

中国桃品种改良历史回顾与展望

王力荣

(中国农业科学院郑州果树研究所, 郑州 450009)

摘要: 新中国成立以来,我国桃育种取得显著成就,支撑桃产业约90%的品种为自主育成品种,是大宗水果中自主知识产权品种市场占有率最高的树种。60多年来,我国桃育种主要目标为优质、广适、多样和成熟期配套,基础亲本主要包括18个地方品种、日本品种和美国品种;胚挽救技术在早熟育种中发挥了重要作用,分子标记辅助育种技术开始应用;在育成的683个品种中,杂交品种占比近2/3,芽变和实生占比1/3;普通桃占70%、油桃占20%、蟠桃占10%;白肉桃占70%、黄肉桃占30%;早、中、晚成熟期配套达150 d。展望未来,我国桃育种应拓展遗传背景,加强地方品种、野生资源发掘与利用,创新桃全基因组选择育种技术,加快远缘杂交和基因编辑技术的研究与应用进程。

关键词: 桃; 品种; 改良; 回顾; 展望

中图分类号: S662.1

文献标志码: A

文章编号: 1009-9980(2021)12-2178-18

History and prospect of peach breeding in China

WANG Lirong

(Zhengzhou Fruit Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou 450009, Henan, China)

Abstracts: Since founding ceremony of the People's Republic of China, peach breeding has achieved a great progress in China, supporting that 90% varieties in peach industry are independent-bred varieties, which is the highest market share of self-owned intellectual property varieties in bulk fruits. The main objectives of peach breeding in China are high quality, wide adaptability, diversity and prolonging market supply, and the basic core parents mainly include 18 local cultivars, Japanese cultivars and American cultivars; in Bred 683 cultivars, the proportion of hybrid varieties is nearly 2/3, the bud mutant and seeding is 1/3; peach 70%, nectarine 20% and flat peach 10%; white peach 70%, yellow peach 30%; the early, middle and late mature period has achieved 150 days. In the future, peach breeding in China should expand the genetic background, strengthen the exploitation and utilization of local and wild gemplasm, innovate the whole genome selection breeding technology, accelerate the application of intergenetic hybridization and gene editing technology.

Key words: Peach; Cultivars; Improvement; Review; Prospect

新中国成立以来,我国桃育种取得重要进展,成为主要水果中自主品种市场占有率最高的树种。根据《中国果树志—桃》^[1]、《中国桃遗传资源》^[2]、中国知网检索以及其他相关资料记载,建立了我国桃育成品种数据库,并进行统计分析,以期为未来桃育种提供借鉴。

1 主要育种成就

1.1 育种阶段

根据桃遗传特点、育种成就以及在国际上的地位,我国桃杂交育种历史可以分为以下3个阶段(表1,表2)。

1.1.1 起步阶段(1956—1979年) 我国桃杂交育种工作起步比欧美和日本等国家晚半个多世纪。该时期主要进行原始材料收集、胚挽救技术研究等,育成品种75个,多数是杂交F₁代。标志性品种有丰黄、京玉^[3]、雨花露^[4]等。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

收稿日期: 2021-10-20

接受日期: 2021-11-17

基金项目: 国家桃产业技术体系(CARS-30-1-04); 中国农业科学院科技创新工程(CAAS-ASTIP-2019-ZFRI-01)

作者简介: 王力荣, 研究员, 研究方向为桃种质资源与遗传育种。Tel: 0371-55906989, E-mail: wanglirong@caas.cn

组”。我国桃育种整体水平与欧美发达国家约有50年的差距。

1.1.2 追赶阶段(1980—1999年) 建成郑州、北京、南京3个国家桃种质资源圃,育成品种183个,其中普通桃127个,油桃38个,蟠桃13个,油蟠桃5个。胚挽救技术在极早熟桃培育中成功应用;标志性品种有春蕾、锦绣、早露蟠桃、瑞光2号、曙光等^[5-7]。我国桃育种整体水平与美国、欧洲、日本等有20~30 a(年)差距。

1.1.3 并跑阶段(2000至今) 育成品种425个,其中普通桃276个、油桃98个、蟠桃39个、油蟠桃12个。桃功能基因组学研究取得重要进展,分子标记辅助选择在育种中成功应用;不同类型标志性品种有春美^[8]、映霜红^[9]、中油4号^[10]、中农金辉^[11]、中蟠桃11号^[12]、中油蟠7号^[13]、中油蟠9号^[14]、满天红等。育种整体水平与欧美发达国家基本持平。2007年成立中国园艺学会桃分会,2008年启动国家桃产业技术体系。

表1 不同历史时期育成的不同果实类型桃品种数量

Table 1 The number of different fruit types bred in different historical periods

年 Year	总计 Total	普通桃 Peach		油桃 Nectarine		蟠桃 Flat peach		油蟠桃 Nectarine-flat peach	
		数量 No.	比例 Proportion/%	数量 No.	比例 Proportion/%	数量 No.	比例 Proportion/%	数量 No.	比例 Proportion/%
1900—1970	29	29	100.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
1970—1979	46	44	95.7	0	0.0	2	4.3	0	0.0
1980—1989	61	52	85.2	5	8.2	4	6.6	0	0.0
1990—1999	122	75	61.5	33	27.0	9	7.4	5	4.1
2000—2009	204	127	62.3	52	25.5	22	10.8	3	1.5
2010—2021	221	149	67.4	46	20.8	17	7.7	9	4.1
总计 Total	683	476	69.7	136	19.9	54	7.9	17	2.5

表2 不同历史时期育成的不同成熟期桃品种数量

Table 2 The number of peach varieties at different maturity stages bred in different historical periods

年 Year	总计 Total	极早熟 Extremely precocious		早熟 Precocious		中熟 Medium maturity		晚熟 Late maturity		极晚熟 Extremely late maturity	
		数量 No.	比例 Proportion/%	数量 No.	比例 Proportion/%	数量 No.	比例 Proportion/%	数量 No.	比例 Proportion/%	数量 No.	比例 Proportion/%
1900—1970	21	0	0.0	7	33.3	6	28.6	4	19.0	4	19.0
1970—1979	40	0	0.0	17	42.5	14	35.0	9	22.5	0	0.0
1980—1989	39	3	7.7	17	43.6	10	25.6	7	17.9	2	5.1
1990—1999	65	5	7.7	27	41.5	17	26.2	12	18.5	4	6.2
2000—2009	118	12	10.2	34	28.8	32	27.1	23	19.5	17	14.4
2010—2021	172	5	2.9	55	32.0	43	25.0	43	25.0	26	15.1
总计 Total	455	25	5.5	157	34.5	122	26.8	98	21.5	53	11.6

1.2 育种目标

1.2.1 优质 从内在品质到外观品质,甜、香、硬、大、艳是优质育种的基本目标。在不同历史时期,5个指标的侧重顺序有所不同。

(1)甜是首要目标。西方国家以高糖高酸为主,我国以高糖低酸为主,风味甜是我国与欧美品种最大的差别,可滴定酸含量(w)一般在 $0.4 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ (鲜质量)以下,固酸比20以上,近年来在向高甜(可溶性固形物含量14%以上、固酸比50以上)发展。

(2)香是主要目标。优异地方品种有天然香,部

分育成品种存在香气、香味丢失。培育“土桃”的野桃味、水蜜桃的清香、黄肉桃的浓香是现代育种的重要目标。

(3)硬是关键目标。耐贮运性是我国与欧美品种主要差距所在。肉质育种经历了从软溶质,到硬溶质、不溶质、硬质的过程,果实的贮运性不断加强;目前育种目标趋向于软硬适中的慢溶质。

(4)大是主流目标。大果是我国及其他亚洲国家桃育种的主流指标,单果质量180 g以上,极早熟品种的指标应当适当降低,中晚熟品种的指标要适当

提高。果实大小育种目标美国为150 g,欧洲为130 g。

(5)艳是重要目标。育种初期目标是白里透红,目前以着色均匀、色泽鲜艳为主要目标,全红型是重要目标,纯黄型、纯白型成为特色目标,“纯”色系更加艳丽。目前,市场纯黄色主要依靠黄肉桃套袋实现。

1.2.2 多样 (1)普通桃。普通桃是大众化类型,具有适应性强的特点,白肉鲜食普通桃育种贯穿始终,主要育种目标是延长供应期和替代地方品种、国外品种;黄肉鲜食普通桃主要育种目标是外观艳丽、风味香甜、果肉少或无红色素,成熟期配套,套袋不返红色。目前短毛普通桃品种也成为育种目标。

(2)加工桃。黄肉抗褐变能力比白肉桃好,色泽更为艳丽;黏核品种近核处不易产生红色素、不易褐变,可提高制罐利用率;不溶质品种制罐块形好、不易产生毛边。因此,制罐桃基本育种目标是黄肉、黏核、不溶质、极丰产。目前重点是提高色卡等级。

(3)油桃。油桃因外观亮丽、食用方便而受到人们喜爱,但油桃果面缺乏茸毛保护,易生锈、裂果重、易感病;由于油桃基因的遗传多效性,果实偏小、产量偏低;我国油桃育种初期目标由欧美品种的酸变为甜,目前目标是优质、抗性、成熟期配套等综合性状的提升。

(4)蟠桃。蟠桃品种主要问题是果顶不闭合引起裂果重(裂核、裂顶)、果柄处撕皮、果实小、肉质软,重点育种目标是果顶平、抗裂果、硬溶质。由于传统地方品种主要是白肉蟠桃,因此近年来黄肉蟠桃是主要目标。

(5)油蟠桃。集蟠桃、油桃于一身的油蟠桃,集中了油桃和蟠桃的优势,风味更好,但也集中了二者不足,裂果更重、果实更小、产量更低,因此油蟠桃育种难度更大,育种目标是抗裂果、果实大、产量高,其中抗裂果可通过果顶变平和增加果实厚度实现。

(6)观赏桃。我国传统地方名特优观赏桃的需冷量在900 h以上,开花期晚;主要目标是降低需冷量,提早花期,增加树形、花型、花色的多样性,培育树形高大、直立,雄蕊、雌蕊败育的品种或鲜食加工兼用品种。

1.2.3 广适 (1)抗病虫。我国桃生长发育成熟季节与湿热同季,对品种广普抗性要求比欧美国家更高。尽管桃抗性育种尚未大规模开展,但育成品种不能易感特殊性病害是基本要求。抗桃蚜、抗褐腐

病、抗细菌性穿孔病、抗流胶病等已是重要目标。

(2)低需冷量。低需冷量育种的实质是适应低纬度地区暖冬气候,是生态适应性问题。我国桃需冷量研究起始于20世纪80年代,比美国晚50多年。过去30多年,我国桃主要育成品种需冷量由800 h以上,降低到以600 h左右为主,但低需冷量优良品种仍然较少;需冷量<400 h、早熟、大果、树势中庸是低需冷量桃育种目标。

(3)抗寒性。我国长江流域和黄河流域地方品种和日本品种抗寒性较强,而欧美品种抗寒性一般,因此早期地方品种和日本品种杂交后代抗寒性强,而近年来融入更多欧美品种,抗寒性有减弱趋势。晚熟品种的抗寒性弱,而晚熟品种是北方桃产业优势,因此晚熟、抗寒是主要目标。琯春桃等是重要的抗寒育种材料。

