果 树 学 报 2019,36(10):1302-1319
Journal of Fruit Science

DOI:10.13925/j.cnki.gsxb.Z06

新中国果树科学研究70年——杏

孙浩元,张俊环,杨 丽,姜凤超,张美玲,王玉柱*

(北京市林业果树科学研究院•国家林业和草原局杏工程技术研究中心,北京 100093)

摘 要:杏是原产中国的特色果树,有关杏的科学研究自1949年新中国成立以来,大致经历了起步、发展和快速发展三个阶段。种质资源研究作为基础性工作,在资源调查、收集保存、评价鉴定、指纹图谱和核心种质构建方面进展较好;种质创新与新品种选育取得丰富成果,利用远缘杂交、实生选种、芽变、杂交育种等方法,以现代生物技术辅助,培育出大量新品种用于生产;开花生物学和光合生理研究为栽培提供了有力的支撑,而在肥水高效利用方面进展相对滞后;采后生物学和贮藏保鲜研究工作较为系统深入,但在贮藏过程中如何保持果实的风味,仍然是研究的难题;杏肉和杏仁的加工产品多样,但深加工研究及符合市场需求的产品开发仍然不足。针对杏产业发展的瓶颈问题,提出了发展思路。

关键词:杏;新中国;70年;科学研究;回顾;展望

中图分类号:S662.2 **文献标志码**:A **文章编号**:1009-9980(2019)10-1302-18

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

SUN Haoyuan,ZHANG Junhuan,YANG Li,JIANG Fengchao,ZHANG Meiling,WANG Yuzhu*

(*Beijing Academy of Forestry and Pomology Sciences/Apricot Engineering and Technology Research Center of National Forestry and Grassland Administration,Beijing 100093,China*)

Abstract: Apricot(*Prunus armeniaca* L.)is a characteristic fruit tree native to China. China's apricot cultivation area and yield are the highest in the world. Apricot research in China has entered a period of both quantitative and qualitative development since 1949. Thirty institutes including Xinjiang Agricultural University,Beijing Academy of Forestry and Pomology Sciences,Liaoning Institute of Pomology, etc.,are the active and stable forces of apricot research in China. According to statistics,268 apricot-related patent applications have been filed,and 274 scientific and technological achievements registered. The world's largest apricot germplasm resources has been established in Liaoning,and apricot core germplasm has been constructed. SSR markers have been applied in establishing the cultivar fingerprints and the phylogenetic relationship,and the evolution in the genus *Armeniaca* has been systematically studied. The development of testing equipment & technology has promoted the research on the quality traits such as aroma,sugar and acid contents. The use of seedling selection,clonal selection and hybridization has played important roles in apricot breeding. Some researchers have long conducted research on distant hybridization and have succeeded. The establishment of embryo culture and *in vitro* regeneration system provides a powerful method for apricot breeding and germplasm innovation. Several apricot fruit quality related genes such as *SaME* and *PaCCD1* have been identified. Apricot transcriptome research has provided conditions for the study of synthetic and metabolic genes and their expression patterns. Flowering biological characteristics such as flowering phenology,flower organ abortion, pollen vigor and stigma receptivity are important issues in the research of reproductive physiology of apricot. The research on the freezing-resistance of apricot flower organs has laid the foundation for the

收稿日期:2019-09-26 接受日期:2019-10-04

基金项目:国家科技支撑计划课题(2014BAD16B04);北京市农林科学院科研创新平台建设项目(PT2019-32)

作者简介:孙浩元,男,研究员,从事杏资源育种及栽培研究。Tel:010-82595857,E-mail:sunhyhnus@126.com

*通信作者 Author for correspondence. Tel:13601322080,E-mail:chinabjwyz@126.com

screening of anti-frost varieties. The study on the photosynthetic physiology of apricot trees has provided basis for the construction of high-efficiency tree shape and high-quality production. However，the research progress in water relations of apricot is relatively slow，and the research in soil and fertilization is still at a relatively preliminary level. Optimized formula of fertilization study has just started. Research on the biological characteristics，extended supply period and intensive processing of apricots has received continuous attention and has made rapid progress. Freezing point temperature storage is an effective method to maintainquality of apricot fruit in storage. How to maintain the flavor of the fruit during storage remains a difficult problem in the study of apricot storage and preservation. The comprehensive utilization of intensive processed products and by-products processing has received increasing attention. The development of apricot industry faces many difficulties and challenges，which restricts its development in the long run. Strengthening research and development is urgently needed in the aspects of innovation of apricot germplasm and application of outstanding fine varieties，and technological breakthroughs in integrative high-quality and efficient cultivation，safe production，post-harvest handling，packaging and high-quality commodity upgrading，and cold chain supply technology.

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

杏（*Prunus armeniaca* L.）是原产中国的特色果树，其抗性强、果实的食用品质特点突出、品种和类型丰富、加工产品多样、增值利用潜力巨大。我国杏栽培面积和产量均居世界首位，据统计[1]，2016年全国鲜食和加工杏栽培面积36万hm^2，产量270万t；仁用杏181.6万hm^2，其中山杏153.8万hm^2，大扁杏27.8万hm^2，年产杏仁28.8万t。杏树栽培在我国农业种植结构调整和生态防护林体系建设中发挥着重要的作用。

自1949年新中国成立以来，我国的杏科学研究经历了起步、发展和快速发展几个阶段，尤其是改革开放以来，在多个研究领域不断深入并取得了长足的进步。笔者结合多年来在杏资源育种、栽培及采后研究领域的实践和成果，系统总结并综合展示国内外杏生物学、种质资源和育种、栽培技术、采后及加工等方面的研究进展，对当前国内杏科学研究进展进行全面分析，以期为杏研究者、生产者提供借鉴和参考。

1 研究概况

1.1 科技论文发表情况

从杏研究文献的发表情况可以看出，我国杏相关科学研究的基本趋势与我国经济和科技发展的整体趋势同步。中国学术期刊网全文数据库（CNKI）统计结果显示（图1），上世纪50年代中后期开始有杏学术论文发表，至1979年20余a（年）间，大部分年份论文数量仅1~2篇；进入1980年代，伴随着改革开放的进程，我国的杏科学研究步伐逐步加快，从

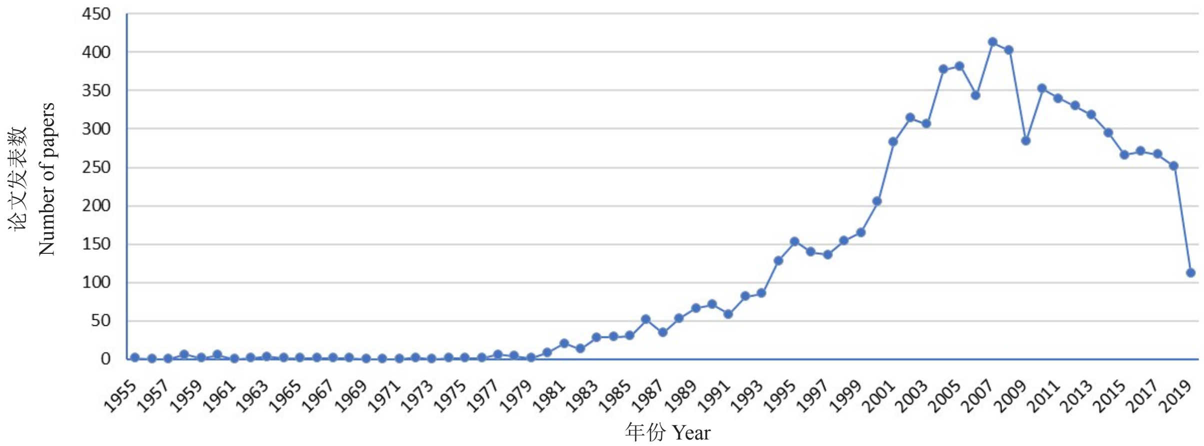

图1 1955—2019年历年杏中文科技论文发表数量

Fig. 1 Number of Chinese scientific papers in apricot published from 1955 to 2019

80年代初期的年发表数量10余篇持续增加至2007年的年发表数量413篇；从2008年开始至2019年，年发表论文数量开始有所回落，保持在300篇/年左右。截至2019年8月，与杏相关的中文科技论文共计发表7 650余篇，数量可观。SCI论文发表的数量则标志着我国杏科学研究从量到质转变的趋势：SCI科学引文数据库（Web of Science: http://apps.webofknowledge. com/）统计结果可以看出，从2004年我国开始有杏相关研究论文在SCI索引期刊发表并呈逐年递增趋势，至今15 a共计发表129篇，其中2019年（至8月份）已经发表18篇，这从侧面反映出我国杏科学研究已进入数量质量并重、向深层次发展的阶段。

论文研究内容以品种、栽培实用技术及其应用基础研究为主，约占80%；种质资源基础研究、生理、采后、加工等理论基础研究约占20%。论文发表数量超过30篇的单位30家，其中包括新疆农业大学、北京市农林科学院林业果树研究所（2017年更名为北京市林业果树科学研究院）、山东省果树研究所、辽宁省果树科学研究所、河北农业大学、西北农林科技大学等均超过100篇，这些单位是多年来我国杏研究较为活跃和稳定的力量。

1.2 其他成果

据中国学术期刊网成果数据库（CNKI）统计结果，全国杏相关专利申请268件，其中公开发明专利256件，实用新型专利16件；全国各级研究、生产和推广单位登记各类科技成果274项，以品种、资源和栽培、综合利用实用技术为主；制定各类（国标、行标）标准25项。这些成果的取得有力地促进了杏产业的发展。

2 种质资源与育种

2.1 种质资源收集和保存

杏种质调查、收集和利用工作从建国初期起步[2]，全国范围系统开展此项工作则始于20世纪70年代末至80年代初[3]，全国李杏资源研究与利用协作组成立以来，经过10多年的杏资源调查，基本明确了我国栽培杏的地理分布，收集大量优良的杏种质，包括孙盛湘等[4] 定名的果实表面光滑无毛的‘李光杏’、普崇连等[5]发现的濒临灭绝的极早熟资源‘骆驼黄’等，在辽宁熊岳建立了国家李杏资源圃。此后，各地的名优地方良种不断被发掘并推广利用，在此基础上，于2003年出版了《中国果树志·杏卷》[3]。20世纪70年代末开始，尤其是90年代，一些国外杏品种被陆续引进，此时期引自美国的‘凯特’[6]和‘金太阳’[7]等，在我国推广面积较大。截至2017年底，熊岳李杏资源圃共收集保存杏资源829份[8]，成为目前世界上规模最大的杏种质资源圃。基于保存的种质资源，国内不同研究机构先后构建了杏核心种质[9-12]，为深入研究和充分利用奠定了基础。

2.2 种质资源鉴定和评价

2.2.1 *种质资源表型与品质鉴定* 杏种质资源的鉴定从早期的利用植物学形态差异发展到目前的表型与分子鉴定相结合。早期主要采用形态学、孢粉学和同工酶等方法。孢粉学方面，罗新书等[13]系统观察了杏80个品种的花粉形态并进行聚类分析，王玉柱等[14]通过对杏花粉纹外壁纹饰的观察对山杏和普通杏进行区别和鉴定。廖明康等[15]对36份杏材料的自然干燥花粉进行扫描电镜观察，发现新疆自然实生繁殖的杏品种间差异较小。同工酶方面，吕英民等[16]利用同工酶进行杏属植物演化关系和分类的研究。廖明康等[17]分析了杏属植物过氧化物酶和儿茶酚氧化酶同工酶的酶谱及其分布率、扫描图分析表明，不同种间有明显的差异，而种内品种间的差异较小。

为了规范杏种质资源的描述标准和鉴定评价，刘宁等[18]于2006年出版了杏种质资源描述规范和数据标准，规范了杏种质资源的描述符及其分级标准。王玉柱等总结杏的生长习性、枝条、叶片、花及果实特征，起草编制完成《植物新品种特异性、一致性和稳定性测试指南·杏》[19]，作为国家标准（GB/T30362—2013）于2013年颁布，该标准中涉及杏植物特征描述的55个重要测试的特征，保证杏种质资源数据采集的系统性、可比性和可靠性。

检测技术的发展促进了品质性状研究的深入。陈美霞等[20]利用毛细管电泳的方法分析了杏果实中的糖酸组分，指出供试品种的糖分中以蔗糖含量最高，酸成分为苹果酸和柠檬酸，各糖酸组分在品种间都存在较大差异。张丽丽等[21]利用高效液相色谱法对杏品种进行糖酸检测，获得相似的结果。进一步对来自不同产区杏品种果实糖酸成分进行检测指出，各组分与总糖和总酸之间存在着显著的相关性[22]。陈美霞等[23]采用蒸汽蒸馏-萃取法提取2个杏

品种成熟期果实中的香气成分，进行气相色谱-质谱分析后分别鉴定出74种和72种成分，主要成分为醇类、醛类、内酯类、酮类化合物，但含量存在差异构成了不同品种之间的特有香气。周围等[24]利用顶空固相微萃取果实香气，结合气-质联用分析了新疆杏果实的香气成分，检测到40种香气成分，品种之间的香气成分含量存在较大差异。Zhang等[25]利用相似的方法检测到更多新的香气物质（62 种新物质）。卢娟芳等[26]鉴定出新疆杏果实的特征香气成分 22 种。

2.2.2 *种质资源分子评价* 20世纪90年代初，不同分子标记技术相继用于杏品种 DNA 指纹图谱构建。高志红等[27]采用10个随机引物建立了桃、杏 、梅 、李代表品种的 RAPD 指纹图谱；吴树敬等[28]建立了‘红丰’等20个杏品种的RAPD 指纹图谱，找到了品种的特异条带；刘威生等[29] 、马丹慧[30]、Zhang等[31]先后建立了不同数量杏材料的ISSR、SSR 指纹图谱，其中Zhang等[31]构建了中国 130 个杏主栽品种的SSR指纹图谱，多态信息量 PIC 的变幅平均为0.788，鉴定的效率和准确性大幅度提高；艾鹏飞等[32]筛选出 Me4-Em4 引物构建了 SRAP 标记指纹检索系统用以区分24份仁用杏品种。

