

远缘杂交仁用杏新品种京仁5号

杨丽^{1,2,3,4}, 张俊环^{1,2,3,4}, 姜凤超^{1,2,3,4}, 张美玲^{1,2,3,4}, 王玉柱^{1,2,3,4}, 于文剑^{1,2,3,4}, 孙浩元^{1,2,3,4*}

(¹北京市农林科学院林业果树研究所, ²农业农村部华北地区园艺作物生物学与种质创制重点实验室, ³北京市落叶果树工程技术研究中心, ⁴国家林业和草原局杏工程技术研究中心, 北京, 100093)

摘要: 京仁5号通过仁用杏品种龙王帽与扁桃品种意大利2号远缘杂交育成。果实卵圆形, 果顶圆凸, 在北京地区7月中下旬成熟; 成熟时果皮底色黄色, 阳面着片状红色, 平均单果质量30.5 g; 果核卵圆形, 壳面较平滑, 平均单核质量2.54 g, 纵横侧径分别为3.28 cm、2.12 cm、1.23 cm; 核仁饱满, 离核, 甜仁, 平均单仁鲜质量1.05 g、干质量0.90 g, 出仁率37.02%; 杏仁脂肪含量435.63 g·kg⁻¹, 蛋白质含量269.84 g·kg⁻¹, 钙含量1.26 g·kg⁻¹, 铁含量24.08 mg·kg⁻¹。丰产稳产, 适应性强, 综合性状优良。

关键词: 仁用杏; 新品种; 京仁5号; 远缘杂交

A new kernel-used apricot cultivar Jingren 5 by distant hybridization

YANG Li^{1,2,3,4}, ZHANG Junhuan^{1,2,3,4}, JIANG Fengchao^{1,2,3,4}, ZHANG Meiling^{1,2,3,4}, WANG Yuzhu^{1,2,3,4}, YU Wenjian^{1,2,3,4}, SUN Haoyuan^{1,2,3,4*}

(¹Institute of Forestry and Pomology, Beijing Academy of Agriculture and Forestry Sciences, ²Key Laboratory of Biology and Genetic Improvement of Horticultural Crops (North China), Ministry of Agriculture and Rural Affairs, ³Beijing Engineering Research Center for Deciduous Fruit Trees, ⁴Apricot Engineering and Technology Research Center of National Forestry and Grassland Administration, Beijing 100093)

Abstract: Kernel-used apricot is outstanding in its resistance to cold, drought and barrenness. It is widely applied in the ecological environment construction of the Three North region in China, and plays an irreplaceable role in the agricultural economy development and natural environment protection of the mountainous areas. Kernel-used apricot industry has a huge scale and potential in China. Compared to foreign excellent almond cultivars, the yield and the average single kernel mass of the main cultivated kernel-used apricot in China are both lower. However, the planting areas of almond are very limited for the difficulty in adapting to climate and environmental conditions in China. In order to get a new germplasm combining advantage of almond and kernel-used apricot in the yield, the quality of kernel, the multi-resistance and wide adaptability, we conducted distant hybridization between kernel-used apricot and almond and obtained F1 progenies. Through evaluation and selection of the hybrid progenies for many years, a series of new varieties of kernel-used apricot were bred including Jingren 5. Jingren 5 derived from the cross of Longwangmao × Italy 2 and as a new cultivar released finally. The plant variety right was granted by the National Forestry and Grassland Administration in April 2023. The fruit of Jingren 5 was ovoid with convex apex and the fruit with yellow ground color and red color on sunny side when mature. The shell was ovoid with smooth shell surface and plump kernel. The average longitudinal diameter, transverse diameter and side diameter of the single shell was 3.28 cm, 2.12 cm and 1.23 cm respectively, and the fresh shell weight 2.54 g. The kernel was sweet and large with average single fresh weight 1.05 g, dry weight 0.90 g, the average longitudinal diameter, transverse diameter and side diameter of

第一作者: 杨丽, 女, 副研究员, 研究方向为杏、李资源收集评价与新品种选育。Tel: 010-82595857, E-mail: yangli8260@126.com