1.2.4 熟期配套 桃果皮薄、柔软多汁,不耐贮运,为时令鲜果,主要依赖不同成熟期品种配套,延长市场供应期,因此培育早熟、中熟、晚熟成熟期配套品种一直是育种主线。

(1)早熟品种选育重点是品质。早熟品种果实发育期短,营养积累少,往往风味淡、果实小、肉质软;早熟桃种胚发育不良,要依赖于胚挽救技术。因此优质早熟品种培育一直是桃育种的重点。

(2)中熟品种育种重点是替代。育种初始时期,生产中的中熟品种以地方品种和国外品种为主,地方品种的主要问题是适应范围窄、花粉不育、肉质软等。因此,中熟品种育种目标是替代地方品种和国外品种,提升综合品质。

(3)晚熟品种选育重点是外观。晚熟桃果实发育期长,裂果重、果锈重、病虫重、颜值低是主要问题。2000年以来,涌现了一批优良极晚熟品种,如中华寿桃^[15]、映霜红、中秋红蜜等。晚熟品种的快速发展也得益于套袋栽培技术的应用。

1.2.5 简约 桃产业中劳动力成本占整个生产成本的60%以上,其中修剪和套袋分别占20%和40%,不断提高的劳动力成本成为产业发展的瓶颈。我国桃品种基本实现了自花授粉,节省了劳动力成本。半矮化、柱形、长节间、单花芽(减轻疏花疏果劳动力成本)、免套袋纯色成为桃重要育种目标。

1.2.6 营养 以红肉桃为代表的功能性成分育种成为重要育种目标,且已经育成了部分优良品种。由于红肉桃主要是富含花色苷,而花色苷是酚类,因此

红肉桃育种要降低涩味；同时花色苷要在酸性环境下显色，因此要打破红肉与酸的相关；目前大红袍等品种花色苷属于后期积累型，只有充分成熟才能更红，因此还要解决红肉与成熟度的关系问题。

1.3 育种亲本

1.3.1 基础亲本 我国地方名特优亲本种质，普通桃有早上海水蜜、白花水蜜等；油桃有喀什黄肉李光；蟠桃有奉化蟠桃、撒花红蟠桃、晚蟠桃、扁桃等。日韩品种亲本主要有大久保、白凤、兴津油桃、早黄金、罐桃五号等；欧美品种主要有JNJ76、五月火、阿母肯、早红2号、丽格兰特、理想等。利用我国地方品种较好抗性和本地适应性、欧美品种较好商品性是亲本选配的基本原则。

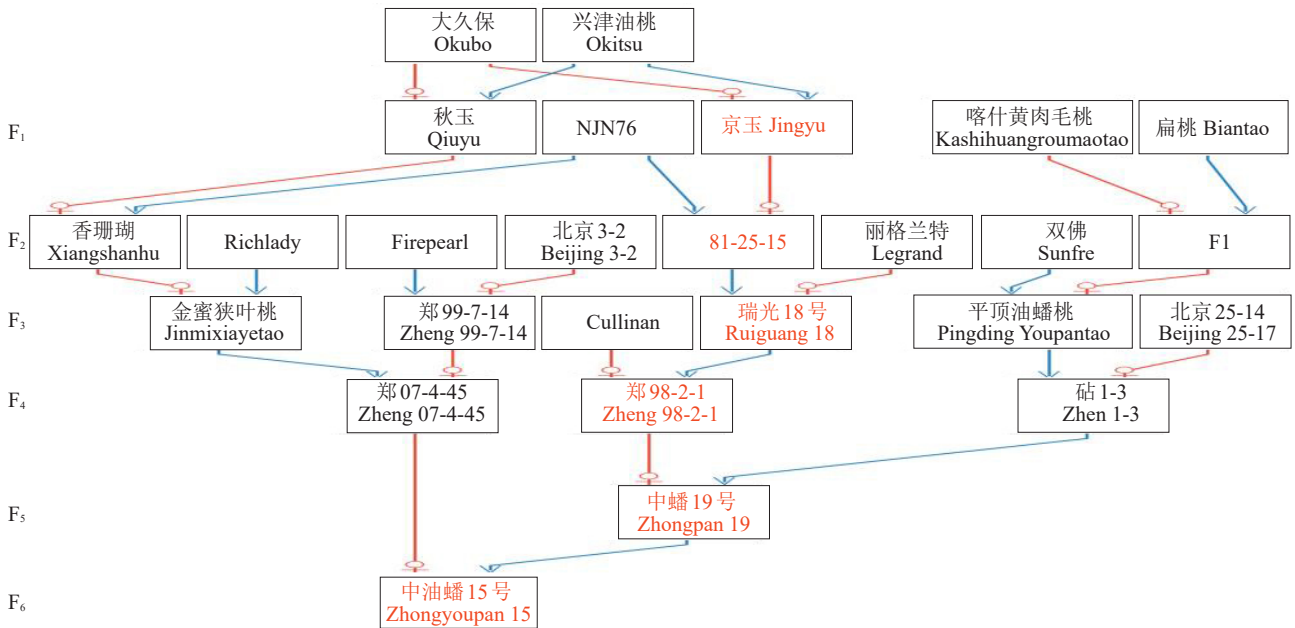
1.3.2 亲本变迁 主要亲本经历了以地方品种为主，到日韩品种和欧美品种融入，再到多代杂交创新种质的过程。

(1)地方品种×地方品种是1989年以前亲本特征。育种早期，亲本种质匮乏，多以地方品种×地方品种。1957年西北农学院利用西农水蜜与眉县冬桃杂交，1963年育成西农18号和西农19号；1961年

江苏省农业科学院利用白花水蜜与早上海水蜜杂交，1975年育成雨花露；1985年上海市农业科学院育成的锦绣亲本为白花与云署1号(五云×小暑)；利用地方品种×日本品种，如1961年北京市农林科学院利用大久保与兴津油桃杂交，1975年育成京玉。该时期育成品种多为杂交F₁代。

(2)国外品种×国内品种是1990—2010年亲本特征。从20世纪80年代开始，利用育成品种为亲本进行杂交，如北京市农林科学院林果所1981年利用京玉与JNJ76杂交，1997年育成瑞光2号；1988年利用京玉与A369杂交，1994年育成早红珠^[6]。1989年中国农业科学院郑州果树研究所利用丽格兰特与瑞光2号杂交，1999年育成曙光；1992年利用瑞光2号与五月火杂交，育成中油4号；1995年利用瑞光2号与阿母肯杂交，2008年育成中农金辉。该时期育成品种多为杂交F₂、F₃代。

(3)高代杂交种质×优良品种是2011年以来的特征。我国桃育成品种主要是杂交2~4代，少有5代品种，最高达6代，杂交育种60多年来平均10年1代。图1为中油蟠15号的系谱关系，为杂交6代。



红线为母本，蓝色为父本。

The red line is the female parent, and the blue is the male parent.

图1 中油蟠15号系谱关系

Fig. 1 Pedigree relationship of Zhongyoupan 15

1.4 育种技术

1.4.1 杂交为主、实生次之、芽变为辅 在已知育种方式的649个桃品种中，杂交育成品种数有419

个，占64.56%，是我国桃育种最主要的方式；实生次之(151个)，占23.27%；芽变79个，占12.17%(图2)。

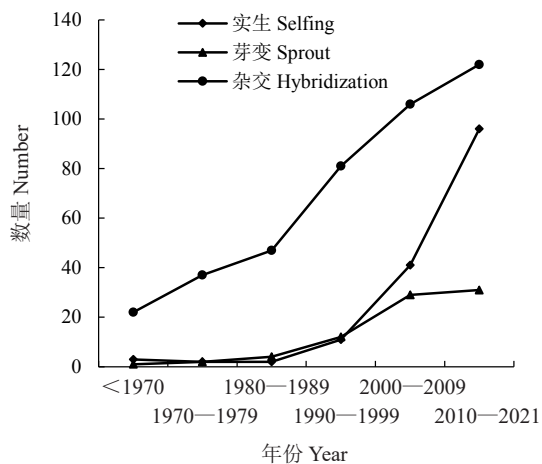


图2 不同选育方法育成桃品种数量分布

Fig. 2 Number distribution of peach varieties bred by different breeding methods

1.4.2 胚挽救技术在早熟育种中发挥了重要作用
中国科学院北京植物所和北京市农林科学院 1963

年以早生水蜜与橘早生杂交,经胚挽救后得到京早3号,是我国最早报导桃胚挽救获得的品种^[17]。上海市农业科学院 1984 年育成的极早熟品种春蕾,实现了早熟桃果实发育期的突破,是我国极具影响力的品种之一。之后,胚挽救技术不断完善,56 d 果实发育期不断突破,目前为我国早熟和极早熟桃品种培育的常规技术。

1.4.3 分子标记辅助育种技术开始应用 2000 年以后,桃分子标记辅助育种技术研究成为热点。目前,我国建成了较为完善的桃 SSR 分子标记品种鉴定技术体系,开发出果形、果皮毛、果肉颜色、肉质、黏离核、抗桃蚜等相关性状的分子标记技术,并在育种中应用,该方面的研究已经跨入世界领先行列。

1.5 育种单位

我国共有 42 个育种单位,主要单位及育成品种的类型与数量见表 3。从表中可以看出,中国农业科学院郑州果树研究所、北京市农林科学院和江苏

表 3 主要育种单位育成品种概况

Table 3 Overview of varieties bred by main breeding units

单位 Unit	总计 Total	果实类型及数量 Fruit type and number					
		普通桃 Peach	油桃 Nectarine	蟠桃 Flat peach	油蟠桃 Nectarine-flat peach	加工桃 Processed peach	观赏桃 Ornamental peach
中国农业科学院郑州果树研究所 Zhengzhou Fruit Research Institute, CAAS	99	27	30	12	12	6	12
北京市农林科学院 Beijing Academy of Agriculture and Forestry Sciences	71	19	26	18	1	5	2
江苏省农业科学院园艺研究所 The Institute of Horticulture, JAAS	45	25	5	4	2	8	1
山东省果树研究所 Shandong Institute of Pomology	22	18	4	—	—	—	—
西北农林科技大学 Northwest A & F University	20	14	6	—	—	—	—
上海市农科院园艺研究所 Institute of Horticulture, Shanghai Academy of Agricultural Sciences	20	13	3	2	—	2	—
大连市农业科学院 Dalian Academy of Agricultural Sciences	17	9	—	1	—	7	—
河北科技师范学院 Hebei Normal University of Science and Technology	14	13	1	—	—	—	—
河南农业大学 Henan Agricultural University	10	10	—	—	—	—	—
山西省农业科学院果树研究所 Shanxi Fruit Research Institute, Shanxi Academy of Agricultural Sciences	9	6	3	—	—	—	—
中国农业大学 China Agricultural University	9	9	—	—	—	—	—
浙江省农业科学院园艺研究所 Horticultural Institute, ZAAS	9	5	—	—	—	4	—
河北省农林科学院石家庄果树研究所 Shijiazhuang Fruit Research Institute, Hebei Academy of Agriculture and Forestry Sciences	10	7	3	—	—	—	—
甘肃省农业科学院林果研究所 Fruit and Forest Research Institute, Gansu Academy of Agriculture and Forestry Sciences	10	9	1	—	—	—	—
青岛市农业科学院 Qingdao Academy of Agricultural Sciences	4	4	—	—	—	—	—
山东农业大学 Shandong Agricultural University	3	—	3	—	—	—	—

注:—, 未检索到。Note:—, No retrieval.

