中国枇杷属植物的自然地理分布[J]. 园艺学报, 2004, 5(31):569-573.  
 LIN Shunquan, YANG Xianghui, LIU Chengming, HU Youli, HE Yehua, HU Guibing, ZHANG Hailan, HE Xiaolong, LIU Yuexue, LIU Zongli. Natural geographical distribution of genus *Eriobotrya* plants in China[J]. Acta Horticulturae Sinica, 2004, 5(31):569-573.
- [16] 杨向晖, 格拉贝, 林顺权, 胡又厘, 何业华, 阮氏锦绒, 刘月学, 胡桂兵, 刘成明. 枇杷属植物种类数及东南亚原产枇杷种类[J]. 果树学报, 2005, 22(1):55-59.  
 YANY Xinghui, Glakpe Kodjo, LIN Shunquan, HU Youli, HE Yehua, Nguyen Thi Cam Nhung, LIU Yuexue, HU Guibing, LIU Chengming. Taxa of plants of genus *Eriobotrya* around the world and native to South-Eastern Asia[J]. Journal of Fruit Science, 2005, 2005, 22(1):55-59.
- [17] ZHENG S Q. Achievement and prospect of loquat breeding in China[J]. Acta Horticulturae, 2007, 750:85-92.
- [18] GUO Q G, LI X L, XING W W, HE Q, LIANG G L. Occurrence of natural triploids in loquat[J]. Acta Horticulturae, 2007, 750:125-128.
- [19] LIANG G L, WANG W X, LI X L, GUO Q G, XIANG S Q, HE Q. Selection of large-fruited triploid plants of loquat[J]. Acta Horticulturae, 2011, 887:95-100.
- [20] 梁森林, 党江波, 梁国鲁, 郭启高. 天然四倍体枇杷‘B431’减数分裂观察及育性分析[J]. 园艺学报, 2018, 45(10):1895-1904.  
 LIANG Senlin, DANG Jiangbo, LIANG Guolu, GUO Qigao. Meiosis observation and fertility analysis in natural tetraploid loquat of ‘B431’ [J]. Acta Horticulturae Sinica, 2018, 45(10):1895-1904.
- [21] LI J Q, WANG Y Q, LIN L H. Embryogenesis and plant regeneration from anther culture in loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.) [J]. Scientia Horticulturae, 2008, 115(4):329-336.
- [22] LI G F, ZHANG Z K, YANG X H, LIN S Q. Inter-specific and Inter-generic hybridization compatibility of *Eriobotrya* species (Loquat) and related genera[J]. Horticultural Plant Journal, 2016, 2(6):315-322.
- [23] 钟瑞芳, 梁明清, 暴卓然. 枇杷引种试验初报[J]. 云南农业大学学报, 1999, 14(4):381-384.  
 ZHONG Ruifang, LIANG Mingqing, BAO Zhuoran. The preliminary report on the introduction experiment of *Eriobotrya japonica* Lindl.[J]. Journal of Yunnan Agricultural University, 1999, 14(4):381-384.
- [24] XU Q, YIN X R, ZENG J K, GE H, SONG M, XU C J, LI X, FERGUSON I B, CHEN K S. Activator- and repressor-type MYB transcription factors are involved in chilling injury induced flesh lignification in loquat via their interactions with the phenylpropanoid pathway[J]. Journal Experimental Botany, 2014, 65(15):4349-4359
- [25] ZENG J K, LI X, XU Q, CHEN J Y, YIN X R, FERGUSON I B, CHEN K S. *EjAP2-1*, an AP2/ERF gene, is a novel regulator of fruit lignification induced by chilling injury, via interaction with *EjMYB* transcription factors[J]. Plant Biotechnology Journal, 2015, 13(9):1325
- [26] LIN S K, WU T, LIN H L, ZHANG Y Q, XU S C, WANG J E, WU B S, CHEN Y, LIN S Y, LIN D H, WANG X M, ZHAO X X, WU J C. De novo analysis reveals transcriptomic responses in *Eriobotrya japonica* fruits during postharvest cold storage[J]. Gene, 2018, 9:639-661.
- [27] HONG Y P, LIN S Q, JIANG Y M, MUHANMMAD A. Variation in contents of total phenolic and flavonoid and antioxidant activities in the leaves of 11 *Eriobotrya* species[J]. Plant Foods for Human Nutrition, 2008, 63:200-204.
- [28] YUAN Y, GAO Y S, SONG G, LIN S Q. Ursolic acid and oleonic acid from *Eriobotrya fragrans* inhibited the viability of A549 cells[J]. Natural Product Communications, 2015, 10(2):239-242.
- [29] LIN S Q, SHARPE R H, JANICK J. Loquat: botany and horticulture[J]. Horticultural Reviews, 1999, 23:233-276.
- [30] HU Y L, LIN S Q, YANG X H, ZHANG H L, LIU C M, HE X L, LI J G, HE Y H. *In situ* and *ex situ* conservation of *Eriobotrya* in China[J]. Acta Horticulturae, 2007, 760:527-532.