沈向等[33]利用RAPD分子标记研究表明，杏品种间表现出较强的地理分布集中性并存在广泛的遗传信息交流。苑兆和等[34]利用荧光标记AFLP研究了南疆地区3个栽培杏群体的85个品种，指出库车群体具有最高的遗传多样性。章秋平等[35]对 67 份华北生态群普通杏的SSR分析，认为华北生态群普通杏具有丰富的遗传多样性，且以西北地区遗传多样性最高。李明等[36]利用SRAP分子标记方法对伊犁河谷14个野生杏种群的212份种质资源进行分析，认为该地区野生杏维持较高的遗传多样性。

2.2.3 *亲缘关系及演化研究* 核型分析、同工酶及孢粉学研究是早期亲缘关系研究的重要方法。吕增仁等[37]等通过分析杏属植物核型特征指出山杏（*P. sibirica*）较普通杏（*P. armeniaca*）稍微进化；韩大鹏[38]认为梅（*P. mume*）是由普通杏（*P. armeniaca*）进化而来；吕英民等[16]基于同工酶的研究，认为杏属植物的进化方式是自然的地理隔离，山杏（*P. sibirica*）、辽杏（*P. mandshurica*）、藏杏（*P. holosericea*）等种均由普通杏（*P. armeniaca*）进化而来；杨会侠[39]进一步根据孢粉学研究，认为杏属植物的进化趋势为：普通杏（*P. armeniaca*）→辽杏（*P. mandshurica*）→山杏（*P. sibirica*）→藏杏（*P. holosericea*）。DNA 水平的分子标记促进了杏种质资源亲缘关系的研究：冯晨静等[40]采用 ISSR 分析，认为普通杏（*P. armeniaca*）与山杏（*P. sibirica*）、辽杏（*P. mandshurica*）及藏杏（*P. holosericea*）的亲缘关系较近，而与紫杏（*P. dasycarpa*）的亲缘关系较远；王玉柱等[41]用 RAPD 技术证实‘大扁杏’与西伯利亚杏（*P. sibirica*）亲缘关系更近。

2.3 种质创新与新品种选育

实生选种、无性系选择及芽变选择一直在杏育种中发挥重要作用，1990 年以后，一批通过上述手段选育的新品种陆续通过审定。如吕增仁[42]从‘串枝红’实生后代中选出‘金星’、曾烨等[43]在‘义和杏’实生后代中选出‘龙园桃杏’、赵习平等[44]从‘大丰’实生后代中选出‘硕光’、杜锡莹等[45-46]从‘金太阳’实生后代中选出‘丰园红’和‘丰园 77’；刘宁等[47]从 6个大扁杏优系中选出‘国仁’和‘丰仁’；田建保[48]从‘金太阳’的矮化变异中选出‘金矮杏’。

本世纪初，利用有性杂交育成的杏品种逐渐推广应用，如利用‘大偏头’×‘ 红荷包’、‘青密沙’×‘骆驼黄’分别育成早熟鲜食品种‘京早红’[49]、‘京香红’和‘京脆红’[50]；赵习平等[51-52]利用‘串枝红’×‘ 二红杏’育成鲜食加工兼用品种‘冀光’，利用‘串枝红’×‘ 金太阳’育成加工专用品种‘金秀’；张玉萍等[53]利用‘串枝红’×‘ 金太阳’育成中熟鲜食品种‘国强’；薛晓敏等[54]利用‘二花槽’×‘ 红荷包’育成早熟鲜食品种‘魁金’；陈玉玲等[55]利用‘密香’×‘凯特’育成早熟大果鲜食品种‘玫硕’。据统计，十一五期间我国共审定杏品种40余个[56]。

利用亲缘关系较近的种、属间植物开展杂交，有研究者长期开展此项工作并取得种质创新成果。李锋等[57]开展了李、杏间的远缘杂交，发现以李为母本、杏为父本可以得到杂种，不同品种间存在一定差异；反之则不成功；杨红花等[58-59]针对远缘杂交不亲和、杂种不育问题，首次提出“三级放大”的研究思路和方案；牟蕴慧等[60]和利用李、杏远缘杂交相继育成晚熟鲜食品种‘龙园甜杏’和‘龙园黄杏’；王玉柱等利用杏和扁桃远缘杂交，育成了仁用杏品种‘京仁1号’、‘京仁2号’和‘京仁3号’[8]。

2.4 生物技术在育种中的应用

2.4.1 *胚培养技术* 现代生物技术的发展，不断为

杏育种和种质创新提供新的途径[61]。多个研究者开展了早熟杏胚培养育种研究工作：王玉柱等[62]通过建立未成熟杏胚离体培养技术体系，解决早熟杏和远缘杂交种子败育问题；陈学森等[63-66]利用早熟杏胚培养技术辅助育成‘红丰’‘新世纪’‘山农凯新1号’和‘山农凯新2号’，石荫坪[67]育成‘试管早红1号’和‘试管早荷1号’。

2.4.2 离体快繁再生体系 建立离体再生体系，有利于推动基因遗传转化、基因功能鉴定及繁殖应用等研究的开展。目前利用杏的茎尖、原生质体、芽、叶、愈伤组织等获得再生植株取得了一定成果。马锋旺等[68]以‘龙王帽’种胚愈伤组织为试材，优化了诱导启动原生质体细胞分裂的条件，并研究了山杏原生质体分离和培养的影响因素和条件，获得山杏再生植株；陈崇顺等[69]通过茎尖离体培养获得再生植株；王玖瑞[70]研究指出，离体去皮根段适宜诱导愈伤组织；田毅等[71]以‘凯特’杏带腋芽茎段研究了诱导愈伤组织的培养条件；孙浩元等[72]以李、杏砧木‘St.Julien A’的芽和茎段为外植体，建立了无性繁殖技术体系，生根率达96%，移栽成活率达到91.6%，为无性系砧木规模化生产奠定基础。

2.4.3 功能基因鉴定与遗传转化 果树自交不亲和现象一直是研究者关注的重点。杏属于配子体自交不亲和系统，受一个具有复等位基因的S-基因位点控制。李芳东等[73]、刘月霞等[74]、李亚兰等[75]、刘海楠等[76]分别对不同杏李品种自交不亲和SFB基因进行了全长的克隆与序列分析；李亚兰等[77]克隆获得了2个中亚杏S-RNase基因的全长。

越来越多的杏果实品质相关基因被克隆并进行了生物学分析。已有山杏苹果酸酶基因SaME[78]、甜杏仁和苦杏仁野黑樱苷水解酶基因*PaLTPh*和*PaMJPh*[79]、杏蔗糖转运蛋白基因*PaSUC4*[80]、小白杏脂氧合酶基因*PaLOX*[81]、杏香气形成特异基因*PaCCD1*[82]等被鉴定。卢娟芳[26]还对杏果实类胡萝卜素裂解双加氧酶基因*PaCCD1*、*PaCCD4*及其启动子进行了克隆与功能分析；刘力力等[83]进行了山杏阳离子氨基酸转运体CAT家族基因的生物信息学预测及表达分析。在杏抗性基因和标记方面，抗白粉病基因RPW8[84]、抗逆途径关键转录因子AlsCBF基因[85]、抗PPV连锁标记[86]已被发现和报道。

2.5 组学研究

目前主要集中在转录组研究领域。宋猜等[87]对仁用杏花芽进行高通量测序，建立数字基因表达谱数据，挖掘出126个与开花相关的基因，同时筛选出409个仁用杏的新基因，以及33个与植物节律代谢通路相关的unigenes。谭金花等[88]对仁用杏果肉进行了转录组测序及差异表达基因的筛选，以了解与糖酸合成相关的基因及其表达模式；赵罕等[89]利用华仁杏转录组中的SSR信息开发出19对高多态性引物，为资源评价及分子标记辅助育种提供了基础。相信在不久的将来，杏基因组、蛋白组、代谢组等方面的研究会有较快进展。

3 生物学特性和栽培基础研究

3.1 开花生物学研究

开花物候期、花器官败育、花粉活力及柱头可授性等开花生物学特性是杏树生殖生理研究的重要内容。不同杏品种开花生物学特性差异较大。安晓芹等[90]研究发现，大部分新疆杏品种花期基本一致，一般持续6~9 d，品种间有3~4 d重叠，品种间花粉量与花粉活力存在较大差异，刘立强等[91]和刁永强等[92-93]也有类似发现。杏花雌蕊败育现象普遍，早在1963年，曲泽洲等[94]对不完全花的发生规律进行了研究，并且不同品种雌蕊败育率高低差别极大[95-98]，即便同一品种不同树龄、不同类型结果枝的不完全花比例也存差异[92]。

授粉研究对于杏树增产及育种均具有重要意义。据研究，开花前一天或当天可授性最强[99]。郑洲等[100]以自花授粉坐果率≥6%为亲和标准，确定了部分杏品种的自交不亲和/亲和类型。对于自交不亲和品种，生产中一般采用配置授粉树以提高产量。王玉柱[101]通过杏品种授粉组合亲和性试验，筛选了部分杏品种适宜的授粉组合。此外，在授粉品种与主栽品种花期不遇的情况下也可利用贮藏花粉进行人工授粉[102]，在不同的授粉方式中以人工授粉坐果率最好[92,102-104]。

杏树花期早，花期晚霜危害长期困扰着生产。白岗栓[105]调查认为，在白于山山区仁用杏与当地原有普通杏、山杏及西伯利亚杏相比，开花最早且花期短，霜冻造成的绝收年份最多。研究表明，不同花器官抗寒能力顺序为花瓣＞雄蕊＞雌蕊[106-107]；而以桃为砧木的杏树，花器冻害明显轻于杏砧[108]。不同品种的花器官表现出抗寒能力的差异。孙晓光等[109]对研究发现，‘围选1号’‘涿选1号’和‘龙王

帽’花器的抗寒性表现为由强到弱的顺序。陈学森[110]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筛选奠定了基础。

3.2 果实生长发育规律和水肥高效利用研究

3.2.1 果实生长发育　杏果实生长发育规律的研究，可为施肥、灌水以及采收适宜时期的确定提供科学依据。王玉柱早在80年代初观察发现，鲜食杏果实的生长动态呈“双S”型曲线，大致可分为三个时期：迅速生长期（核生长、胚乳形成期）、缓慢生长期（硬核、胚生长期）、第二次迅速生长期（果肉生长成熟、胚充实成熟期）。而仁用杏果实的发育是“单S”型。随后，于希志等[111]研究了不同成熟期杏果发育的动态均是三慢两快的“双S”型曲线，并分析了果实发育三个时期与产量和品质构成的关系，指出杏果实发育第一期对产量影响最大，而糖分的积累主要在果实发育的第三期。随着研究的深入，多个栽培杏品种如‘串枝红’‘骆驼黄’和‘青蜜沙’等鲜食杏、‘龙王帽’和‘优一’等仁用杏的果实发育动态均已被调查[112-113]，为杏园的高效栽培管理和相关深入研究的动态取样奠定了基础。

3.2.2 水分高效利用　杏树水分利用研究领域进展相对迟缓。夏江宝等[114]以黄土丘陵区山杏为试材研究表明，山杏叶片净光合速率、蒸腾速率及水分利用效率对土壤含水量有明显的阈值响应，随着土壤含水量的递增，光补偿点降低、光饱和点、表观量子效率和最大净光合速率均升高；在水分过高或过低时，净光合速率、蒸腾速率有两者均呈现下降趋势；在光合有效辐射为800~1 200 $\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$时，净光合速率和水分利用效率都具有较高水平。‘金太阳’杏幼树在土壤水分胁迫条件下，水分利用效率降低[115]。使用土壤保水剂可以提高杏树的水分利用效率[116]，增加产量，王文静等[117]和庞海颖等[118]研究结果类似。仁用杏-谷子间作系统光能利用效率较高，两种作物的水分利用效率均有提高，值得进一步研究[119]。

3.2.3 肥料高效利用　土壤和肥料高效利用研究领域一直停留在较为初级的水平和经验总结层面，是杏树研究的短板之一，优化配方施肥还处于起步阶段，距精准配方施肥差距还很大。王玉柱[120]最早利用叶分析的方法，对‘山黄杏’常量营养元素氮、磷、钾进行了年周期动态测定，为杏树氮磷钾施用时期的确定提供依据。盛花期喷施硼酸和尿素的复合肥料，可显著提高‘轮台白杏’坐果率[121]；施肥时增加水分的供应对提高杏果实产量、改善品质具有重要作用[122-123]。研究表明，滴灌施肥是山区杏树施肥的推荐方式[124]。氮、磷、钾、钙和微量元素配方肥的可以明显提高果实品质[125]，增施有机肥在改善品质方面的作用显著[126-127]；复合氮肥混合配方促进了山杏对土壤中有效水分的吸收[128]。

3.3 光合生理及整形修剪

对杏树光合生理的研究为高光效树形的构建和优质生产奠定了基础。一般杏属植物光合作用的季节变化曲线呈现双峰型变化规律[129-130]；在自然条件下，杏树光合作用的日变化有单峰型和双峰型2种典型模式，在水分胁迫时日变化由双峰型变为单峰型[130-133]。光合参数（光饱和点、光补偿点、最大净光合速率、暗呼吸速率和光合量子效率等）是研究光合生理的基础，它们可以反映不同品种对环境的适应状况[134-136]，同时，还对确立理想的树形具有指导意义[134]。研究表明去果处理后上位和下位新梢上叶片的光合速率明显降低；对新梢基部进行环割处理新梢叶片的光合速率明显低于未环割处理[137]。薄翠萍等[138]对开心形冠内光分布的解析发现，光合有效辐射强度上层>中层>下层，如果主枝开张角度太小，冠层消光系数偏大，不利于树冠对光能的有效利用，晁海等[139]也获得类似结果。姜凤超等[140]对南疆杏树品种的光合特性的研究表明，通过修剪改善树体内膛光照条件，有利于充分发挥杏树光合潜力，提高产量和品质。