农业科学院园艺所育成的品种类型较为齐全,上海农业科学院的极早熟桃和鲜食黄肉桃特色明显,大连农科院在制罐桃育种早期优势很强。民间育种较为活跃的包括山东省青州市益民果树研究所、山东省莒县桃树研究所、山东省蓬莱蓬仙果树研究所、河南省浚县冬桃研究所和湖北省老河口市春雨苗木果品合作社等。

1.6 性状分布

1.6.1 普通桃占70%、油桃占20%、蟠桃占10% 在育成的683个新品种中,普通桃476个,油桃136个,蟠桃54个,油蟠桃17个(图3)。普通桃品种数量最多,占育成品种总数的69.69%,依然是我国桃育种的

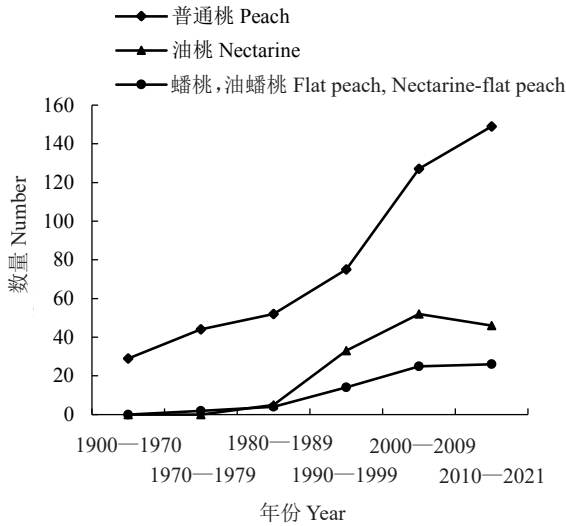


图3 不同年代育成桃各果实类型品种数量分布
Fig. 3 The number distribution of various fruit types of peaches bred in different years

主流,油桃占19.91%,蟠桃和油蟠桃分别占7.91%和2.49%,比例近似于普通桃:油桃:蟠桃=70%:20%:10%,与育种持续时间、育种难度有关。

1.6.2 早熟占40%、中熟占27%、晚熟占33% 在已知成熟期的455个品种中,极早熟、早熟、中熟、晚熟、极晚熟品种数量比例见图4,比例依次为5.4%、34.5%、26.8%、21.5%、11.6%,表明果实以早熟最多,中熟、晚熟居中,极早熟和极晚熟较少,与其育种难度有关。在郑州地区,成熟期可达150 d。

1.6.3 白肉占70%、黄肉占30% 如图5所示,在已知果肉颜色的品种中,白肉品种398个,黄肉品种176个,各占69.34%和30.66%。普通桃中的白肉和黄肉品种分别为306个和92个,比例约为3.3:1;蟠桃同样是白肉品种居多,约为黄肉品种的2.5

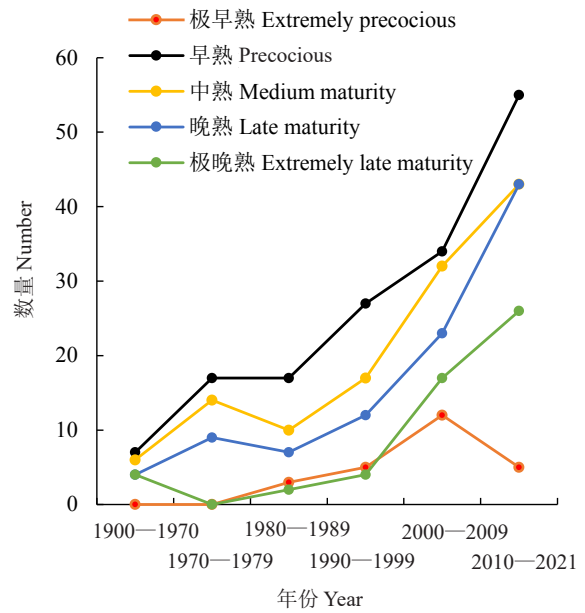


图4 不同年代育成桃各成熟期品种数量分布
Fig. 4 The number distribution of peach varieties grown at each maturity stage in different years

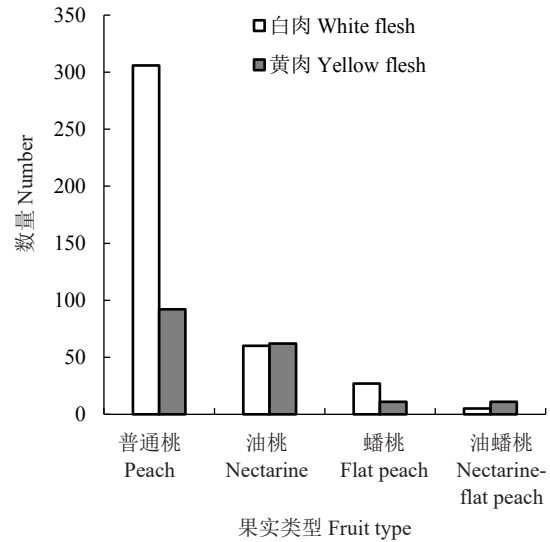


图5 不同果实类型育成桃果肉颜色分布
Fig. 5 The color distribution of peach flesh grown by different fruit types

倍;油桃中白肉和黄肉品种数量相差不大,均有60个左右;油蟠中的黄肉品种比白肉多一倍。整体来看,普通桃以白肉品种居多,油桃则以黄肉品种居多。

1.6.4 单果质量增加72%、可溶性固形物含量增加20% 整体上,平均单果质量随育种时间逐步上升,1970年之前桃单果质量为137.05 g,2010—2021年增加到236.09 g,50年增加72.27%,表明育成品种的平均单果质量显著增加。可溶性固形物含量随时间

出现先降低后上升的趋势,1980—1989年最低,为11.34%(加工桃品种较多),近10年达到最高值(蟠桃和油蟠桃品种数量显著增加),为13.62%,50年增加了20%,显著小于单果质量的增加,这与育种中更关注果实大小有关(图6,图7)。

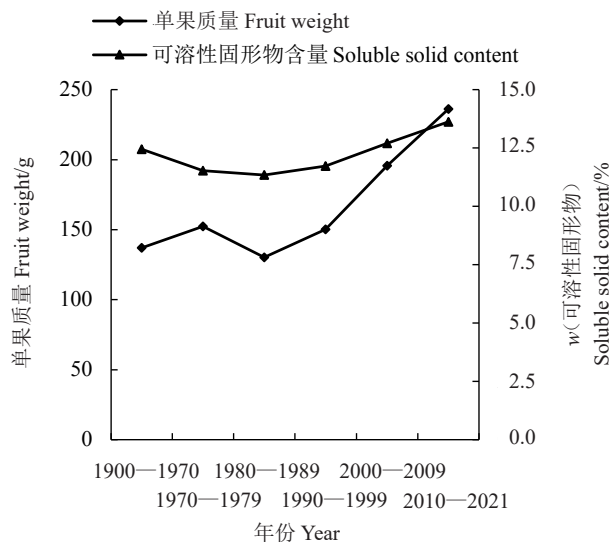


图6 不同年代育成桃单果质量和可溶性固形物含量分布

Fig. 6 Distribution of fruit weight and soluble solid content of peaches grown in different years

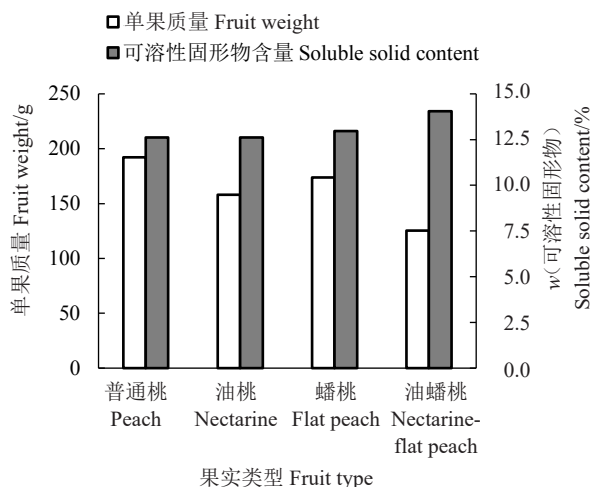


图7 不同果实类型育成桃单果质量和可溶性固形物含量分布

Fig. 7 The distribution of fruit weight and soluble solid content of peaches grown by different fruit types

不同果实类型育成桃在单果质量和可溶性固形物含量上存在差异。普通桃、油桃、蟠桃、油蟠桃的单果质量均值分别为192.15、158.05、173.91、125.3 g,普通桃果个最大,油蟠桃最小。普通桃、油桃、蟠桃、油蟠桃的可溶性固形物含量(w)分别为12.61%、

12.61%、12.96%、14.05%,蟠桃和油蟠不仅外观特殊,比普通桃更甜是其快速发展的遗传原因。

1.6.5 肉质类型分布 已知肉质类型品种中,软溶质品种占22.60%,硬溶质品种占62.16%,不溶质品种占13.01%,半不溶质品种占1.71%,硬质品种仅在普通桃和油桃中出现,共3个,占0.51%。不同果实类型育成桃中,均以硬溶质品种所占比例最大(图8)。

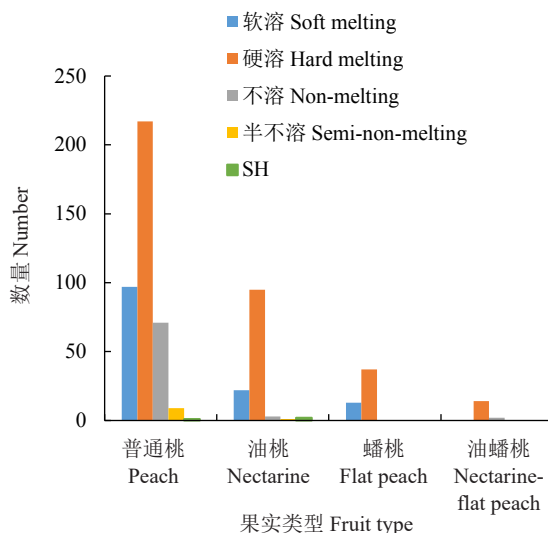


图8 不同果实类型育成桃肉质分布

Fig. 8 The flesh texture distribution of peaches grown by different fruit types

1.6.6 黏核和离核比例约为3:1 在已知核黏离性的629个育成桃中,黏核品种419个,占66.61%,离核品种137个,占21.78%,半离核品种73个,占11.61%(图9)。

