

我国杏育种发展概况和展望

徐 铭¹,高 涵²,刘威生¹,张玉萍¹,张玉君¹,
马小雪¹,刘家成¹,赵海娟¹,王碧君¹,刘 硕^{1*}

(¹辽宁省果树科学研究所,辽宁熊岳 115009; ²辽宁农业职业技术学院,辽宁熊岳 115009)

摘 要:杏作为我国古代“五果”之一,在漫长悠久的驯化和栽培历史过程中形成了丰富多样的种类、品种和类型,蕴藏了极其丰富的优良地方品种,为中国杏产业发展和杏育种工作提供大量的种质材料。中国杏现代育种始于20世纪中后期,较其他果树起步晚、基础差,但仍取得了显著成果。在过去50余年,中国公开发布的杏新品种约158个。新品种的育种历程呈现3个高峰:20世纪80—90年代以地方品种选优为主;21世纪初转向人工杂交育种;近10年聚焦高商品性定向杂交育种。育种目标涵盖抗晚霜能力、成熟期改良、果实品质提升等。本文立足中国杏育种研究领域,阐述杏品种的选育历程、育种目标,总结不同历史时期的育种成果,绘制了杏育种系谱图,并对未来杏育种方向进行了展望,旨在为中国杏的品种改良和创新工作提供参考依据。

关键词:杏;品种;育种进展

中图分类号:S662.2

文献标志码:A

文章编号:1009-9980(2026)01-0158-18

Overview and prospect of apricot breeding in China

XU Ming¹, GAO Han², LIU Weisheng¹, ZHANG Yuping¹, ZHANG Yujun¹, MA Xiaoxue¹, LIU Jiacheng¹, ZHAO Haijuan¹, WANG Bijun, LIU Shuo^{1*}

(¹Liaoning Institute of Pomology, Xiongyue 115009, Liaoning, China; ²Liaoning Agriculture College, Xiongyue 115009, Liaoning, China)

Abstract: Apricot (*Armeniaca* Mill.) belongs to the subfamily Prunoideae of the family Rosaceae. Apricot fruit is not only rich in nutrition and beautiful in color, but also has a strong flavor, being considered one of the most delicious fruits of temperate zones, deeply loved by consumers. The cultivation of apricot in China has a long history of 3000–4000 years, and the species has formed various varieties and types through the long evolution process, including lots of excellent local varieties. In order to meet the needs of apricot industry, modern apricot breeding in China began in the late 20th century. In the early stage, domestic varieties selection was the main goal. During the 1980—1990s, the apricot breeding process in the Northeast of China developed rapidly. The scientific research institutions in the three provinces of the Northeast carried out selection from the local varieties and obtained about 20 apricot varieties. From the 1990s, the apricot breeding gradually expanded from the Northeast to the North China region. According to incomplete statistics, about 158 new apricot varieties were publicly released in China in the past 50 years. The release of new varieties has witnessed three peaks in breeding. The first peak (1980—1990s) primarily featured selection of local cultivars, yielding superior varieties like Chuanzhihong and Luotuohua known for their strong adaptability and excellent quality. The second peak (early 21st century) marked a strategic shift from selection breeding to artificial hybridization, producing varieties with staggered maturation periods. The current peak (past decade) has focused on directional crossbreeding targeting high commercial value traits (e.g., firm flesh, high sugar content, storage/

收稿日期:2025-06-12 接受日期:2025-07-17

基金项目:辽宁省种质创新藏粮于技专项计划(2023JH1/10200005);农业重大专项(2023JH1/10200005);科技特派行动专项计划(2023JH5/10400156);辽宁省教育厅科学项目(LJ212410957004)

作者简介:徐铭,男,副研究员,硕士,研究方向为李杏遗传育种。E-mail:dlxuming@163.com

*通信作者 Author for correspondence. E-mail:liushuo028@163.com

transport durability). Many varieties have been successfully developed by incorporating foreign cultivars as parental material, such as Hongyan, Meishuo, Longxing 2, Jinhui, Guojin. The varieties bred from seedling selection accounted for 56.4% and from hybrid breeding 41.1%, only a few from bud sport. Among these varieties 65 were early-maturing ones, accounting for 79.3%. 19 new varieties have been bred in China in recent years with large fruit. The author drew a pedigree chart of 69 apricot varieties, and found out that in addition to 23 apricot varieties bred from foreign varieties such as Sungold and Katy, the parents of the most newly bred varieties were excellent local varieties in China such as Chuanzhihong, Luotuohuang, Honghebao, Erhuacao, Lanzhoudajixing, Yiwofeng, Longwangmao. The problem of narrow genetic base had limitations to breeding new varieties. The total area of apricot cultivation in China has showed a continuous increase, although the global production is decreasing. This article would provide a reference basis for the apricot variety improvement and innovation work in China.

Key words: Apricot; Variety; Breeding progress

杏原产于北半球欧亚大陆,野生杏居群如今仍分布在欧洲、中亚和亚洲东部地区。栽培杏则广泛分布在南北半球温带地区,被认为是温带水果中最美味的水果之一^[1-2]。中国已有3000~4000年的栽培历史,地方优良资源十分丰富^[3]。目前,全球共有10种杏属植物,其中中国有9个种,以及13个变种、2000多个品种和类型。这些原产于中国的杏品种和类型适应性强,能够广泛地栽培在各种气候条件下和地理环境中,被认为是具有较高生态价值和经济价值的温带水果之一^[4]。

杏果消费市场受品种、质量、外观和特性等因素影响较大。根据FAO统计数据,整理了中国1963—2023年的杏栽培面积、产量和进出口价格(图1)。该数据呈现出中国杏产业的三个显著特征:一是中

国杏栽培面积占世界杏栽培面积的比例呈持续上升,但占全球总产量的比例却在下降,单位面积产量明显低于国际平均水平。二是中国杏果产品(不包括杏干)国际贸易始于20世纪80年代,初期的进出口水平均较低,在2006年进出口总量达到最高,但仅为3318 t,国际贸易规模较小。三是长期存在价格倒挂现象。除近3年出口价格超过进口单价外,其他年份进口单价始终高于出口单价。1993—2021年期间,杏的平均进口单价是出口单价的3.45倍。这些特征反映出中国在杏品种的改良、完善和创新等实践环节存在一些问题,如品种更新换代滞后、果实品质参差不齐和整体生产效率低下。然而,解决这些问题的前提,在于清晰、完整地了解中国杏育种研究的历史,包括杏选育品种、育种方法、育种目标

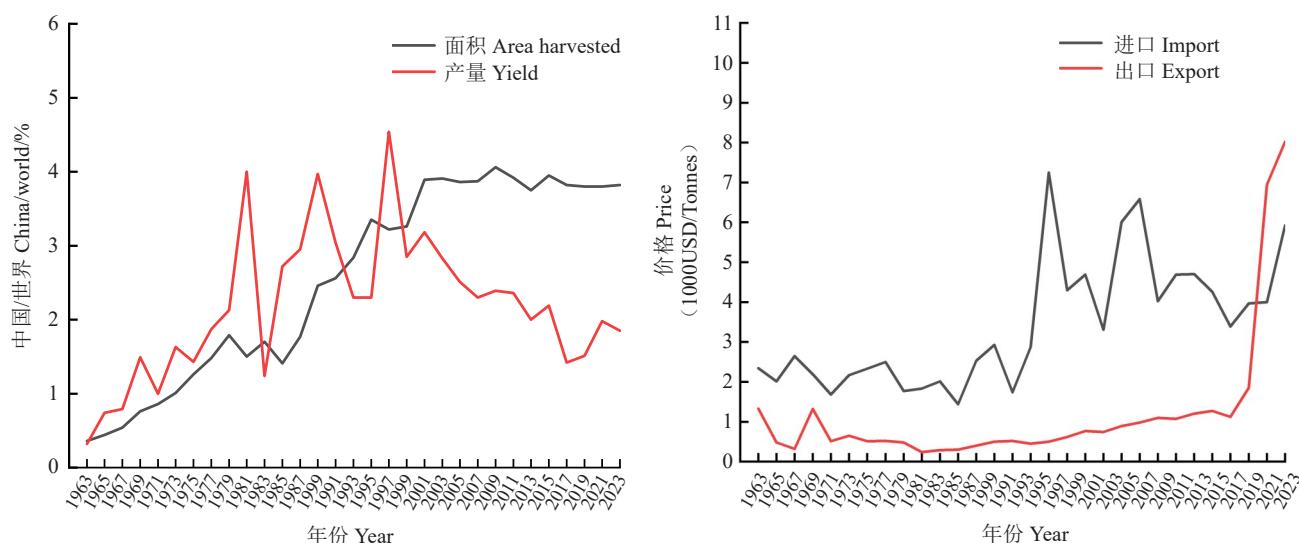


图1 中国杏种植面积、产量和进出口情况
Fig. 1 Planting area, yield, import and export of apricot in China

等关键环节的形成和发展。因此,本文立足中国杏育种研究领域,阐述中国杏品种的选育历程、育种目标,总结不同历史时期的育种成果,分析育种工作中的成功与不足,并进一步探讨未来杏育种方向,最终实现中国杏产业从规模扩张向质量效益的转型升级,提升我国杏产业国际竞争力。

1 中国杏育种回顾

欧亚大陆的普通杏驯化栽培始于中国,早于中亚、伊朗高加索和欧洲地区^[5]。杏作为中国的古老果树之一,在漫长的驯化与栽培过程中形成了丰富的种类、品种和生态类型,蕴藏了极其丰富的优良地方品种,这些地方品种为现代杏育种工作提供了重要的遗传材料。中国杏现代育种始于20世纪中后期,最早公开发布的品种是东宁二号,由黑龙江省果品公司在1978年从地方品种中选育而成^[6]。翌年,吉林省长春市农业科学院发布了4个杏品种。随后,在20世纪80—90年代期间,东北三省的科研单位率先开始杏育种研究工作,主要的育种途径是实生选种,先后获得了20个杏品种,这些品种具备很强的抗寒特性。自20世纪90年代起,华北地区也逐步开始杏育种研究工作。据不完全统计,中国在过去50余年间已公开发布的杏新品种约158个(表1)。笔者根据中国历年杏育成品种,追根溯源各品种间的亲缘关系及育种方法,将已发布的杏育成品种绘制了系谱图(图2),包含56个鲜食品种和13个仁用品种,约占总品种数的43.7%。系谱图显示,仅23个杏品种是通过国外品种金太阳和凯特等选育而成,而绝大多数育成品种利用中国的优异地方品种作为骨干亲本,如串枝红、骆驼黄、红荷包、二花槽、兰州大接杏、一窝蜂和龙王帽等,这些品种之间存在着一定的亲缘关系。亲本选择存在局限性,遗传基础狭窄问题突出。

2 杏育种途径的演变

从事杏、李、桃和樱桃等核果类果树的育种工作时,所采取的育种方法和途径往往较为相似,通常包括以下方法:实生选种、人工杂交育种、芽变选种等^[7]。在中国育成的杏新品种中,通过实生选种方法选育的品种所占比例为56.4%(图3),表明实生选种是中国杏育种的主要途径之一。与实生选种相比,杂交育种的效率更高。目前,在中国杂交育成的

品种约占历年杏育成品种的41.1%。首次采用杂交育种的品种是由吉林省长春市农业科学院选育的长春5、长春160、长春163和长春363系列杏品种,其母本均为适应高寒生境的地方野生山杏,父本则为农艺性状较佳的地方栽培品种孤山杏梅和梅桃杏。杏树作为多年生木本果树,通常以无性繁殖的形式进行栽培。在植株中发现的芽变性状,往往依赖于种植者、育种者或园丁的敏锐观察。中国通过芽变选育的杏品种仅占2.5%,如早金丰和金田杏源于地方品种的果实早熟性状变异的芽变^[8-9],金矮杏则源于树体矮化、节间距缩短等性状变异的芽变^[10]。