4 采后研究

杏果因富含β-胡萝卜素和多种人体必需的维生素[141]以及丰富的酚酸、黄酮醇、黄烷醇等类黄酮类物质[142]，具有较好的营养价值和保健作用。由于杏是典型的跃变型果实，采后果实容易软化和腐烂。在杏采后生物学特性、延长供应期以及精深加工等方面的研究受到持续关注，取得了较多进展。

4.1 采后生理特性

呼吸作用是杏果采收后进行的重要生理代谢活动，是影响贮运效果的重要因素。王玉柱等[143]研究发现，在常温（20±2）℃‘贮藏环境条件下，‘大偏头’、‘串枝红’和‘北寨红杏’的果实在贮藏后11~12 d时有一次乙烯释放高峰，12~13 d时出现呼吸强

度高峰。'树上干杏'贮藏至第10天达到呼吸峰值，之后快速下降[144]。'赛买提'杏在4 ℃下贮藏21 d时出现了呼吸高峰[145]。'小白杏'在4~6 ℃贮藏和0~1 ℃贮藏条件下，贮藏28 d时出现呼吸高峰，近冰点贮藏条件下，呼吸高峰出现在贮藏42 d时[146]，较前者推迟14 d。针对采后杏果呼吸作用的变化特性，通常采用降低温度、调节环境的气体组分、减压等贮藏措施延迟呼吸高峰的到来[144,146-148]，使用乙烯释放抑制剂等来降低呼吸释放的乙烯对果实衰老的影响[145,149]。

果实质地特别是硬度变化是评价杏果实贮藏品质的重要指标。张文涛等[144]通过感官体验发现，1.5 kg·cm^{-2}是'树上干'杏果实软化的临界值。'凯特'杏20 ℃下贮藏6 d时硬度下降到1.0 kg·cm^{-2}以下，失去商品价值[150]。杏果实采后成熟过程中硬度的下降与果胶、纤维素等细胞壁多糖的降解密切相关，因此，杏果中果胶物质含量及与其相关的多聚半乳糖醛酸酶(PG)活性高低通常是用来判定杏果质地优劣的重要参数[151]。范新光[152]研究指出，近冰温贮藏通过抑制杏果实中纤维素、果胶和细胞壁中胶层的降解，延缓杏果实软化进程。

采后果实风味及营养成分发生显著变化。杏果实成熟过程中果糖、山梨糖醇、葡萄糖含量逐渐下降，蔗糖含量呈先上升后下降的趋势[145,153]。可溶性固形物(TSS)含量在贮藏前期缓慢上升，在贮藏中后期迅速下降[147,154-155]。苹果酸和柠檬酸是杏果中主要的有机酸[156]，贮藏过程中，可滴定酸(TA)及各种有机酸含量均呈显著下降趋势[144-145,157]。杏果中的维生素C含量也是随着贮藏期的延长而迅速下降[148,158-159]。因而，保持营养组分是评价贮藏效果的关键指标。

4.2 贮藏保鲜技术

如何保持果实的风味，仍然是杏贮藏保鲜研究的难题。目前主要采用低温冷藏和气调贮藏，并结合1-甲基环丙烯(1-MCP)、水杨酸(SA)、壳聚糖等药剂处理的方法。

4.2.1 冷藏 已有的研究表明，杏果适宜的冷藏温度一般以0~4 ℃为宜。不同品种适宜的冷藏温度不同，贮藏期也不同。在0 ℃条件下，'兰州大接杏'可贮存15~20 d[160]，'香白杏'可贮藏35~42 d[161]。1.5 ℃贮藏能有效地延缓'银白杏'和'苹果白杏'果实SSC、TA、Vc降解[148]。0 ℃下贮藏可有效抑制'树上干杏'的腐烂变质和软化衰老[144]。杏果实对贮藏温度比较敏感，−2 ℃下贮藏'树上干'杏15 d后出现严重的冻害症状[151]。

4.2.2 气调贮藏 为有效延长杏果贮藏期，多采用气调贮藏和低温冷藏相结合的方法。中国杏果的气调贮藏，多采用3%~5%O_2和3%CO_2的气体组分参数。3% O_2 + 2%~4% CO_2的气体水平组合对维持'银白杏'和'苹果白杏'的贮藏品质有较好的作用，杏果实贮藏30 d后硬度仍能达到5 kg·cm^{-2}左右，维生素C含量达到6.5 mg·100 g^{-1}左右[162]。王炜等[147]研究发现，在0~1℃、95%相对湿度条件下，5% O_2 + 3% CO_2的气体组合可有效降低'金太阳杏'果实的腐烂率和褐变度，保持含水量和硬度，提高贮藏品质。5% O_2+10% CO_2的气体组合适宜'凯特杏'5周的冷藏，1% ~3%的低氧对果实造成伤害[163]。在实际生产中，杏果一般采用聚氯乙烯(PVC)或聚乙烯(PE)保鲜袋进行简易气调包装保鲜以降低成本。'银白杏'在4 ℃条件下贮藏两周后，PVC袋内O_2和CO_2含量分别保持在3%和3%~5%，达到最佳的气调贮藏条件和贮藏保鲜效果[158]。

4.2.3 保鲜剂处理 1-MCP、SA、苯丙噻重氮(BTH)等已应用于杏果的贮藏保鲜。'凯特杏'果实经1.0 μL·L^{-1}的1-MCP处理后，(20±0.5)℃条件下果实商品性可维持7~10 d，(8±0.5)℃下可维持15 d[150]。0.5 g·L^{-1} SA处理能够较好地降低'梅杏'的呼吸强度和失重率，保持较高的硬度、可溶性固形物、可滴定酸和维生素C含量，延长贮藏期[164]。0.1 g·L^{-1} BTH处理'赛买提杏'可有效地保持杏果实的硬度，推迟果实呼吸高峰，延缓可滴定酸含量、有机酸含量以及糖含量的降低和果实色泽的转变[145]。虽然这些药剂处理保鲜效果相对较好，但适宜的浓度不易把握。

4.2.4 冰温贮藏 冰温贮藏是继冷藏、气调贮藏之后的第3代贮藏保鲜技术，在杏果贮藏保鲜方面的应用研究处于起步阶段。白国荣等[165]研究表明，'树上干杏'果实冰点为−3.1 ℃，果实冰温区间为−1.5~−2.0 ℃，冰温贮藏70 d后仍保持较好的品质。崔宽波等[146]利用近冰温贮藏'小白杏'56 d时，果实中苹果酸和柠檬酸的含量分别比0~1 ℃贮藏条件组高11.6%和9.5%，是提高杏果实保鲜效果和贮藏品质的有效方法，有较好地应用前景。

4.3 分级包装及加工

4.3.1 果实分级包装 目前杏果分级多以人工分选

为主。采后的包装方式主要有瓦楞纸箱、聚氯乙烯（PVC）薄膜包装袋+瓦楞纸箱、塑料网套单果包装等。杨娟侠等[166]研究指出，表面带有塑封膜的纸盒包装对杏贮藏过程中鲜活度和营养值的保持效果最好。王英等[167]研究表明，聚乙烯塑料网套单果包装可以较好地保持果实硬度、可溶性固形物含量，延长杏贮藏期。胡花丽等[168]、赵鑫等[158]研究认为，厚度0.03 mm的紫色PVC袋适宜作‘银白’杏等果实的贮藏包装材料。

4.3.2 杏肉和杏仁加工 传统的杏肉加工制品有杏干、浓缩杏浆、杏脯、杏罐头、杏饮料、杏酒等。吕增仁等[169]对多个杏地方品种的加工适应性进行了评价，指出了适宜制脯和制罐头的多个品种类型。近年陆续选育出一批鲜食加工兼用的良种，如京早红[49]、京佳2号[170] 等。赵习平等[52]选育的‘金秀’，适宜杏脯加工，出脯率为40%。针对传统杏干加工中用硫磺水浸泡、露天晾晒品质难以保障的问题，张谦等[171]研制了一种小型太阳能干燥装置生产杏干，干燥周期短，感官品质好。

为进一步提高杏仁的附加值，在杏仁蛋白、杏仁油、苦杏仁苷、杏仁皮等方面的加工工艺改善、加工品质改良、以及精深加工方面开展了较多的研究。超声波辅助提取法是制备杏仁油的较优方法。薛焕换等[172]对此方法进行正交优化，提出的最佳提取条件，杏仁油提取率达到45.85%。薛菁等[173]对苦杏仁油脱色工艺进行了优化，提出最佳脱色工艺条件，脱色率实际值为79.93%，脱色前后的苦杏仁油脂肪酸组成及相对含量基本不变，不饱和脂肪酸含量丰富。薛菁等[174]进一步研究了精炼工艺对苦杏仁油品质及其氧化稳定性的影响，为苦杏仁的精深加工奠定了基础。

脱苦是苦杏仁加工过程中必不可少的环节，随着科技的发展，脱苦方法在不断优化。张宁等[175]采用响应面优化了苦杏仁超声脱苦工艺条件，使苦杏仁苷溶出率达63.17%，实现了苦杏仁的快速、节能、高效脱苦。Song等[176]对热水脱苦处理的条件以及对杏仁品质的影响进行系统研究，并对脱苦后废水中进行了分析，为废水回收利用、减少环境污染提供了依据。

此外，杏果、杏仁的加工副产品含有相当丰富功能成分，如杏仁加工副产物苦杏仁皮，富含多酚类化合物、黑色素、苦杏仁苷等功能性成分，以及大量的纤维素、半纤维素、木质素等功能性膳食纤维[177]。张珍[178]试验确定了杏渣纤维提取的最佳工艺和方法。张清安等[179]研究指出，超临界CO_2处理可以作为对不溶性膳食纤维进行适当改性的有效方法。加工副产物的综合利用日益受到重视。

5 展 望

杏作为特色果树，特点和优势突出，但与苹果、梨、柑橘、葡萄等耐贮运、供应期长的大宗果树相比弱点也很明显，杏的贮运性能差，供应期和货架期短；由于花期早，杏花经常遭受晚霜危害，导致减产甚至绝收；生产上栽培的品种品质参差不齐；市场上供应的杏果由于采收过早，品质极差，加之在我国关于杏的说法“桃饱杏伤人”等流传广泛，使消费者对于杏的偏见加深，这对杏产业的发展尤为不利。这些都是杏产业发展面临的难题和挑战，也是长期制约发展的瓶颈。

由此，在杏种质资源保存利用、种质创新、新品种尤其是抗（避）晚霜、成熟期大幅度延后或提前的突破性优良品种的培育等产业链上游方面加强研发，在优质高效栽培、安全生产、采后处理、包装及优质商品提升、冷链供应技术等产业链中游等方面进行技术突破、集成和应用，使生产和市场有效地衔接，大幅度的提高商品品质，为消费者供应更多优质的杏果，转变消费者的认识误区，同时进一步开发杏的新型加工品、加强正面宣传、正确引导消费，为杏及其产品销售创造良好的商品市场氛围，将是弥补杏产业发展的劣势、促进行业效益整体提升的关键所在，是使杏产业长期发展缓慢的面貌得以改善、并突出重围的根本出路。

参考文献 References:

[1] 王玉柱. 中国杏和李产业调查报告[M]. 北京: 中国农业出版社，2016.
WANG Yuzhu. A survey report on apricot and plum industry in China[M]. Beijing: China Agriculture Press，2016.

[2] 顾模. 中国的杏品种[J]. 江苏农学院学报，1988，9(4): 33-36.
GU Mo. Cultivar of apricots in China[J]. Journal of Jiangsu Agricultural College，1988，9(4): 33-36.

[3] 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. Annals of fruit trees in China: Aprocot[M]. Beijing: China Forestry Press，2003.

[4] 孙盛湘，普崇连 . 杏属的一个新变种—李光杏[J]. 园艺学报，1982，9(1): 58.
SUN Shengxiang，PU Chonglian. A new variety of apricot: Liguangxing[J]. Horticultural Plant Journal，1982，9(1):58.

[5] 普崇连，王玉柱，常杰，郝艳宾，姚砚武 . 珍贵的极早熟杏——骆驼黄[J]. 落叶果树，1994(4):24.
PU Chonglian, WANG Yuzhu, CHANG Jie, HAO Yanbin, YAO Yanwu. A precious and very early ripening apricot 'Luotuohuang' [J]. Deciduous Fruits, 1994(4): 24.

[6] 陈淑锋 . 凯特杏早期丰产栽培技术[J]. 中国果树，2001(6): 38-40.
CHEN Shufeng. Early high yield cultivation techniques of Kate apricot[J]. China Fruits，2001(6):38-40.

[7] 孙山，王少敏，高华君，王家喜 . 早熟杏新品种'金太阳'[J]. 园艺学报，2003，30(5): 633.
SUN Shan，WANG Shaomin，GAO Huajun，WANG Jiaxi. A new early-ripening apricot cultivar 'Jintaiyang' [J]. Acta Horticulturae Sinica，2003，30(5): 633.

[8] 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.

[9] 刘娟，廖康，曹倩，孙琪，刘欢，贾杨 . 利用表型性状构建新疆野杏种质资源核心种质[J]. 果树学报，2015，32(5): 787-796.
LIU Juan，LIAO Kang，CAO Qian，SUN Qi，LIU Huan，JIA Yang. Establishment of wild apricot core collection based on phenotypic characters[J]. Journal of Fruit Science，2015，32(5): 787-796.