*通信作者: Author for correspondence. Tel: 010-62599649, E-mail: haoyuansun@139.com

基金项目: 北京市自然科学基金面上项目(6232011); 北京市农林科学院创新能力建设专项(No. KJGX20230118); 北京市农林科学

single kernel was 2.19 cm, 1.40 cm and 0.74 cm respectively. The kernel contains fat 435.63 g·kg⁻¹, protein 269.84 g·kg⁻¹, Ca 1.26 g·kg⁻¹ and Fe 24.08 mg·kg⁻¹. The shelling percentage was 37.02 %. In Pinggu district of Beijing, the full-blossom from late March to early April, with the flowering period of 5-7 days; the leaf expansion in mid-to-late April; the fruit ripening in mid-to-late July, the fruit development period was about 105 days; the leaf falling in mid-to-late November, an annual growth period lasted about 220 days. Jingren 5 had strong sprouting power and started to bear fruit in the second year after high grafting. It had good yield and stability without biennial fruiting. For its poor self-flowering ability, the pollinator trees were necessary when planting.

Key words: Kernel-used apricot; New cultivar; Jingren 5; Distant hybridization

仁用杏泛指以种仁为主要用途的杏属植物的总称,包括甜仁和苦仁两大类,其中甜仁类仁用杏又被称为大扁杏,是我国特有的经济林树种。仁用杏广泛分布于我国“三北”地区,由于对寒冷、干旱和贫瘠土壤具有较强的抗性,被誉为“抗旱先锋”,在其它树种不能正常生长的环境中也能获得一定的产量,不仅具有显著的生态效益而且具有一定的经济效益,是山区生态环境建设和农民脱贫致富的首选树种;杏仁营养丰富、用途多样,既可直接食用,也可用作饮料、油料、化妆品、药品及多种食品的重要原材料,是我国传统的出口创汇产品^[1]。据统计,目前我国仁用杏分布面积226万 hm²,其中栽培面积135万 hm²,杏仁年产量30万t左右^[2],产业规模和发展潜力巨大。

选育并推广应用产量高、品质好、抗性强的仁用杏新品种是产业发展的重要基础和根本保障,也是提升种植效益的有效途径。我国的仁用杏育种相关研究起步较晚、进程较慢,目前生产中被普遍认可的甜仁类仁用杏品种仍然以一窝蜂、柏峪扁、龙王帽、优一等传统地方品种为主,新育成的大扁杏良种多为地方品种的实生后代,在产量、单仁重、品质等方面仍然没有明显提高^[1]。

扁桃(*Amygdalus communis* L.)同样以种仁为主要用途,国外扁桃良种的单仁重和产量均大幅高于龙王帽等我国目前主栽的仁用杏品种,但是,由于扁桃难于适应我国大部分地区的生态环境条件,特别是“抽条”现象发生普遍,所以难以达到正常的产量水平,不能实现理想的经济收益^[3-4]。

远缘杂交是创新种质和品种改良的重要技术手段,在果树育种研究领域被广泛应用且成效显著^[5-8],该技术通过导入近缘材料的优良基因资源从而实现品种的遗传改良。为此,本团队率先在国内外开展仁用杏与扁桃远缘杂交,以期培育出兼具仁用杏广泛适应性、良好抗性与扁桃大仁、丰产等优良特性的新种质,为提升我国仁用杏产业发展水平、提高种植效益服务。历经二十余年艰苦努力,克服重重困难,终于成功获得了远缘杂交的后代群体,为创

新种质及仁用杏丰产优质良种的选育奠定了坚实基础^[9-10]，经过对该群体中结果单株连续多年的鉴定、评价和筛选，从中选育出仁用杏系列新品种^[3-4]，京仁5号为其中之一。