中国杏新品种的育种历程呈现3个显著高峰期(图4):首次高峰出现在20世纪80—90年代,以地方品种资源选优为主要方式,筛选出如串枝红、骆驼黄为代表的适应性强、优质的品种;第二次高峰集中于21世纪初期,育种策略由传统实生选种向人工杂交育种转变,通过优良的地方品种杂交培育不同成熟期搭配的品种;而近10年则进入第三个高峰,以高商品性(如硬肉、高糖、耐贮运)为主要目标的人工杂交定向育种,育成的品种如红艳、玫硕、陇杏2号、金辉、国锦等,通过引进国外育成品种作为亲本进行人工杂交实现品种改良。

3 杏育种目标

3.1 杏花期抗霜育种

杏树在春季开花早,花期极易受到霜害影响。这时期的霜冻极其有害,产量损失高达90%,这也是中国杏栽培面积与产量不成正比的主要原因。大量研究已证明,随着花的发育进程,杏花抗冻性逐渐降低^[11]。研究表明,芽休眠期结束后的发育速率与植株的抗霜害程度密切相关,取决于光周期敏感性^[12]、花蕾分化的时间^[13]、花器官组织发育速率^[14]、水解酶活性^[15]、酚类抑制剂含量^[16]、解冻期生物蛋白质的合成速率^[17]。研究发现,在西伯利亚杏花芽中,水解酶 α -淀粉酶的结构基因发生了点突变,导致蛋白质分子中一个氨基酸被替换,增强了该酶的耐寒性,并使其在解冻期就开始活动,加速了花器官的发育与形成^[18]。中国学者研究表明,不同花器官抗寒能力顺序为花瓣>雄蕊>雌蕊^[19-20];而以桃作为砧木的杏树,其花器所受冻害明显轻于杏砧^[21]。不同品种的花器官抗寒能力存在差异,如围选1号、涿选1号和龙王帽的花器抗寒性表现为由强到弱的顺序^[22]。陈

表1 中国历年育成的杏品种(至2024年)
Table 1 List of apricot bred varieties in China (Until 2024)

序号 No.	品种名称 Variety name	发表时间 Published date	亲本/系谱 Parent/Pedigree	选育方式 Breeding methods	主要特点 Main characters	选育单位 Breeding unit
1	东宁二号 Dongning 2	1978年 In 1978	地方品种 Local cultivar	自然实生 Seedling	大果型/抗寒 Large fruit /Chill-resistance	黑龙江省果品公司 Heilongjiang Fruit Company
2	长春5 Changchun 5	1979年 In 1979	山杏×孤山杏梅 Shanxing× Gushanxingmei	人工杂交 Crossing	抗寒 Chill-resistance	长春市农业科学院 Changchun Academy of Agricultural Science
3	长春160 Changchun 160	1979年 In 1979	山杏×梅桃杏 Shanxing× Meitaoxing	人工杂交 Crossing	抗寒 Chill-resistance	长春市农业科学院 Changchun Academy of Agricultural Science
4	长春163 Changchun 163	1979年 In 1979	山杏×梅桃杏 Shanxing× Meitaoxing	人工杂交 Crossing	抗寒 Chill-resistance	长春市农业科学院 Changchun Academy of Agricultural Science
5	长春363 Changchun 363	1979年 In 1979	山杏×孤山杏梅 Shanxing× Gushanxingmei	人工杂交 Crossing	抗寒 Chill-resistance	长春市农业科学院 Changchun Academy of Agricultural Science
6	大红杏 Dahongxing	1986年 In 1986	地方品种 Local cultivar	自然实生 Seedling	抗寒/加工 Chill-resistance/ Processing	辽宁省锦西市果树管理总站 Jixi City Pomology Administration Station, Liaoning
7	李子杏 Lizixing	1986年 In 1986	地方品种 Local cultivar	自然实生 Seedling	抗寒/加工 Chill-resistance/ Processing	辽宁省锦西市果树管理总站 Jixi City Pomology Administration Station, Liaoning
8	塔山杏梅 Tashanxingmei	1986年 In 1986	地方品种 Local cultivar	自然实生 Seedling	抗寒/加工 Chill-resistance/ Processing	辽宁省锦西市果树管理总站 Jixi City Pomology Administration Station, Liaoning
9	冬杏 Dongxing	1986年 In 1986	地方品种 Local cultivar	自然实生 Seedling	晚熟 Late maturity	新疆八一农学院 Xinjiang 81 Agricultural College
10	一号杏 Xing 1	1986年 In 1986	地方品种 Local cultivar	自然实生 Seedling	早熟 Early maturity	黑龙江国营五九七农场 Heilongjiang 597 State Farm
11	二号杏 Xing 2	1986年 In 1986	地方品种 Local cultivar	自然实生 Seedling	早熟 Early maturity	黑龙江国营五九七农场 Heilongjiang 597 State Farm
12	十三号杏 Xing 13	1986年 In 1986	地方品种 Local cultivar	自然实生 Seedling	中熟 Mid maturity	黑龙江国营五九七农场 Heilongjiang 597 State Farm
13	十四号杏 Xing 14	1986年 In 1986	地方品种 Local cultivar	自然实生 Seedling	晚熟 Late maturity	黑龙江国营五九七农场 Heilongjiang 597 State Farm
14	明星 Mingxing	1986年 In 1986	串枝红 Chuangzhihong	自然实生 Seedling	加工 Processing	河北农业大学园艺系 College of Horticulture, Hebei Agricultural University
15	骆驼黄 Luotuohuang	1987年 In 1987	地方品种 Local cultivar	自然实生 Seedling	早熟 Early maturity	辽宁省果树科学研究所 Liaoning Institute of Pomology
16	龙垦3号 Longken 3	1987年 In 1987	地方品种 Local cultivar	自然实生 Seedling	抗寒 Chill-resistance	吉林省农厅 Department of Agriculture of Jilin Province
17	龙垦4号 Longken 4	1987年 In 1987	地方品种 Local cultivar	自然实生 Seedling	抗寒 Chill-resistance	吉林省农厅 Department of Agriculture of Jilin Province
18	龙垦5号 Longken 5	1987年 In 1987	地方品种 Local cultivar	自然实生 Seedling	抗寒 Chill-resistance	吉林省农厅 Department of Agriculture of Jilin Province
19	龙垦8号 Longken 8	1987年 In 1987	地方品种 Local cultivar	自然实生 Seedling	抗寒 Chill-resistance	吉林省农厅 Department of Agriculture of Jilin Province
20	龙垦10号 Longken 10	1987年 In 1987	地方品种 Local cultivar	自然实生 Seedling	抗寒 Chill-resistance	吉林省农厅 Department of Agriculture of Jilin Province
21	龙垦15号 Longken 15	1987年 In 1979	地方品种 Local cultivar	自然实生 Seedling	抗寒 Chill-resistance	吉林省农厅 Department of Agriculture of Jilin Province
22	红金榛 Hongjinzen	1988年 In 1988	地方品种 Local cultivar	自然实生 Seedling	晚熟 Late maturity	山东省农厅 Department of Agriculture of Shandong Province
23	龙垦1号 Longken 1	1988年 In 1988	地方品种 Local cultivar	自然实生 Seedling	抗寒 Chill-resistance	吉林省农厅 Department of Agriculture of Jilin Province

表1(续) Table 1 (Continued)

序号 No.	品种名称 Variety name	发表时间 Published date	亲本/系谱 Parent/Pedigree	选育方式 Breeding methods	主要特点 Main characters	选育单位 Breeding unit
24	龙垦2号 Longken 2	1988年 In 1988	地方品种 Local cultivar	自然实生 Seedling	抗寒 Chill-resistance	吉林省农林厅 Department of Agriculture of Jilin Province
25	大丰 Dafeng	1989年 In 1989	地方品种 Local cultivar	自然实生 Seedling	大果型 Large fruit	河北省农林科学院石家庄果树研究所 Shijiazhuang Institute of Fruit Tree Research, Hebei Academy of Agriculture and Forestry
26	青蜜沙 Qingmisha	1990年 In 1990	地方品种 Local cultivar	自然实生 Seedling	抗寒 Chill-resistance	河北省农林科学院石家庄果树研究所 Shijiazhuang Institute of Fruit Tree Research, Hebei Academy of Agriculture and Forestry
27	火杏 Huoxing	1991年 In 1991	地方品种 Local cultivar	自然实生 Seedling	早熟 Early maturity	山东省青州市郑母镇林果站 Zhengmu Town of Forestry and Fruit Station, Qingzhou, Shandong
28	吉农红杏 Jinonghongxing	1991年 In 1991	地方品种 Local cultivar	自然实生 Seedling	抗寒 Chill-resistance	吉林农业大学教学实验场圃地 Teaching experimental field, Jilin Agricultural University
29	衡选1号 Hengxuan 1	1992年 In 1992	地方品种 Local cultivar	自然实生 Seedling	加工 Processing	河北衡水林业局 Hebei Hengshui Bureau of Forestry
30	衡选2号 Hengxuan 2	1992年 In 1992	地方品种 Local cultivar	自然实生 Seedling	加工 Processing	河北衡水林业局 Hebei Hengshui Bureau of Forestry
31	衡选3号 Hengxuan 3	1992年 In 1992	地方品种 Local cultivar	自然实生 Seedling	加工 Processing	河北衡水林业局 Hebei Hengshui Bureau of Forestry
32	农大白杏 Nongdabaixing	1992年 In 1992	地方品种 Local cultivar	自然实生 Seedling	抗寒 Chill-resistance	吉林农业大学 Jilin Agricultural University
33	姚河大杏 Yaohedaxing	1992年 In 1992	地方品种 Local cultivar	自然实生 Seedling	大果型 Large fruit	中国科学院兰州沙漠研究所 Lanzhou Desert Research Institute, Chinese Academy of Sciences
34	遵化香白杏 Zunhuaxiangbaixing	1994年 In 1994	地方品种 Local cultivar	自然实生 Seedling	大果型 Large fruit	遵化市林业局 Zunhua Bureau of Forestry
35	日面红 Rimianhong	1995年 In 1995	地方品种 Local cultivar	自然实生 Seedling	大果型 Large fruit	河北省兴隆县林业局 Hebei Xinglong Bureau of Forestry
36	金星 Jinxing	1995年 In 1995	串枝红 Chuangzhihong	自然实生 Seedling	抗晚霜 Frost resistance	河北农业大学园艺系 College of Horticulture, Hebei Agricultural University
37	子荷杏 Zihexing	1996年 In 1996	黄砧轱皿 Huangdungumian	自然实生 Seedling	早熟 Early maturity	河北省石家庄果树研究所 Shijiazhuang Institute of Fruit Tree Research, Hebei
38	龙园桃杏 Longyuantaoxing	1996年 In 1996	义和杏 Yihexing	自然实生 Seedling	抗寒 Chill-resistance	黑龙江省农业科学院园艺研究所 Horticultural Institute of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences
39	豫早冠 Yuzaoquan	1997年 In 1997	地方品种 Local cultivar	自然实生 Seedling	早熟 Early maturity	河南农业大学 Henan Agricultural University
40	金皇后 Jinhuanghou	1998年 In 1998	李杏杂种 Lixingzazhong	自然实生 Seedling	自交亲和 Self-compatible	陕西省果树研究所 Shaanxi Fruit Institute
41	牡红杏 Duhongxing	1999年 In 1999	631×兰州大接杏 631×Lanzhoudajixing	人工杂交 Crossing	抗寒 Chill-resistance	黑龙江省农业科学院牡丹江农科所 Mudanjiang Agricultural Research Institute of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences
42	红丰 Hongfeng	1999年 In 1999	红荷包×二花槽 Honghebao×Erhuacao	人工杂交/胚培 Crossing/ Embryo	自交亲和 Self-compatible	山东农业大学园艺系 College of Horticulture, Shandong Agricultural University
43	新世纪 Xinshiji	1999年 In 1999	红荷包×二花槽 Honghebao×Erhuacao	人工杂交/胚培 Crossing/ Embryo	抗晚霜 Frost resistance	山东农业大学园艺系 College of Horticulture, Shandong Agricultural University
44	寿光玉棒杏 Shouguangyubangxing	1999年 In 1999	地方品种 Local cultivar	自然实生 Seedling	早熟 Early maturity	山东省寿光市果树研究会 Shouguang Association of Pomology, Shandong
45	莱西金杏 Laixijinxing	1999年 In 1999	地方品种 Local cultivar	自然实生 Seedling	大果型 Large fruit	山东省莱西市果树技术推广站 Agricultural Technology Extension Station of Laixi, Shandong

