

# 我国红果肉猕猴桃育种研究现状与展望

韩明丽, 张志友, 赵根, 陈丽萍, 李艳冬

(湖州市农业科学研究院, 浙江 湖州 313000)

**摘要:** 简要介绍了我国猕猴桃科研工作者利用实生选种、杂交育种、芽变选种等方法从中华猕猴桃、美味猕猴桃、软枣猕猴桃、河南猕猴桃中选育出的近 30 个红果肉猕猴桃品种(系); 并对已选育出的品种(系)的主要经济性状、育种方法进行了具体分析; 同时对今后育种研究提出了应积极选育果大全红型新品种、大力加强现代育种技术的应用、充分利用我国丰富的种质资源、收集保存红果肉猕猴桃种质资源等建议。

**关键词:** 红果肉猕猴桃; 新品种; 选育; 研究

**中图分类号:** S 663.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2014)01-0182-06

猕猴桃属猕猴桃科(Actinidiaceae)猕猴桃属(*Actinidia*)藤本植物, 是 20 世纪人工驯化栽培野生果树最有成就的四大果种之一<sup>[1]</sup>。全世界现有猕猴桃属植物 66 种, 约 118 个分类单位(变种、变型), 其中 62 个种原产我国<sup>[2-3]</sup>。据调查, 截至 2009 年, 我国已培育出 100 多个猕猴桃优良品种(系)<sup>[4]</sup>。从 1997 年世界上第一个红果肉猕猴桃品种“红阳”猕猴桃通过四川省农作品种审定以来, 便拉开了红果肉猕猴桃研究的序幕<sup>[5-6]</sup>。近年来, 陆陆续续有很多红果肉猕猴桃新品种(系)被选出。这些优良品种(系)的选出, 为丰富我国猕猴桃品种资源和新品种选育奠定了坚实基础。红果肉猕猴桃主要分布在四川、湖南、陕西、河南、江苏等省, 栽培面积也在逐年增加<sup>[7]</sup>。红果肉猕猴桃卓越的营养价值和特殊经济性状, 已成为猕猴桃产业发展的新亮点。现根据国内红果肉猕猴桃研究的大量文献, 介绍了我国红果肉猕猴桃遗传育种研究现状, 并对今后的新品种选育工作提出了几点建议。

## 1 我国选育的红果肉猕猴桃新品种(系)

### 1.1 红果肉猕猴桃新品种(品系)的主要来源

我国选育的红果肉猕猴桃新品种(品系)主要来源于中华猕猴桃(*Actinidia chinensis*)的红肉变种红肉猕猴桃(*Actinidia chinensis* var. *rufopulpa*)、美味猕猴桃(*Actinidia deliciosa*)的红心变种彩色猕猴桃(*Actinidia deliciosa* var. *coloris*)、软枣猕猴桃(*Actinidia arguta*)的变种紫果猕猴桃(*Actinidia arguta* var. *purpurea*)和陕西猕

猴桃(*Actinidia arguta* var. *giraldii*)、河南猕猴桃(*Actinidia henanensis*)<sup>[8-9]</sup>。其中以中华猕猴桃和美味猕猴桃的经济利用价值最高, 选育出的红果肉猕猴桃新品种(系)最多。

### 1.2 红果肉猕猴桃新品种(系)选育的主要成就

在我国有很多已存在但未被开发研究的红果肉猕猴桃资源。早在 1978 年, 我国科研人员就发现了彩色猕猴桃单株, 但当时并未引起重视<sup>[10]</sup>。1982 年, 湖南省桑植县从野生的中华猕猴桃中选出 1 株红果猕猴桃, 果实呈长卵圆形, 平均单果重 84 g, 最大果重 102 g, 果心呈紫红边, 肉软味浓, 总糖含量 6.86%, 总酸含量 1.95%<sup>[1]</sup>。湘北和湘西南有 1 种红心大果猕猴桃, 果实呈长卵圆形, 平均单果重 84.82 g, 最大果重达 102.2 g, 最小果重为 53.2 g, 果呈红褐或棕褐色, 果肉黄绿, 质细、柔软多汁, 风味酸甜适口<sup>[11]</sup>。

20 世纪 70 年代以来, 我国有很多科研工作者致力于红果肉猕猴桃新品种(系)选育研究工作。课题组从现有的科技文献中罗列出我国科研人员利用实生选种、芽变选种、杂交育种等手段, 选育出的近 30 个优良品种(系)<sup>[5-6, 12-34]</sup>(表 1~2)。除此之外, 还有部分新品种(品系), 因不能查到完整的经济性状表述, 故未能列入此表中。比如, 利用“红阳”的芽变, 经过 6 a 的嫁接繁殖和稳定性试验选育而成“金红”; 扬州杨氏猕猴桃科学研究所的“杨氏金红 50 号”; 以伏牛山区中发现的野生软枣猕猴桃“仙人枣”的雌株与雄株杂交授粉后, 经过 7 代砧木嫁接, 从嫁接植株群体中经多年选育而成的紫红色软枣猕猴桃品种“红艳”; 中国科学院武汉植物园的“红昇”等, 以上品种正在申请农业部品种权保护。扬州杨氏猕猴桃科学研究所“红阳”为母本进行人工杂交育种组合, 经过 13 a 选育, 已成功培育出一系列红果肉猕猴桃新品