1 选育经过

杂交组合配置：2008年，根据育种目标配置杂交组合，母本选择目前我国主栽的仁用杏品种龙王帽、父本则选择引自意大利的扁桃品种意大利2号 (*Amygdalus communis* L.)。
花粉采集与保存：父本花粉于当年4月采自山东泰安，在室内充分干燥后收集至容器中，存放在4℃的干燥条件下备用。
杂交：杂交地点位于北京市延庆区本单位育种基地，当年4月中旬，挑选母树上处于大蕾期的花蕾，人工去雄后授以父本花粉。
杂交种子处理：当年7月下旬，当龙王帽果实充分成熟后将杂交果采下，剥去果肉后将种核收集好，用自来水充分冲洗干净后与消毒好的3倍体积的湿沙混合均匀，放置在3~5℃条件下进行低温层积沙藏处理。
杂交苗培育：当年10月中旬，经过处理的杂交种子开始陆续萌芽，及时将其播种到营养钵中，基质以透水性好的蛭石、草炭为主，混合少量园土；杂交苗在温室中越冬。次年5月，将幼苗移栽至本单位杏育种圃内，地点位于北京市平谷区马坊镇小屯村东，按株行距1m×4m定植，日常管理按常规进行。
评价与筛选：2013年，杂种实生树开始结果，通过对其鉴定评价，将代号P57-113的单株初选为优株，该单株表现出甜仁、丰产、单仁大等优良特性。2014年将该优株进行高接扩繁，嫁接树2015年开始结果，经过连续四年对其进行鉴定和综合评价，优良性状表现稳定；2018年起通过嫁接方式在北京海淀、通州及平谷等地进行区试，多年多地表现良好。
申请与授权：2021年8月申请国家林业和草原局植物新品种权（申请号20210787），2022年6月通过专家现场审查，2023年4月获得植物新品种权（品种权号20230117），定名为京仁5号（图1）。



图1 仁用杏新品种京仁5号

Fig.1 A new kernel-used apricot cultivar Jingren 5

2 主要性状

2.1 经济与品质性状

7月中下旬果实成熟，平均单果重 30.50 g，果实卵圆形，果顶圆凸；成熟后其果皮底色黄，阳面覆盖中等面积片状红色；核卵圆形，壳面较平滑，平均单核质量 2.54 g，纵横侧径分别为 3.28 cm、2.12 cm、1.23 cm；仁饱满，离核，甜仁，出仁率 37.02 %，平均单仁鲜质量 1.05 g、干质量 0.90 g，纵横侧径分别为 2.19 cm、1.40 cm、0.74 cm。杏仁营养丰富，含有多种矿物质、脂肪、蛋白质等人体必需的营养成分（表 1）。完全花比例高，各类型果枝均可结果，丰产稳产，无明显大小年。盛果期树正常年份每 667m²产量 2000 kg 左右。

表 1 龙王帽与京仁 5 号主要经济与品质性状比较

品种 cultivar	平均单核鲜质量(g) Average single stone fresh mass (g)	平均单仁干质量 Average single kernel dry mass(g)	脂肪含量 Fat content (g · kg ⁻¹)	蛋白质含量 Protein content (g · kg ⁻¹)	钙含量 Ca content (g · kg ⁻¹)	铁含量 Fe content (mg · kg ⁻¹)
龙王帽 Longwangmao	2.86	0.84	419.99	234.65	1.42	29.20
京仁 5 号 Jingren 5	2.54	0.90	435.63	269.84	1.26	24.08

2.2 植物学特性

花单生，花萼深紫红色、筒状，花瓣白色，卵圆形，雌蕊显著高于雄蕊，完全花比例高；叶柄长 2.5~3.8cm，蜜腺 1~3 个；叶片尖端夹角直角，先端短尾尖，基部平圆，形状呈卵圆形；叶缘起伏中等，边缘尖锯齿、细密；一年生枝阳面红褐色、阴面黄绿至绿色，多年生枝灰褐色，幼树结果初期发枝力中等；主干条状纵裂；树势中强，树姿较直立。

2.3 物候期

在北京平谷地区，全年生长发育期约 220 d。3月上中旬花芽萌动，3月下旬至4月上旬盛花，花期 5~7 d；4月中下旬展叶；果实发育期 105 d 左右，7月中下旬果实成熟；11月中下旬落叶。

2.4 适应性与抗逆性

适宜在北京地区及与其生态环境条件相似区域种植。在北京地区表现良好：多年没有发生严重的冻花芽或抽条现象，树体和花芽均具有较强的抗寒力；无特殊敏感性病虫害和逆境伤害。

2.5 指纹图谱

基于 SSR 分子标记技术，利用筛选出的 4 对引物（表 2）构建对照品种龙王帽和京仁 5 号的指纹图谱，两个品种在其中位点 1、位点 3、位点 4 的等位变异均为杂合，龙王帽分别为 204bp 和 234bp、172bp 和 179bp、139bp 和 143bp，京仁 5 号分别为 189bp 和 204bp、150bp 和 179bp、131bp 和 139bp；在位点 2 的等位变异为纯合，扩增片段大小为 181bp，4 个位点的等位变异共同构成其特征指纹图谱（表 3）。