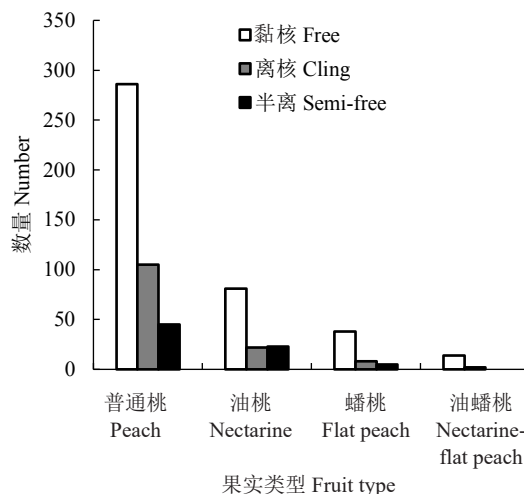


图9 不同果实类型育成桃黏离核性分布

Fig. 9 The distribution of stone adherence to flesh of peaches grown by different fruit types

2 不同果实类型育种进展

2.1 鲜食普通桃

2.1.1 育种历史 20世纪50年代以前,桃6月下旬才开始成熟,多为地方硬肉桃品种,果实以小、硬为主,例如五月鲜、六月白;中熟品种主要是日本品种白凤和大久保,品种单一,成熟期集中;晚熟品种则大多是地方良种,如白花水蜜、肥城桃、奉化玉露、深州水蜜以及部分冬桃品种等,栽培区域性强。为此,从20世纪60年代开始,我国就将早熟、优质、大果确定为桃育种最主要目标,中熟桃育种的主要目标是取代日本品种,晚熟桃的育种目标是增强适应性。2000年后,我国普通桃生产基本实现了早、中、晚成熟期配套。

2.1.2 育种亲本 主要亲本系谱图见图10、图11和图12。

2.1.3 遗传特点 美国、法国等欧美国家基本明确了桃树形、叶片、花、果实等52个质量性状和数量性状的孟德尔遗传特点,奠定了桃育种经典遗传学基础。我国重点通过对杂种群果实外观、品质、成熟期、花型等性状的系统观察鉴定,总结遗传趋向,开展基因型分析。

2.1.4 标志性品种 1975年育成雨花露,是20世纪80—90年代主要早熟栽培品种;同年,育成晚熟品种京玉,至今仍是我国北方晚熟桃主要栽培品种,且是我国油桃育种基础品种。1985年育成极早熟水蜜桃品种春蕾,是我国第一个规模化发展的极早熟品种;同年,育成锦绣黄肉桃^[18],是我国鲜食黄桃的第一大栽培品种;2008年育成早熟品种春美,是目

前普通桃主要栽培品种;1998年育成的中华寿桃,2010年育成的极晚熟品种映霜红,是民间育种典型代表。2013年育成中桃红玉,是我国育成较早的低需冷量全红型鲜食桃品种^[19]。近年来霞脆、黄金蜜1号和锦香发展良好^[20-22]。

目前,我国普通桃育种形成了中国农业科学院郑州果树研究所的“中桃”系列、江苏省农业科学院的“霞晖”系列、上海市农业科学院的“锦”字系列以及北京市农林科学院的“京”字系列。

2.2 加工桃育种

2.2.1 育种历史 20世纪60年代,我国罐桃工业迅速发展,但专用品种缺乏,存在着黄桃不黄、白桃不白、块型小、香味淡、品质差等问题。70年代以后,基本形成了我国罐桃品种的配套体系,大连市农业科学院育成丰黄^[23]、连黄^[24]、桂黄,浙江省奉化罐头厂选育了奉罐1、2、3号^[24-25],浙江省农业科学院培育了浙金1、2、3号^[26-27],江苏省农业科学院育成的金晖、金旭、金艳、金莹^[28-29],北京市农林科学院育成的燕丰等^[30],中国农业科学院郑州果树所育成郑黄2、3、4、5号^[31-33](图13)。上述品种曾在不同历史阶段、不同地域发挥了作用,现在生产中少有种植。

2000年以来,我国罐桃栽培面积呈现下降趋势。制约黄桃加工产业发展的瓶颈是出口,限制出口的质量因素是成品成色等级不足。2008年国家桃产业技术体系启动以来,设立了特色与加工桃育种岗位,培育出了中罐桃系列加工桃品系,正在区试之中。

2.2.2 主要亲本 从早生黄金中选育出丰黄、连黄,这两个品种奠定了我国罐桃的育种基础,几乎所有

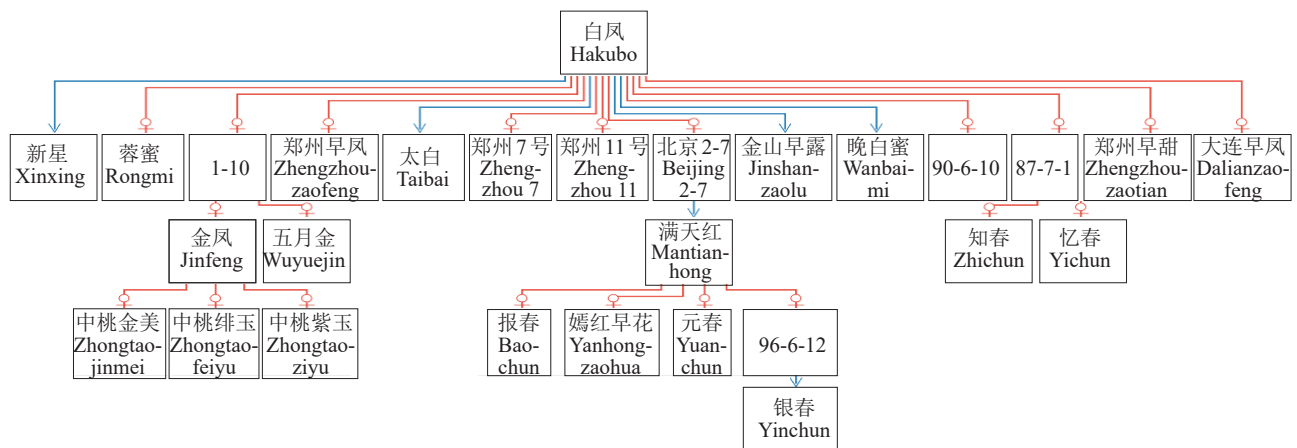


图10 以白凤为亲本育成的普通桃品种

Fig. 10 Peach varieties bred with Hakubo as parent

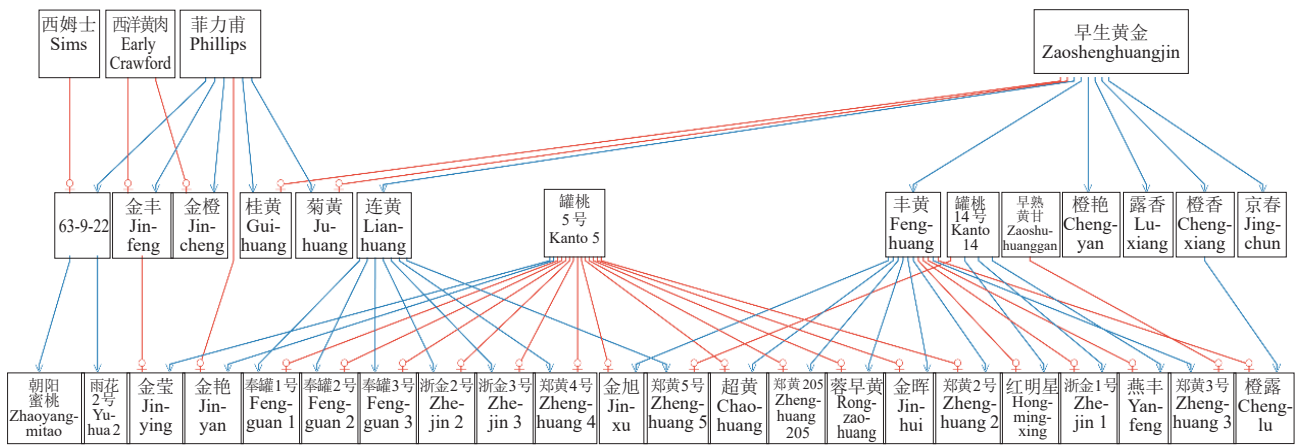


图 13 以早生黄金、罐桃 5 号、菲力甫、罐桃 14 号为亲本育成的加工桃品种

Fig. 13 Canning peach varieties bred with Zaoshenghuangjin, Kanto 5, Phillips, Kanto 14 as parent

的品种均直接或间接来自丰黄和连黄。

2.2.3 标志性品种 丰黄、连黄为大连市农业科学研究所于 1960 年用早生黄金实生培育的中熟罐藏加工品种，具有黄肉、黏核、不溶质的特性，为我国最早育成的不溶质加工品种，被广泛种植，而且以其为亲本，育成了一批加工品种，是我国制罐黄桃的标志性品种。

2.3 油桃育种

2.3.1 育种历史 油桃原产我国西北地区，但果实小、商品性差，少有栽培。20 世纪初，美国、欧洲等就开展油桃品种选育，但育成品种风味酸，不适合我国消费市场。1981 年，北京市农林科学院率先在我国开始油桃育种，利用京玉与 NJN76 油桃品种为亲本，1988 年育成瑞光 2 号、瑞光 3 号。80 年代后期 90 年代初，中国农业科学院郑州果树研究所从国外引进的丽格兰特、五月火、阿姆肯、早红 2 号(后来证明与双佛为同一品种)等品种为亲本，育成一系列品

种^[34]。1998 年育成极早熟甜油桃曙光、华光、艳光；同期，北京市农林科学院培育出早红珠、丹墨等品种；上述品种 20 世纪 90 年代掀起了我国甜油桃品种热。2000 年以来，中国农业科学院郑州果树研究所育成中油系列品种^[35-36]，北京市农林科学院相继育成瑞光系列品种^[6, 37-38]，上海市农业科学院育成沪油系列品种^[39-41]，江苏省农业科学院育成紫金红系列品种^[42-44]。

2.3.2 主要亲本 以五月火、阿姆肯、早红 2 号(与双佛为同一品种)等品种为亲本，育成一系列品种^[34](图 14~图 17)。

2.3.3 遗传特点 以普通桃为对照，发现油桃对单果质量有 16.79% 的遗传减效性，对可溶性固形物含量有 11.20% 的遗传增效性，即油桃品种可提高风味品质，但不易获得大果品种；有毛-无毛杂合体的普通桃茸毛长度比纯合普通桃短，果皮着色比纯合普通桃好，提出油桃遗传多效性理论，创制普通桃-油