表1 (续) Table 1 (Continued)

序号 No.	品种名称 Variety name	发表时间 Published date	亲本/系谱 Parent/Pedigree	选育方式 Breeding methods	主要特点 Main characters	选育单位 Breeding unit
46	同发大杏 Tongfadaxing	1999年 In 1999	地方品种 Local cultivar	自然实生 Seedling	大果型 Large fruit	吉林农业大学园艺系 College of Horticulture, Jilin Agricultural University
47	早美红 Zaomeihong	2000年 In 2000	串枝红×小满黄 Chuanzhihong× Xiaomanhuang	人工杂交 Crossing	早熟 Early maturity	河北省农林科学院石家庄果树研究所 Shijiazhuang Institute of Fruit Tree Research, Hebei Academy of Agriculture and Forestry
48	秦杏1号 Qinxing 1	2000年 In 2000	地方品种 Local cultivar	自然实生 Seedling	硬肉/早熟 Hard flesh/ Early maturity	陕西省果树研究所 Shaanxi Fruit Institute
49	金银杏 Jinyinxing	2000年 In 2000	地方品种 Local cultivar	自然实生 Seedling	大果型 Large fruit	河南省虞城县园艺局 Yucheng County Bureau of Horticultural, Henan
50	八月寿 Bayueshou	2000年 In 2000	地方品种 Local cultivar	自然实生 Seedling	晚熟 Late maturity	河南省虞城县园艺局 Yucheng County Bureau of Horticultural, Henan
51	泰山一号 Taishan 1	2000年 In 2000	地方品种 Local cultivar	自然实生 Seedling	早熟 Early maturity	山东省泰安市林科所 Tai'an City Institute of Forestry Science, Shandong
52	龙园黄杏 Longyuan-huangxing	2001年 In 2001	(北方二号李×大接杏)× (631杏×大接杏) (Beifang2×Dajixing)× (Xing631×Dajixing)	人工杂交 Crossing	抗寒 Chill-resistance	黑龙江省农业科学院园艺分院 Horticultural Sub-academy, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences
53	特大麦前黄 Tedamaiqian-huang	2001年 In 2001	地方品种 Local cultivar	自然实生 Seedling	大果型 Large fruit	山西农业科学院高新农村技术市场 High-tech Market of Shanxi Academy of Agricultural Sciences
54	金蝉杏 Jinchanaxing	2001年 In 2001	地方品种 Local cultivar	自然实生 Seedling	早熟 Early maturity	山东省莒南县林业局 Junan County Bureau of Forestry, Shandong
55	一串红 Yichuanhong	2001年 In 2001	地方品种 Local cultivar	自然实生 Seedling	早熟 Early maturity	浙江省仙居县科协 Xianju Count Association for science and technology, Zhejiang
56	滕阳红 Tengyanghong	2001年 In 2001	地方品种 Local cultivar	自然实生 Seedling	早熟 Early maturity	山东省滕州市林业局 Tengzhou City Bureau of Forestry, Shandong
57	平原玉杏 Pingyuanyuxing	2001年 In 2001	地方品种 Local cultivar	自然实生 Seedling	抗晚霜 Frost resistance	山东德州市林业局 Dezhou City Bureau of Forestry, Shandong
58	早玉 Zaoyu	2001年 In 2001	地方品种 Local cultivar	自然实生 Seedling	早熟 Early maturity	山东省平原县林业局 Pingyuan County Bureau of Forestry, Shandong
59	济丽红杏 Jilihongxing	2001年 In 2001	地方品种 Local cultivar	自然实生 Seedling	大果型 Large fruit	山东省济南市市中区十六里河镇 Shiliulihe Town Shizhong District, Jinan, Shandong
60	冀光 Jiguang	2002年 In 2002	串枝红×二红 Chuangzhihong×Eehong	人工杂交 Crossing	加工 Processing	河北省农林科学院石家庄果树研究所 Shijiazhuang Institute of Fruit Tree Research, Hebei Academy of Agriculture and Forestry
61	太平红杏 Taipinghongxing	2002年 In 2002	地方品种 Local cultivar	自然实生 Seedling	大果型 Large fruit	陕西省泾阳县太平杏研究所 Jinyang Institute of Taipingrou Apricot, Shaanxi
62	巨蜜王杏 Jumiwangxing	2002年 In 2002	地方品种 Local cultivar	自然实生 Seedling	大果型 Large fruit	山东省枣庄邹坞园艺场 Zouwu Horticultural Farm, Zaozhuang, Shandong
63	试管红光1号 Shiguanhong-guang 1	2003年 In 2003	红荷包×二花槽 Honghebao×Erhuacao	人工杂交 Crossing	早熟 Early maturity	山东省果树研究所 Shandong Institute of Pomology
64	试管红光2号 Shiguanhong-guang 2	2003年 In 2003	红荷包×麦黄 Honghebao×Maihuang	人工杂交 Crossing	早熟 Early maturity	山东省果树研究所 Shandong Institute of Pomology
65	试管红光3号 Shiguanhong-guang 3	2003年 In 2003	红荷包×麦黄 Honghebao×Maihuang	人工杂交 Crossing	早熟 Early-maturity	山东省果树研究所 Shandong Institute of Pomology
66	试管早荷2号 Shiguanzaohe 2	2003年 In 2003	红荷包×麦黄 Honghebao×Maihuang	人工杂交 Crossing	早熟 Early maturity	山东省果树研究所 Shandong Institute of Pomology
67	试管桃杏1号 Shiguantaoxing 1	In 2003	红荷包×二花槽 Honghebao×Erhuacao	人工杂交 Crossing	早熟 Early maturity	山东省果树研究所 Shandong Institute of Pomology
68	试管甜丰 Shiguantianfeng	2003年 In 2003	二花槽×红荷包 Erhuacao×Honghebao	人工杂交 Crossing	早熟 Early maturity	山东省果树研究所 Shandong Institute of Pomology

表1(续) Table 1 (Continued)

序号 No.	品种名称 Variety name	发表时间 Published date	亲本/系谱 Parent/Pedigree	选育方式 Breeding methods	主要特点 Main characters	选育单位 Breeding unit
69	试管早红1号 Shiguanzaohong 1	2003年 In 2003	红荷包×二花槽 Honghebao×Erhuacao	人工杂交 Crossing	早熟 Early maturity	山东省果树研究所 Shandong Institute of Pomology
70	试管早荷1号 Shiguanzaohet 1	2003年 In 2003	红荷包×二花槽 Honghebao×Erhuacao	人工杂交 Crossing	早熟 Early maturity	山东省果树研究所 Shandong Institute of Pomology
71	早金丰 Zaojinfeng	2003年 In 2003	菜籽黄 Caizihuang	芽变 Bud sport	早熟 Early maturity	河北省辛集市前营乡金世纪苗木试验场 Jinshiji Seedling Experimental Farm, Qianying, Xijji, Hebei
72	甘玉 Ganyu	2003年 In 2003	地方品种 Local cultivar	自然实生 Seedling	早熟 Early maturity	河北省农林科学院石家庄果树研究所 Shijiazhuang Institute of Fruit Tree Research, Hebei Academy of Agriculture and Forestry
73	梁生杏 Liangshengxing	2004年 In 2004	墩杏×山杏 Dunxing×Shanxing	人工杂交 Crossing	大果型 Large fruit	山西省晋中市果树技术服务中心 Jinzhong City Technical Service Center Of Pomology, Shanxi
74	山农凯新2号 Shannongkaixin 2	2004年 In 2004	泰安水杏×凯特 Taianshuixing×Kate	人工杂交 Crossing	自交亲和 Self-compatible	山东农业大学果树生物学实验室 Fruit Biology Lab, Shandong Agricultural University
75	沧早甜杏1号 Cangzaotianxing 1	2004年 In 2004	地方品种 Local cultivar	自然实生 Seedling	早熟 Early maturity	河北省沧州市农林科学院 Cangzhou City Academy of Agriculture and Forestry, Hebei
76	山农凯新1号 Shannongkaixin 1	2005年 In 2005	凯特×新世纪 Kate×Xinshiji	人工杂交 Crossing	自交亲和 Self-compatible	山东农业大学果树生物学实验室 Fruit Biology Lab, Shandong Agricultural University
77	沧早甜杏2号 Cangzaotianxing 2	2005年 In 2005	地方品种 Local cultivar	自然实生 Seedling	早熟 Early maturity	河北省沧州市农林科学院 Cangzhou City Academy of Agriculture and Forestry, Hebei
78	万斤黄杏 Wanjinhuangxing	2005年 In 2005	地方品种 Local cultivar	自然实生 Seedling	丰产 Fertility	陕西省大荔县果业局 Dali County Bureau of Fruit Industry, Shaanxi
79	96依7-1 96Yi7-1	2005年 In 2005	新疆大叶杏 Xinjiangdayexing	自然实生 Seedling	加工 Processing	新疆叶城园林科技研究会 Yecheng Association of Landscape and Technology
80	龙园甜杏 Longyuantianxing	2006年 In 2006	(北方二号李×大接杏)× (631杏×大接杏) (Beifang2×Dajixing)× (Xing631×Dajixing)	人工杂交 Crossing	抗寒 Chill-resistance	黑龙江省农业科学院园艺分院 Horticultural Sub-academy, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences
81	珍珠油杏 Zhenzhuyouxing	2006年 In 2006	地方品种 Local cultivar	自然实生 Seedling	加工 Processing	山东农业大学/山东省果树研究所 Shandong Agricultural University/Shandong Institute of Pomology
82	金矮杏 Jin'aixing	2007年 In 2007	金太阳 Sungold	芽变 Bud sport	矮化 Dwarf	山西省农业科学院果树研究所 Pomology Institute, Shanxi Academy of Agricultural Sciences
83	鲁杏2号 Luxing 2	2007年 In 2007	金太阳 Sungold	自然实生 Seedling	大果型 Large fruit	山东省果树研究所 Shandong Institute of Pomology
84	早甜 Zaotian	2007年 In 2007	早熟杏 Zaoshuxing	自然实生 Seedling	早熟 Early maturity	河北省沧州市农林科学院 Cangzhou City Academy of Agriculture and Forestry, Hebei
85	鲁南早红杏 Lunanzaohong-xing	2007年 In 2007	地方品种 Local cultivar	自然实生 Seedling	早熟 Early maturity	山东省邹城市钟山稀有林果资源开发研究所 Zhongshan rare forest and Fruit Resources Development Institute, Zoucheng, Shandong
86	明星杏 Mingxingxing	2007年 In 2007	地方品种 Local cultivar	自然实生 Seedling	加工 Processing	新疆农业科学院园艺作物研究所 Institute of Horticultural Crops, Xinjiang Academy of Agricultural Sciences
87	凌浓2号 Lingnong 2	2008年 In 2008	玛瑙×兰州大接杏 Manao× Lanzhoujixing	人工杂交 Crossing	抗晚霜 Frost resistance	西北农林科技大学园艺学院 College of Horticulture, Northwest A & F University
88	木瓜杏 Muguaxing	2008年 In 2008	迟黄 Chihuang	自然实生 Seedling	加工 Processing	北京林业大学 Beijing Forestry University
89	丰园29 Fengyuan 29	2009年 In 2009	金太阳 Sungold	自然实生 Seedling	早熟 Early maturity	西安市杏果研究所 Xi'an City Institute of Apricot

表1 (续) Table 1 (Continued)