**第一作者简介:** 韩明丽(1985-), 女, 硕士, 农艺师, 现主要从事果树栽培技术与推广工作。E-mail: winzju@163.com.

**基金项目:** 湖州市农业科技计划资助项目(2011YN04)。

**收稿日期:** 2013-09-30

系。罗有良等<sup>[35]</sup>通过红心猕猴桃‘HX2’的实生后代获得了9个红心单株,其中3个单株果实较大,平均单果重60~72 g,果形均为卵形,外形美观,可溶性固形物含量高(17.4%~19.8%),风味品质优异,综合性状远超过其母代。

## 2 选育的主要经济性状

### 2.1 果肉红色

特异品质育种一直是中国猕猴桃科研工作者育种的主要目标之一。红色的果肉不仅美观,而且容易引起食欲,深受消费者欢迎。由表1、2可以看出,从中华猕猴桃和美味猕猴桃选出的新品种(系)多数是果心部分呈现红色,横切面红色素呈放射状分布,从软枣猕猴桃和

河南猕猴桃实生选种“红阳”芽变中得到的新品种(系)果皮、果肉、果心均为红色。

### 2.2 丰产优质,耐贮藏

红果肉猕猴桃新品种(系)适宜种植在高海拔地区,昼夜温差大,产量高,果实品质好。如“红美”花量大,坐果率高,定植第4~5年可进入盛果期,每株结果200个左右,株产约15 kg,每667 m<sup>2</sup>产量1500 kg左右<sup>[15]</sup>;“红华”定植第5年可进入盛果期,株产20 kg以上,每667 m<sup>2</sup>产量为1500~2000 kg,果实在常温下后熟期20 d左右,在冷藏1℃条件下后熟期100~120 d<sup>[16]</sup>;“楚红”成花能力强,结果能力强,定植第4年平均株产32 kg左右,丰产性、稳产性好<sup>[12-14]</sup>;“晚红”室温下可贮藏40 d