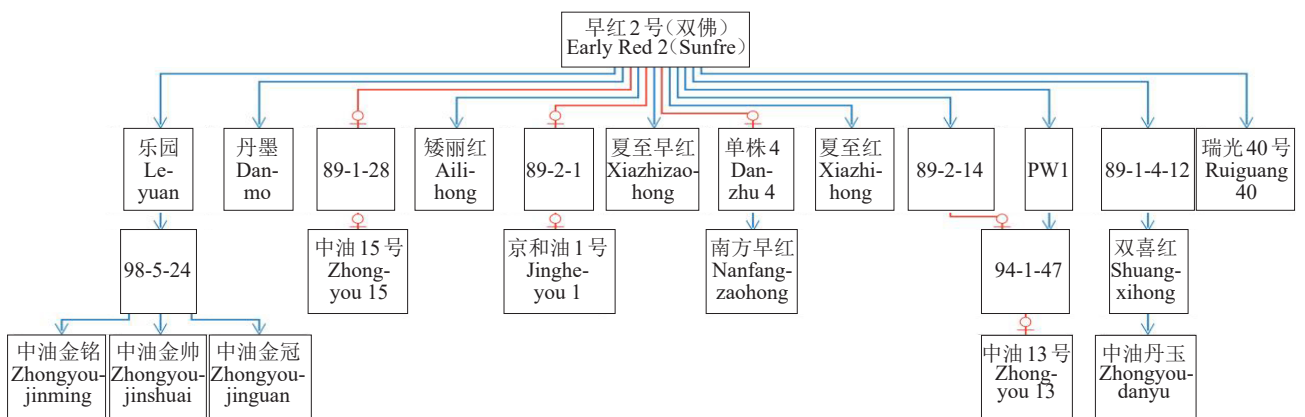


图 14 以早红 2 号(双佛)为亲本育成的油桃品种

Fig. 14 Nectarine varieties bred with Early Red 2 (Sunfre) as parent

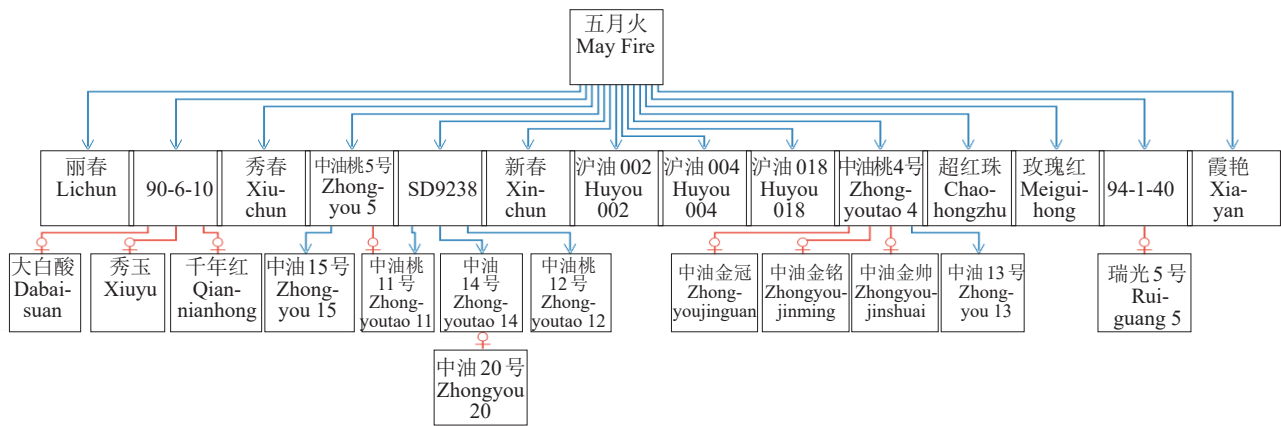


图 15 以五月火为亲本育成的油桃品种

Fig. 15 Nectarine varieties bred with May Fire as parent

桃杂合体, 培育短毛、全红、高甜普通桃品种^[45-46]。

2.3.4 标志性品种 1988年育成的瑞光2号和瑞光3号, 是我国油桃育种的基础品种; 1998年育成的曙光, 成为我国第一个大面积推广油桃品种; 2003年育成的双喜红, 是我国主要的早熟油桃品种^[47]; 2005年育成的中油桃4号, 是我国目前栽培面积最大的油桃品种; 2008年育成的中油桃8号^[48], 是目前我国主要的晚熟油桃栽培品种; 2009年育成的中农金辉, 是我国十多年来桃设施栽培面积最大的品种, 在主产区大连, 占桃设施栽培面积的60%, 也是其露地栽培的主栽品种^[49-50]。

2.4 蟠桃/油蟠桃育种

2.4.1 育种历史 蟠桃外观独特、食用方便、甘甜多汁、可食率高, 深受人们的喜爱; 但果顶开裂、果实小、肉质软, 严重制约了蟠桃产业的发展。同时蟠桃种胚发育不良, 杂交种子成苗率低, 也限制了常规蟠桃育种。我国蟠桃杂交育种始于20世纪60年代, 至今共育成蟠桃品种68个。1974年江苏省里下河地区农业科学院育成扬州124蟠桃, 1988年陕西省果树所育成早熟品种新红早蟠桃^[51], 1997年江苏省农业科学院育成早熟品种早魁蜜和早硕蜜^[52]; 北京市农林科学院育成瑞蟠系列品种, 中国农业科学院郑州果树研究所育成中蟠系列品种、中油蟠系列品种。

2.4.2 主要亲本 以撒花红蟠桃、奉化蟠桃、晚蟠桃、扁桃等为亲本育成了一系列蟠桃品种(图18)。

2.4.3 遗传特点 姜全等^[53]提出蟠桃显性纯合致死, 即不存在SS基因型植株, 蟠桃基因型为杂合体Ss。后来国外证明蟠桃是纯合不孕, 即植株可存在, 果实不存在; 但蟠桃均为杂合体Ss的论述, 对指导

蟠桃育种具有指导意义。Monet^[54]提出蟠桃与甜相关, 王力荣等^[45-46]进一步研究发现, 蟠桃对单果质量有39.04%的遗传减效性, 对可溶性固形物含量有11.2%的遗传增效性; 首次提出油桃和蟠桃的遗传多效性在油蟠桃中有累加作用, 油蟠桃对单果质量有46.34%的遗传减效性, 对可溶性固形物含量有27.64%的遗传增效性。继而提出蟠桃、油蟠桃的遗传多效性理论, 即利用蟠桃、油蟠桃育种是显著提升桃风味品质的重要方式, 对指导桃育种发挥了重要作用。在整个发育过程中, 蟠桃的茸毛长度始终小于普通桃, 因此果形扁平基因在一定程度上降低了果皮毛的长度。

2.4.4 标志性品种 1989年育成极早熟品种早露蟠桃, 曾是我国早熟蟠桃主要栽培品种; 2014年育成的黄肉中熟品种中蟠桃11号, 是目前我国蟠桃第一大栽培品种; 2017年育成的中油蟠7号和中油蟠9号, 引领油蟠桃产业发展, 栽培面积位居同类前2位。中蟠桃13号、中蟠桃17号、中油蟠5号、瑞蟠21号和金霞油蟠^[55]也获得一定发展。

2.5 观赏桃育种

2.5.1 育种历史 20世纪90年代, 我国观赏桃花育种起步, 主要育种目标集中在提早花期、观赏鲜食兼用品种。提早花期主要利用白花山碧桃, 而观赏鲜食兼用品种主要用红寿星和白凤的后代, 2000年以后, 观赏桃的主要育种目标是增加树形、花型、花色的多样性。

2.5.2 主要亲本 以白花山碧桃、红寿星及菊花桃为亲本育成一系列观赏桃品种(图19)。

2.5.3 遗传特点 我国首次明确了菊花花形由2对隐性基因(*chchch2ch2*)控制, 其中蔷薇形对菊花形

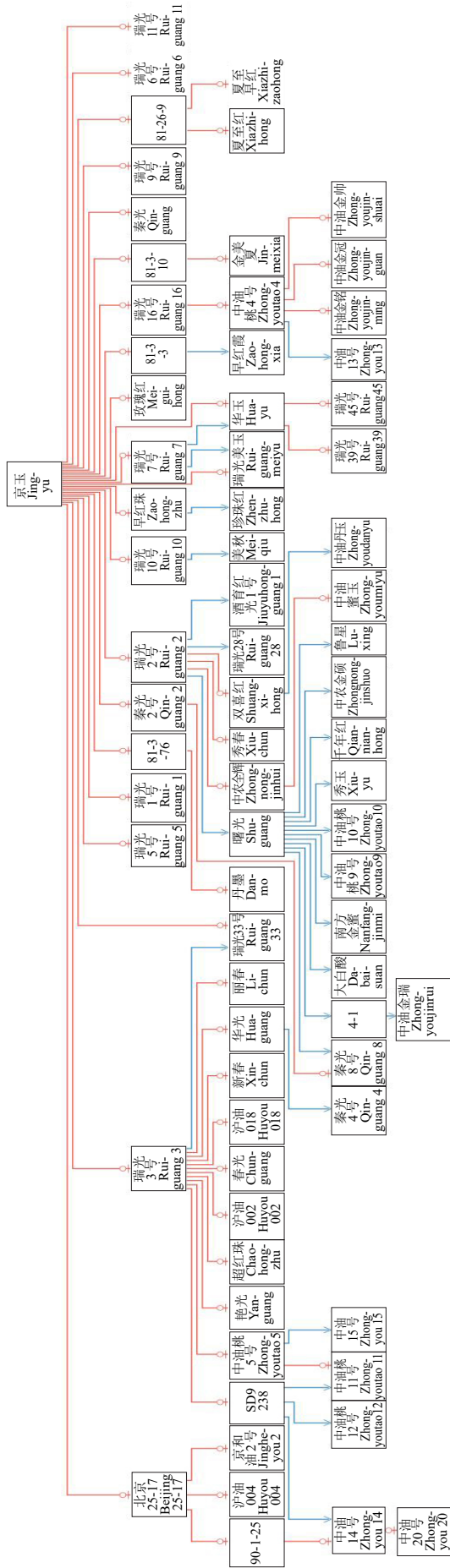


图 16 以京玉为亲本育成的油桃品种
Fig. 16 Nectarine varieties bred with Jingyu as parent

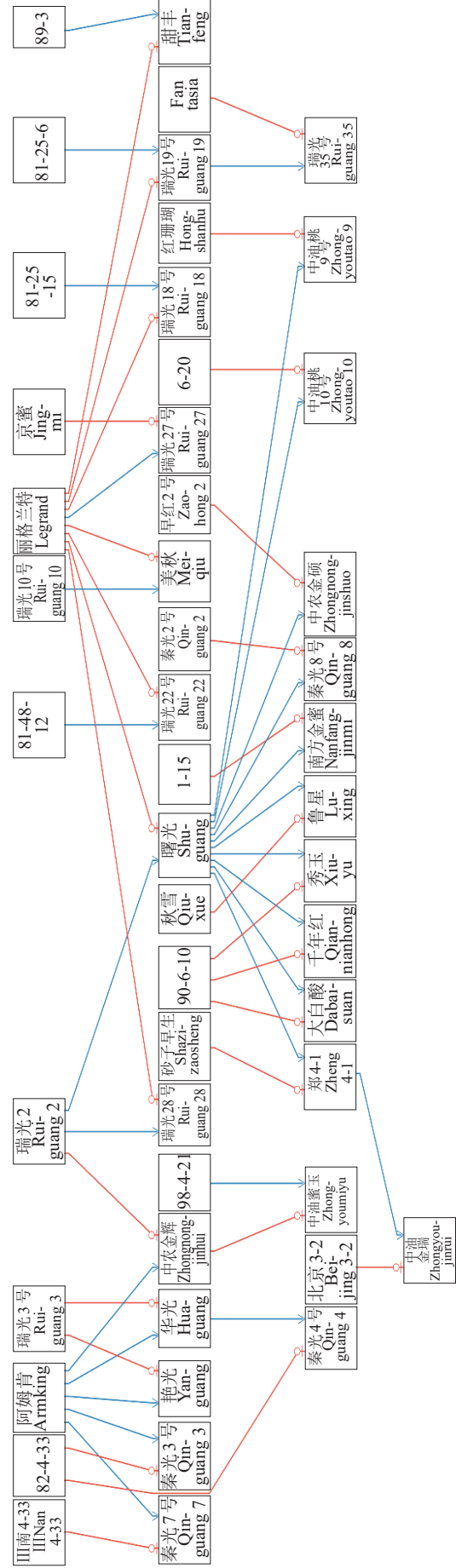


图 17 以阿姆肯、丽格兰特为亲本育成的油桃品种
Fig. 17 Nectarine varieties bred with Armking, Legrand as parent