序号 No.	品种名称 Variety name	发表时间 Published date	亲本/系谱 Parent/Pedigree	选育方式 Breeding methods	主要特点 Main characters	选育单位 Breeding unit
90	内选1号 Neixuan 1	2009年 In 2009	八达杏 Badaxing	自然实生 Seedling	大果型 Large fruit	河南省内黄县林业局 Neihuang County Bureau of Forestry, Henan
91	魁金 Kuijin	2010年 In 2010	二花槽×红荷包 Erhuacao×Honghebao	人工杂交 Crossing	早熟 Early maturity	山东省果树研究所 Shandong Institute of Pomology
92	龙垦玉黄杏 Longken-yuhuangxing	2010年 In 2010	龙垦三号×山东红玉杏 Longken3×Shandonghongyuxing	人工杂交 Crossing	抗寒 Chill-resistance	黑龙江省农业科学院园艺分院 Horticultural Sub-academy, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences
93	国丰 Guofeng	2010年 In 2010	串枝红×晚熟杏 Chuangzhihong×Wanshuxing	人工杂交 Crossing	中熟 Mid maturity	辽宁省果树科学研究所 Liaoning Institute of Pomology
94	国强 Guoqiang	2010年 In 2010	串枝红×金太阳 Chuangzhihong×Sungold	人工杂交 Crossing	硬肉 Hard flesh	辽宁省果树科学研究所 Liaoning Institute of Pomology
95	硕光 Shuoguang	2010年 In 2010	大丰 Dafeng	自然实生 Seedling	早熟 Early maturity	河北省农林科学院石家庄果树研究所 Shijiazhuang Institute of Fruit Tree Research, Hebei Academy of Agriculture and Forestry
96	早金艳 Zaojinyan	2011年 In 2011	实生早熟杏×仰韶杏 Seedling of Zaoshuxing×Yangshaoxing	人工杂交 Crossing	早熟 Early maturity	中国农业科学院郑州果树研究所 Zhengzhou Fruit Resesarch Institute, CAAS
97	京早红 Jingzaohong	2011年 In 2011	大偏头×红荷 Dapiantou×Honghe	人工杂交 Crossing	早熟 Early maturity	北京市林业果树科学研究院 Beijing Academy of Forestry and Pomology Sciences
98	岱玉 Daiyu	2011年 In 2011	地方品种 Local cultivar	自然实生 Seedling	早熟 Early maturity	山东泰安市泰山林业科学研究院 Taishan Academy of Forestry Science, Tai'an, Shandong
99	早玉 Zaoyu	2011年 In 2011	地方品种 Local cultivar	自然实生 Seedling	早熟 Early maturity	山东省果树研究所/平原县林业局 Shandong Institute of Pomology/Pingyuan County Bureau of Forestry
100	极早红 Jizaohong	2011年 In 2011	新世纪×巴旦水杏 Xinshiji×Badanshuixing	人工杂交 Crossing	早熟 Early maturity	山东农业大学园艺科学与工程学院 College of Horticultural Science and Engineering, Shandong Agricultural
101	晚红杏 Wanhongxing	2012年 In 2012	地方品种 Local cultivar	自然实生 Seedling	晚熟 Late maturity	山西省农业科学院果树研究所 Polomogy Istitute, Shanxi Academy of Agricultural Sciences
102	早红蜜 Zaohongmi	2012年 In 2012	地方品种 Local cultivar	自然实生 Seedling	早熟 Early maturity	中国农业科学院郑州果树研究所 Zhengzhou Fruit Resesarch Institute, CAAS
103	金凯特 Jinkaite	2012年 In 2012	凯特 Kate	自然实生 Seedling	早熟 Early maturity	山东省果树研究所 Shandong Institute of Pomology
104	金光 Jinguang	2012年 In 2012	不详 No information	不详 No information	自交亲和 Self-compatible	河南省新乡市农业局 Xinxiang City Bureau of Agriculture, Henan
105	金秀 Jinxiu	2014年 In 2014	串枝红×金太阳 Chuangzhihong×Sungold	人工杂交 Crossing	加工 Processing	河北省农林科学院石家庄果树研究所 Shijiazhuang Institute of Fruit Tree Research, Hebei Academy of Agriculture and Forestry
106	京佳2号 Jingjia 2	2014年 In 2014	串枝红×金玉杏 Chuangzhihong×Jinyuxing	人工杂交 Crossing	加工 Processing	北京市林业果树科学研究院 Beijing Academy of Forestry and Pomology Sciences
107	金田杏 Jintianxing	2014年 In 2014	阿克西米西 Akeximixi	芽变 Bud sport	早熟 Early maturity	山东茂田园艺有限公司 Maotian Horticulture Company Ltd, Shandong
108	丰园77 Fengyuan 77	2014年 In 2014	金太阳 Sungold	自然实生 Seedling	早熟 Early maturity	陕西西安市李杏研究所 Xi'an Institute of Apricot and Plum, Shaanxi
109	济源白蜜杏 Jiyuanbaimixing	2015年 In 2015	地方品种 Local cultivar	自然实生 Seedling	早熟 Early maturity	河南省济源市林业科学研究所 Jiyuan Institute of Forestry Science, Henan
110	陇杏1号 Longxing 1	2015年 In 2015	曹杏 Caoxing	自然实生 Seedling	中晚熟 Mid-late maturity	甘肃省农业科学院林果花卉研究所 Fruit and Floriculture Research Institute, Gansu Academy of Agriculture Science
111	鲁杏3号 Luxing 3	2016年 In 2016	金太阳×巴旦杏 Sungold×Badanxing	人工杂交 Crossing	早熟 Early maturity	山东省果树研究所 Shandong Institute of Pomology

表1(续) Table 1 (Continued)

序号 No.	品种名称 Variety name	发表时间 Published date	亲本/系谱 Parent/Pedigree	选育方式 Breeding methods	主要特点 Main characters	选育单位 Breeding unit
112	Z08-7-34	2016年 In 2016	子荷杏×新世纪 Zihexing×Xinshiji	人工杂交 Crossing	早熟 Early-maturity	河北省农林科学院石家庄果树研究所 Shijiazhuang Institute of Fruit Tree Research, Hebei Academy of Agriculture and Forestry
113	原甜 Yuantian	2016年 In 2016	甜七里 Tianqili	自然实生 Seedling	加工 Processing	山东枣庄市果树科学研究所实验场 Experimental Zone, Zaozhuang Institute of Pomology, Shandong
114	开园 Kaiyuan	2017年 In 2017	金太阳×红荷包 Sungold×Honghebao	人工杂交 Crossing	早熟 Early maturity	山东省果树研究所 Shandong Institute of Pomology
115	国之鲜 Guozhixian	2017年 In 2017	串枝红×金太阳 Chuangzhihong×Sungold	人工杂交 Crossing	大果型/硬肉 Large fruit/ Hard flesh	辽宁省果树科学研究所 Liaoning Institute of Pomology
116	山苦2号 Shanku 2	2017年 In 2017	地方品种 Local cultivar	自然实生 Seedling	加工 Processing	西北农林科技大学林学院 College of Forestry, Northwest A & F University
117	金水 Jinshui	2017年 In 2017	泰山杏 Taishanshuixing	自然实生 Seedling	早熟 Early maturity	山东省果树研究所 Shandong Institute of Pomology
118	丰园344 Fengyuan 344	2017年 In 2017	串枝红 Chuangzhihong	自然实生 Seedling	晚熟 Late maturity	陕西西安市李杏研究所 Xi'an Institute of Apricot and Plum, Shaanxi
119	濮林杏2号 Pulinxing 2	2017年 In 2017	地方品种 Local cultivar	自然实生 Seedling	大果型 Large fruit	河南省濮阳市林业科学院 Puyang Academy of Forestry Sciences, Henan
120	金荷 Jinhe	2018年 In 2018	子荷杏×新世纪 Zihexing×Xinshiji	人工杂交 Crossing	早熟 Early maturity	河北省农林科学院石家庄果树研究所 Shijiazhuang Institute of Fruit Tree Research, Hebei Academy of Agriculture and Forestry
121	京香红 Jingxianghong	2018年 In 2018	青密沙×骆驼黄 Qingmisha×Luotuohuang	人工杂交 Crossing	早熟 Early maturity	北京市林业果树科学研究院 Beijing Academy of Forestry and Pomology Sciences
122	京脆红 Jincuihong	2018年 In 2018	青密沙×骆驼黄 Qingmisha×Luotuohuang	人工杂交 Crossing	早熟 Early maturity	北京市林业果树科学研究院 Beijing Academy of Forestry and Pomology Sciences
123	鲁杏4号 Luxing 4	2018年 In 2018	金太阳×巴旦水杏 Sungold×Badanshuixing	人工杂交 Crossing	早熟 Early maturity	山东省果树研究所 Shandong Institute of Pomology
124	红艳 Hongyan	2018年 In 2018	串枝红×金太阳 Chuangzhihong×Sungold	人工杂交 Crossing	早熟 Early maturity	中国农业科学院郑州果树研究所 Zhengzhou Fruit Resesarch Institute, CAAS
125	黄金蜜 Huangjinmi	2018年 In 2018	地方品种 Local cultivar	自然实生 Seedling	早熟/硬肉 Early maturity/ Hard flesh	山东省果树研究所 Shandong Institute of Pomology
126	晋梅杏 Jinmeixing	2018年 In 2018	地方品种 Local cultivar	自然实生 Seedling	硬肉 Hard flesh	山西省农业科学院果树研究所 Polomogy Istitute, Shanxi Academy of Agricultural Sciences
127	香蜜 Xiangmi	2018年 In 2018	地方品种 Local cultivar	自然实生 Seedling	硬肉 Hard flesh	山东省林木种苗和花卉站 Shandong Forest Seedling and Flower Station
128	玫硕 Meishuo	2019年 In 2019	蜜香×凯特 Mixiang×Kate	人工杂交 Crossing	大果型 Large fruit	中国农业科学院郑州果树研究所 Zhengzhou Fruit Resesarch Institute, CAAS
129	玫香 Meixiang	2019年 In 2019	地方品种 Local cultivar	自然实生 Seedling	大果型 Large fruit	中国农业科学院郑州果树研究所 Zhengzhou Fruit Resesarch Institute, CAAS
130	春华 Chunhua	2019年 In 2019	金太阳×红荷杏 Sungold×Honghexing	人工杂交 Crossing	早熟 Early maturity	山东省果树研究所 Shandong Institute of Pomology
131	京骆红 Jingluohong	2019年 In 2019	骆驼黄×红荷包 Luotuohuang×Honghebao	人工杂交 Crossing	早熟 Early maturity	北京市林业果树科学研究院 Beijing Academy of Forestry and Pomology Sciences
132	Z10-1-78 Z10-1-78	2019年 In 2019	串枝红×金太阳 Chuangzhihong×Sungold	人工杂交 Crossing	早熟 Early maturity	河北省农林科学院石家庄果树研究所 Shijiazhuang Institute of Fruit Tree Research, Hebei Academy of Agriculture and Forestry
133	玉华 Yuhua	2019年 In 2019	巴丹玉杏 Badanyuxing	自然实生 Seedling	中早熟 Mid-early maturity	山东省果树研究所 Shandong Institute of Pomology
134	金字 Jinyu	2020年 In 2020	宇宙红×金太阳 Yuzhouhong×Sungold	人工杂交 Crossing	早熟 Early maturity	河北省农林科学院石家庄果树研究所 Shijiazhuang Institute of Fruit Tree Research, Hebei Academy of Agriculture and Forestry
135	陇杏2号 Longxing 2	2020年 In 2020	金太阳×兰州大接杏 Sungold×Lanzhoudajixing	人工杂交 Crossing	早熟/大果 Early maturity/ Large fruit	甘肃省农业科学院林果花卉研究所 Fruit and Floriculture Research Institute, Gansu Academy of Agriculture Science

表1 (续) Table 1 (Continued)