表1 我国选育的红果肉猕猴桃品种

品种	选育单位	品种来源	选育方法	审定时间	主要经济性状
“红阳” <sup>[5-6]</sup>	四川省自然资源研究所	红肉猕猴桃	实生选种	1997年	平均单果重70~90 g,最大单果重150 g;果实呈短圆柱形,果皮绿色,生育期135 d左右,果肉黄绿色,果心鲜红色;早果性、丰产性和抗逆性强,抗病虫害能力较强
“楚红” <sup>[12-14]</sup>	湖南省农业科学院园艺研究所	野生中华猕猴桃	实生选种	2004年	平均单果重80 g,最大单果重121 g;果实呈长椭圆形或椭圆形,果皮深绿色,无毛,果肉绿色,果心黄色子房红色;果实早熟,在高海拔地区,果肉红色更鲜艳
“红美” <sup>[15]</sup>	四川省自然资源研究所 四川省苍溪县猕猴桃研究所	野生美味猕猴桃	实生选种	2004年	平均单果重73 g,最大单果重100 g;果实呈圆柱形,果皮黄褐色,密生黄棕色硬毛;种子外侧果肉红色,横切面红色素呈放射状分布,可直达果实两端;口感好,易剥皮;晚熟,丰产,抗逆性强
“红华” <sup>[16]</sup>	四川省自然资源研究所等	母本:红肉猕猴桃 父本:美味猕猴桃	杂交育种	2004年	平均单果重97.12 g,最大单果重137 g;果实呈长椭圆形,果皮黄褐色,有茸毛,果肉沿中轴呈放射状鲜红色;中熟,丰产
“龙藏红”	隆回县湘禾猕猴桃开发 专业合作社	野生中华猕猴桃	实生选种	2004年	平均单果重70~80 g,最大单果重125 g;果实呈圆柱形,果皮褐绿色,果面光滑无毛,果实近中央部分中轴周围呈艳丽的红色;鲜食加工均可,抗逆性强,较耐贮藏,特早熟
“和平红阳”	仲恺农业技术学院生命科学院 和平县水果研究所	红肉猕猴桃“红阳”	实生选种	2006年	平均单果重56.5 g;果实呈圆柱形兼倒卵形,果肉黄色红心,果皮褐绿色;中迟熟品种,丰产,货架期长
“红宝石星” <sup>[17-18]</sup>	中国农业科学院郑州果树研究所	野生河南猕猴桃	实生选种	2008年	平均单果质量18.5 g,最大单果重34.2 g;果实呈长椭圆形,果面光洁无毛,种子小且多;果皮、果肉和果心均为玫瑰红色,带皮鲜食,适于加工成红色果酒、果醋、果汁等;不耐贮藏,成熟度不一致
“天源红” <sup>[19-20]</sup>	中国农业科学院郑州果树研究所	野生软枣猕猴桃	实生选种	2008年	平均单果重为12.02 g;果实呈卵圆形,果面光洁无毛,果皮、果肉和果心均为红色;果实味道酸甜适口,可溶性固形物含量为16%;缺点:坐果率低
“晚红” <sup>[21]</sup>	陕西省宝鸡市陈仓区桑果工作站	红肉猕猴桃“红阳”	实生选种	2009年	平均单果重91 g,最大单果重132 g;果实呈长椭圆形,果面绿褐色,皮厚,被褐色软毛;果实生育期160 d左右,果肉黄绿色,红心;中晚熟,耐贮藏
“满天红” <sup>[22]</sup>	中国科学院武汉植物园	种间杂交	实生选种	2009年	平均单果重72 g;果实为长卵圆形,果皮淡褐色无毛,果顶微凸,果蒂平,黄褐色,果肉黄色,种子红褐色;观赏与食用兼备的品种
“湘吉红” <sup>[23]</sup>	吉首大学生物资源与 环境科学学院	野生中华猕猴桃	实生选种	2010年	平均单果重70~80 g;果实呈圆柱形,果壁薄,绿褐色,果毛稀少,柔软易脱;单性结实特性,无籽,果心淡黄色,横切面内侧果肉鲜红色,呈放射状排列,外侧果肉黄绿色;抗病虫害能力较强
“源红” <sup>[24]</sup>	湖南省农业科学院园艺研究所 长沙楚源果业有限公司	红肉猕猴桃“红阳”	实生选种	2011年	平均单果重约60 g;果实呈卵圆形,果面光洁无茸毛,果皮深绿色,中轴周围呈红色,果肉底色为黄色,中轴部位呈白色;早熟,贮藏性优异;耐热性强,抗病虫害能力较强
“红什1号” <sup>[25]</sup>	四川省自然资源科学研究院	母本:“红阳” 父本:“SF1998M”	杂交育种	2011年	平均单果重85.5 g;果实呈椭圆形,果顶浅凹或平坦,果皮黄褐色,果肉黄色,子房鲜红色,呈放射状;抗旱性和抗病力较强,抗涝力较弱,早中熟,雌性品种
“乐业红心” <sup>[26-27]</sup>	乐业县水果生产技术指导站	母本:“红阳” 父本:野生美味猕猴桃	杂交育种 实生选种	2012年	平均单果重84.2 g,最大单果重141 g;果顶浅凹,梗柱浅,果面绿褐色,皮厚,被褐色软毛;熟后果肉黄绿色,横剖面沿果心有紫红色线条呈放射状;抗风力较强,有较强的抗逆性
“杨氏金红1号”	扬州杨氏果业科技有限公司	母本:“红阳” 父本:“中华雄株13号”	杂交育种 实生选种	2012年	平均单果重90 g,最大果重115 g;果实呈圆柱形,果皮浅黄褐色,果面中上部光滑,果脐凹,果肉黄,沿果轴的子房呈红色放射状,肉质细,有韧性;获得江苏省良种审定
“东红”	中国科学院武汉植物园	“红阳”自交	实生选种	2012年	平均果重65~75 g,最大果重112 g;果实呈长圆柱形,果面绿褐色或黄绿色,稀生短茸毛,易脱落,果肉黄色红心,且红色艳丽,获得国家良种审定

表 2

我国选育的红果肉猕猴桃品系

品系	选育单位	来源	选育方法	选出时间	主要经济性状
‘86-3’ <sup>[28-29]</sup>	四川农业大学林学院园艺学院	“红阳”	芽变选种	1997 年	平均单果 30 g;果实呈圆柱形,果皮棕褐色,果实全红且色泽比“红最”深,变异性状稳定;果实风味、甜度不及母株“红最”
“东源红” <sup>[30]</sup>	四川省苍溪县东溪镇猕猴桃生产办公室	母本:“新观 2 号” 父本:“红阳”	杂交育种	1999 年	平均单果重 150~180 g,最大果重 200 g;果实呈圆柱形,果皮棕黄色,易剥皮,果肉黄红色,鲜食与加工均佳;丰产耐贮,晚熟;树体抗药性弱
“龙山红” <sup>[31-32]</sup>	四川省自然资源科学研究院	野生彩色猕猴桃	实生选种	2004 年	平均单果重 65.59 g;果实呈长椭圆形,果皮褐色,果顶部平坦或稍凸,心室部分果肉淡红色;果实较耐贮藏;雌雄同体且充分发育的两性花株系;抗寒、抗病和抗湿
“红什 2 号”	四川省自然资源科学研究院 四川华胜农业股份有限公司	母本:“红阳” 父本:“SF0612M”	杂交育种 实生选种	2007 年	平均单果重 77.64 g;果顶浅凹,果皮绿褐色,较“红什 1 号”有光泽;于 2013 年 3 月申请品种权保护
“SF-F0807” <sup>[33]</sup>	四川省自然资源科学研究院	母本:“红阳” 父本:“SF0612”	杂交育种	—	平均单果重 44.04 g,果实呈长梯形,果顶部浅凹,果皮黄褐色,耐碰撞,果肉红色不及“红最”,贮藏性优于“红最”;抗病虫害
“SF-F0809” <sup>[33]</sup>	四川省自然资源科学研究院	母本:“红阳” 父本:“SF0612”	杂交育种	—	平均单果重 58.60 g,果实呈广椭圆形,果顶部深凹,果皮绿褐色,粗糙,耐碰撞,果肉色泽更鲜艳;贮藏性不及“红最”
“SF-F0810” <sup>[33]</sup>	四川省自然资源科学研究院	母本:“ChuanMi3” 父本:“红阳”	杂交育种	—	平均单果重 59.51 g,果实呈圆柱形,果顶部深凹,果皮暗褐色,果肉红色不及“红最”;贮藏性优于“红最”
“SF-HY-0201” <sup>[34]</sup>	四川省自然资源科学研究院	母本:“红阳” 父本:不详	杂交育种 实生选种	—	平均单果重 54.79 g;果实呈广椭圆形,顶部形状浅凹,果皮绿褐色,粗糙,耐碰撞;维生素 C 含量高于“红最”;抗病虫害