[10] 刘娟，廖康，曼苏尔•那斯尔，曹倩，江振斌，贾杨 . 利用 ISSR 分子标记构建南疆杏种质资源核心种质[J]. 果树学报，2015，32(3): 374-384.
LIU Juan，LIAO Kang，MANSUR Nasir，CAO Qian，JIANG Zhenbin，JIA Yang. Core-germplasm construction of apricot collections in South of Xinjiang by ISSR molecular markers[J]. Journal of Fruit Science，2015，32(3): 374-384.

[11] 章秋平，刘威生，刘宁，张玉萍，郁香荷，孙猛，徐铭 . 普通杏(*Prunus armeniaca*)初级核心种质资源的构建及评价[J]. 果树学报，2009，26(6): 819-825.
ZHANG Qiuping，LIU Weisheng，LIU Ning，ZHANG Yuping，YU Xianghe，SUN Meng，XU Ming. Establishment and evaluation of primary core collection of apricot (*Armeniaca vulgaris*) germplasm[J] Journal of Fruit Science，2009，26(6): 819-825.

[12] WANG Y Z，ZHANG J H，SUN H Y，NING N，YANG L. Construction and evaluation of a primary core collection of apricot germplasm in China[J]. Scientia Horticulturae，2011，128(3): 311-319.

[13] 罗新书，陈学森，郭延奎，苗良，于希志 . 杏品种孢粉学研究[J]. 园艺学报，1992，19(4): 319-325.
LUO Xinshu，CHEN Xuesen，GUO Yankui，MIAO Liang，YU Xizhi. Studies on the pollen morphology of apricot varety resources[J]. Acta Horticulturae Sinica，1992，19(4): 319-325.

[14] 王玉柱，潘季淑，孟新法 . 杏种质孢粉学的研究[J]. 华北农学报，1998，13(4): 130-135.
WANG Yuzhu，PAN Jishu，MENG Xinfa. A study on palynology of apricot germplasm[J]. Acta Agriculturae Boreali- Sinica，1998，13(4): 130-135.

[15] 廖明康，张平，郭丽霞，车凤斌 . 新疆杏属植物花粉形态的观察[J]. 西北农业学报，1994，3(4):13-16.
LIAO Mingkang，ZHANG Ping，GUO Lixia，CHE Fengbin. An observation of Xinjiang apricot pollen morphology[J]. Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica，1994，3(4):13-16.

[16] 吕英民，吕增仁，高锁柱 . 应用同工酶进行杏属植物演化关系和分类的研究[J]. 华北农学报，1994，9(4): 69-74.
LÜ Yingmin，LÜ Zengren，GAO Suozhu. A study on evolution relationship and classification of apricots *via* peroxidase isozyme zymograms analysis[J]. Acta Agriculturae Boreali-Sinica，1994，9(4): 69-74.

[17] 廖明康，郭丽霞，张平，车凤斌，廖康 . 新疆杏属植物过氧化物酶儿茶酚氧化酶同工酶分析[J]. 西北农业学报，1994，3 (2): 81-86.
LIAO Mingkang，GUO Lixia，ZHANG Ping，CHE Fengbin，LIAO Kang. Analysis of the isoenzymes of peroxidase and catechol oxidase of armeninaca in Xinjiang[J]. Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica，1994，3 (2): 81-86.

[18] 刘宁，刘威生 . 杏种质资源描述规范和数据标准[M]. 北京: 中国农业出版社，2006.
LIU Ning，LIU Weisheng. Specification and data standard of apricot germplasm resources description[M]. Beijing: China Agriculture Press，2006.

[19] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 . 植物新品种特异性、一致性和稳定性测试指南-杏：GB/T 30362—2013 [S]. 北京：中国标准出版社，2013.
General Administration of Quality Supervision，Inspection and Quarantine of the People's Republic of China. Guidelines for the conduct of tests for distinctness，uniformity and stability-Apricot (*Prunus armeniaca* Lam.): GB/T 30362—2013[S]. BeiJing：China Standard Press，2013.

[20] 陈美霞，陈学森，慈志娟，史作安 . 杏果实糖酸组成及其不同发育阶段的变化[J]. 园艺学报，2006，33(4): 805-808.
CHEN Meixia，CHEN Xuesen，CI Zhijuan，SHI Zuoan. Changes of sugar and acid constituents in apricot during fruit development[J]. Acta Horticulturae Sinica，2006，33(4): 805-808.

[21] 张丽丽，刘威生，刘有春，刘宁，张玉萍 . 高效液相色谱法测定5 个杏品种的糖和酸[J]. 果树学报，2010，27(1): 119-123.
ZHANG Lili，LIU Weisheng，LIU Youchun，LIU Ning，ZHANG Yuping. Measurement of sugars，organic acids in 5 apricot cultivars by high performance liquid chromatograph[J]. Journal of Fruit Science，2010，27(1): 119-123.

[22] 张丽丽，刘威生，刘有春，刘宁，张玉萍 . 不同原产地杏种质果实糖酸组分含量特点的研究[J]. 北方果树，2009(5): 4-8.
ZHANG Lili，LIU Weisheng，LIU Youchun，LIU Ning，ZHANG Yuping. Sugar and acid contents in apricot derived from differ-

ent countries and places of production[J]. Northern Fruits，2009（5）: 4-8.

[23] 陈美霞，陈学森，冯宝春 . 两个杏品种果实香气成分的气相色谱—质谱分析[J]. 园艺学报，2004，31（5）: 663-665.
CHEN Meixia，CHEN Xuesen，FENG Baochun. GC-MS analysis of fruit aroma components of two apricot cultivars[J]. Acta Horticulturae Sinica，2004，31（5）: 663-665.

[24] 周围，魏玉梅，杨敏，王一帆 . 甘肃主栽杏果实品种间香气成分的固相微萃取-气质联用分析[J]. 分析试验室，2008，27（8）: 40-44.
ZHOU Wei，WEI Yumei，YANG Min，WANG Yifan. Analysis of aroma components in apricot cultivars in Gansu province by solid phase micro-extraction-gas chromatgraphy-mass spectrometry [J]. Chinese Journal of Analysis Laboratory，2008，27（8）: 40-44.

[25] ZHANG H H，LIUW S，FANG J B，CHEN S，LIU Y C，WU B H，LI S H. Volatile profiles of apricot cultivars（*Prunus armeniaca* Lam.）evaluated by head space solid phase microextraction gas chromatography mass spectrometry[J]. Analytical Letters，2014，47（3）: 433-452.

[26] 卢娟芳 . 杏果实两个类胡萝卜素裂解双加氧酶基因及其启动子的克隆与功能分析[D]. 重庆: 西南大学，2018.
LU Juanfang. Cloning and function characterization of genes and their promoters of two carotenoid cleavage dioxyenases from apricot fruit[D]. Chongqing: Southwest University，2018.

[27] 高志红，章镇，盛炳成，姚泉洪 . 桃梅李杏四种主要核果类果树 RAPD 指纹图谱初探[J]. 果树学报，2001，18（2）: 120-121.
GAO Zhihong，ZHANG Zhen，SHENG Bincheng，YAO Quanhong. Preliminary study on RAPD fingerprints of four main drupe fruit trees of peach，plum and apricot [J]. Journal of Fruit Science，2001，18（2）: 120-121.

[28] 吴树敬，陈学森 . 杏品种的 RAPD 分析[J]. 果树学报，2003，20（2）: 107-111.
WU Shujing，CHEN Xuesen. RAPD analysis of apricot cultivars [J]. Journal of Fruit Science，2003，20（2）: 107-111.

[29] 刘威生，冯晨静，杨建民，刘冬成，张爱民，李绍华 . 杏 ISSR 反应体系的优化和指纹图谱的构建[J]. 果树学报，2005，22（6）: 30-33.
LIU Weisheng，FENG Chenjing，YANG Jianmin，LIU Dongcheng，ZHANG Aimin，LI Shaohua. Optimization of ISSR reaction system and construction of cultivar finger-print in apricot[J]. Journal of Fruit Science，2005，22（6）: 30-33.

[30] 马丹慧 . 杏种质资源亲缘关系及分类地位的 ISSR 和 SSR 分子标记研究[D]. 长春: 吉林农业大学，2007.
MA Danhui. Studies on the genetic relationships of apricot species by ISSR，SSR markers[D]. Changchun: Jilin Agricultural University，2007

[31] ZHANG J H，WANG Y Z，CHEN X. Molecular fingerprinting and relative relationship of apricot cultivars in China by simple sequence repeat（SSR）markers[J]. African Journal of Biotechnology，2012，11（11）: 2631-2641.

[32] 艾鹏飞，苏姗，靳占忠 . 仁用杏品种 SRAP 遗传多样性分析及指纹检索系统的开发[J]. 园艺学报，2014，41（6）: 1191-1197.
AI Pengfei，SU Shan，JIN Zhanzhong. Analysis of genetic diversity and development of fingerprinting key among accessions of kernel-using apricot using SRAP markers[J]. Acta Horticulturae Sinica，2014，41（6）: 1191-1197.

[33] 沈向，郭卫东，吴燕民，李嘉瑞，郑学勤 . 杏 43 个品种资源的 RAPD 分类[J]. 园艺学报，2000，27（1）: 55-56.
SHEN Xiang，GUO Weidong，WU Yanmin，LI Jiarui，ZHENG Xueqin. Identification of apricot（*Armeniaca* spp.）using RAPD analysis[J]. Acta Horticulturae Sinica，2000，27（1）: 55-56.

[34] 苑兆和，陈学森，张春雨，何天明，冯建荣，冯涛 . 普通杏群体遗传结构的荧光 AFLP 分析[J]. 园艺学报，2008，35（3）: 319-328.
YUAN Zhaohe，CHEN Xuesen，ZHANG Chunyu，HE Tianming，FENG Jianrong，FENG Tao. Population genetic structure in apricot（*Armeniaca* Mill.）revealed by Fluorescent- AFLP markers[J]. Acta Horticulturae Sinica，2008，35（3）: 319-328.

[35] 章秋平，刘冬成，刘威生，刘硕，张爱民，刘宁，张玉萍 . 华北生态群普通杏遗传多样性与群体结构分析[J]. 中国农业科学，2013，46（1）: 89-98.
ZHANG Qiuping，LIU Dongcheng，LIU Weisheng，LIU Shuo，ZHANG Aimin，LIU Ning，ZHANG Yuping. Genetic diversity and population structure of the north China populations of apricot（*Prunus armeniaca* L.）[J]. Scientia Agricultura Sinica，2013，46（1）: 89-98.

[36] 李明，胡霞，苗兴军，许正，赵忠 . 基于 SRAP 标记的伊犁河谷野生杏群体遗传多样性研究[J]. 园艺学报，2016，43（10）: 1980-1988.
LI Ming，HU Xia，MIAO Xingjun，XU Zheng，ZHAO Zhong. Genetic diversity analysis of wild apricot（*Prunus armeniaca*）populations in the ili valley as revealed by SRAP markers[J]. Acta Horticulturae Sinica，2016，43（10）: 1980-1988.

[37] 吕增仁，郭振怀，肖健忠，王凤云 . 山杏和杏的核型分析[J]. 河北农业大学学报，1986，6（2）: 14-19.
LÜ Zengren，GUO Zhenhuai，XIAO Jianzhong，WANG Fengyun. Karyotype analysis of *Armeniaca sibirica*（L.）Lam. and *Armeniaca vulgaris* Lam[J]. Journal of Agricultural University of Hebei，1986，6（2）: 14-19.

[38] 韩大鹏 . 我国杏属植物资源及其一些种和变种的核型研究[D]. 沈阳: 沈阳农业大学，1999.
HAN Dapeng. Karyotypes of some species and varieties of apricot in China[D]. Shenyang: Shenyang Agricultural University，1999.

[39] 杨会侠 . 中国杏属植物花粉形态研究[D]. 沈阳: 沈阳农业大学，2000.
YANG Huixia. Pollen morphology of *Armeniaca* Scop. species in China[D]. Shenyang: Shenyang Agricultural University，2000.

[40] 冯晨静，张元慧，徐秀英，师国洪，刘威生，孟庆瑞，杨建民 . 14 份杏种质的 ISSR 分析[J]. 河北农业大学学报，2005，28（5）: 52-55.
FENG Chenjing，ZHANG Yuanhui，XU Xiuying，SHI Guohong，LIU Weisheng，MENG Qingrui，YANG Jianmin. Genetic diver-

sity revealed by ISSR marker in apricot[J]. Journal of Agricultural University of Hebei，2005，28（5）: 52-55.

[41] 王玉柱，孙浩元，杨丽，张开春，林柯．杏属植物种间亲缘关系的 RAPD 分析[J]. 中国农学通报，2006，22（5）: 53-56.
WANG Yuzhu，SUN Haoyuan，YANG Li，ZHANG Kaichun，LIN Ke. Study on the phylogenetic relationship among genus armeniaca based on RAPD markers[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin，2006，22（5）: 53-56.

[42] 吕增仁．杏特早熟新品种——金星[J]. 河北果树，1995(3): 31.
LÜ Zengren. A very early ripening apricot cultivar ‘Jinxing’[J]. Hebei Fruits，1995(3): 31.

[43] 曾烨，牟蕴慧，金殿毅，刘国华，刘允中．抗寒杏新品种‘龙园桃杏’[J]. 中国果树，1996(4)：27.
ZENG Ye，MOU Yunhui，JIN Dianyi，LIU Guohua，LIU Yunzhong. A new cold resistant apricot cultivar ‘Longyuantaoxing’[J]. China Fruis，1996(4): 27.

[44] 赵习平，刘铁铮．杏新品系‘硕光’的选育[J]. 河北农业科学，2009，13(4): 69-70.
ZHAO Xiping，LIU Tiezheng. Breeding of new apricot strain ‘Shuoguang’[J]. Journal of Hebei Agricultural Sciences，2009，13(4): 69-70.

[45] 杜锡莹，李迁恩，杜少恳．杏早熟新品种丰园红的选育[J]. 中国果树，2009(1): 6-8.
DU Xiying，LI Qianen，DU Shaoken. Breeding of new early apricot cultivar ‘Fengyuanhong’[J]. China Fruits，2009(1): 6-8.