表 2 用于分子鉴定的 SSR 引物序列

Table 2 SSR primer sequences for molecular identification

位点	正向引物 (5'→3')	反向引物 (5'→3')
Locus	Forward primers (5'→3')	Reverse primers (5'→3')
SSR 1	CTGCTCTCACTCAACTCAATGC	CTCCCCTACCCCTCTGTATCTC
SSR 2	CATGAACAGGGTCAAAGCA	TATATCCTTACGCGGCCTCA
SSR 3	CAGAGTGCCCTCAGAGATTG	TCCGTCGTCTTCACTGATTT
SSR 4	GCTGATGGGTTTTATGGTTTC	CGGACTCTTATCCTCTATCAACA

表 3 龙王帽与京仁 5 号的 SSR 指纹图谱

Table 3 SSR fingerprint of Longwangmao and Jingren 5

品种 cultivar	等位变异 Allelic variation/bp			
	位点 1 Locus1	位点 2 Locus2	位点 3 Locus3	位点 4 Locus 4
龙王帽 Longwangmao	204/234	181/181	172/179	139/143
京仁 5 号 Jingren 5	189/204	181/181	150/179	131/139

3 栽培技术要点

3.1 园地与苗木选择

园地应避免前茬种植过核果类果树的“重茬”地及晚霜危害易发生的低洼地等区域，选择在光照充足、排水良好的地块儿建园；选择优质的嫁接苗进行定植。

3.2 定植技术

定植前整地，施足底肥浇透水，每 666.7 m² 施肥量 2000~3000 kg。定植时应将嫁接接口处的绑条解除，并使接口高于地面。定植时间可选择秋季落叶后或春季萌芽前，定植密度依立地条件和树形选择而异，一般株行距为 2~3m×4~5m。由于自花结实率较低，应按照 1:7

左右的比例配置授粉树，授粉树可选择柏峪扁、优1等花期相同、花粉量大、授粉亲和的品种。定植后应立即灌足水并及时定干，定干高度60~80 cm。

3.3 土肥水管理

施肥以幼树少施、盛果期大树多施为原则。施肥分基肥与追肥，基肥以有机肥和腐熟的农家肥为主，在秋季施用；追肥以氮、磷、钾肥配合使用，在生长季依据树体生长情况适当施用，7月前主要追施氮肥，7月后为了促进花芽分化，主要追施钾肥。一般基肥每666.7 m²施用量2000 kg左右，施肥方式可采用放射状、条状或环状沟施。灌水应以满足树体生长需求为原则，宜在树体生长和果实发育的关键时期进行，一般萌芽前、硬核期、土壤上冻前结合秋施基肥各灌水1次；雨季为避免涝害发生，降雨后应及时排水。生长季注意控制杂草生长，可采用行间生草、树盘覆盖等措施，秋季结合施基肥进行土壤翻耕。

3.4 花果管理

由于杏花期早，易遭遇晚霜危害，应关注天气预报，采用熏烟、风机、防风墙及防风障等措施加以预防；由于坐果量大，应注意合理负载，必要时进行疏花疏果，以利连年丰产；由于自花结实率低，应通过授粉树配置、人工授粉、花期放蜂等技术措施促进产量提高；由于采收过早会导致杏仁发育和营养物质积累不充分，应适时采收。

3.5 整形修剪技术

修剪应注意冬剪与夏剪相结合，通过夏季修剪可有效改善树体通风透光条件，利于结果枝和结果枝组的培养，并促进花芽分化和产量与品质的提高。树形可选择疏散分层形或者自然圆头形，幼树以整形为主；结果期树以调节树体结构为主，以利产量保持、连年丰产；衰老期树则以更新复壮为主。

3.6 病虫害防治

增强树势，以提高树体对病虫害和逆境伤害的抵抗能力；冬季清园后、早春萌芽前用浓度5° Bé的石硫合剂喷布树体；在防治重点时期如萌芽前、开花后、结果期，应根据发生病虫害的具体情况及时、有针对性地采取措施进行防治；修剪后为了防止病虫害的传播，应立即将病虫枝清理干净；日常应注意防控天牛、杏仁蜂、食心虫、杏疗病、流胶病等杏树常见病虫害。

（致谢：感谢山东省泰安市泰山林科院张文越老师协助采集扁桃花粉）

参考文献 References:

- [1] 杨丽, 王玉柱, 张俊环, 姜凤超, 张美玲, 孙浩元. 基于主成分分析的仁用杏优系核仁外观品质性状评价[J]. 北方园艺, 2023 (17): 35-40.
- YANG Li, WANG Yuzhu, ZHANG Junhuan., JIANG Fengchao, ZHANG Meiling, SUN Haoyuan. Evaluation of appearance quality traits of kernel-using apricot superior lines based on principal component analysis[J]. Northern Horticulture, 2023 (17): 35-40.
- [2] 李芳东, 乌云塔娜, 朱高浦. 仁用杏实用栽培技术[M]. 北京: 中国林业出版社, 2019.
- LI Fangdong, Wuyuntana, ZHU Gaopu. Practical cultivation techniques of kernel-used apricot [M]. Beijing: China Forestry Press, 2019.
- [3] 张美玲, 杨丽, 王玉柱, 张俊环, 姜凤超, 于文剑, 孙浩元. 仁用杏新品种京仁 3 号的选育[J]. 中国果树, 2023 (06): 89-91.
- ZHANG Meiling, YANG Li, WANG Yuzhu, ZHANG Junhuan, JIANG Fengchao, YU Wenjian, SUN Haoyuan. A new kernel-used apricot cultivar Jingren 3 [J]. China Fruit, 2023 (06): 89-91.
- [4] 杨丽, 王玉柱, 张俊环, 姜凤超, 张美玲, 于文剑, 孙浩元. 远缘杂交仁用杏新品种京仁 4 号[J]. 果树学报, 2023, 40 (10): 2287-2290.
- YANG Li, WANG Yuzhu, ZHANG Junhuan, JIANG Fengchao, ZHANG Meiling, YU Wenjian, SUN Haoyuan. A new kernel-used apricot cultivar Jingren 4 by distant hybridization[J]. Journal of Fruit Science, 2023, 40 (10): 2287-2290.
- [5] 王永清, 杜奎, 杨志武, 陶炼, 杨岑, 范建新, 邓仁菊. 果树远缘杂交育种研究进展[J]. 果树学报, 2012, 29 (3): 440-446.
- WANG Yongqing, DU Kui, YANG Zhiwu, TAO Lian, YANG Cen, FAN Jianxin, DENG Renju. Advances in the studies of distant hybridization in fruit crops[J]. Journal of Fruit Science, 2012, 29 (3): 440-446.
- [6] 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 年一杏[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.
- [7] 杨丽, 王玉柱, 李锋, 孙浩元, 张艳波, 张俊环, 姜凤超, 张美玲. 远缘杂交培育李杏砧木研究初探[J]. 中国果树, 2021 (09): 25-29.
- YANG Li, WANG Yuzhu, LI Feng, SUN Haoyuan, ZHANG Yanbo, ZHANG Junhuan., JIANG Fengchao, ZHANG Meiling. Exploration of rootstock breeding of plum (*Prunus salicina* L.) and apricot (*Prunus*

armeniaca L.) by distant hybridization t[J]. *China Fruit*, 2021 (09): 25-29.

- [8] 赵秀梅, 李红旭, 王发林, 牛如萱, 王晨冰, 李宽莹. 杏李远缘杂交新品种‘陇缘红’的选育[J]. *果树学报*, 2021, 38 (3): 447-450.
- ZHAO Xiumei, LI Hongxu, WANG Falin, NIU Ruxuan, WANG Chenbing, LI Kuanying. A new very early-ripening of distant hybridization between plum and apricot cultivar‘Longyuanhong’ [J]. *Journal of Fruit Science*, 2021, 38 (3): 447-450.
- [9] 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 (09): 1642-1660.
- ZHANG Qiuping, LIU Weisheng. Advances of the apricot resources collection, evaluation and germplasm enhancement[J]. *Acta Horticulturae Sinica*, 2018, 45 (09): 1642-1660.
- [10] 张俊环, 张美玲, 姜凤超, 杨丽, 孙浩元, 王玉柱. 不同种和品种杏资源种仁中的重要营养组分评价[J]. *中国果树*, 2021 (02) : 49-54.
- ZHANG Junhuan, ZHANG Meiling, JIANG Fengchao, YANG Li, SUN Haoyuan, WANG Yuzhu. Evaluation of important nutrient components in kernels of different species and cultivars of apricot resources [J]. *China Fruit*, 2021 (02): 49-54.