左右,在 0.5℃冷藏条件下可贮存 4 个月,果实软熟后仍能维持可食状态 2 周以上,较“红阳”长 1 周<sup>[21]</sup>;“源红”猕猴桃结果能力强,丰产性好,成年园单产 2 000 kg/667m<sup>2</sup> 左右,维生素 C 含量高达 204~258 mg/100g,在 0℃条件下贮藏 6 个月,几乎无腐烂现象发生<sup>[24]</sup>。

### 2.3 抗逆性强

我国选育的红果肉猕猴桃品种多具有适应国内生态环境的抗干旱、耐高温、抗寒、抗病等特性。如“源红”,耐热性强,在长沙地区,7~9 月高温季节落叶较少,无落果现象,8 月上旬落叶率为 8.6%,9 月上旬落叶率为 35.2%,远低于现有的其它品种<sup>[24]</sup>,避免了夏季高温的危害。新品系“龙山红”,可种植于海拔 1 100 m 处,在周围其它猕猴桃感染溃疡病和根腐病情况下,从未受到过传染,具有抗寒、抗病和抗湿的特性<sup>[31-32]</sup>。新品种“楚红”,抗高温干旱能力强,越是在高海拔地区,果肉红色越加鲜艳<sup>[14]</sup>。“乐业红心”抗风力强,耐瘠薄,在当地适应性强,适合在高海拔地区种植<sup>[26]</sup>。“湘吉红”抗病虫害能力较强<sup>[23]</sup>,与“红阳”相比,“晚红”抗高温干旱能力及对溃疡病抗性水平要高<sup>[21]</sup>。

### 2.4 不同成熟期

尽管目前所选育红果肉猕猴桃品种还不是很多,但是早、中、晚不同成熟期的品种均有。如从野生中华猕猴桃选育出的“龙藏红”为特早熟品种,“红阳”、“楚红”、“源红”、“红什 1 号”、“乐业红心”早熟品种,“晚红”、“广东红阳”、“红美”、“东源红”为晚熟品种。这些不同成熟期的品种,对丰富我国猕猴桃市场,延长货架期有着重要的意义。

### 2.5 其它特性

两性花株系:迄今为止,人们所观察到的雌雄同体猕猴桃植株皆为雄株,而“龙山红”是雌雄同体植株中的雌株。这是首次发现雌雄同体且充分发育的两性花猕

桃品种,也是我国第一个红果肉猕猴桃品种,在理论上和生产上都具有重要意义<sup>[31]</sup>。观赏和食用兼备品种:中科院武汉植物园从猕猴桃实生后代中选育而成的优良新品种“满天红”,是观赏与鲜食兼得的新品种,适宜在旅游景区、公园及西部适宜地区农村生态家园中大力推广<sup>[22]</sup>。单性结实无籽品种:吉首大学从野生中华猕猴桃中经多代无性繁殖选育出无籽猕猴桃雌株“湘吉红”,具备单性结实特性,果肉横切面内侧呈鲜红色,属于特优稀有新品系,具有开发价值<sup>[23]</sup>。

## 3 育种途径和方法

### 3.1 实生选种

实生选种是国内外进行猕猴桃新品种选育的主要方法。从表 1 可以看出,我国大部分已经审定的红果肉猕猴桃品种都是通过实生选种获得的。

### 3.2 杂交育种

猕猴桃雌雄异株,个体基因型高度杂合,有效地选配杂交亲本组合不仅可缩短杂交育种年限,而且可利用亲本性状互补,把双亲的优良性状综合在杂种后代同一个体上;同时通过远缘种间杂交技术,可以获得分离较大的群体及超亲类型,将一些野生种质资源的特异优质、抗性性状引入栽培种<sup>[36]</sup>。如以“红阳”为母本,以野生美味猕猴桃为父本杂交选育出“乐业红心”,早熟,具有较强的抗逆性<sup>[26]</sup>;以美味猕猴桃“新观 2 号”为母本、中华猕猴桃“红阳”为父本,育出了红肉的猕猴桃品系“东源红”,继承了母本晚熟的遗传性状,平均单果重 150~180 g<sup>[30]</sup>;以中华猕猴桃的变种红肉猕猴桃为母本,美味猕猴桃为父本杂交选育出“红华”,改进了“红阳”品种果实偏小的性状<sup>[16]</sup>;以“红阳”为母本,以“SF1998M”为父本选育出“红什 1 号”,抗旱性和抗病力均较强<sup>[25]</sup>。