[46] 杜锡莹，李迁恩，杜燕群，杜少恳．杏早熟新品种丰园 77 杏的选育[J]. 中国果树，2014(1): 5-7.
DU Xiying，LI Qianen，DU Yanqun，DU Shaoken. Breeding of new early apricot cultivar ‘Fengyuan 77’[J]. China Fruits，2014(1): 5-7.

[47] 刘宁，张加延，何跃，刘威生．仁用杏新品系选育报告[J]. 北方果树，1999(2): 9-10.
LIU Ning，ZHANG Jiayan，HE Yue，LIU Weisheng. Selection of new apricot strains for kernel utilization[J]. Northern Fruits，1999(2): 9-10.

[48] 田建保．矮化杏新品种‘金矮杏’[J]. 北方果树，2008(2): 74.
TIAN Jianbao. A new dwarf apricot cultivar ‘Jinai’[J]. Northern Fruits，2008(2): 74.

[49] 王玉柱，孙浩元，杨丽，张俊环，姜凤超，温亮．杏新品种‘京早红’[J]. 园艺学报，2011，38(5): 1005-1006.
WANG Yuzhu，SUN Haoyuan，YANG Li，ZHANG Junhuan，JIANG Fengchao，WEN Liang. A new apricot cultivar ‘Jingzaohong’[J]. Acta Horticulturae Sinica，2011，38(5): 1005-1006.

[50] 杨丽，孙浩元，张俊环，姜凤超，王玉柱．2 个早熟杏新品种'京香红'和'京脆红'的选育[J]. 中国果树，2018(1): 86-88.
YANG Li，SUN Haoyuan，ZHANG Juanhuan，JIANG Fengchao，WANG Yuzhu. Breeding of new early apricot cultivar ‘Jingxianghong’ and ‘Jingcuihong’[J]. China Fruits，2018(1): 86-88.

[51] 赵习平，柴菊华，杨莉，常振田，林裕益，杨云．鲜食加工兼用杏新品种‘冀光’[J]. 园艺学报，2002，29(2): 189.
ZHAO Xiping，CHAI Juhua，YANG Li，CHANG Zhentian，LIN Yuyi，YANG Yun. ‘Jiguang’— A new table and processing apricot cultivar[J].Acta Horticulturae Sinica，2002，29(2): 189.

[52] 赵习平，刘铁铮，武晓红，唐焕英，张宪成，王景涛，马文会，袁立勇．杏加工专用新品种‘金秀’[J]. 园艺学报，2015，42(10): 2091-2092.
ZHAO Xiping，LIU Tiezheng，WU Xiaohong，TANG Huanying，ZHANG Xiancheng，WANG Jingtao，MA Wenhui，YUAN Liyong. A new processing apricot cultivar ‘Jinxiu’[J]. Acta Horticulturae Sinica，2015，42(10): 2091-2092.

[53] 张玉萍，刘威生，孙猛，刘宁，赵锋，郁香荷，徐铭．杏新品种——国强的选育[J]. 果树学报，2010，27(3): 473-474.
ZHANG Yuping，LIU Weisheng，SUN Meng，LIU Ning，ZHAO Feng，YU Xianghe，XU Ming. Breeding report of a new apricot cultivar ‘Guoqiang’[J]. Journal of Fruit Science，2010，27(3): 473-474.

[54] 薛晓敏，王金政，安国宁，张安宁，苑兆和，路超．早熟杏新品种‘魁金’[J]. 园艺学报，2010，37(5): 845-846.
XUE Xiaomin，WANG Jinzheng，AN Guoning，ZHANG Anning，YUAN Zhaohe，LU Chao.A new early maturing apricot cultivar ‘Kuijin’[J]. Acta Horticulturae Sinica，2010，37(5): 845-846.

[55] 陈玉玲，夏乐晗，冯义彬，黄振宇，回经涛，乔书瑞，李玉峰．早熟大果杏新品种‘玫硕’的选育[J]. 果树学报，2018，35(12): 1569-1572.
CHEN Yuling，XIA Lehan，FENG Yibin，HUANG Zhenyu，HUI Jingtao，QIAO Shurui，LI Yufeng. ‘Meishuo’，a new apricot cultivar with early-maturing and large fruit[J]. Journal of Fruit Science，2018，35(12): 1569-1572.

[56] SUN H Y，ZHANG J H，YANG L，JIANG F C，WANG Y Z. An overview of apricot breeding in China[C]. Leuven，Belgium：International Society for Horticultural Science（ISHS），2018: 211-216.

[57] 李锋，张凤芬，曹希俊，张冰玉．李、杏及杂种间远缘杂交和亲和性研究[J]. 吉林农业大学学报，1995，17(4): 36-39.
LI Feng，ZHANG Fengfang，CAO Xijun，ZHANG Bingyu. Study on distant hybridization and offinity of the hybrid between the plum and apricot[J]. Journal of Jilin Agricultural University，1995，17(4): 36-39.

[58] 杨红花，陈学森，冯宝春，刘焕芳，郑洲．利用远缘杂交创造核果类果树新种质的研究Ⅱ. 李、杏远缘杂种胚抢救及杂种鉴定[J]. 中国农业科学，2004，37（8）: 1203-1207.
YANG Honghua，CHEN Xuesen，FENG Baochun，LIU Huanfang，ZHENG Zhou. Creating new germplasm by distant hybridization in stone fruits Ⅱ. Embryo rescue and hybrid identification between plum and apricot[J]. Scientia Agricultura Sinia，2004，37（8）: 1203-1207.

[59] 杨红花，陈学森，李玉晖，冯宝春，穆秀家．利用远缘杂交创造核果类果树新种质的研究 I. 不同处理对核果类果树远缘杂交亲和性的效应研究[J]. 中国农业科学，2004，37(7): 1034-1038.
YANG Honghua，CHEN Xuesen，LI Yuhui，FENG Baochun，MU Xiujia. Creating new germplasm by distant hybridization in

stone fruits I. Effects of different treatment on cross-compatibility of distant hybridization in stone fruits[J]. Scientia Agricultura Sinia，2004，37(7): 1034-1038.

[60] 牟蕴慧，周野，刘通，甄灿福 . 晚熟鲜食杏新品种—龙园甜杏[J]. 果树学报，2008，25(3): 442-443.
MU Yunhui，ZHOU Ye，LIU Tong，ZHEN Canfu. Longyuan. Tianxing，a new apricot cultivar bred by distant hybridization[J]. Journal of Fruit Science，2008，25(3): 442-443.

[61] 曾烨，牟蕴慧，甄灿福，刘允中 . 杏抗寒新品种龙园黄杏[J]. 中国果树，2001(1): 5-6.
ZENG Ye，MU Yunhui，ZHEN Canfu，LIU Yunzhong. A new cold resistant apricot cultivar ‘Longyuanhuangxing’ [J]. China Fruits，2001(1): 5-6.

[62] 王玉柱，张大鹏，杨丽，阎爱玲，石宏 . 未成熟杏离体胚培养技术的研究[J]. 农业生物技术学报，2000，8(4): 389-391.
WANG Yuzhu，ZHANG Dapeng，YANG Li，YAN Ailing，SHI Hong. Study on the techniques of *in vitro* embryo culture with immature embryo of apricot[J]. Journal of Agricultural Biotechnology，2000，8(4): 389-391.

[63] 陈学森，高东升，李宪利，张艳敏，张连忠 . 胚培早熟杏新品种—新世纪[J]. 园艺学报，2001，28 (5): 475-486.
CHEN Xuesen，GAO Dongsheng，LI Xianli，ZHANG Yanmin，ZHANG Lianzhong.‘Xinshiji’- a new early ripening apricot variety obtained by embryo culture[J]. Acta Horticulturae Sinica，2001，28 (5): 475-486.

[64] 陈学森，高东升，李宪利，张艳敏，张连忠 . 胚培早熟杏新品种—‘红丰’[J]. 园艺学报，2001，28(6): 575-582.
CHEN Xuesen，GAO Dongsheng，LI Xianli，ZHANG Yanmin，ZHANG Lianzhong. ‘Hongfeng’— a new early ripening apricot variety obtained by embryo culture[J]. Acta Horticulturae Sinica，2001，28(6): 575-582.

[65] 陈学森，束怀瑞，李宪利，高东升，张艳敏，沈向，陈晓流，何天明 . 胚培杏新品种—山农凯新 1 号[J]. 园艺学报，2005，32(1): 176-189.
CHEN Xuesen，SHU Huairui，LI Xianli，GAO Dongsheng，ZHANG Yanmin，SHEN Xiang，CHEN Xiaoliu，HE Tianming. ‘Shannongkaixin 1’— a new apricot variety obtained by embryo culture[J]. Acta Horticulturae Sinica，2005，32 (1): 176-189.

[66] 陈学森，束怀瑞，李宪利，高东升，张艳敏，沈向，陈晓流，何天明 . 胚培杏新品种‘山农凯新 2 号’[J]. 园艺学报，2005，32(2): 368-382.
CHEN Xuesen，，SHU Huairui，LI Xianli，GAO Dongsheng，ZHANG Yanmin，SHEN Xiang，CHEN Xiaoliu，HE Tianming. ‘Shannongkaixin 2’—a new apricot variety obtained by embryo culture[J]. Acta Horticulturae Sinica，2005，32(2): 368-382.

[67] 石荫坪 . 特早熟杏新品种‘试管早红 1 号’和‘试管早荷 1 号’[J]. 园艺学报，2002，29(4): 392-393.
SHI Yinping. New earliest apricot cultivars from embryo culture ‘Tube Zaohong 1’ and ‘Tube Zaohe 1’[J]. Acta Horticulturae Sinica，2002，29(4): 392-393.

[68] 马锋旺，张军科，李嘉瑞 . 杏离体繁殖的研究[J]. 西北农业大学学报，1999，27(4): 15-18.
MA Fengwang，ZHANG Junke，LI Jiarui. *In vitro* propagation of apricot[J]. Journal of Northwest Agricultural University，1999，27(4): 15-18.

[69] 陈崇顺，Robert Jonard. 两个难以枝插繁殖杏品种的茎尖培养及植株再生[M]. 南京：东南大学出版社，1998.
CHEN Chongshun，ROBERT J. Shoot-tip culture and plant regeneration of two apricot cultivars different to propagate with cuttings[M]. Nanjing: Southeast University Press，1998.

[70] 王玖瑞 . 杏离体根的愈伤组织研究[D]. 保定: 河北农业大学，1998.
WANG Jiurui. The studies on callus in vitro apricot root[D]. Baoding: Hebei Agricultural Unversity，1998.

[71] 田毅，王艳，赵宇瑛 . 凯特杏愈伤组织的诱导[J]. 现代农业科技，2006(9): 10-11.
TIAN Yi，WANG Yan，ZHAO Yuying. Callus induction of Kate apricot[J]. Modern Agricultural Science and Technology，2006(9):10-11.

[72] 孙浩元，杨丽，张俊环，姜凤超，张宏，王玉柱 . 砧木‘St.Julien A’组织培养快速繁殖技术[J]. 北方园艺，2018(21): 80-84.
SUN Haoyuan，YANG Li，ZHANG Junhuan，JIANG Fengchao，ZHANG Hong，WANG Yuzhu. Rapid micropropagation of rootstock ‘St. Julien A’ [J]. Northern Horticulture，2018(21): 80-84.

[73] 李芳东，乌云塔娜，杜红岩，李洪果，杨绍彬 . 7 个杏李品种花粉 SFB 基因的克隆鉴定[J]. 中南林业科技大学学报，2010，30(12): 1-5.
LI Fangdong，WUYUN Tana，DU Hongyan，LI Hongguo，YANG Shaobin. Identification of SFB genes of 7 *Prunus simonii* [J]. Journal of Central South University of Forestry &Technology，2010，30(12): 1-5.

[74] 刘月霞，冯建荣，王大江，曹晓艳，张虎平 . 2 个中亚杏品种自交不亲和 SFB 基因的克隆及序列分析[J]. 果树学报，2013，30(4): 551-557.
LIU Yuexia，FENG Jianrong，WANG Dajiang，CAO Xiaoyan，ZHANG Huping. Cloning and sequence analysis of 2 SFB genes in apricot cultivars belonging to the Central Asian ecotype group[J]. Journal of Fruit Science，2013，30(4): 551-557.

[75] 李亚兰，李淑玲，曹晓艳，刘月霞，冯建荣 . 赛买提杏自交不亲和 SFB 基因全长的克隆与序列分析[J]. 新疆农业科学，2014，51(10): 1787-1791.
LI Yalan，LI Shuling，CAO Xiaoyan，LIU Yuexia，FENG Jianrong. Cloning and sequence analysis of the SFB gene from Saimaiti apricot[J]. Journal of Xinjiang Agricultural Sciences，2014，51(10): 1787-1791.

[76] 刘海楠，冯建荣，罗明，刘小芳，李文慧，白茹 .‘小白杏’自交不亲和 SFB 基因 RNAi 表达载体的构建[J]. 果树学报，2016，33(2): 148-155.
LIU Hainan，FENG Jianrong，LUO Ming，LIU Xiaofang，LI Wenhui，BAI Ru. RNAi expression vector and construction of the self- incompatibility SFB gene from the ‘Xiaobaixing’ (*Prunus armeniaca*) apricot[J]. Journal of Fruit Science，2016，33(2): 148-155.

[77] 李亚兰，刘小芳，刘海楠，李文慧，冯建荣. 2个中亚杏S-RNase基因全长的克隆与序列分析[J]. 果树学报，2015，32(6): 1047-1054.

LI Yalan，LIU Xiaofang，LIU Hainan，LI Wenhui，FENG Jianrong. Cloning and sequences analysis of 2 S-RNase genes in apricot cultivars belonging to the Central Asian ecotype group [J]. Journal of Fruit Science，2015，32(6): 1047-1054.