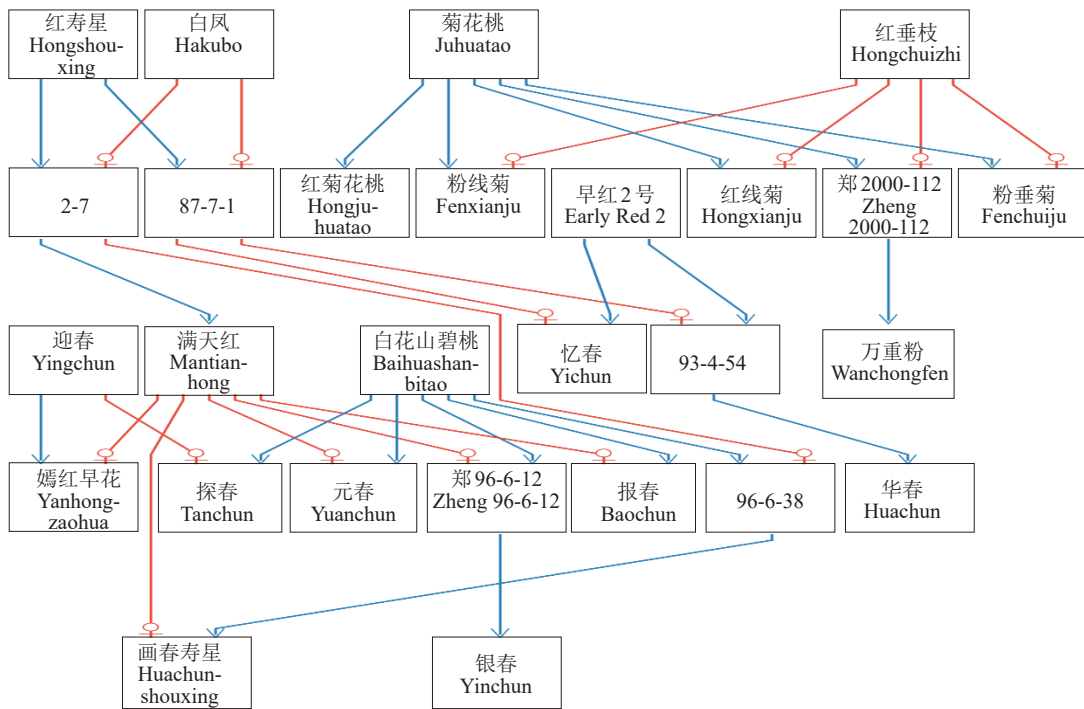


图 19 以白花山碧桃、红寿星及菊花桃为亲本育成的观赏桃品种

Fig. 19 Ornamental peach varieties bred with Baihuashanbitao, Houshoutao, Juhuatao as parent

为显性，铃形与菊花形杂交，表现为蔷薇形；盘龙形与直立形由1对等位基因(*Br2/br2*)控制，其中盘龙形基因型为*br2br2*；垂枝形与开张形由1对隐性基因(*wewe*)控制^[56]。

2.5.4 标志性品种 2008年育成花果兼用品种满天红^[57]，是我国目前推广面积最大的育成观赏桃花品种；红菊花桃^[58]和洒红龙柱^[59]特色明显，前景广阔。

3 几点思考

3.1 育种目标性状

3.1.1 风味品质 “桃不好吃”和“桃没桃味”，主要有以下几方面因素：(1)遗传因素：育成品种中，果实香气相关的内酯和醛类物质含量比野生种质降低了18.3%~90.7%，可能是造成现代桃香气降低的主要原因。(2)肉质类型：肉质育种经历了软溶质到硬溶质、不溶质，再到硬质的过程，肉质越来越硬，挂树期越来越长、耐贮运性越来越好，其生理原因是乙烯释放量越来越少，而乙烯是风味物质的前提物质，导致风味物质减少。(3)成熟期：生产中早熟品种比例提高(包括设施栽培)，是造成风味口感降低的另一主要因素。(4)果实套袋：套袋栽培的果实可溶性固形物含量降低1~2百分点。(5)果实早采：为追求上市

时间，过分提早采收。

3.1.2 外观品质 套袋改变了外观品质，减轻了病虫害防治难度，增加了抵御降雨等自然灾害的能力，降低了品种的育种难度，因此套袋栽培降低了晚熟品种、油桃品种，尤其是极晚熟品种的育种难度。但从省力化的角度，套袋栽培显著增加了劳动力成本。因此免套袋品种的培育任重而道远。

3.1.3 同质化问题 我国育成品种在产业中能叫出名字的有200个，栽培面积超过2万hm²的约20个。我国桃育成品种数量多、同质化严重问题突出，1/3之多品种为实生和芽变选种。实生选种、芽变选种，后代取得突破的概率小；杂交育种不仅产生性状重组，而且可产生新突变，遗传远缘的亲本杂交，还可以产生杂种优势，遗传距离远缘的亲本杂交育种是解决同质化的重要手段之一。

3.2 育种亲本

标志性品种的培育主要依赖于优异的亲本种质。桃原产我国，从野生资源到地方品种，再到育成品种，驯化瓶颈明显。现代桃育种犹如一个倒金字塔，基础亲本的遗传背景十分狭隘，致使育成品种抗性、风味物质等位点丢失严重。野生种质是经过自然选择、进化赋予人类最宝贵的遗产，地方名特优品种是几千年来劳动人民驯化成果的结晶，需加大发

掘、利用野生和地方品种新种质,扩大遗传背景,找回种质抗性、野味、土味;发掘、利用高糖、早上糖种质,即使提早采收,后熟后也可保证风味品质;利用厚皮种质,在果肉柔软多汁的情况下保证贮运性。目前利用的亲本种质,对于我国丰富的桃种质资源只是冰山一角,优异种质发掘、创新与利用任务艰巨。

3.3 育种技术

仅有胚挽救技术在我国桃育种中得到广泛、有效利用。目前,桃功能基因组学、优异基因发掘与分子育种技术取得长足进步,如何将最新研究成果应用到育种中,是育种取得突破的关键。

3.3.1 分子标记辅助选择实用化 建立杂交遗传大群体,借助分子标记辅助选择育种技术,在苗期进行一票否决性状的筛选,显著提高选择效率。目前,果形(扁平/圆形)、果皮毛(有毛/无毛)、果肉颜色(白肉/黄肉)、肉质(溶质/不溶质)、抗桃蚜、抗南方根结线虫等分子标记已经成熟,大规模分子标记早期选择的应用指日可待。

3.3.2 突破全基因组选择育种技术 过去10多年,桃基因组学研究取得突破性进展,完成了桃及野生近缘种的全基因组测序和1000多份桃基因组重测序,构建了桃变异组图谱,明确了野生种向栽培种的进化路线,重构了地方品种群的演化关系,明确了优异种质进化地位,确定了生态型与基因组的关联基因位点,确定了果实大小、糖组分、酸组分等主要品质性状的驯化区段与主效QTLs等位点,为全基因组选择育种技术的突破奠定了良好的基础。

3.3.3 突破桃基因编辑和转基因技术 桃再生体系的建立是桃功能基因验证、基因编辑以及转基因品种落地的核心技术。

3.3.4 突破李属植物远缘杂交技术 开展桃与扁桃、杏、李等李属植物远缘杂交育种研究,如利用杏的香气、梅的抗湿性、李的贮运性、扁桃的抗旱性,进一步拓展遗传背景,其中关键是突破远缘杂交不亲和技术,获得真正树种间杂交种,创制新型核果类果品。

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. Chinese fruit tree: Peach[M]. Beijing: China Forestry Publishing House, 2001.
- [2] 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, FAGN Weichao. Peach genetic resource in China[M]. Beijing: China Agriculture Press, 2012.
- [3] 陈青华,姜全,郭继英,赵剑波. 京玉桃在我国桃育种中的应用[J]. 江苏农业科学,2009(3):185-187.
CHEN Qinghua, JIANG Quan, GUO Jiyong, ZHAO Jianbo. Application of Jingyu peach in peach breeding in China[J]. Jiangsu Agricultural Sciences, 2009(3): 185-187.
- [4] 江祖华,汤秀莲,郭洪. 桃极早熟新品种雨花露的选育[J]. 江苏农业科学,1982(2): 38-40.
WANG Zuhua, TANG Xiulian, GUO Hong. Breeding of extremely precocious peach variety Yuhualu[J]. Jiangsu Agricultural Sciences, 1982(2): 38-40.
- [5] 庄恩及,吴钰良,徐祝英,蔡奚平. 特早熟桃春蕾及其在国内应用[J]. 中国果树,1987(1):4-7.
ZHUANG Enji, WU Yuliang, XU Zhuying, CAI Xiping. Extremely precocious peach Chunlei and its application in China[J]. China Fruits, 1987(1): 4-7.
- [6] 姜全,郭继英,郑书旗. 油桃新品种瑞光2号和瑞光3号[J]. 中国果树,1998(3): 5-6.
JIANG Quan, GUO Jiyong, ZHENG Shuqi. A new nectarine cultivar Ruiguang 2 and Ruiguang 3[J]. China Fruits, 1998(3):5-6.
- [7] 宗学普,张贵荣,左覃元,王志强,朱更瑞,王力荣. 早熟甜油桃新品种曙光、华光、艳光[J]. 中国果树,1999(1):10-12.
ZONG Xuepu, ZHANG Guirong, ZUO Qinyuan, WANG Zhiqiang, ZHU Gengrui, WANG Lirong. Precocious sweet nectarine cultivars Shuguang, Huaguang and Yanguang[J]. China Fruits, 1999(1): 10-12.
- [8] 牛良,刘淑娥,鲁振华,宋银花,高昂,王志强. 早熟桃新品种春美的选育[J]. 果树学报,2011,28(3): 540-541.
NIU Liang, LIU Shu'e, LU Zhenhua, SONG Yinhua, GAO Ang, WANG Zhiqiang. A new early maturing peach cultivar Chunmei[J]. Journal of Fruit Science, 2011, 28(3): 540-541.
- [9] 崇有道. 晚熟抗寒桃优良品种映霜红[J]. 西北园艺,2011(2): 40-41.
CHONG Youdao. A late-maturing and cold-resistant peach variety Yingshuanghong[J]. Northwest Horticulture, 2011(2):40-41.
- [10] 王志强,刘淑娥,牛良,宗学普,宋银花. 油桃新品种‘中油桃4号’[J]. 园艺学报,2003,30(5): 631.
WANG Zhiqiang, LIU Shu'e, NIU Liang, ZONG Xuepu, SONG Yinhua. A new nectarine cultivar Zhongyoutao 4[J]. Acta Horticulturae Sinica, 2003, 30(5): 631.
- [11] 朱更瑞,王力荣,方伟超,曹珂,陈昌文,冯义彬. 油桃早熟新品种中农金辉的选育[J]. 中国果树,2010(6): 1-3.
ZHU Gengrui, WANG Lirong, FANG Weichao, CAO Ke, CHEN Changwen, FENG Yibin. Breeding of a new early ripening nectarine cultivar Zhongnongjinhui[J]. China Fruits, 2010 (6):1-3.