序号 No.	品种名称 Variety name	发表时间 Published date	亲本/系谱 Parent/Pedigree	选育方式 Breeding methods	主要特点 Main characters	选育单位 Breeding unit
136	京骆丰 Jingluofeng	2020年 In 2020	骆驼黄 Luotuohuang	自然实生 Seedling	早熟 Early maturity	北京市林业果树科学研究院 Beijing Academy of Forestry and Pomology Sciences
137	立园 Liyuan	2020年 In 2020	金太阳×红荷包 Sungold×Honghebao	人工杂交 Crossing	早熟 Early maturity	山东省果树研究所 Shandong Institute of Pomology
138	鲁杏6号 Luxing 6	2020年 In 2020	金太阳×巴旦水杏 Sungold×Badanshuixing	人工杂交 Crossing	早熟 Early maturity	山东省果树研究所 Shandong Institute of Pomology
139	夏华 Xiahua	2020年 In 2020	凯特×巴旦水杏 Kate×Badanshuixing	人工杂交 Crossing	中熟/大果 Mid maturity/ Large fruit	山东省果树研究所 Shandong Institute of Pomology
140	早红艳 Zaohongyan	2021年 In 2021	串枝红 Chuangzihong	自然实生 Seedling	早熟/硬肉 Early maturity / Hard flesh	中国农业科学院郑州果树研究所 Zhengzhou Fruit Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences
141	金硕杏 Jinshuoxing	2021年 In 2021	金寿杏×供佛杏 Jinshouxing×Gongfoxing	人工杂交 Crossing	晚熟 Late maturity	张家口市农业科学院 Zhangjiakou Academy of Agricultural Sciences
142	早甜艳 Zaotianyan	2021年 In 2021	地方品种 Local cultivar	自然实生 Seedling	早熟 Early maturity	山西农业大学果树研究所 Pomology Institute, Shanxi Agricultural University
143	金辉 Jinhui	2021年 In 2021	串枝红×金太阳 Chuanzihong×Sungold	人工杂交 Crossing	早熟 Early maturity	河北省农林科学院石家庄果树研究所 Shijiazhuang Institute of Fruit Tree Research, Hebei Academy of Agriculture and Forestry
144	川杏1号 Chuangxing 1	2022年 In 2022	意大利杏 Italian apricot	自然实生 Seedling	中熟/丰产 Mid maturity / Fertility	四川省农业科学院园艺研究所 Institute of Horticulture, Sichuan Academy of Agricultural Sciences
145	陇杏3号 Longxing 3	2022年 In 2022	曹杏 Caoxing	自然实生 Seedling	早熟 Early maturity	甘肃省农业科学院林果花卉研究所 Fruit and Floriculture Research Institute, Gansu Academy of Agricultural Sciences
146	洛红美 Luohongmei	2022年 In 2022	鸡蛋杏×小红李 Jidanxing×Xiaohongli	人工杂交 Crossing	晚熟/耐贮 Late maturity / Long-storage	山东省林草种质资源中心 Shandong Forest Germplasm Resources Center
147	英华 Yinghua	2022年 In 2022	金太阳×红荷包 Sungold×Honghebao	人工杂交 Crossing	早熟 Early maturity	山东省果树研究所 Shandong Institute of Pomology
148	吉露 Jilu	2023年 In 2023	龙垦2号×骆驼黄 Longken 2×Luotuohuang	人工杂交 Crossing	早熟/抗寒 Early maturity/ Chill-resistance	吉林省农业科学院 Jilin Academy of Agricultural Sciences
149	京仁3号 Jingren 3	2023年 In 2023	龙王帽×意大利1号 Longwangmao×Italy 1	人工杂交 Crossing	仁用 Kernel-use	北京市林业果树科学研究院 Beijing Academy of Forestry and Pomology Sciences
150	京仁4号 Jingren 4	2023年 In 2023	龙王帽×意大利4号 Longwangmao×Italy 4	人工杂交 Crossing	仁用 Kernel-use	北京市林业果树科学研究院 Beijing Academy of Forestry and Pomology Sciences
151	张双6号 Zhangshuang 6	2023年 In 2023	三杆旗×优一 Sanganqi×You 1	人工杂交 Crossing	仁用 Kernel-use	张家口市农业科学院 Zhangjiakou Academy of Agricultural
152	中杏3号 Zhongxing 3	2023年 In 2023	早金艳×蜜香 Zaojinyan×Mixiang	人工杂交 Crossing	早熟 Early maturity	中国农业科学院郑州果树研究所 Zhengzhou Fruit Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences
153	京仁5号 Jingren 5	2024年 In 2024	龙王帽×意大利2号 Longwangmao×Italy 2	人工杂交 Crossing	早熟 Early maturity	北京市林业果树科学研究院 Beijing Academy of Forestry and Pomology Sciences
154	京绯红 Jingfeihong	2024年 In 2024	串枝红×骆驼黄 Chuanzihong×Luotuohuang	人工杂交 Crossing	晚熟/耐贮 Late maturity / Long-storage	北京市林业果树科学研究院 Beijing Academy of Forestry and Pomology Sciences
155	晚丰 Wanfeng	2024年 In 2024	山杏 Shanxing	自然实生 Seedling	仁用 Kernel-use	沈阳农业大学 Shenyang Agricultural University
156	中杏7号 Zhongxing 7	2024年 In 2024	蜜香×凯特 Mixiang×kate	人工杂交 Crossing	大果 Large fruit	中国农业科学院郑州果树研究所 Zhengzhou Fruit Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences
157	国锦 Guojin	2024年 In 2024	串枝红×金太阳 Chuangzihong×Sungold	人工杂交 Crossing	中熟 Mid maturity	辽宁省果树科学研究所 Liaoning Institute of Pomology
158	国捷 Guojie	2024年 In 2024	金太阳×骆驼黄 Sungold×Luotuohuang	人工杂交 Crossing	极早熟 Extremely early-maturing	辽宁省果树科学研究所 Liaoning Institute of Pomology

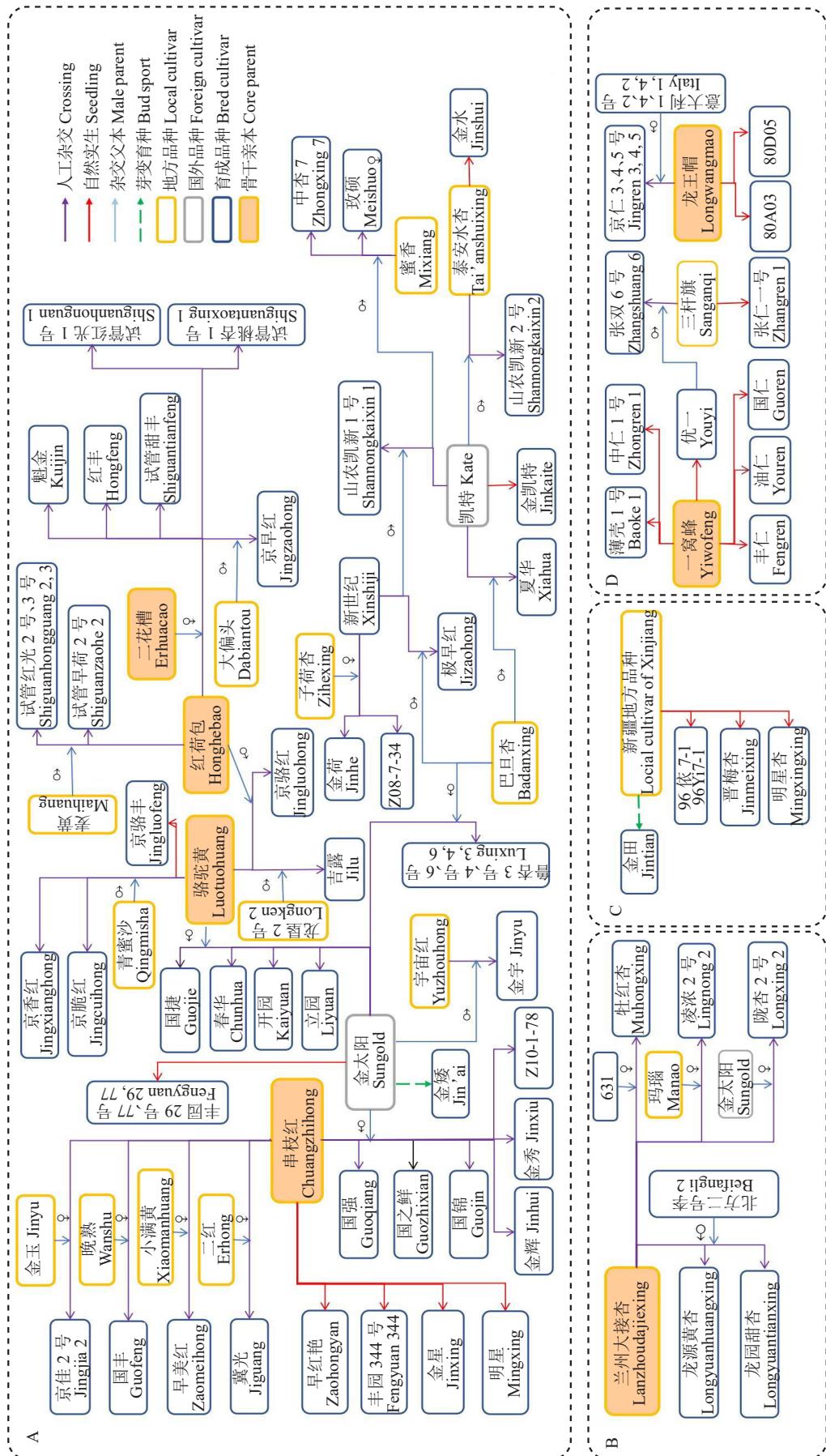


Fig. 2 Pedigree of bred apricot cultivars of China in recent years
图2 中国近年来杏育成品种系谱

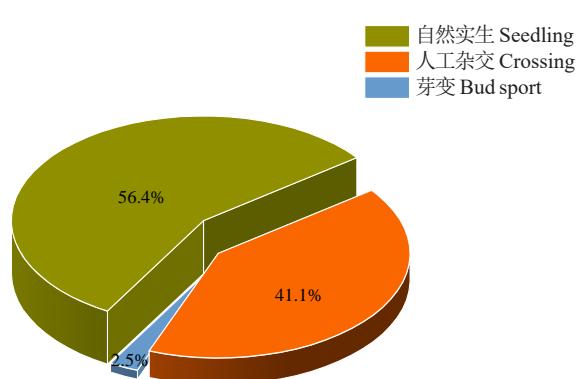


图3 杏新品种育成方式比例

Fig. 3 The proportion of the methods for cultivating new apricot varieties

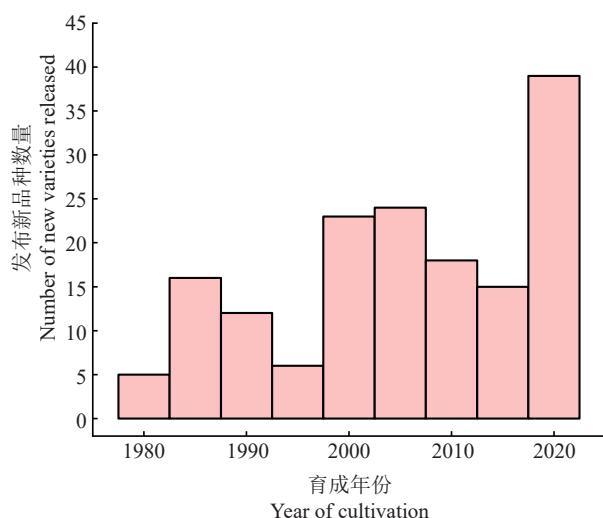


图4 中国历年发布的杏新品种数量

Fig. 4 Number of new apricot varieties released over the years in China

学森等^[23]研究发现,红荷包杏的花器官抗冻能力明显优于红玉杏。以上研究为抗晚霜品种的筛选奠定了基础。

3.2 杏果实成熟期改良育种

杏果实成熟期的性状始终是国内外杏育种研究的重要目标。中国地域辽阔,南北纬度跨越大。对处于不同纬度地区的杏品种,其果实成熟期不宜以生长地区果实成熟时的日期进行判定,通常采用果实发育期,即从春季盛花期至果实采收期之间的天数来衡量成熟期。根据杏果实发育期的长短,可分为早熟、中熟和晚熟类型。以三种类型为育种目标的新品种共计约82个,早熟品种数量多达65个,占全部成熟期育种的79.3%。由此可见,以缩短杏果实发育期为目标,培育具备早熟特点的品种是成熟