[78] 章文乐，蔡兼，钮俊，蒲婧懿，朱梦媛，胡惠雯，张志翔，林善枝. 山杏苹果酸酶基因的克隆与生物信息学分析[J]. 基因组学与应用生物学，2013，32(3): 332-338.

ZHANG Wenle，CAI Jian，NIU Jun，PU Jinyi，ZHU Mengyuan，HU Huiwen，ZHANG Zhixiang，LIN Shanzhi. Cloning of malic enzyme gene from prunus armeniaca and its bioinformatics analysis genomics and applied biology[J]. Genomics and Applied Biology，2013，32(3): 332-338.

[79] 白羽嘉，王敏，陶永霞，徐乐，冯作山. 甜杏仁和苦杏仁野黑樱苷水解酶基因的克隆[J]. 食品科学，2014，35(23): 226-231.

BAI Yujia，WANG Min，TAO Yongxia，XU Le，FENG Zuoshan. Cloning of prunasin hydrolase gene from sweet and bitter apricot Kernels[J]. Food Science，2014，35(23): 226-231.

[80] 康爽，贺红霞，王铭，郭嘉，薛晶. 杏蔗糖转运蛋白基因PaSUC4的获得及其生物信息学分析[J]. 生物技术进展，2016，6(2): 105-112.

KANG Shuang，HE Hongxia，WANG Ming，GUO Jia，XUE Jing. The acquisition and bioinformatic analysis of sucrose transporter protein gene Pa SUC4 from apricot[J]. Current Biotechnology，2016，6(2): 105-112.

[81] 吴忠红，杜鹃，谭慧林，阿塔吾拉•铁木尔，张平，吴斌. 小白杏脂氧合酶基因PaLOX的克隆与序列分析[J]. 生物技术，2017，27(1): 1-8.

WU Zhonghong，DU Juan，TAN Huilin，TIEMUER Atawulla，ZHANG Ping，WU Bin. Cloning and sequence analysis of lipoxygenase gene (LOX) from Xiaobai apricots[J]. Biotechnology，2017，27(1): 1-8.

[82] 刘盛雨，章世奎，卢娟芳，李文慧，席万鹏. 杏香气形成特异基因PaCCD1的克隆与功能分析[J]. 园艺学报，2018，45(3): 471-481.

LIU Shengyu，ZHANG Shikui，LU Juanfang，LI Wenhui，XI Wanpeng. Molecular cloning and function analysis of Carotenoid Cleavage Dioxygenase 1 (CCD1) in apricot fruit[J]. Acta Horticulturae Sinica，2018，45(3): 471-481.

[83] 刘力力，林子欣，胡锦赫，安基永，王佳，林善枝. 山杏CAT家族基因的生物信息学预测及表达分析[J]. 分子植物育种，2018，16(22): 7255-7263.

LIU Lili，LIN Zixin，HU Jinhe，AN Jiyong，WANG Jia，LIN Shanzhi. Bioinformatic prediction and expression analysis of cat gene family from *Prunus sibirica* L.[J]. Molecular Plant Breeding，2018，16(22): 7255-7263.

[84] 许靖诗，王广军，额尔敦达来，乌云塔娜. 杏RPW8基因家族鉴定与表达量分析[J]. 中南林业科技大学学报，2019(10): 123-131.

XU Jingshi，WANG Guangjun，EERDUN Dalai，WUYUN Tana. Identification and expression analysis of RPW8 gene family in Apricot[J]. Journal of Central South University of Forestry & Technology，2019 (10): 123-131.

[85] 李宁，李疆，刘立强，罗淑萍. 野巴旦杏AlsCBF基因的克隆及生物信息学分析[J]. 中国农学通报，2015，31(32): 54-61.

LI Ning，LI Jiang，LIU Liqiang，LUO Shuping. Cloning and bioinformatic analysis of Als CBF gene from amygdalus ledebouriana schleche[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin，2015，31(32): 54-61.

[86] 张俊环，孙浩元，Boris Krska，杨丽，姜凤超，张美玲，王玉柱. 杏树李痘病毒病的快速分子检测和抗PPV连锁标记的筛选[J]. 华北农学报，2018，33(4): 31-38.

ZHANG Junhuan，SUN Haoyuan，BORIS K，YANG Li，JIANG Fengchao，ZHANG Meiling，WANG Yuzhu. RT-PCR detection of plum pox virus and the screening of dna markers linked to PPV-resistance in apricot[J]. Acta Agriculturae Boreali-Sinica，2018，33(4): 31-38.

[87] 宋猜，乌云塔娜，李慧，许靖诗，刘汝卿. 仁用杏花芽3个发育时期数字基因表达谱分析[J]. 园艺学报，2015，42(8): 1559-1568.

SONG Cai，WUYUN Tana，LI Hui，XU Jingshi，LIU Ruqing. The analysis of digital gene expression about kernel apricot flower buds at three development stages[J]. Acta Horticulturae Sinica，2015，42(8): 1559-1568.

[88] 谭金花，候丽秀，刘永红，王胜琪，魏安智，刘玉林. 仁用杏果肉3个发育阶段的转录组分析[J]. 西北植物学报，2017，37(10): 2017-2024.

TAN Jinhua，HOU Lixiu，LIU Yonghong，WANG Shengqi，WEI Anzhi，LIU Yulin. Transcriptome analysis of kernel-apricot sarcocarps during three development stages[J]. Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica，2017，37(10): 2017-2024.

[89] 赵罕，高福玲，郭欢欢，乌云塔娜，朱高浦. 华仁杏幼果转录组SSR信息分析及其分子标记开发[J]. 植物遗传资源学报，2018，19(5): 987-992.

ZHAO Han，GAO Fuling，GUO Huanhuan，WUYUN Tana，ZHU Gaopu. De novo transcriptomic analysis and development of EST-SSRs for Huaren apricot[J].Journal of Plant Genetic Resources，2018，19(5): 987-992.

[90] 安晓芹，廖康，刘娟，曼苏尔•那斯尔，孙慧瑛，廖小龙. 新疆杏品种授粉特性研究[J]. 新疆农业大学学报，2014，37(4): 281-286.

AN Xiaoqin，LIAO Kang，LIU Juan，MANSUER N，SUN Huiying，LIAO Xiaolong. A study on the pollination characteristics of xinjiang local apricot varieties[J]. Journal of Xinjiang Agricultural University，2014，37(4): 281-286.

[91] 刘立强，秦伟，廖康，何峰江，张大海，徐麟，樊卫民. 新疆若干杏品种开花生物学特性研究[J]. 新疆农业科学，2007(6): 751-755.

LIU Liqiang，QIN Wei，LIAO Kang，HE Fengjiang，ZHANG Dahai，XU Lin，FAN Weimin. Studies on biological characters of blooming of some apricot varieties in Xinjiang[J]. Xinjiang Agricultural Sciences ，2007(6): 751-755.

[92] 刁永强，尚振江，陈云华，殷洪华，李建贵．新疆伊犁树上干杏开花生物学及授粉受精特性初步研究[J]. 天津农业科学，2011，17(1): 10-13.
DIAO Yongqiang，SHANG Zhenjiang，CHEN Yunhua，YIN Honghua，LI Jiangui. Primary studies on pollination fertilization and biological characters of bloosom on Shushanggan- Apricot in Xinjiang Yili[J]. Tianjin Agricultural Sciences，2011，17(1): 10-13.
[93] 刁永强，廖康，许正，耿文娟，杨磊，皮里东．新疆野生杏开花生物学特性及授粉受精初步研究[J]. 新疆农业科学，2010，47(5): 947-951.
DIAO Yongqiang，LIAO Kang，XU Zheng，GENG Wenjuan，YANG Lei，PI Lidong. Preliminary study on pollinating fertilization and biological characters of blossom on wild apricot in Xinjiang[J]. Xinjiang Agricultural Sciences，2010，47(5): 947-951.
[94] 曲泽洲，王永惠，陈四维，查霞娟，张润身，周吉柱．杏不完全花的着生规律和发育过程[J]. 河北农业大学学报，1963(2): 67-80.
QU Zezhou，WANG Yonghui，CHEN Siwei，ZHA Xiajuan，ZHANG Runshen，ZHOU Jizhu. The developmental law and process of the apricot flower [J]. Journal of Hebei Agricultural University，1963(2): 67-80.
[95] 刘华堂，王家盛，刘文剑，李翠云，郭光智．杏树花期性状研究[J]. 中国农学通报，2008，24(5): 171-175.
LIU Huatang，WANG Jiasheng，LIU Wenjian，LI Cuiyun，GUO Guangzhi. Study on the characteristics of apricot florescence[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin，2008，24(5): 171-175.
[96] 赵习平，林裕益，杨莉．杏授粉生物学特性研究初报[J]. 落叶果树，1995(4): 14-16.
ZHAO Xiping，LIN Yuyi，YANG Li. A preliminary report on the study of pollination biology in apricot[J]. Deciduous Fruits，1995(4): 14-16.
[97] 彭晓莉，廖康，贾杨，刘欢，马微，徐乐．9个新疆杏品种间杂交亲和性研究[J]. 果树学报，2015，32(2): 192-199.
PENG Xiaoli，LIAO Kang，JIA Yang，LIU Huan，MA Wei，XU Le. Study on the cross compatibility among 9 apricot cultivars in Xinjiang[J]. Journal of Fruit Science，2015，32(2): 192-199.
[98] ZHANG J，SUN H，YANG L，JIANG F，ZHANG M，WANG Y. Construction of a high-density linkage map and qtl analysis for pistil abortion in apricot (*Prunus Armeniaca* L.)[J]. Canadian Journal of Plant Science，2019，99: 1-12.
[99] 安晓芹，廖康，马媛，孙慧瑛，马杰，廖小龙，曼苏尔•那斯尔，李文慧．新疆杏品种开花生物学特性研究[J]. 新疆农业大学学报，2012，35(4): 287-293.
AN Xiaoqin，LIAO Kang，MA Yuan，SUN Huiying，MA Jie，LIAO Xiaolong，MANSUER N，LI Wenhui. Studies on flowering biological charicteristics of Xinjiang apricot varieties[J]. Journal of Xinjiang Agricultural University，2012，35(4): 287-293.
[100] 郑洲，陈学森，冯宝春，刘焕芳，杨红花．杏品种授粉生物学研究[J]. 果树学报，2004，21(4): 324-327.
ZHENG Zhou，CHEN Xuesen，FENG Baochun，LIU Huanfang，YANG Honghua. Studies on the pollination biology of apricot cultivars[J]. Journal of Fruit Science，2004，21(4): 324-327.
[101] 王玉柱．几个优良杏品种授粉组合亲和性试验[J]. 中国果树，1989(2): 33-35.
WANG Yuzhu. Compatibility test of pollination combination of several good apricot varieties[J]. China Fruits，1989(2): 33-35.
[102] 郁香荷，刘威生，刘宁，赵锋，张玉萍，孙猛．杏温室栽培品种选择及配套技术研究[J]. 果树学报，2004，21(1)：76-78.
YU Xianghe，LIU Weisheng，LIU Ning，ZHAO Feng，ZHAGN Yuping，SUN Meng. Varieties and techniques of cultivation of apricot in greenhouse[J]. Jorunal of Fruit Science，2004，21(1)：76-78.
[103] 刘晓林．大棚杏树人工授粉技术[J]. 河南农业，2004(1): 15.
LIU Xiaolin. Greenhouse apricot tree artificial pollination technology[J]. Agriculture of Henan，2004(1):15.
[104] 李玲，王国强，王玉兵，李中辉，刘金花．提高杏树坐果率的技术措施研究[J]. 河北林业科技，2004(6): 10-11.
LI Ling，WANG Guoqiang，WANG Yubing，LI Zhonghui，LIU Jinhua. Study on technical measures to improve fruit setting rate of apricot trees[J]. Journal of Hebei Forestry Science and Technology，2004(6): 10-11.
[105] 白岗栓．白于山山区大扁杏适应性评价及花期延后研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学，2005.
BAI Gangshuan. Evaluation of adaptability and the research about postponing florescence of almond- apricot in Baiyushan Hilly Area[D]. Yangling: Northwest A & F University，2005.
[106] 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: Agricultural Univeristy of Hebei，2010.
[107] 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.
[108] 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.
[109] 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 almond cultivars with excellent resistance to late frost[J]. China Fruits，2016(1):11-14.
[110] 陈学森．杏及大樱桃花器官冻害调查[J]. 柑桔与亚热带果树信息，2002(2): 43-44.
CHEN Xuesen. Investigation on organ freezing damage of apricot and cherry blossom[J]. China Fruit News，2002(2): 43-44.
[111] 于希志，徐秋萍，金锡凤．杏果实发育的研究[J]. 果树科学，

1990(4): 227-230.
YU Xizhi，XU Qiuping，JIN Xifeng. Study on fruit development of apricot[J]. Journal of Fruit Science，1990(4): 227-230.

[112] 刘立强，秦伟，周龙，彭永烨，徐守领 . 仁用杏果实生长发育动态规律[J]. 新疆农业科学，2010(8): 1561-1566.
LIU Liqiang，QIN Wei，ZHOU Long，PENG Yongye，XU Shouling. Dynamics rhythm of growth and development of kernel - apricot fruit[J]. Xinjiang Agricultural Sciences，2010 (8): 1561-1566.

[113] 郝云，杨途熙，魏安智，杨恒，张睿 . 串枝红杏果实发育动态及品质的研究[J]. 北方园艺，2009(7): 15-18.
HAO Yun，YANG Tuxi，WEI Anzhi，YANG Heng，ZHANG Rui. Studies on dynamic development and quality characters of Chuanzhihong apricot fruit[J]. Northern Horticulture，2009 (7): 15-18.