### 3.3 芽变选种

理论和实践证明,猕猴桃芽变的频率较高,同一株



上同一性状可存在多种表现型。如:‘86-3’芽变系是在“红阳”的无性繁殖后代中发现 1 个果肉全红且色泽比“红阳”深的优良嫁接单株<sup>[28]</sup>。

#### 4 我国猕猴桃新品种选育建议

##### 4.1 积极选育果大、全红型新品种

红色是红果肉猕猴桃推向国内外市场并倍受欢迎的关键特性,但是我国选育的大部分品种仅仅是果心部分呈现红色,而并非为全红色。“红宝石星”和“天源红”2 个品种,虽然果皮、果肉和果心均为红色,但是存在果实偏小的问题。“红阳”猕猴桃芽变系“86-3”平均单果重只仅有 30 g。在 1998 年,新西兰科学家用软枣猕猴桃与黑蕊猕猴桃杂交,选出味甜、红心猕猴桃新品种,单果重也仅有 15 g<sup>[37]</sup>。Cheng 等<sup>[38]</sup>利用父本和母本均为红色的猕猴桃杂交得到的果实呈现不同程度的红色,深红色的果实所含可溶性固形物、干物质的含量要高,但果实偏小,红色性状与单果重是呈负相关,但相关系数较小。

国内外研究学者也已经致力于猕猴桃果实红色性状调控机制的研究。现已查明,红果肉猕猴桃着色程度的大小与花青素的表达有关,主要包括飞燕草素-3-[2-(木糖)-半乳糖苷]、飞燕草素-3-半乳糖苷、矢车菊素-3-[2-(木糖)-半乳糖苷]、矢车菊素-3-半乳糖苷以及矢车菊素-3-葡萄糖苷<sup>[39-43]</sup>。Cheng 等<sup>[38]</sup>研究认为红色性状是受多基因控制的;满玉萍等<sup>[42]</sup>的研究结果显示,AcMYB 基因在“红阳”猕猴桃中的表达量与花青素含量呈正相关,推测该基因在调控花青素合成的过程中起着重要作用;杨俊等<sup>[44]</sup>认为 AcDFR1 和 AcDFR2 二者可能参与了调控红果肉猕猴桃中花青素的积累;杨红丽等<sup>[45]</sup>利用 SMART 技术构建了“红阳”内果皮组织的全长 cDNA 文库,此文库的构建有助于克隆与次生代谢相关的基因,并一个花青素途径的结构基因 AcF3H,其 cDNA 序列长 1 369 bp。除了受遗传基因的调控外,红色性状的稳定性也受环境因素的影响极大。在不同地区及不同海拔条件下栽培的果实着色程度不同,如在四川苍溪栽培的“红阳”着色深,而在武汉、长沙等地区栽培时几乎没有红色<sup>[42]</sup>。在中低海拔地区、夏季高温地区红色性状易减退甚至完全消失。

另有研究显示“红阳”猕猴桃杂交后代果肉有向着呈非红色偏离母本的遗传趋势<sup>[45-47]</sup>。由此可见,猕猴桃果肉红色性状的调控是非常复杂的机制,还有待进一步研究。所以如何选育出大果、全红型且红色性状稳定的新品种(系),是摆在科研工作者面前的一个重大课题。在今后猕猴桃品种选育过程中,不仅要选育具有良好经济性状和抗逆性品种,还要加强选育大果型、全红型品种、无籽品种、加工专用等优良品种。

##### 4.2 大力加强现代育种技术的应用

我国选育的红果肉猕猴桃品种(系)主要采用的是

传统育种的方法,所以育种年限相对较长。而现代育种技术的应用,可以加速育种进程,缩短育种时间。传统育种得到的一些优良种质、育种材料结合体细胞无性系变异、原生质体培养与融合、基因克隆、遗传转化技术、分子标记等技术能够更快、更有效地获得目标性状,培育出具有许多特异性状的优良品种。

Wang 等<sup>[48]</sup>研究表明,表型性状和部分 SSR 标记可以用来筛选红果肉猕猴桃品种,并筛选到 12 对 SSR 标记可以用于区分 4 个品种及各自的基因多样性;宁允叶等<sup>[28]</sup>以 10 bp 的随机引物,通过 PCR 技术对猕猴桃全红芽变系“86-3”及对照品种“红阳”的基因组 DNA 进行扩增,探讨芽变系遗传物质的变化,结论是用 4 种引物 SI07、S84、S157、AY17 分别所得特异性 RAPD 片段可用于全红芽变嫁接苗木纯度的早期鉴定。在国内外红肉猕猴桃花青素途径的部分基因已经被克隆,研究人员正在解析这些基因及其调节因子的表达及作用模式<sup>[44-45,49]</sup>。宛平<sup>[50]</sup>以“红阳”猕猴桃带芽茎段和叶片为外植体为材料,成功的建立了一个高效的“红阳”猕猴桃农杆菌介导的遗传转化体系,并得到了 47 株潮霉素抗性植株,为通过分子生物学的手段来研究和改良“红阳”猕猴桃提供了一个很好的技术平台。据报道新西兰 HortResearch 公司和 Genesis 研究开发有限公司的科学家将完成世界上最大的猕猴桃 DNA 序列集,育种专家可利用这些基因数据开发具有更好的抗病性及优良特性的猕猴桃新品种<sup>[8]</sup>。