- [12] 陈昌文,朱更瑞,王力荣,方伟超,曹珂,王新卫,冯义彬. 蟠桃新品种‘中蟠桃 11 号’[J]. 园艺学报, 2015, 42(10): 2089-2090.
CHEN Changwen, ZHU Gengrui, WANG Lirong, FANG Weichao, CAO Ke, WANG Xinwei, FENG Yibin. A new flat peach cultivar Zhongpantao 11[J]. Acta Horticulturae Sinica, 2015, 42(10): 2089-2090.
- [13] 王力荣,陈昌文,朱更瑞,方伟超,曹珂,王新卫,赵佩,王小丽. 中熟油蟠桃新品种‘中油蟠 7 号’的选育[J]. 果树学报, 2020, 37(7): 1102-1105.
WANG Lirong, CHEN Changwen, ZHU Gengrui, FANG Weichao, CAO Ke, WANG Xinwei, ZHAO Pei, WANG Xiaoli. A new middle flat nectarine peach cultivar Zhongyoupan 7[J]. Journal of Fruit Science, 2020, 37(7): 1102-1105.
- [14] 王力荣,方伟超,陈昌文,朱更瑞,曹珂,王新卫,张涛,王玲玲. 早中熟油蟠桃新品种‘中油蟠 9 号’的选育[J]. 果树学报, 2020, 37(6): 942-944.
WANG Lirong, FANG Weichao, CHEN Changwen, ZHU Gengrui, CAO Ke, WANG Xinwei, ZHANG Tao, WANG Lingling. A new early-middle flat nectarine peach cultivar Zhongyoupan 9[J]. Journal of Fruit Science, 2020, 37(6): 942-944.
- [15] 刘明,吴绍行,丁国琦,王范亭,刘晔. 极晚熟桃新品种中华寿桃[J]. 中国果树, 1999(3): 8-9.
LIU Ming, WU Shaoxing, DING Guoqi, WANG Fanting, LIU Ye. An extremely late maturity mature peach variety-Zhonghua Shoutao[J]. China Fruits, 1999(3): 8-9.
- [16] 王虞英,袁中衡,冯德志,孙百令,覃兰英. 极早熟甜油桃新品种系: 早红珠、丹墨、早红霞[J]. 中国果树, 1995(3): 18-19.
WANG Yuying, YUAN Zhongheng, FENG Dezhi, SUN Bailing, TAN Lanying. Extremely precocious peaches Zaohongzhu, Danmo, Zaohongxia[J]. China Fruits, 1995(3): 18-19.
- [17] 中国科学院北京植物研究所五室形态组,北京市农业科学研究所林业室果树组. 早熟桃的培育[J]. 植物学杂志, 1974(4): 23-25.
Form Groups of Five Rooms, Beijing Institute of Botany, The Chinese Academy of Sciences, Fruit Tree Groups of Forestry, Beijing Academy of Agriculture Sciences. Cultivation of precocious peaches[J]. Life Word, 1974(4): 23-25.
- [18] 庄恩及,吴钰良,徐祝英,蔡奚平,叶兰香. 黄桃新品种锦绣[J]. 中国果树, 1985(3): 29-30.
ZUANG Enji, WU Yuliang, XU Zhuying, CAI Xiping, YE Lanxiang. A new yellow peach variety-Jinxiu[J]. China Fruits, 1985(3): 29-30.
- [19] 王力荣,朱更瑞,方伟超,陈昌文,曹珂,王新卫. 低需冷量桃新品种‘中桃红玉’的选育[J]. 中国果树, 2021(3): 79-80.
WANG Lirong, ZHU Gengrui, FANG Weichao, CHEN Changwen, CAO Ke, WANG Xinwei. A new low chill-requirement peach variety Zhongtaohongyu[J]. China Fruits, 2021(3): 79-80.
- [20] 杜平,马瑞娟,俞明亮,宋宏峰,沈志军,许建兰. 桃新品种霞脆的选育[J]. 中国果树, 2005(5): 1-2.
DU Ping, MA Ruijuan, YU Mingliang, SONG Hongfeng, SHEN Zhijun, XU Jianlan. Breeding of a new peach cultivar Xiacui[J]. China Fruits, 2005(5): 1-2.
- [21] 鲁振华,牛良,崔国朝,潘磊,曾文芳,王志强. 早熟黄肉桃新品种‘黄金蜜桃 1 号’的选育[J]. 果树学报, 2020, 37(9): 1434-1436.
LU Zhenhua, NIU Liang, CUI Guochao, PAN Lei, ZENG Wenfang, WANG Zhiqiang. An early ripening and yellow flesh peach cultivar Huangjinmi 1[J]. Journal of Fruit Science, 2020, 37(9): 1434-1436.
- [22] 叶正文,苏明申,张学英,庄恩及,吴钰良. 早熟黄桃新品种锦香的选育[J]. 果树学报, 2005, 22(4): 434-435.
YE Zhengwen, SU Mingshen, ZHANG Xueming, ZHUANG Enji, WU Yuliang. Jinxiang, a new early ripening yellow peach variety[J]. Journal of Fruit Science, 2005, 22(4): 434-435.
- [23] 中国果树编辑部. 罐藏黄桃新品种‘黄露’、‘丰黄’鉴定会在大连召开[J]. 中国果树, 1984(4): 61.
Office of China Fruits. The appraisal meeting of new canned yellow peach varieties ‘Huanglu’ and ‘Fenghuang’ was held in Dalian[J]. China Fruits, 1984(4): 61.
- [24] 曹容毅,张林祥. 优良的制罐黄桃品种奉罐 1 号[J]. 作物品种资源, 1989(3): 15.
CAO Rongyi, ZHANG Linxiang. Excellent canning yellow peach variety Fengguan 1[J]. Crop Variety Resources, 1989(3): 15.
- [25] 曾容毅,张林祥. 优良的制罐头用桃品种奉罐 2 号[J]. 作物品种资源, 1984(4): 34.
CAO Rongyi, ZHANG Linxiang. Excellent canning yellow peach variety Fengguan 2[J]. Crop Variety Resources, 1984(4): 34.
- [26] 胡征令,王津娥,王信法,吴顺法,施泽彬,鲍建宏,陈德龙. 早熟黄桃新品种浙金 1 号[J]. 中国果树, 1990(2): 17-18.
HU Zhengling, WANG Jin'e, WANG Xinfu, WU Shunfa, SHI Zebin, BAO Jianhong, CHEN Delong. A new precocious yellow peach variety Zhejin 1[J]. China Fruits, 1990(2): 17-18.
- [27] 胡征令,吴顺法,王津娥,施泽彬,徐钰. 早熟加工黄桃新品种‘浙金 2 号’[J]. 中国果树, 1993(3): 19-20.
HU Zhengling, WU Shunfa, WANG Jin'e, SHI Zebin, XU Yu. A new precocious processed yellow peach variety ‘Zhejin 2’ [J]. China Fruits, 1993(3): 19-20.
- [28] 汪祖华,汤秀莲,郭洪,何义,陆振翔,马瑞娟. 早中熟罐藏黄桃新品种‘金旭’与‘金晖’[J]. 中国果树, 1990(2): 19-21.
WANG Zuhua, TANG Xiulian, GUO Hong, HE Yi, LU Zhenxiang, MA Ruijuan. ‘Jinxu’ and ‘Jinhui’ new precocious and medium maturity canned yellow peach varieties[J]. China Fruits, 1990(2): 19-21.
- [29] 汤秀莲,郭洪,汪祖华,陆振翔,马瑞娟,俞明亮,周建涛,赵密珍,蒋翰群,惠金柱. 中晚熟罐藏黄桃新品种金莹和金艳的选育[J]. 江苏农业科学, 1995(2): 48-49.
TANG Xiulian, GUO Hong, WANG Zuhua, LU Zhenxiang, MA Ruijuan, YU Mingliang, ZHOU Jiantao, ZHAO Mizhen, JIANG