[114] 夏江宝，张光灿，孙景宽，刘霞 . 山杏叶片光合生理参数对土壤水分和光照强度的阈值效应[J]. 植物生态学报，2011，35(3): 322-329.
XIA Jiangbao，ZHANG Guangcan，SUN Jingkuan，LIU Xia. Threshold effects of photosynthetic and physiological parameters in Prunus sibirica to soil moisture and light intensity[J]. Chinese Journal of Plant Ecology，2011，35(3): 322-329.

[115] 高峻，吴斌，孟平，张劲松 . 水分胁迫对金太阳杏幼树蒸腾、光合特性的影响[J]. 河北农业大学学报，2007，30(3): 36-40.
GAO Jun，WU Bin，MENG Ping，ZHANG Jinsong. The effect of soil water stress on photosynthetic and transpiration characters of apricot cultivar ‘Golden Sun’ [J]. Journal of Agricultural University of Hebei，2007，30(3):36-40.

[116] 李仙岳，杨培岭，任树梅，张少焱 . 高含砾土壤中保水剂对杏树蒸腾及果实品质的影响[J]. 农业工程学报，2009，25(4): 78-81.
LI Xianyue，YANG Peiling，REN Shumei，ZHANG Shaoyan. Effects of super absorbent polymer on transpiration and fruit quality of apricot in soil with high gravel[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering，2009，25(4): 78-81.

[117] 王文静，王百田，吕钊，王明玉，张文源，舒鑫，刘金壮 . 聚合物类保水剂对山杏水肥利用效应的影响[J]. 水土保持通报，2013，33(5): 280-284.
WANG Wenjing，WANG Baitian，LÜ Zhao，WANG Mingyu，ZHANG Wenyuan，SHU Xin，LIU Jinzhuang. Effects of super absorbent polymer on water and fertilizer use of *Prunus armeniaca*[J]. Bulletin of Soil and Water Conservation，2013，33(5): 280-284.

[118] 庞海颖，牛东伟，李彦慧 . 施用保水剂对仁用杏抗旱生理特性的影响[J]. 河北农业大学学报，2017，40(4): 43-49.
PANG Haiying，NIU Dongwei，LI Yanhui. Effect of super absorbent polymer on drought resistance physiological characteristics of kernel apricot[J]. Journal of Agricultural University of Hebei，2017，40(4): 43-49.

[119] 赵丰 . 浅淡杏树合理施肥[J]. 烟台果树，1999(4): 27-28.
ZHAO Feng. A brief discussion on the rational fertilization of apricot[J].Yantai Fruits，1999(4): 27-28.

[120] 王玉柱 . 山黄杏叶片氮磷钾年动态变化[J]. 华北农学报，1993，8(2): 92-95.
WANG Yuzhu .Annual dynamic changes of nitrogen，phosphorus and potassium in leaves of *Armeniaca sibirica*[J]. Acta Agriculturae Boreali-Sinica，1993，8(2): 92-95.

[121] 梁燕，潘存德，王世伟，王振锡，薄翠萍，杨阳，高淑然 . 盛花期喷施肥料对轮台白杏坐果率的影响[J]. 新疆农业科学，2012，49(1): 34-39.
LIANG Yan，PAN Cunde，WANG Shiwei，WANG Zhenxi，BO Cuiping，YANG Yang，GAO Shuran. Effect of spray fertilizer at the full -bloom stage on the fruit setting rate of *Armeniaca vulgaris* ‘ Luntaibaixing’[J]. Xinjiang Agricultural Sciences，2012，49(1): 34-39.

[122] 王延平，李平，高鹏程，李枫，张铭 . 陡坡地杏树高产优质与肥水的关系[J]. 西北农业学报，2000，9(4): 63-66.
WANG Yanping，LI Ping，GAO Pengcheng，LI Feng，ZHANG Ming. Study on relationship between water & fertilizer and high yield & fine quality of apricot on sloping field[J]. Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica，2000，9 (4): 63-66.

[123] 景淼，李宁，李大威 . 水肥处理对仁用杏新品种木瓜杏生长的影响[J]. 山东林业科技，2011，41(1): 46-48.
JING Miao，LI Ning，LI Dawei. Effect of water and fertilizer treatments to the growth indexes of ‘Mugua’ almond-apricot[J]. Journal of Shandong Forestry Science and Technology ，2011，41 (1): 46-48.

[124] 王伟军，王红，张爱军，张瑞芳，赵斌，周大迈 . 不同施肥方式对山区杏树养分吸收及产量的影响[J]. 果树学报，2011，28(5): 893-897.
WANG Weijun，WANG Hong，ZHANG Aijun，ZHANG Ruifang，ZHAO Bin，ZHOU Damai. Effects of different fertilizing methods on nutrient uptake and yield of apricot in mountainous areas[J]. Journal of Fruit Science ，2011，28(5): 893-897.

[125] 王炳华，陈丽楠，刘秀春 . 优化配方施肥对桃、李、杏产量和品质的影响[J]. 江苏农业科学，2014，42(8): 152-154.
WANG Binghua，CHEN Linan，LIU Xiuchun. Effect of optimized formula fertilization on yield and quality of peach，plum and apricot[J]. Jiangsu Agricultural Sciences，2014，42(8): 152-154.

[126] 明广增，刁兆敏，王春英，周凤闯 . 施有机肥对凯特杏果实品质和产量的影响[J]. 河北果树，2017(5): 3-4.
MING Guangzeng，DIAO Zhaomin，WANG Chunying，ZHOU Fengchuang. Effect of organic fertilizer application on fruit quality and yield of Katy apricot[J]. Hebei Fruits，2017(5): 3-4.

[127] 李军如 . 不同栽培措施对轮台白杏生长及结果影响的初步研究[D]. 乌鲁木齐: 新疆农业大学，2012.
LI Junru. Primary Research on different gardening measures affects growth and yield of Luntai white apricot[D]. Wulumuqi: Xinjiang Agricultural University，2012.

[128] 周怀平，关春林，杨治平，解文艳 . 不同树龄仁用杏人工林地土壤水肥状况研究[J]. 水土保持学报，2006，20(6): 137-140.
ZHOU Huaiping，GUAN Chunlin，YANG Zhiping，XIE Wenyan. Effect of water and fertilizer upon artificial timbered soil with almond- apricot plants of different age[J]. Journal of Soil

and Water Conservation，2006，20(6): 137-140.

[129] 刘遵春，包东娥 .‘金光杏梅’叶片净光合速率与生理生态因子的关系[J]. 西北植物学报，2008，28 (3): 564-568.
LIU Zunchun，BAO Donge. Relationship between net photosynthetic rate and its physo-ecological factors in ‘Jinguang’ plum [J]. Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica，2008，28 (3): 564-568.

[130] 王少敏，陶吉寒，周广芳，魏树伟，王家喜 . 三个杏品种的光合特性比较[J]. 中国农学通报，2008，24(2): 289-292.
WANG Shaomin，TAO Jihan，ZHOU Guangfang，WEI Shuwei，WANG Jiaxi. Comparing the photosynthesis of three apricot cultivars[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin，2008，24(2): 289-292.

[131] 王鸿，王发林，牛军强，班明辉 . 日光温室内外金太阳杏光合特性的比较研究[J]. 果树学报，2005，22 (5): 479-482.
WANG Hong，WANG Falin，NIU Junqiang，BAN Minghui. Comparative study on photosynthesis of apricot cultivar Sungold grown in greenhouse and open field[J]. Journal of Fruit Science，2005，22(5): 479-482.

[132] 马媛，刘娟，廖康，李文慧，何峰江，阿布来克·尼牙孜 . 不同杏品种光合日变化特性研究[J]. 新疆农业科学，2011，48(7): 1189-1195.
MA Yuan，LIU Juan，LIAO Kang，LI Wenhui，HE Fengjiang，Ablahat Niyaz. Daily photosynthetic variation characteristics of different varieties of apricots[J]. Xinjiang Agricultural Sciences，2011，48(7): 1189-1195.

[133] 魏磊，崔世茂 . 干旱胁迫对山杏光合特性的影响[J]. 华北农学报，2008，23 (5): 194-197.
WEI Lei，CUI Shimao. The effect of soil drought stress on photosynthetic character of prunus armeniaca [J]. Acta Agriculturae Boreali-Sinica，2008，23(5): 194-197.

[134] 赵菊莲 . 不同修剪方法对杏树生长的影响[J]. 北方园艺，2008 (4): 145-146.
ZHAO Julian. Effects of different pruning methods on the growth of apricot trees[J]. Northern Horticulture，2008(4): 145-146.

[135] 白志强，毛培利，刘华，刘端，韩燕梁，郭仲军 . 天山西部野杏光合作用日变化特征与其生理生态因子的关系[J]. 西北植物学报，2012，32(11): 2321-2327.
BAI Zhiqiang，MAO Peili，LIU Hua，LIU Duan，HAN Yanliang，GUO Zhongjun. *Armeniaca vulgaris* diurnal variation of photosynthesis and relationship with the Eco-physiologcal factors in the west of Tianshan Mountains[J]. Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica，2012，32(11): 2321-2327.

[136] 刘娟，马媛，廖康，李文慧，何峰江，阿布来克·尼牙孜 . 新疆主栽杏品种的光响应曲线[J]. 经济林研究，2012，30(1): 45-50.
LIU Juan，MA Yuan，LIAO Kang，LI Wenhui，HE Fengjiang，ABLAH Niyaz. Light-response curves of different apricot cultivars in Xinjiang[J].Nonwood Forest Research，2012，30(1): 45-50.

[137] 孙猛，刘威生，迟跃飞 . 日光温室内凯特和 9803 杏光合特性及去果对源叶光合作用影响[J]. 北京农学院学报，2007，22 (3): 12-16.
SUN Meng，LIU Weisheng，CHI Yuefei. Photosynthetic characteristics and leaf photosynthesis response to fruit of ‘katy’ and ‘9803’ apricots in greenhouse[J]. Journal of Beijing University OF Agriculture，2007，22 (3): 12-16.

[138] 薄翠萍，潘存德，王振锡，杨阳，高淑然，梁燕 . 轮台白杏开心形树形冠内光分布特征[J]. 新疆农业科学，2011，48(3): 399-404.
BO Cuiping，PAN Cunde，WANG Zhenxi，YANG Yang，GAO Shuran，LIANG Yan. Light distribution patterns in the crown of open-vase form of *Armeniaca vulgaris* ‘Luntaibaixing’[J]. Xinjiang Agricultural Sciences，2011，48(3): 399-404.

[139] 晁海，张大海，徐麟，廖康，唐章虎，谢彩梅 . 杏树冠层内光合有效辐射(PAR)分布规律及结构优化初探[J]. 新疆农业科学，2008(1): 31-37.
ZHAO Hai，ZHANG Dahai，XU Lin，LIAO Kang，TANG Zhanghu，XIE Caimei. Preliminary studies on distribution law of photosynthetically active radiation in apricot canopy and its structural optimization[J]. Xinjiang Agricultural Sciences，2008 (1): 31-37.

[140] 姜凤超，孙浩元，王玉柱，杨丽，张俊环 . 四个南疆杏树品种的光合生理特性[J]. 干旱地区农业研究，2015，33(2): 102-105.
JIANG Fengchao，SUN Haoyuan，WANG Yuzhu，YANG Li，ZHANG Junhuan. Photosynthetic characteristics of apricot cultivars (*Prunus armeniaca*) in southern Xinjiang regions[J]. Agricultural Research in the Arid Areas，2015，33(2): 102-105.

[141] 王玉柱，胡南，刘奇志，杨丽，石宏 . 若干杏品种果肉色泽与维生素含量的测定[J]. 果树科学，1999，16(1): 51-54.
WANG Yuzhu，HU Nan，LIU Qizhi，YANG Li，SHI Hong. Study on the vitam in contentin different flesh color varieties of apricot[J]. Journal of Fruit Science，1999，16(1): 51-54.

[142] 张俊环，杨丽，孙浩元，王玉柱 . 不同品种杏果实发育进程中多酚与类黄酮物质含量的变化[J]. 北方园艺，2012(24): 1-5.
ZHANG Junhuan，YANG Li，SUN Haoyuan，WANG Yuzhu. Changes of the total phenols and flavonoids in apricot peel and pulp of different cultivars during fruit development[J]. Northern Horticulture，2012(24): 1-5.

[143] 王玉柱，王贵禧，杨丽，宗亦尘，石宏，梁丽松 . 杏果实在贮藏期释放乙烯和呼吸强度的变化[M]. 北京：中国林业出版社，2000.
WANG Yuzhu，WANG Guixi，YANG Li，ZONG Yichen，SHI Hong，LIANG Lisong. Changes in ethylene and respiratory strength of apricot fruit during storage[M]. Beijing：China Forestry Publishing House，2000.

[144] 张文涛，王威，李喜宏，李运通，张彪，贾晓昱，姜一休 . 树上干杏不同温度贮藏特性研究[J]. 食品研究与开发，2016，37(24): 168-171.
ZHANG Wentao，WANG Wei，LI Xihong，LI Yuntong，ZHANG Biao，JIA Xiaoyu，JIANG Yixiu. Storage characteristics of ‘Shushanggan’ apricot at different temperatures[J]. Food Research and Development，2016，37(24): 168-171.

[145] 王迪，黄文书，陶永霞，刘峰娟，李慧丽，梁铖 . 苯丙噻重氮处理对采后赛买提杏贮藏品质的影响[J]. 食品科技，2015，40(10):

324-329.
WANG Di, HUANG Wenshu, TAO Yongxia, LIU Fengjuan, LI Huili, LIANG Cheng. Effect of BTH on the postharvest storage quality of Saimaiti apricots[J]. Food Science and Technology, 2015, 40(10): 324-329.

[146] 崔宽波，范新光，杨忠强，李忠新，曹建康，姜微波. 近冰点贮藏对小白杏采后品质和抗氧化能力的影响[J]. 食品科学，2019，40(3): 238-244.
CUI Kuanbo, FAN Xinguang, YANG Zhongqiang, LI Zhongxin, CAO Jiankang, JIANG Weibo. Improved postharvest quality and antioxidant capacity of apricot (*Prunus armeniaca* L. cv. Xiaobai) during storage at near freezing temperature[J]. Food Science, 2019, 40(3): 238-244.