##### 4.3 充分利用我国丰富的种质资源

罗有良等<sup>[35]</sup>研究表明,“红阳”猕猴桃的杂交后代,果肉颜色出现丰富的变异类型,是选育其它果肉颜色类型优质新品种的良好亲本材料。我国选育的红果肉猕猴桃品种大多也是通过“红阳”的芽变或者与其它种猕猴桃杂交获得的,但是,由于选育出很多品种(品系)之间遗传基因和表型性状相近,狭小的遗传基础及遗传均质性将会导致猕猴桃产业的脆弱性和危险性。在今后的育种中,应着重开发新的红果肉猕猴桃资源,如河南猕猴桃和软枣猕猴桃,充分利用我国丰富的资源开拓新的研究领域和研究方向。

##### 4.4 收集保存红果肉猕猴桃种质资源

我国的红果肉猕猴桃资源丰富多样,但是由于自然资源的不合理利用和生态环境的恶化,越来越多的物种陷于濒危甚至灭绝的境地。据调查,受威胁的猕猴桃种类有 20 多个,其中包括河南猕猴桃<sup>[51-52]</sup>。我国在广西和武汉建立了 2 个猕猴桃种质资源圃,收集保存了若干种质资源,初步建立了一个猕猴桃种质资源管理信息系统,为开展猕猴桃选育工作创造了良好的条件<sup>[53]</sup>。因此在对野生物种进行研究的同时,要注重收集和保护这些资源,达到“在利用中保护,在保护中利用”的目的,实

现红果肉猕猴桃育种的可持续发展。

## 5 我国红果肉猕猴桃产业前景展望

经过近 30 a 的研究,我国猕猴桃品种选育成绩显著,特别是经济利用价值较高的美味猕猴桃、中华猕猴桃。一些具有优良性状的新品种,已经在生产中推广开来,例如“红阳”。虽然我国现人工栽培的猕猴桃面积已达 4.31 万  $\text{hm}^2$ <sup>[54]</sup>,但是绝大多数仍然为传统的黄果肉和绿果肉品种。今后应通过电视、网络、报纸等加大对于红果肉猕猴桃新品种宣传推广,建立红果肉猕猴桃良种区试基地,实现良种区域化,建立良种繁育基地,积极推进猕猴桃产业化进程,扩大红果肉猕猴桃的栽培面积。果品除了鲜食销售外,还可以针对果实不同特点进行包装和加工,制作成果汁、果酱、果酒等,或者开发高档的营养保健食品<sup>[55]</sup>。对于小果型的红果肉品种,如“红宝石星”和“天源红”可以考虑整果装罐,形成猕猴桃整果罐头。Sun-Waterhouse 等<sup>[56]</sup>利用红、黄、绿 3 种果肉的猕猴桃制作冰激凌,不仅保持了 3 种颜色,而且口感好,维生素 C 含量高,具有非常大的商业前景。随着红果肉猕猴桃新品种的不断育成、新技术的推广、新成果的应用、新产品的不断开发,我国红果肉猕猴桃产业必将会得到健康持续发展,并跻身于世界猕猴桃产业先进行列。

## 参考文献

- [1] 朱道圩.猕猴桃遗传育种研究现状与展望[J].河南农业大学学报,1995,29(4):328-336.
- [2] 黄宏文,龚俊杰,王圣梅,等.猕猴桃属(*Actinidia*)植物的遗传多样性[J].生物多样性,2000,8(1):1-12.
- [3] 姚春潮,张林森,刘旭峰.世界猕猴桃产业生产研究现状[J].西北园艺,2003(2):54-55.
- [4] 陈启亮,陈庆红,顾霞,等.中国猕猴桃新品种选育成就与展望[J].中国南方果树,2009,38(2):70-76.
- [5] 王明忠,李明章,吴伯乐,等.红肉猕猴桃新品种的选育研究[J].资源开发与市场,1996(2):51-54,63.
- [6] Wang M, Li M, Meng A. Selection of a new red-fleshed kiwifruit cultivar 'Hongyang'[J]. Acta Horticulturae(ISHS), 2003, 610:115-117.
- [7] 崔致学.中国猕猴桃[M].济南:山东科学技术出版社,1993.
- [8] 吴晓梅.猕猴桃遗传育种及其产业化进展[J].福建林业科技,2010,37(2):174-179.
- [9] 王明忠.红肉猕猴桃可持续育种研究[J].资源开发与市场,2003,19(5):309-310.
- [10] 林太宏,熊兴耀,王禹道.彩色猕猴桃地理分布、植物学特征及主要生长习性的初步研究[J].广东农业科学,1991(2):17-19.
- [11] 钟克国.红心大果猕猴桃栽培技术[J].林业科技开发,1990(1):41-42.
- [12] Zhong C, Wang Z, Peng D, et al. Selection of a new red-fleshed kiwifruit cultivar 'Chuhong'[J]. Acta Horticulturae, 2007, 753:235-241.
- [13] Wang Z, Zhong C, Bu F. A new red-fleshed kiwifruit cultivar 'Chuhong'[J]. Agricultural Science and Technology, 2005, 5(4):23-24.
- [14] 钟彩虹,王中炎,卜范文.猕猴桃红心新品种楚红的选育[J].中国果树,2005(2):6-9.