- Hanqun, HUI Jinzhu. Breeding of Jinying and Jinyan new varieties of mid-late potted yellow peach[J]. *Jiangsu Agricultural Sciences*, 1995(2): 48-49.
- [30] 张克斌,傅惠芬,吴碧美. 罐桃新品种‘燕丰’[J]. *北京农学院学报*, 1992, 7(2): 105-108.
- ZHANG Kebin, FU Huifen, WU Bimei. A new canned peach variety ‘Yanfeng’[J]. *Journal of Beijing University of Agriculture*, 1992, 7(2): 105-108.
- [31] 宗学普,张贵荣,沈裕生,左覃元,李长云,朱更瑞. 早熟罐桃新品种郑黄3号[J]. *中国果树*, 1989(3): 17-19.
- ZONG Xuepu, ZHANG Guirong, SHEN Yusheng, ZUO Qinyuan, LI Changyun, ZHU Gengrui. A new precocious canned peach variety Zhenghuang 3[J]. *China Fruits*, 1989(3): 17-19.
- [32] 张贵荣,宗学普,沈裕生,左覃元,朱更瑞,李长云. 罐藏桃新品种‘郑黄4号’[J]. *果树科学*, 1990(3): 176-178.
- ZHANG Guirong, ZONG Xuepu, SHEN Yusheng, ZUO Qinyuan, ZHU Gengrui, LI Changyun. A new variety of canned peach ‘Zhenghuang 4’[J]. *Journal of Fruit Science*, 1990(3): 176-178.
- [33] 张贵荣,宗学普,沈裕生,王志强,左覃元,朱更瑞. 晚熟罐桃新品种郑黄5号[J]. *果树科学*, 1996(2): 130-131.
- ZHANG Guirong, ZONG Xuepu, SHEN Yusheng, WANG Zhiqiang, ZUO Qinyuan, ZHU Gengrui. A new late maturity canned peach variety Zhenghuang 5[J]. *Fruit Science*, 1996(2): 130-131.
- [34] 王力荣,朱更瑞,左覃元,方伟超. 油桃优异种质早红2号的评价与利用[J]. *植物遗传资源学报*, 2001, 2(4): 44-48.
- WANG Lirong, ZHU Gengrui, ZUO Qinyuan, FANG Weichao. Evaluation and utilization of excellent nectarine germplasm Zaohong 2[J]. *Journal of Plant Genetic Resources*, 2001, 2(4): 44-48.
- [35] 王志强,刘淑娥,牛良,宋银花,鲁振华,宗学普. 油桃新品种中油桃11号的选育[J]. *果树学报*, 2010, 27(5): 848-849.
- WANG Zhiqiang, LIU Shu'e, NIU Liang, SONG Yinhua, LU Zhenhua, ZONG Xuepu. Breeding of new nectarine variety Zhongyoutao 11 [J]. *Journal of Fruit Science*, 2010, 27(5): 848-849.
- [36] 方伟超,王力荣,朱更瑞,陈昌文,曹珂,王新卫,王蛟. 黄肉油桃新品种中油金帅的选育[J]. *果树学报*, 2021, 38(9): 1615-1617.
- FANG Weichao, WANG Lirong, ZHU Gengrui, CHEN Changwen, CAO Ke, WANG Xinwei, WANG Jiao. Breeding of a new yellow flesh nectarine cultivar Zhongyoujinshuai[J]. *Journal of Fruit Science*, 2021, 38(9): 1615-1617.
- [37] 郭继英,姜全,赵剑波,陈清华,李新越,于广水,任飞. 中熟油桃新品种‘瑞光33号’[J]. *园艺学报*, 2012, 39(4): 795-796.
- GUO Jiying, JIANG Quan, ZHAO Jianbo, CHEN Qinghua, LI Xinyue, YU Guangshui, REN Fei. A new mid-ripening nectarine cultivar Ruiguang 33[J]. *Acta Horticulturae Sinica*, 2012, 39(4): 795-796.
- [38] 赵剑波,任飞,姜全,郭继英,王尚德,张瑜,王真,李新越,郑志琴,郑书旗. 油桃中熟新品种‘瑞光45号’的选育[J]. *中国果树*, 2019(3): 85-87.
- ZHAO Jianbo, REN Fei, JIANG Quan, GUO Jiying, WANG Shangde, ZHANG Yu, WANG Zhen, LI Xinyue, ZHENG Zhiqin, ZHENG Shuqi. Breeding of a new mid-ripening nectarine variety ‘Ruiguang 45’[J]. *China Fruits*, 2019(3): 85-87.
- [39] 叶正文,苏明申,张学英,高清华,骆军,吴钰良,庄恩及. 早熟油桃新品种沪油002的选育[J]. *果树学报*, 2007, 24(4): 561-562.
- YE Zhengwen, SU Mingshen, ZHANG Xueying, GAO Qinghua, LUO Jun, WU Yuliang, ZHUANG Enji. Breeding of a new precocious nectarine Huyou 002[J]. *Journal of Fruit Science*, 2007, 24(4): 561-562.
- [40] 苏明申,叶正文,张学英,高清华,杜纪红,吴钰良,庄恩及. 早熟甜油桃新品种沪油桃004的选育[J]. *果树学报*, 2010, 27(3): 471-472.
- SU Mingshen, YE Zhengwen, ZHANG Xueying, GAO Qinghua, DU Jihong, WU Yuliang, ZUANG Enji. Breeding of a new precocious sweet nectarine variety Huyou 004[J]. *Journal of Fruit Science*, 2010, 27(3): 471-472.
- [41] 叶正文,苏明申,张学英,高清华,吴钰良,庄恩及. 早熟油桃新品种沪油018的选育[J]. *果树学报*, 2005, 22(5): 591-592.
- YE Zhengwen, SU Mingshen, ZHANG Xueying, GAO Qinghua, WU Yuliang, ZHUANG Enji. Breeding of a new precocious nectarine Huyou 018[J]. *Journal of Fruit Science*, 2005, 22(5): 591-592.
- [42] 俞明亮,马瑞娟,杜平,宋宏峰,沈志军,许建兰,蔡志翔. 早熟油桃新品种紫金红1号的选育[J]. *果树学报*, 2008, 25(1): 134-135.
- YU Mingliang, MA Ruijuan, DU Ping, SONG Hongfeng, SHEN Zhijun, XU Jianlan, CAI Zhixiang. Breeding of a new precocious nectarine variety Zijinhong 1[J]. *Journal of Fruit Science*, 2008, 25(1): 134-135.
- [43] 俞明亮,马瑞娟,许建兰,沈志军,蔡志翔,张好艳,丁辉. 油桃新品种紫金红2号的选育[J]. *果树学报*, 2011, 28(6): 1126-1127.
- YU Mingliang, MA Ruijuan, XU Jianlan, SHEN Zhijun, CAI Zhixiang, ZHANG Yuyan, DING Hui. Breeding of new nectarine variety Zijinhong 2[J]. *Journal of Fruit Science*, 2011, 28(6): 1126-1127.
- [44] 马瑞娟,俞明亮,许建兰,张斌斌,颜大华,张好艳,惠霞,宋宏峰,沈志军,周懋,蔡志翔. 早熟油桃新品种‘紫金红3号’的选育[J]. *果树学报*, 2017, 34(11): 1493-1495.
- MA Ruijuan, YU Mingliang, XU Jianlan, ZHANG Binbin, YAN Dahua, ZHANG Yuyan, HUI Xia, SONG Hongfeng, SHEN Zhijun, ZHOU Mao, CAI Zhixiang. Breeding of a new precocious nectarine variety ‘Zijinhong 3’[J]. *Journal of Fruit Science*, 2017, 34(11): 1493-1495.
- [45] 王力荣,束怀瑞,陈学森,朱更瑞,方伟超,曹珂,陈昌文. 桃不同果实类型的品质和产量性状的差异研究[J]. *园艺学报*,

- 2008, 35(11): 1567-1572.
- WANG Lirong, SHU Huairui, CHEN Xuesen, ZHU Gengrui, FANG Weichao, CAO Ke, CHEN Changwen. Correlative analysis between peach fruit types, quality and yield[J]. *Acta Horticulturae Sinica*, 2008, 35(11): 1567-1572.
- [46] 王力荣. 油桃、蟠桃的遗传多效性及育种利用价值探讨[J]. *果树学报*, 2009, 26(5): 692-698.
- WANG Lirong. Heritable pleiotropy of glabrous and saucer shape gene loci from peach and their breeding value[J]. *Journal of Fruit Science*, 2009, 26(5): 692-698.
- [47] 朱更瑞, 王力荣, 方伟超, 左覃元, 李素敏. 早熟油桃品种‘双喜红’[J]. *园艺学报*, 2004, 31(2): 275.
- ZHU Gengrui, WANG Lirong, FANG Weichao, ZUO Qinyuan, LI Sumin. Hongshuangxi, an early ripping nectarine variety[J]. *Acta Horticulturae Sinica*, 2004, 31(2): 275.
- [48] 牛良, 刘淑娥, 鲁振华, 宋银花, 宗学普, 王志强. 晚熟油桃新品种‘中油桃8号’[J]. *园艺学报*, 2011, 38(1): 185-186.
- NIU Liang, LIU Shu'e, LU Zhenhua, SONG Yinhu, ZONG Xuepu, WANG Zhiqiang. A new lately ripping nectarine cultivar Zhongyoutao 8[J]. *Acta Horticulturae Sinica*, 2011, 38(1): 185-186.
- [49] 张政, 董思佳, 关海春. 大连产区桃产业调研[J]. *北方果树*, 2017(2): 51-53.
- ZHANG Zheng, DONG Sijia, GUAN Haichun. Investigation on the peach industry survey in Dalian producing area[J]. *Northern Fruits*, 2017(2): 51-53.
- [50] 张政, 关海春. 大连市桃产业发展报告[J]. *落叶果树*, 2017, 49(3): 21-23.
- ZHANG Zheng, GUAN Haichun. Dalian peach industry development report[J]. *Deciduous Fruits*, 2017, 49(3): 21-23.
- [51] 于成哲, 韩明玉, 田玉命, 左覃元. 早熟蟠桃新品种‘新红早蟠桃’[J]. *中国果树*, 1990(1): 20-21.
- YU Chengzhe, HAN Mingyu, TIAN Yuming, ZUO Qinyuan. A new precocious flat peach variety ‘Xinhongzaopantao’ [J]. *China Fruits*, 1990(1): 20-21.
- [52] 马瑞娟, 俞明亮, 汤秀莲, 杜平. 蟠桃新品种早硕蜜和早魁蜜[J]. *中国果树*, 1999(4): 7-8.
- MA Ruijuan, YU Mingliang, TANG Xiulian, DU Ping. New flat peach cultivars Zaoshuomi and Zaokuimi[J]. *China Fruits*, 1999(4): 7-8.
- [53] 姜全, 郭继英, 郑书旗, 赵剑波. 蟠桃果形遗传分析[J]. *果树科学*, 2000, 17(S): 1-4.
- JIANG Quan, GUO Jiying, ZHENG Shuqi, ZHAO Jianbo. A genetic analysis on fruit shape of flat peach[J]. *Journal of Fruit Science*, 2000, 17(S): 1-4.
- [54] MONET R. Peach genetics: Past present and future[J]. *Acta Horticulturae*, 1989, 9(254): 49-58.
- [55] 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 peach cultivar ‘Jinxiayoupan’ [J]. *Acta Horticulturae Sinica*, 2009, 36(3): 459.
- [56] 王力荣, 王蛟, 朱更瑞, 方伟超, 王新卫, 陈昌文, 曹珂. 桃若干重要特异性状的遗传趋向分析[J]. *园艺学报*, 2017, 44(2): 223-232.
- WANG Lirong, WANG Jiao, ZHU Gengrui, FANG Weichao, WANG Xinwei, CHEN Changwen, CAO Ke. Genetic analysis of some special traits in peach[J]. *Acta Horticulturae Sinica*, 2017, 44(2): 223-232.
- [57] 朱更瑞, 王力荣, 方伟超. 花果两用观赏桃新品种满天红的选育[J]. *果树学报*, 2008, 25(3): 440-441.
- ZHU Gengrui, WANG Lirong, FANG Weichao. Selection and cultivation of a new peach variety Mantianhong both for ornamental and food[J]. *Journal of Fruit Science*, 2008, 25(3): 440-441.
- [58] 王力荣, 朱更瑞, 方伟超, 曹珂, 陈昌文, 李全红, 冯义彬, 刘端明, 侯凯. 观赏桃新品种‘红菊花桃’[J]. *园艺学报*, 2011, 38(10): 2033-2034.
- WANG Lirong, ZHU Gengrui, FANG Weichao, CAO Ke, CHEN Changwen, LI Quanhong, FENG Yibin, LIU Duanming, HOU Kai. A new ornamental peach ‘Hongjuhuatao’ [J]. *Acta Horticulturae Sinica*, 2011, 38(10): 2033-2034.
- [59] 朱更瑞, 王力荣, 方伟超, 曹珂, 陈昌文, 冯义彬, 侯凯, 刘端明, 岳长平, 靳月笑. 观赏桃品种‘洒红龙柱桃’[C]// 中国园艺学会桃分会第三届学术研讨会论文集. 北京: 中国园艺学会桃分会, 2011.
- ZHU Gengrui, WANG Lirong, FANG Weichao, CAO Ke, CHEN Changwen, FENG Yibin, HOU Kai, LIU Duanming, YUE Changping, JIN Yue Xiao. A ornamental peach cultivar ‘Sahonglongzhu tao’ [C]// The Proceedings of the Third Symposium of the Peach Branch of the Chinese Horticultural Society. Beijing: The Peach Branch of the Chinese Horticultural Society, 2011.