[147] 王炜，刘红锦，王毓宁，胡花丽，李鹏霞. 气调贮藏对金太阳杏贮藏品质的影响[J]. 江苏农业学报，2011，27(2): 396-400.
WANG Wei, LIU Hongjin, WANG Yuning, HU Huali, LI Pengxia. Effects of controlled atmosphere on quality of Golden-sun apricot during storage[J]. Jiangsu Journal of Agricultural Sciences, 2011, 27(2): 396-400.

[148] 汪洋，胡花丽，梁丽松，张瑞，李鹏霞，付占芳，王贵禧. 不同贮藏温度对杏果实品质的影响[J]. 江苏农业科学，2008(6): 236-238.
WANG Yang, HU Huali, LIANG Lisong, ZHANG Rui, LI Pengxia, FU Zhanfang, WANG Guixi. Effects of different storage temperatures on the quality of apricot[J]. Jiangsu Agricultural Sciences, 2008(6): 236-238.

[149] FAN X G, SHU C, ZHAO K, WANG X M, CAO J K, JIANG W B. Regulation of apricot ripening and softening process during shelf life by post-storage treatments of exogenous ethylene and 1-methylcyclopropene[J]. Scientia Horticulturae, 2018, 232(2): 63-70.

[150] 赵迎丽，王春生，闫根柱，王亮，冯志宏，陈嘉. 不同贮藏温度下1-MCP处理对凯特杏采后色泽及品质的影响[J]. 保鲜与加工，2014，14(3): 20-24.
ZHAO Yingli, WANG Chunsheng, YAN Genzhu, WANG Liang, FENG Zhihong, CHEN Jia. Effect of 1-Methylcyclopropene on the color and storage quality of postharvest Katy apricots at different storage temperature[J]. Storage and Process, 2014, 14(3): 20-24.

[151] 张继明，潘艳芳，王威，李喜宏，张瑞. 不同温度对树上干杏贮藏特性的影响[J]. 保鲜与加工，2018，18(6): 20-24.
ZHANG Jiming, PAN Yanfang, WANG Wei, LI Xihong, ZHANG Rui. Effect of different temperatures on storage characteristics of 'Shushanggan' apricot[J]. Storage and Process, 2018, 18(6): 20-24.

[152] 范新光. 杏果实采后品质特性及近冰温冷藏技术研究[D]. 北京：中国农业大学，2018.
FAN Xinguang. Analysis of apricot postharvest quality and study of near freezing temperature storage on apricot[D]. Beijing: China Agricultural University, 2018.

[153] 郭香凤，向进乐，史国安，张国海，孙鲜明，朱文学. 1-MCP对凯特杏果实采后糖酸组分与含量的影响[J]. 保鲜与加工，2008(5):30-33.
GUO Xiangfeng, XIANG Jinle, SHI Guoan, ZHANG Guohai, SUN Xianming, ZHU Wenxue. Effects of 1- Methylcyclopropene on sugar and organic acid constituents in Katy apricot[J]. Storage and Process, 2008(5): 30-33.

[154] 江英，胡小松，刘琦，任雷厉，唐文娟. 壳聚糖处理对采后梅杏贮藏品质的影响[J]. 农业工程学报，2010，26(增刊): 343-349.
JING Ying, HU Xiaosong, LIU Qi, REN Leili, TANG Wenjuan. Effects of chitosan on post-harvest quality of apricot fruits during storage[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2010, 26(Suppl.): 343-349.

[155] 王瑞庆，冯建华，魏雯雯，班兆军，徐新明，赵岩. 1-MCP处理和气调贮藏对赛买提杏冷藏效果的影响[J]. 食品科学，2013，34(20): 287-290.
WANG Ruiqing, FENG Jinahua, WEI Wenwen, BAN Zhaojun, XUN Xinming, ZHAO Yan. Effect of 1-mcp and controlled atmosphere storage on preservation of apricot (*Prunus armeniaca* L. cv. Saimaiti) [J]. Food Science, 2013, 34(20): 287-290.

[156] 姜凤超，孙浩元，杨丽，张俊环，王玉柱. '串枝红'×'骆驼黄'杏 F_1 代糖酸性状的遗传变异分析[J]. 果树学报，2018，35(6): 649-657.
JIANG Fengchao, SUN Haoyuan, YANG Li, ZHANG Junhuan, WANG Yuzhu. Analysis of genetic variation of sugar and acid contents in F_1 population of apricot derived from 'Chuanzhihong' × 'Luotuohuang' [J]. Journal of Fruit Science, 2018, 35(6): 649-657.

[157] 刘路，张谦，赵晓梅. 不同处理对赛买提杏贮藏保鲜效果的影响[J]. 食品工业，2010，31(2): 32-34.
LIU Lu, ZHANG Qian, ZHAO Xiaomei. Effect of different treatments on the storability of apricot 'Saimaiti' [J]. The Food Industry, 2010, 31(2): 32-34.

[158] 赵鑫，高美须，沈月，牟慧，李树锦. 包装材料与乙烯吸收剂，1-MCP组合处理对延长银白杏贮藏期的影响[J]. 中国食品学报，2015，15(7): 103-109.
ZHAO Xin, GAO Meixu, SHEN Yue, MOU Hui, LI Shujin. Effects of packaging combinated with ethylene absorbent, 1-MCP treatment on prolonging the storage of apricot[J]. Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology, 2015, 15(7): 103-109.

[159] 赵晓梅，张谦，徐麟，刘路，何峰江，刘韬. 不同贮藏条件对新疆"赛买提"杏品质变化的影响[J]. 食品研究与开发，2010，31(3): 176-179.
ZHAO Xiaomei, ZHANG Qian, XUN Lin, LIU Lu, HE Fengjiang, LIU Tao. Effect of different storages on quality change of 'Sai Maiti' apricot[J]. Food Research and Development, 2010, 31(3): 176-179.

[160] 陈富，赵成纲. 低温条件下单果包膜和戴挫霉浸泡处理对兰州大接杏贮藏性的影响[J]. 甘肃农业科技，2003(3): 34-36.
CHEN Fu, ZHAO Chenggang. Effects of single fruit coating and *D. sinensis* immersion treatment on the storage of Lanzhou apricot under low temperature[J]. Gansu Agricultural Science and Technology, 2003(3): 34-36.

[161] 赵瑞平，白殿海. 香白杏贮藏试验初探[J]. 北方园艺，2008(6): 217-218.
ZHAO Ruiping，BAI Dianhai. The study of 'Xiangbai' apricot storage experiment[J]. Northern Horticulture，2008(6): 217-218.

[162] 刘红锦，胡花丽，李鹏霞，梁丽松，王贵禧. 不同气体组合对杏果实贮藏品质的影响[J]. 江苏农业学报，2009，25(4): 885-889.
LIU Hongjin，HU Huali，LI Pengxia，LIANG Lisong，WANG Guixi. Effects of O_2 and CO_2 concentrations on the storage quality of apricot fruit[J]. Jiangsu Journal of Agricultural Sciences，2009，25(4): 885-889.

[163] 赵迎丽，王春生，闫根柱，王亮，冯志宏，陈嘉. 气调对凯特杏冷藏及货架后品质及色泽的影响[J]. 山西农业科学，2015，43(2): 192-195.
ZHAO Yingli，WANG Chunsheng，YAN Genzhu，WANG Liang，FENG Zhihong，CHEN Jia. Effects of modified atmosphere on the quality and color of Katy apricot refrigerated and shelf[J]. Journal of Shanxi Agricultural Sciences，2015，43(2): 192-195.

[164] 江英，刘琦，任雷厉，唐文娟，胡小松. 水杨酸处理对梅杏采后贮藏品质的影响[J]. 食品工业科技，2011，32(9): 384-386.
JIANG Ying，LIU Qi，REN Leili，TANG Wenjuan，HU Xiaosong. Effect of salicylic acid on quality of apricot fruits during storage [J]. Science and Technology of Food Industry，2011，32(9): 384-386.

[165] 白国荣，郭敏瑞，卢娣，陈国刚，南立军. 冰温贮藏对新疆吊干杏保鲜效果的影响[J]. 食品科学，2019，40(13): 260-266.
BAI Guorong，GUO Minrui，LU Di，CHEN Guogang，NAN Lijun. Improved postharvest quality of apricot (*Prunus armeniaca* L. cv. Diaogan) during storage at near-freezing temperature[J]. Food Science，2019，40(13): 260-266.

[166] 杨娟侠，鲁墨森. 包装对金太阳杏冷藏果实营养价值和鲜活度的影响[J]. 落叶果树，2007(6): 4-5.
YANG Juanxia，LU Mosen. Effects of different packaging patterns on fresh-keeping efficiency of 'Golden Sun' apricot in cold storage[J]. Deciduous Fruits，2007(6): 4-5.

[167] 王英，朱璇，董远德，卓晓. 运输过程中不同包装方式对杏贮藏品质的影响[J]. 农业工程，2013，3(4):61-63.
WANG Ying，ZHU Xuan，DONG Yuande，ZHUO Xiao. Effect of different packing on storage quality of apricot in transportation[J].Agricultural Engineering，2013，3(4): 61-63.

[168] 胡花丽，梁丽松，李鹏霞，王贵禧. 不同包装处理对杏果实贮藏品质的影响[J]. 江苏农业科学，2009(3): 286-288.
HU Huali，LIANG Lisong，LI Pengxia，WANG Guixi. Effects of package treatments on storage quality of apricot fruit[J]. Jiangsu Agricultural Sciences，2009(3): 286-288.

[169] 吕增仁，王秀瑞. 杏加工品种的评选[J]. 河北农业大学学报，1988，11(4): 63-67.
LÜ Zengren，WANG Xiurui. Selection of apricot processed varieties[J]. Journal of Agricultural University of Hebei，1988，11(4): 63-67.

[170] 王玉柱，孙浩元，杨丽，张俊环，姜凤超. 鲜食加工兼用杏新品种'京佳2号'[J]. 园艺学报，2014，41(4): 799-800.
WANG Yuzhu，SUN Haoyuan，YANG Li，ZHANG Junhuan，JIANG Fengchao. A new fresh and processing apricot cultivar 'Jingjia 2' [J]. Acta Horticulturae Sinica，2014，41(4): 799-800.

[171] 马燕，张平，张谦，孟伊娜，邹淑萍，过利敏，张健. 不同太阳能干燥装置制备新疆杏干的对比研究[J]. 新疆农业科学，2014，51(3): 479-484.
MA Yan，ZHANG Ping，ZHANG Qian，MENG Yina，ZOU Shuping，GUO Limin，ZHANG Jian. Primary research on the different solar drying devices for preparing clean dried apricots [J].Xinjiang Agricultural Sciences，2014，51(3): 479-484.

[172] 薛焕焕，张海生，赵鑫帅，薛菁，孙钰涵. 不同提取方法对大扁杏仁油品质的影响[J]. 江苏农业学报，2018，34(2): 439-446.
XUE Huanhuan，ZHANG Haisheng，ZHAO Xinshuai，XUE Jing，SUN Yuhan. Effects of different extraction methods on the oil quality of *Prunus armeniaca* [J].Jiangsu Journal of Agricultural Sciences，2018，34(2): 439-446.

[173] 薛菁，张海生，薛婉瑞. 苦杏仁油脱色工艺优化[J]. 包装与食品机械，2019，37(1): 6-10.
XUE Jing，ZHANG Haisheng，XUE Wanrui. Optimization of decolorization process of bitter apricot oil [J]. Packaging and Food Machinery，2019，37(1): 6-10.

[174] 薛菁，张海生，薛婉瑞. 精炼对苦杏仁油品质及其氧化稳定性的影响[J]. 中国油脂，2019，44(4): 13-16.
XUE Jing，ZHANG Haisheng，XUE Wanrui. Effect of refining on quality and oxidative stability of bitter apricot oil[J]. China Oils and Fats，2019，44(4): 13-16.

[175] 张宁，张馨允，范学辉，张清安. 苦杏仁超声辅助快速脱苦工艺优化[J]. 食品与机械，2018，34(12): 189-194.
ZHANG Ning，ZHANG Xinyun，FAN Xuehui，ZHANG Qing'an. Optimization on fast debitterizing technologies of apricot seed by ultrasound with response surface methodology[J]. Food & Machinery，2018，34(12): 189-194.

[176] SONG Y，ZHANG Q A，FAN X H，ZHANG X Y. Effect of debitterizing treatment on the quality of the apricot kernels in the industrial processing[J]. Journal of Food Processing and Preservation，2018，42(3).

[177] 吴东栋，张清安，范学辉，史芳芳，张宁. 苦杏仁皮中生物活性成分的研究进展[J]. 食品与发酵工业，2019，45(7): 288-293.
WU Dongdong，ZHANG Qingan，FAN Xuehui，SHI Fangfang，ZHANG Ning. Bioactive components of apricot kernel skin[J]. Food and Fermentation Industries，2019，45(7): 288-293.

[178] 张珍. 杏加工副产品提取膳食纤维的研究[J]. 甘肃科技，2003，19(9): 151-152.
ZHANG Zhen. Study on extraction of dietary fiber from apricot processing by-products[J]. Gansu Science and Technology，2003，19(9): 151-152.

[179] 张清安，范学辉，牟朝丽，宋云，唐荣桢. 超临界CO2处理对苦杏仁皮不溶性膳食纤维部分特性的影响[J]. 食品科学，2015，36(6): 1-5.
ZHANG Qing'an，FAN Xuehui，MOU Zhaoli，SONG Yun，TANG Rongzhen. Effect of supercritical CO_2 treatment on properties of insoluble dietary fiber from apricot kernel skins[J]. Food Science，2015，36(6): 1-5.