- [15] 王明忠,李兴德,余中树,等.彩色猕猴桃新品种红美的选育[J].中国果树,2005(4):7-9.
- [16] 王明忠,唐伟,侯仕宣.红肉猕猴桃新品种红华的选育[J].中国果树,2006(1):10-12.
- [17] 齐秀娟,韩礼星,李明,等.全红型猕猴桃新品种红宝石星[J].中国果业信息,2011,28(5):8.
- [18] 齐秀娟,韩礼星,李明,等.全红型猕猴桃新品种‘红宝石星’[J].园艺学报,2011,38(3):601-602.
- [19] 齐秀娟,张绍铃,方金豹.全红型软枣猕猴桃花器结构和开花授粉生物学特性[J].西北植物学报,2011,31(5):966-971.
- [20] 齐秀娟,方金豹,韩礼星,等.全红型软枣猕猴桃品种“天源红”的选育[C].中国园艺学会猕猴桃分会第四届研讨会论文摘要集,2010.
- [21] 贾谭科,党宽录.猕猴桃新品种晚红的选育[J].山西果树,2011(4):11-13.
- [22] 姜正旺,钟彩虹,黄宏文.观赏与食用兼备的猕猴桃新品种“满天红”[J].中国花卉园艺,2010(18):36-37.
- [23] 裴昌俊,刘世彪,向远平,等.中华无籽猕猴桃“湘吉红”新品种选育与栽培技术[J].吉首大学学报(自然科学版),2011,32(6):87-88.
- [24] 王中炎,蔡金术,彭俊彩,等.优质耐热猕猴桃新品种“丰硕”及“源红”的选育[J].湖南农业科学,2011(5):103-106.
- [25] 李光.猕猴桃新品种“红什 1 号”通过审定[J].农村百事通,2011(15):11.
- [26] 补祥国,韦宇晗,黎艳,等.中华猕猴桃特早熟品种乐业红心选育研究[J].农业与技术,2013(3):87,103.
- [27] 韦宇晗,补祥国,黎艳,等.“乐业红心”猕猴桃种植栽培管理技术[J].吉林农业,2013(6):173-174.
- [28] 宁允叶,熊庆娥,曾伟光,等.红阳猕猴桃全红芽变系的 RAPD 分析[J].园艺学报,2003,30(5):511-513.
- [29] 宁允叶,熊庆娥,曾伟光.‘红阳’猕猴桃全红型芽变(86-3)的果实品质及花粉形态研究[J].园艺学报,2005,32(3):486-488.
- [30] 李兴德,李姜敏.晚熟红肉猕猴桃新品系东源红[J].中国果树,2001(2):52-53.
- [31] 王明忠,蒲仕华.彩色猕猴桃两性花新品种龙山红的选育[J].中国果树,2012(6):1-4.
- [32] 王明忠,鲁松.两性猕猴桃株系龙山红的生物学特征[J].资源开发与市场,2012,28(11):1016-1017.
- [33] 谢钥,潘美玲,庄启国.红肉猕猴桃 3 个新品系生物学特性研究[J].中国果树,2013(1):36-38.
- [34] 谢钥,潘美玲,庄启国.红肉猕猴桃新品系 SF-HY-0201 遗传特性[J].分子植物育种,2013,11(1):99-106.
- [35] 罗有良,易春.红肉猕猴桃实生后代若干性状遗传规律研究[J].湖南农业科学,2009(6):134-136.
- [36] 王圣梅,黄仁煌,武显维,等.猕猴桃远缘杂交育种研究[J].果树科学,1994,11(1):23-26.
- [37] Seal A G, McNeillage M. New red and green fleshed *Actinidia* [J]. NZ Kiwifruit, 1998(2):9.
- [38] Cheng C H, Seal A G, Murphy S J, et al. Red-fleshed kiwifruit (*Actinidia chinensis*) breeding in New Zealand [J]. Acta Horticulturae, 2007, 753:139-146.
- [39] Comeskey J, Montefiori M, Edwards J B. Isolation and structural identification of the anthocyanin components of red kiwifruit [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2009, 57(5):2035-2039.
- [40] Montefiori M, Comeskey D J, Wohlers M, et al. Characterization and quantification of anthocyanins in red kiwifruit (*Actinidia* spp.) [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2009, 57(15):6856-6861.