期改良育种的主要方向。促使杏育种者偏爱早熟性状的原因可能包含以下几个方面:第一,杏果在众多水果(例如苹果、梨和葡萄等种类)中成熟期较早,在上市时间方面具有优势,选育早熟品种可抢占市场席位,增加其商品价值^[24];第二,中国杏种质资源虽然丰富,但大多数杏品种成熟期集中,导致市场货架期短,选育早熟品种可以延长杏果市场供应时间,对杏产业发展具有积极意义^[25];第三,果实发育期性状的遗传分布通常呈正态分布,即两端情况(极短或极长)发生概率较低,中等情况居多^[26],育种者培育极早熟杏品种,有利于丰富和创新中国杏种质资源类型,提高中国杏学科领域的遗传研究水平。

然而,随着时代发展和消费市场的不断变化,杏育种方向在中国不同历史时期存在差异。以10 a(年)为单位,统计自1970—2020年共5个时间段的杏果实发育期(图5-A)。中国历年育成品种的果实发育期受早熟育种的影响较大,晚熟杏品种的选育较少,出现在1981—2000年这一阶段;21世纪初这10年的育成品种中,早熟品种的数量出现高峰,该时期未见中熟、晚熟品种的报道;2011—2020年育成品种中,早熟品种占比有所下降,中熟品种数量逐渐上升,但仍缺少新的晚熟品种的报道。近年来,中国的物流业发展迅猛,生鲜冷链运输技术日趋成熟,长距离的保鲜运输已成为可能^[27]。随着冷链运输覆盖地区的不断扩大,同一杏品种在低纬度地区成熟后可被快速运送到高纬度地区的果品市场,早于当地的早熟品种提前上市。因此,物流业的快速发展可能客观上影响了传统的区域性杏果供应链条,削弱了杏早熟性状的必要性,迫使育种者依据消费市场的消费需求反馈来调整杏品种的育种方向,进而延缓了早熟杏品种的选育进程。

3.3 杏果品质育种

果实品质是育种工作中优先考虑的重要指标,依据具体情况和用途的不同存在一定的复杂特性^[28]。通常分为外在品质和内在品质,前者包括人们感官的认识,如果实颜色、形状、大小、香气、风味、质地和新鲜度,曾经在杏品质育种中是首要考虑因素。如今,果实内在品质,例如营养构成、多酚和类胡萝卜素的含量以及食品安全等正在成为决定杏果消费的重要因素^[29]。

杏单果质量的增大是人们对水果进行长期驯化的结果之一,属于典型的驯化综合征特征^[30]。欧洲

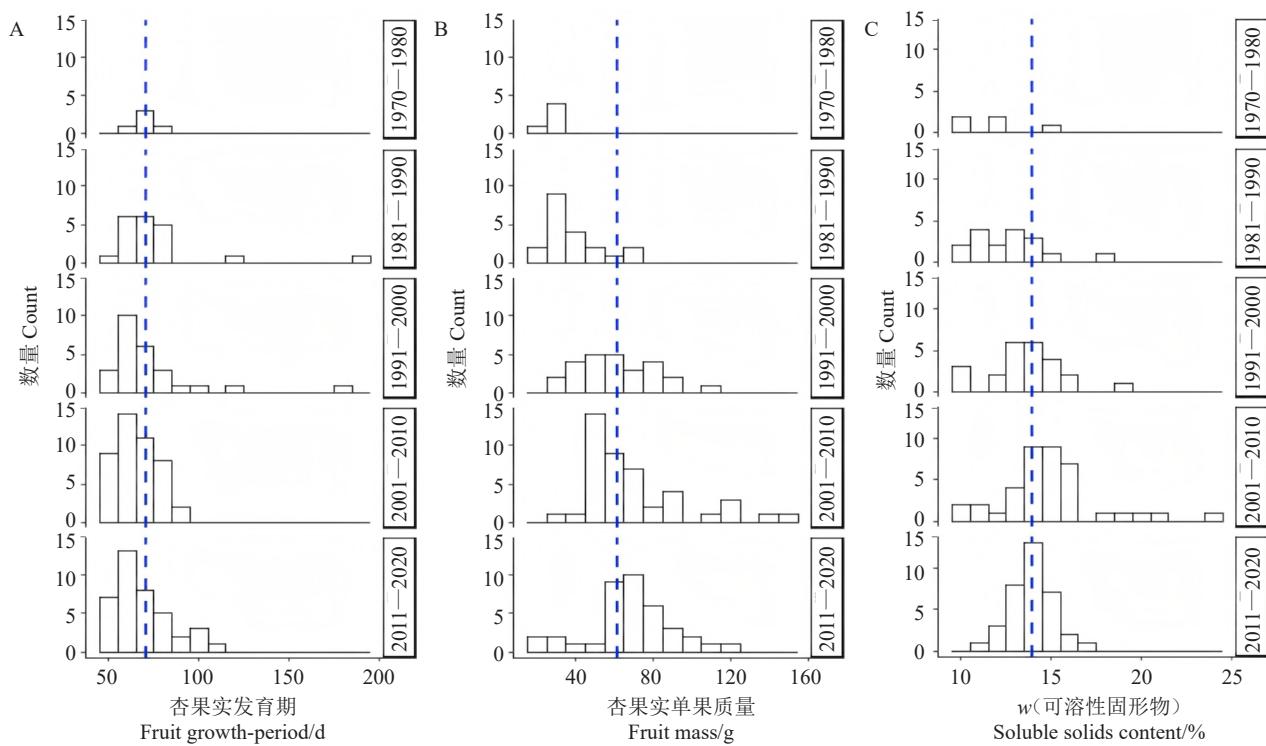


图 5 中国历年杏育成品种的果实发育期、单果质量和可溶性固形物含量的变化

Fig. 5 Changes in fruit growth-period, fruit mass and soluble solids content of apricot cultivars bred in my country over the years in China

选育的杏品种大多在 70 g 以上,中国选育的杏品种果实单果质量平均为 61.6 g。中国历年以大果型为育种目标的杏品种约有 19 个,平均单果质量为 99.5 g。其中东宁二号和同发大杏品种的单果质量均小于 61.6 g,反映出该时期的杏育种者对大果型的理解和预期水平。总体来说,中国历年育成的杏品种单果质量呈现增大趋势(图 5-B)。1970—1990 年是中国杏育种研究起步阶段,杏品种单果质量总体小于 61.6 g。而进入 20 世纪 90 年代之后,杏品种单果质量整体开始上升。在 2001—2010 年间出现了巨蜜王杏和内选 1 号两个单果质量超过 140 g 的品种。而在 2011—2020 年育成品种的单果质量呈增大趋势,平均单果质量为 67.1 g。此外,杏的栽培范围十分广阔,地理生态类型多样,导致选育的杏品种在可溶性固形物含量、有机酸含量和果实杏仁甜苦等方面差异较大。欧洲地中海地区杏品种的可溶性固形物含量(w ,后同)较低(12%~17%之间),有机酸含量较高(1.5%以上),杏仁未被育种者重视而多为苦涩,果实具有香气。伊朗高加索地区盛产制干杏,糖度可超过 20%,杏仁甜味。例如,Aprikoz,Çataloğlu,Çöloğlu,Hacihaliloglu,Hasanbey 和 Kabaası。

欧亚大陆中心的中亚地区,包括中国新疆准噶尔伊犁地区品种的可溶性固形物含量较高(20%~30%),有机酸含量较低(0.6%~0.8%),杏仁味甜。相比之下,中国育成杏品种的可溶性固形物含量平均低于 14%,糖酸适中,但具有丰富的香味(图 5-C)。然而,随着农业高成本时代的来临和居民消费结构和习惯的不断变化,人们对水果的关注点也正在发生转移^[31]。以苹果为例,近些年消费者在购买苹果时最主要考虑的因素是苹果的内在品质、新鲜度和价格,果实外观品质次之。对于果实外观,消费者更偏爱的是红色、中等的圆形苹果,而非大果型^[32]。另一组来自上海市城镇居民水果消费特征数据同样表明,消费者最注重水果的新鲜程度,其次是质量安全、口感、产地、价格,果实外观则与其他因素一起位于次要考虑因素^[33]。对于果品本身而言,消费者的关注点似乎越来越重视水果的内在品质、口感和营养价值,而过去注重大果型等果实外观的消费行为正在逐渐发生变化。

目前,在杏果实中已经鉴定出 200 种以上的挥发性物质,大致可以划分为酯类、醇类、酮类、萜烯类、醛类、酸类及内酯类^[34],但不同的杏种质间果实

的挥发性物质差别较大。根据人体对香气物质的感知效果,可将果实划分为果香型、花香型和清香型^[35]。果香型果实的香气物质主要由乙酸己酯、乙酸叶醇酯、己酸乙酯、己内酯、辛内酯、癸内酯和柠檬烯等物质组成;花香型主要由芳樟醇、紫罗兰酮、松油醇、山梨醛和壬醛等物质组成;而清香型的化合物则为E-2-己烯醛、2-己烯醇、L-薄荷醇等类物质^[36]。这些为杏果实风味育种提供了重要基础。杏果实成熟后质地绵软,不适合长时间贮藏和长距离运输,始终困扰着杏果种植者和育种者,是制约中国杏果产业发展的主要原因之一。杏成熟果实的贮藏期十分有限,不同的品种在0℃条件下,其新鲜程度可维持2~4周^[37],而在阴凉通风处仅可贮藏10 d左右^[38]。研究表明,纤维素含量的下降和细胞膜透性的增大可能是影响杏果实在贮藏期硬度下降的主要因素。采收后果实呼吸峰值出现,该峰值出现后果实硬度及营养物质含量明显下降,细胞膜透性升高,细胞壁水解酶活性升高,细胞壁物质降解,果实品质迅速下降^[39]。果实质地软化主要是由果肉细胞壁的结构降解和成分变化造成的,涉及多种细胞壁降解酶和调控因子的协同作用^[40]。杏果实成熟时释放出大量乙烯,而较高的乙烯释放量会加速细胞壁降解,刺激果实软化,导致果实硬度下降,进而影响果实品质^[41]。中国学者以新疆杏为试材研究了乙烯对果实发育的影响,结果表明,杏果实在整个生长发育期乙烯合成规律和乙烯合成前体物质含量均分为2个阶段。伴随着杏果实的发育,乙烯合成相关酶活性逐渐增强,这与乙烯释放量的持续增加呈显著正相关;乙烯的合成使果实硬度显著下降、可溶性固形物含量增加并出现呼吸跃变以调控果实的成熟^[42]。对许多植物都进行了多种细胞壁修饰酶的研究,如果胶甲酯酶、 β -半乳糖苷酶和扩展蛋白对果实成熟和软化的影响,其中研究最深入的是聚半乳糖醛酸酶。为了鉴定杏PaPG基因(内聚半乳糖醛酸酶基因)的等位变异,Wei等^[43]发现PaPG等位基因中16个等位基因的变异与果实软化相关。人们通过不断改进贮藏技术来适当延长杏果实的货架期,但依然由杏品种自身的遗传特征决定和限制。杏果实硬度遗传分析表明,杂交后代果实硬度平均值均低于亲本亲中值。但均分离出超亲和低亲个体,超亲比率偏低(1.1%~3.9%);低亲比率较高(30.3%~92.2%),杂交F₁代偏向于软肉亲本的连续变异^[44]。