- [41] Montefiori M, Mcghee K, Costa G, et al. Pigments in the fruit of red-fleshed kiwifruit (*Actinidia chinensis* and *Actinidia deliciosa*) [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2005, 53(24): 9526-9530.
- [42] 满玉萍, 李刚, 刘虹. '红阳'猕猴桃 MYB 基因的克隆与表达 [J]. 华中农业大学学报, 2013, 31(6): 679-685.
- [43] 骆彬彬, 王冬良, 满玉萍. 红肉猕猴桃品种 '红阳' 果实中花青素体的细胞学特征 [J]. 安徽农业大学学报, 2012, 39(5): 702-706.
- [44] 杨俊, 姜正旺, 王彦昌. 红肉猕猴桃 DFR 基因的克隆及表达分析 [J]. 武汉植物学研究, 2010, 28(6): 673-681.
- [45] 杨红丽, 王彦昌, 姜正旺, 等. '红阳' 猕猴桃 cDNA 文库构建及 F3H 基因的表达初探 [J]. 遗传, 2009(12): 1265-1272.
- [46] 王丽华, 郑晓琴, 吴霞. 红阳猕猴桃杂交后代部分果实性状的遗传倾向研究 [J]. 中国南方果树, 2011, 40(4): 82-83.
- [47] 李明章, 邱利娜, 王丽华, 等. 红阳猕猴桃杂交 F<sub>1</sub> 代果实主要经济性状遗传趋向分析 [J]. 果树学报, 2011, 28(1): 54-57.
- [48] Wang Y, Zhang L, Man Y, et al. Phenotypic characterization and simple sequence repeat identification of red-fleshed kiwifruit germplasm [J]. HortScience Accessions, 2012, 47: 992-999.
- [49] Montefiori M, Espley R V, Stevenson D, et al. Identification and characterisation of F3GT1 and F3GGT1, two glycosyltransferases responsible for anthocyanin biosynthesis in red-fleshed kiwifruit (*Actinidia chinensis*) [J]. The Plant Journal, 2011, 65(1): 106-118.
- [50] 宛平. 高抗性耐贮藏转基因猕猴桃的选育及适应性研究 [D]. 吉首大学, 2012.
- [51] 武显维, 康宁, 黄仁煌. 猕猴桃种质资源保存及育种研究 [J]. 武汉植物学研究, 1995, 13(3): 263-268.
- [52] 徐小彪, 张秋明. 中国猕猴桃种质资源的研究与利用 [J]. 植物学通报, 2003, 20(6): 648-655.
- [53] 雷一东, 黄宏文, 张忠慧. 一个猕猴桃种质资源管理信息系统的初步建立 [J]. 武汉植物学研究, 2000, 18(1): 217-223.
- [54] 徐小彪, 邓毓华. 我国猕猴桃良种选育的研究进展 [J]. 江西农业大学学报, 2000, 22(4): 530-534.
- [55] 李敏杰, 熊亚. 野生红心果酒生产工艺的研究 [J]. 中国酿造, 2011(7): 186-189.
- [56] Sun-Waterhouse D, Edmonds L, Wadhwa L L, et al. Producing ice cream using a substantial amount of juice from kiwifruit with green, gold or red flesh [J]. Food Research International, 2013, 50: 647-656.

## Research Advance and Prospect of Red-fleshed Kiwifruit Breeding in China

HAN Ming-li, ZHANG Zhi-you, ZHAO Gen, CHEN Li-ping, LI Yan-dong  
(Huzhou Academy of Agricultural Science, Huzhou, Zhejiang 313000)

**Abstract:** About thirty red-fleshed kiwifruit cultivars which were cultivated from *Actinidia chinensis*, *Actinidia chinensis*, *Actinidia arguta* and *Actinidia henanensis* through seedling selection, cross breeding and bud mutation in China were introduced. The main economic characters and breeding methods of them were analyzed specifically. Some suggestions were offered to the future breeding research including breeding new varieties with red type and big fruit. Strengthen the application of modern breeding techniques, taking full use of the rich germplasm at home, conserving red-fleshed kiwi germplasm etc.

**Key words:** red-fleshed kiwifruit; new cultivar; breeding; research

立足黑龙江 辐射全中国 聚焦大农业 促进快发展

## 欢迎订阅 2014 年《黑龙江农业科学》

《黑龙江农业科学》是黑龙江省农业科学院主管主办的综合性科技期刊,是全国优秀期刊、黑龙江省优秀期刊,现已被多家权威数据库收录。

本刊内容丰富,栏目新颖,信息全面,可读性强。月刊,每月 10 日出版,国内外公开发行。国内邮发代号 14-61,每期定价 5.00 元,全年定价 60.00 元;国外发行代号 M8321,每期定价 5.00 美元,全年定价 60.00 美元。

热忱欢迎广大农业科研工作者、农业院校师生、国营农场及农业技术推广人员、管理干部和广大农民群众踊跃订阅、投稿。全国各地邮局均可订阅,漏订者可汇款至本刊编辑部补订。汇款写明订购份数、收件人姓名、详细邮寄地址及邮编。

另外,本刊网站已开通,可在其上投稿、订阅及发布信息。

地址:哈尔滨市南岗区学府路 368 号《黑龙江农业科学》编辑部 邮编:150086

电话:0451-86668373 网址:www. haasep. cn E-mail: nykx13579@sina. com