研究表明,消费者较为喜欢的硬度范围在10~20 N之间^[45-46]。

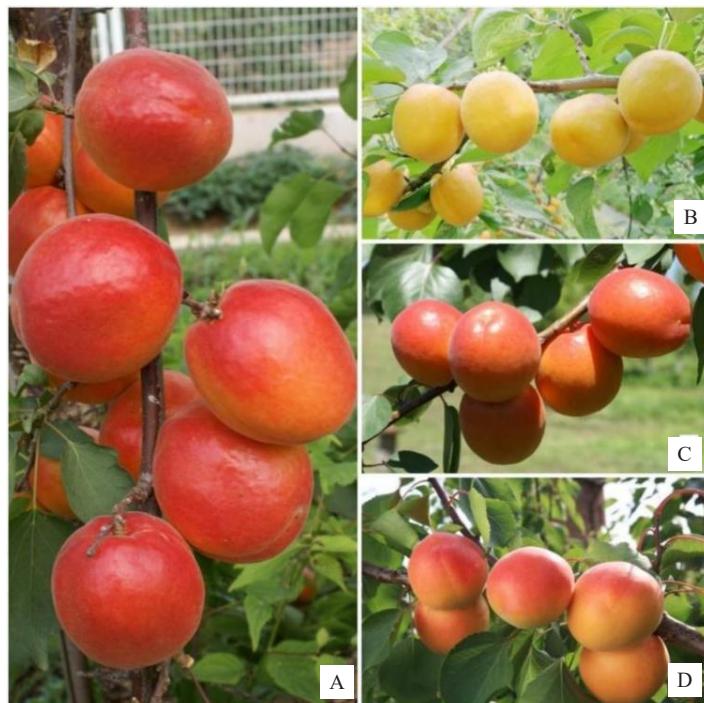
4 杏品种育种方向

气候的变化与消费者喜好的改变,推动杏育种目标发生了一些变化。在欧洲,法国国家层面制定了新的杏育种计划,包含CEP INNOVATION、CENTREX和INRAE等多家组织机构,其育种目标是:培育适合长期经久耐用(包括抗病、抗虫害等)和高果实品质(包括口味、吸引力和运输便利等)的新品种^[47]。意大利的种植者、苗圃与米兰大学设立了MAS.PES育种项目。该项目首先纠正了种植者、水果零售商试图通过改善外部特征(如水果大小、表皮颜色、果肉硬度等)来满足消费者需求的长期错误策略,将育种重点转向果品的内在感官特征(糖、糖酸比、香气等特征);其次要减少未成熟杏果过度投放市场的现状^[48]。摩尔多瓦的杏育种目标为产量高、稳定性好、抗李痘病毒和细菌性穿孔病、适应不利气候、自花结实;外观漂亮、果肉紧实、质地良好、果核比高、具有良好的香气和加工特性;早熟和晚熟品种的选育^[49]。捷克莱德尼采(Lednice)育种计划的主要目标为培育休眠期长、花期晚、抗寒、可直接食用和加工、抗Sharka病和ESFY病、需冷量低且早熟,能与中国李(*P. salicina* L.)和樱桃李(*P.cerasifera* Ehrl.)种间杂交的一系列高品质品种。目前用于莱德尼采育种的材料包括:PPV抗性(Orange Red, Stark Early Orange, Harlayne, Stella);ESFY病耐受性高(Poyer, Vestar, Goldrich, Harcot);果实品质高(Velkopavlovická, Poyer, Bobcot, Veecot, Candela);早熟(Leskora, LE-6016, Radka, Ninfa, Tsunami, Wondercot);抗晚霜(Leskora, LE-5500, Vynoslivij, Aga);晚熟(Farclo, Farbaly, Fardao, Bergarouge);需冷量低(Búlida, Currot, Rojo Pasión, Selen)^[50]。

中国学者提出的新一代育种策略为解析杏果实大小、果肉硬度、可溶性固形物含量等性状的遗传规律、并研发出一套集“果树杂交种子解除休眠”“缩短实生苗童期”“果实硬度早期预测”于一体的“种子处理-实生苗培育-分子标记预选”三步高效育种技术体系。国内育种者主要开展鲜食品质育种,而忽视果实硬度、货架期等商品性好的品种选育;国外育种者主要开展商品性、高糖育种,而忽视浓香型品种选育。基于长期的产业调研与遗传背景的研究,Liu

等^[51]率先提出,为了弥补、克服中国地方品种果肉软、外观差、产量不稳定(即商品性差)、国外改良品种鲜食品质较差等缺点,应制定利用风味浓郁的中国地方优良品种与商品性好的国外改良品种进行组

合杂交的育种策略,即‘East cross west equal to best’(简称West×East)。目前,其团队利用金太阳杏等骨干亲本,培育出国系列^[52]具有自主知识产权的、商品性状显著、引领国内杏品种改良方向(图6)。



A. 国锦;B. 国捷;C. 国之鲜;D. 国丰。

A. Guojin; B. Guojie; C. Guozhixian; D. Guofeng.

图 6 国系列杏新品种

Fig. 6 New apricot varieties of the Guo series

5 杏育种展望

近年来,杏分子育种领域发展迅速,为杏树遗传改良和育种工作开辟了新途径。在保持传统杂交育种优势的同时,通过融合分子标记辅助选择、基因功能解析和全基因组分析等现代生物技术手段,杏育种正逐步向精准化、高效化的设计育种方向迈进,这一转变依托于分子生物学技术的迭代革新。在分子标记辅助育种方面,基于 SSR 和 SNP 标记技术已成功鉴定出调控蔗糖积累的关键基因 *PaSWEET1* 以及与耐贮性密切相关的基因 *PaYUC10*^[53-54],为杏果实品质改良提供了精准的分子工具。在基因功能研究方面,AmEBP1 基因的表达使杏树低温耐受性提升 30% 以上^[55],而 CRISPR/Cas9 基因编辑技术虽处于探索阶段^[56],但在 *PaSWEET1* 和 *PaYUC10* 等关键基因的编辑应用中已展现出巨大潜力。随着银杏白杏

高质量基因组图谱的成功组装^[57],以及单细胞测序、三维基因组学等新技术的引入,杏分子育种已迈入全新发展阶段。这些前沿技术未来不仅有望通过精准编辑控制果实品质、抗逆性等性状的关键基因,实现对杏品种特性的定向优化,还能借助 AI 辅助技术,更精准地预测杂交组合,提升育种效率。展望未来,杏分子育种将聚焦多组学数据整合、基因编辑体系优化,探索抗逆性与品质协同改良的创新策略,推动杏品种选育向更高精度、更高效率的方向持续迈进。

参考文献 References:

- [1] FAUST M, SURANYI D, NYUJTO F. Origin and dissemination of apricot[J]. Horticultural Reviews, 1998(22):225-260.
- [2] LIU S, CORNILLE A, DECROOCQ S, TRICON D, CHAGUE A, EYQUARD J P, LIU W S, GIRAUD T, DECROOCQ V. The complex evolutionary history of apricots: Species divergence,

- gene flow and multiple domestication events[J]. *Molecular Ecology*, 2019, 28(24): 5299-5314.
- [3] 章秋平, 刘威生. 杏种质资源收集、评价与创新利用进展[J]. *园艺学报*, 2018, 45(9): 1642-1660.
- ZHANG Qiuping, LIU Weisheng. Advances of the apricot resources collection, evaluation and germplasm enhancement[J]. *Acta Horticulturae Sinica*, 2018, 45(9): 1642-1660.
- [4] 张加延, 张钊. 中国果树志-杏卷[M]. 北京: 中国林业出版社, 2003.
- ZHANG Jiayan, ZHANG Zhao. China fruit-plant monographs, apricot flora[M]. Beijing: China Forestry Publishing House, 2003.
- [5] GROPPA A, LIU S, CORNILLE A, DECROOCQ S, BUI Q T, TRICON D, CRUAUD C, ARRIBAT S, BELSER C, MARENDE W, SALSE J, HUNEAU C, RODDE N, RHALLOUS-SI W, CAUET S, ISTACE B, DENIS E, CARRÈRE S, AUDERGON J M, ROCH G, LAMBERT P, ZHEBENTYAYEVA T, LIU W S, BOUCHEZ O, LOPEZ-ROQUES C, SERRE R F, DEBUCHY R, TRAN J, WINCKER P, CHEN X L, PÉTRIACQ P, BARRE A, NIKOLSKI M, AURY J M, ABBOTT A G, GIRAUD T, DECROOCQ V. Population genomics of apricots unravels domestication history and adaptive events[J]. *Nature Communications*, 2021, 12: 3956.
- [6] 崔正, 李浩杰, 程喜文. 新品种杏: 东宁二号[J]. *黑龙江园艺*, 1978(3): 21-22.
- CUI Zheng, LI Haojie, CHENG Xiwen. A new variety of apricot: Dongning 2[J]. *Northern Horticulture*, 1978(3): 21-22.
- [7] 刘硕, 徐铭, 张玉萍, 张玉君, 马小雪, 章秋平, 刘宁, 刘威生. 我国李育种研究进展、存在问题和展望[J]. *果树学报*, 2018, 35(2): 231-245.
- LIU Shuo, XU Ming, ZHANG Yuping, ZHANG Yujun, MA Xiaoxue, ZHANG Qiuping, LIU Ning, LIU Weisheng. Retrospect, problematical issues and the prospect of plum breeding in China[J]. *Journal of Fruit Science*, 2018, 35(2): 231-245.
- [8] 梁普, 董新会. 特早熟甜杏新品种‘早金丰’[J]. *山西果树*, 2003(3): 42.
- LIANG Pu, DONG Xinhui. A extremely early ripening and sweet apricot cultivar ‘Zaojinfeng’[J]. *Shanxi Fruits*, 2003(3): 42.
- [9] 刘萃颖, 孙连福, 刘怀莉, 班玉峰, 公茂田. 杏中早熟新品种‘金田杏’的选育[J]. *中国果树*, 2016(2): 62-64.
- LIU Cuiying, SUN Lianfu, LIU Huaili, BAN Yufeng, GONG Maotian. A new mid-early ripening apricot cultivar ‘Zaojinfeng’[J]. *China Fruits*, 2016(2): 62-64.
- [10] 田建保. 矮化杏新品种金矮杏[J]. *中国果树*, 2008(2): 76.
- TIAN Jianbao. A new dwarf apricot cultivar ‘Jinan’ [J]. *China Fruits*, 2008(2): 76.
- [11] SZALAY L, BAKOS J, TÓSAKI Á, KELETA B T, FROEMEL-HAJNAL V, KARSAI I. A 15-year long assessment of cold hardiness of apricot flower buds and flowers during the blooming period[J]. *Scientia Horticulturae*, 2021, 290: 110520.
- [12] AVDEEV V I. Problems of resistance of fruit plants to hypothermia[J]. *Bulletin of the Orenburg State Pedagogical University*, 2014, 3(11): 25-29.
- [13] NÉMETH S, SZALAY L, REMÉNYI M L. Flower bud differentiation in apricot[J]. *International Journal of Horticultural Science*, 2008, 14(4): 19-21.
- [14] YABLONSKIL E A. Growth rates of fruit buds and the winter hardiness of apricot, peach and almond varieties[J]. *Trudy Gosudarstvennogo Nikitskogo Opytnogo Botanicheskogo Sada*, 1970, 46: 50-61.
- [15] PUIYAN K. Causes of bud dormancy and the new methods for breaking it[M]. LAP LAMBERT Academic Publishing, 2013: 236.
- [16] PALIY I N, PALIY A E, GUBANOVA T B, GORINA V M. The influence of negative temperatures on the content of phenolic compounds in some varieties of apricot (*Prunus armeniaca* L.) [J]. *GNBS Bulletin*, 2018, 129: 101-105.
- [17] GENKEL P A, OKNINA E Z. Dormancy and frost resistance of fruit plants[M]. M.:Science, 1964: 242.
- [18] GOLUBEV A M, ALYOSHINA N A, ANFALOV V E, KULIKOV A A, VDOVEBKOV S. Some mechanisms of winter resistance in apricot flower buds in the period of ecodormancy[J]. *Agronomy Research*, 2021, 19(3): 1487-1503.
- [19] 王晓燕. 仁用杏优株花器官抗寒性研究[D]. 保定: 河北农业大学, 2010.
- WANG Xiaoyan. Study of cold resistance of floral organ of kernel apricot superior strain[D]. Baoding: Hebei Agricultural University, 2010.
- [20] 宁超, 孟庆瑞, 李淑贤, 李彦慧, 杨建民. 抗霜冻仁用杏优株花器官抗寒性的比较研究[J]. *河北农业大学学报*, 2010, 33(3): 37-41.
- NING Chao, MENG Qingrui, LI Shuxian, LI Yanhui, YANG Jianmin. Comparative study of cold resistance in kernel-apricot germplasm floral organs[J]. *Journal of Agricultural University of Hebei*, 2010, 33(3): 37-41.
- [21] 沈洪波. 杏品种抗寒性研究[D]. 泰安: 山东农业大学, 2002.
- SHEN Hongbo. Study on freezing-resistance mechanism of apricot[D]. Tai'an: Shandong Agricultural University, 2002.
- [22] 孙晓光, 张晓曼, 孟庆瑞, 李彦慧, 杨建民. 仁用杏抗晚霜优异品种花器官抗寒性研究[J]. *中国果树*, 2016(1): 11-14.
- SUN Xiaoguang, ZHANG Xiaoman, MENG Qingrui, LI Yanhui, YANG Jianmin. Study on cold resistance of flower organs of excellent varieties of kernel apricot with late frost resistance[J]. *China Fruits*, 2016(1): 11-14.
- [23] 陈学森, 沈洪波, 张艳敏. 杏及大樱桃桃花器官冻害调查[J]. *园艺学报*, 2001, 28(4): 373.
- CHEN Xuesen, SHEN Hongbo, ZHANG Yanmin. Freezing injury investigation of apricot and sweet cherry flowers[J]. *Acta Horticulturae Sinica*, 2001, 28(4): 373.

- [24] 孙浩元,张俊环,杨丽,姜凤超,张美玲,王玉柱.新中国果树科学研究 70 年:杏[J].果树学报,2019,36(10):1302-1319.
SUN Haoyuan, ZHANG Junhuan, YANG Li, JIANG Fengchao, ZHANG Meiling, WANG Yuzhu. Fruit scientific research in New China in the past 70 years: Apricot[J]. Journal of Fruit Science, 2019, 36(10): 1302-1319.
- [25] 陈学森,李宪利,张艳敏,吴树敬,沈洪波,束怀瑞.杏种质资源评价及遗传育种研究进展[J].果树学报,2001,18(3):178-181.
CHEN Xuesen, LI Xianli, ZHANG Yanmin, WU Shujing, SHEN Hongbo, SHU Huairui. Advances in apricot germplasm resources evaluation and genetic breeding[J]. Journal of Fruit Science, 2001, 18(3): 178-181.
- [26] 刘家成,章秋平,牛铁泉,刘宁,张玉萍,徐铭,马小雪,张玉君,刘硕,刘威生.'串枝红'与'赛买提'杏正、反交后代果实性状遗传倾向分析[J].果树学报,2020,37(5):625-634.
LIU Jiacheng, ZHANG Qiuping, NIU Tiequan, LIU Ning, ZHANG Yuping, XU Ming, MA Xiaoxue, ZHANG Yujun, LIU Shuo, LIU Weisheng. Analysis of inherited tendency of fruit characteristics in F₁ group of reciprocal crossing between 'Chuanzhihong' and 'Saimaiti' in apricots[J]. Journal of Fruit Science, 2020, 37(5): 625-634.
- [27] 张孝利,李学工.我国水果需求侧升级下的冷链物流新动能研究[J].农业科学,2018,39(4):68-71.
ZHANG Xiaoli, LI Xuegong. Research on the new kinetic energy of cold chain logistics under the upgrading of fruit demand side in China[J]. Journal of Agricultural Sciences, 2018, 39(4): 68-71.
- [28] ZHEBENTYAYEVA T, LEDBETTER C, BURGOS L, LLÁCER G. Apricot[M]//BADENES M L, BYRNE D H. Fruit Breeding. Boston, MA: Springer US, 2011:415-458.
- [29] RUIZ D, EGEA J, TOMÁS-BARBERÁN F A, GIL M I. Carotenoids from new apricot (*Prunus armeniaca* L.) varieties and their relationship with flesh and skin color[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2005, 53(16):6368-6374.
- [30] VELASCO D, HOUGH J, ARADHYA M, ROSS-IBARRA J. Evolutionary genomics of peach and almond domestication[J]. G3-Genes Genomes Genetics, 2016, 6(12):3985-3993.
- [31] 张云华.中国农业已迈入高成本时代如何提升竞争力[J].农村经营管理,2017(6):18-21.
ZHANG Yunhua. China's agriculture has entered an era of high costs and how to improve competitiveness[J]. Management and Administration on Rural Cooperative, 2017(6):18-21.
- [32] 朱燕.中国消费者对苹果鲜果消费行为的调查分析[D].杨凌:西北农林科技大学,2016.
ZHU Yan. Analysis of the research on Chinese people's consumption of fresh apple[D]. Yangling: Northwest A & F University, 2016.
- [33] 钱婷婷,范红伟,杨娟,郑秀国,赵京音.上海市城镇居民水果消费特征调查分析及展望[J].农业展望,2018,14(11):122-126.
QIAN Tingting, FAN Hongwei, YANG Juan, ZHENG Xiuguo, ZHAO Jingyin. Investigation and forecast of fruit consumption characteristics of Shanghai's residents[J]. Agricultural Outlook, 2018, 14(11):122-126.
- [34] 章秋平,刘威生.杏果实香气物质的研究进展[J].北方果树,2020(3):1-4.
ZHANG Qiuping, LIU Weisheng. Advances in aroma of apricot fruit[J]. Northern Fruits, 2020(3):1-4.
- [35] EL HADI M A M, ZHANG F J, WU F F, ZHOU C H, TAO J. Advances in fruit aroma volatile research[J]. Molecules, 2013, 18(7):8200-8229.
- [36] 席万鹏,郁松林,周志钦.桃果实香气物质生物合成研究进展[J].园艺学报,2013,40(9):1679-1690.
XI Wanpeng, YU Songlin, ZHOU Zhiqin. Advances in aroma compounds biosynthesis of peach fruit[J]. Acta Horticulturae Sinica, 2013, 40(9):1679-1690.
- [37] STANLEY D W. Biological membrane deterioration and associated quality losses in food tissues[J]. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 1991, 30(5):487-553.
- [38] 刘峰娟.采后保鲜处理和振动胁迫对杏子生理及品质影响的研究[D].石河子:石河子大学,2011.
LIU Fengjuan. Studies on the physiology and quality of postharvest preservation and vibration stress on apricot[D]. Shihezi: Shihezi University, 2011.
- [39] 李萍.新疆杏果实发育期及采后生理生化机理研究[D].乌鲁木齐:新疆农业大学,2013.
LI Ping. Studies on the physiological and biochemical mechanism of Xinjiang apricot fruit during the period of development and storage[D]. Urumqi: Xinjiang Agricultural University, 2013.
- [40] 魏潇,刘威生,刘宁,章秋平,张玉萍,刘硕,刘有春.果实软化相关 PG 基因的进化分析和基因组定位[J].园艺学报,2011,38(9):1791-1799.
WEI Xiao, LIU Weisheng, LIU Ning, ZHANG Qiuping, ZHANG Yuping, LIU Shuo, LIU Youchun. Phylogenetic analysis and genomic localization of polygalacturonase genes related to fruit softening[J]. Acta Horticulturae Sinica, 2011, 38(9): 1791-1799.
- [41] ZHANG Q Y, FENG C, LI W H, QU Z H, ZENG M, XI W P. Transcriptional regulatory networks controlling taste and aroma quality of apricot (*Prunus armeniaca* L.) fruit during ripening[J]. BMC Genomics, 2019, 20(1):45.
- [42] 徐敏,周伟权,赵世荣,潘俨,樊国全,章世奎,王亚铜,廖康.新疆杏果实发育成熟进程中乙烯合成规律[J].新疆农业科学,2021,58(8):1501-1510.
XU Min, ZHOU Weiquan, ZHAO Shirong, PAN Yan, FAN Guoquan, ZHANG Shikui, WANG Yatong, LIAO Kang. The regularity of ethylene synthesis in fruit development and ripening of Xinjiang apricots[J]. Xinjiang Agricultural Sciences, 2021, 58(8):1501-1510.
- [43] XU Min, ZHOU Weiquan, ZHAO Shirong, PAN Yan, FAN Guoquan, ZHANG Shikui, WANG Yatong, LIAO Kang. The regularity of ethylene synthesis in fruit development and ripening of Xinjiang apricots[J]. Xinjiang Agricultural Sciences, 2021, 58(8):1501-1510.

- (8):1501-1510.
- [43] WEI X, ZHANG Q P, LIU W S, LIU N, ZHANG Y P, XU M, MA X X, LIU S, ZHANG Y J. Allelic variations of endopolygalacturonase genes associated with fruit softening in apricot (*Prunus armeniaca*) [J]. *Acta Horticulturae*, 2018(1214): 221-226.
- [44] 徐铭, 刘威生, 王爱德, 章秋平, 刘宁, 张玉萍, 张玉君, 马小雪, 刘硕. 杏主要经济性状遗传分析[J]. 果树学报, 2020, 37(1): 1-10.
XU Ming, LIU Weisheng, WANG Aide, ZHANG Qiuping, LIU Ning, ZHANG Yuping, ZHANG Yujun, MA Xiaoxue, LIU Shuo. Inheritance analysis of the main economic characters of apricot[J]. *Journal of Fruit Science*, 2020, 37(1): 1-10.
- [45] INFANTE R, MENESSES C, DEFILIPPI B G. Effect of harvest maturity stage on the sensory quality of 'Palsteyn' apricot (*Prunus armeniaca* L.) after cold storage[J]. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 2008, 83(6): 828-832.
- [46] STANLEY J, FENG J Q, OLSSON S. Crop load and harvest maturity effects on consumer preferences for apricots[J]. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2015, 95(4): 752-763.
- [47] AUVINET C, BLANC A, GILLES F, CLAUZEL G, HOSTAL-NOU E, COURTHIEU N, ROCH G, GOUBLE B, BUREAU S, PITIOT C, AUDERGON J M. Selections issued from CEP INNOVATION, CENTREX and INRA: Apricot breeding program in France[J]. *Acta Horticulturae*, 2020(1290): 31-34.
- [48] BASSI D, FOSCHI S. Raising the standards in breeding apricots at MAS. PES, Italy[J]. *Acta Horticulturae*, 2020(1290): 27-30.
- [49] PINTEA M. Researches regarding apricot breeding in *R. moldova*[M]. *Genetic and Plant Breeding*, 2021: 110.
- [50] NEČAS T, GÖTTINGEROVÁ M, WOLF J, KISS T, RAMPÁČKOVÁ E, ONDRÁŠEK I. New promising apricot hybrids from Faculty of Horticulture in Lednice[J]. *Acta Horticulturae*, 2020, 1290: 169-178.
- [51] LIU W, LIU N, ZHANG Y, YU X, SUN M, XU M, ZHANG Q, LIU S. Apricot cultivar evolution and breeding program in China[J]. *Acta Horticulturae*, 2012, 966: 223-228.
- [52] 刘威生. 最新李、杏新品种(系)简介[J]. 果农之友, 2017(5): 4-6.
LIU Weisheng. Brief introduction of new plum & apricot varieties[J]. *Fruit Growers' Friend*, 2017(5): 4-6.
- [53] JIANG F C, YANG L, ZHANG J H, ZHANG M L, YU W J, SUN H Y. Integrated QTL mapping and transcriptomic profiling elucidate molecular determinants of sucrose accumulation in apricot (*Prunus armeniaca* L.)[J]. *Current Plant Biology*, 2025, 43: 100500.
- [54] WANG C, ZHU X C, SHAO S G, HUANG M Z, GOU N N, ZHANG Y J, CHEN C, BAI H K, QU J Y, HUANG Z, WUYUN T N. Metabolomic and transcriptomic analyses reveal novel mechanisms underlying the long-storage trait of apricot (*Prunus armeniaca* L.) [J]. *Scientia Horticulturae*, 2023, 318: 112068.
- [55] LU G Q, WANG L H, ZHOU L L, SU X F, GUO H M, CHENG H M. Overexpression of *AmCBF1* enhances drought and cold stress tolerance, and improves photosynthesis in transgenic cotton[J]. *PeerJ*, 2022, 10: e13422.
- [56] LIU X J, XIE C X, SI H J, YANG J X. CRISPR/Cas9-mediated genome editing in plants[J]. *Methods*, 2017, 121/122: 94-102.
- [57] ZHANG Q P, ZHANG D Y, YU K, JI J J, LIU N, ZHANG Y P, XU M, ZHANG Y J, MA X X, LIU S, SUN W H, YU X, HU W Q, LAN S R, LIU Z J, LIU W S. Frequent germplasm exchanges drive the high genetic diversity of Chinese-cultivated common apricot germplasm[J]. *Horticulture Research*, 2021, 8: 215.