猕猴桃属(*Actinidia*)植物的遗传多样性*

黄宏文 龚俊杰 王圣梅 何子灿 张忠慧 李建强
(中国科学院武汉植物研究所, 武汉 430074)

摘 要 猕猴桃属(*Actinidia*)植物全世界有 66 个种、约 118 个种下分类单位(变种、变型)。中国有猕猴桃属 62 个种,猕猴桃遗传资源极为丰富。本文就猕猴桃的遗传资源多样性主要特点作概要综述:1)形态性状多样性(重要的园艺及经济性状)2)营养成分及风味多样性3)性别变异4)染色体倍性变异;5)同工酶水平遗传多样性6)DNA 水平遗传多样性。

关键词 猕猴桃,遗传多样性,形态性状,营养成分,性别,倍性,同工酶,微卫星

Genetic diversity in the genus *Actinidia*/HUANG Hong_Wen, GONG Jun_Jie, WANG Sheng_Mei, HE Zi_Can, ZHANG Zhong_Hui, LI Jian_Qiang

Abstract The genus *Actinidia* contains more than 66 species and 118 taxa. Sixty two species, 114 taxa have been found in China. Genetic diversity from morphological characteristics to DNAs was discussed in this paper: (1) morphological diversity (important horticultural characteristics); (2) diversity of nutritional constituents and flavor; (3) gender variation (4) ploidy variation (5) isozyme genetic variation, and (6) genetic diversity DNAs.

Key words *Actinidia*, genetic diversity, morphological characters, nutritional constituents, gender, ploidy, isozyme, microsatellite

Author's address Wuhan Institute of Botany, the Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430074

猕猴桃属(*Actinidia*)按最近统计并依据已公开发表命名的资料,全世界有 66 种、约 118 个种下分类单位(变种、变型)。猕猴桃的自然分布非常广泛,从热带赤道 0°至温带 50°N 左右,其自然分布区纵跨了泛北极和古热带植物区,向西延伸可达尼泊尔及印度的东北部,向东则可达日本北方四岛和我国的台湾岛。但猕猴桃的集中分布区为我国的秦岭以南及横断山以东的地域(梁畴芬,1983)。除尼泊尔猕猴桃(*A. strigosa*)、越南产沙巴猕猴桃(*A. petelotii*)、日本产山梨猕猴桃(*A. rufa*)以及白背叶猕猴桃(*A. hypoleuca*)4 种外,中国有猕猴桃属 62 种,猕猴桃遗传资源极为丰富。目前世界猕猴桃产业经济栽培的美味猕猴桃(*A. deliciosa*)主要栽培品种(占 95% 以上)——Hayward 就来源于 1904 年新西兰从湖北宜昌的引种(Ferguson & Bol-lard, 1990)。自从 1930 年在新西兰出现第一个商业性栽培猕猴桃果园以及 1970 年以后世界各国大规模商业化栽培以来,迄今已形成栽培面积约 10 万 hm²、产量约 100 万 t 的国际化产业。虽然用于经济栽培的主要是美味猕猴桃和中华猕猴桃(*A. chinensis*)以及少量的软枣猕猴桃(*A. arguta*)和毛花猕猴桃(*A. eriantha*),但是我国丰富的猕猴桃遗传资源是品种改良和新品种选育的基础。世界的猕猴桃产业的顺利运转和可持续发展依赖于对猕猴桃遗传资源的深入评价、保护及可持续利用策略的制定。本文将就猕猴桃遗传资源多样性的主要特点作概要的综述。

* 本文为第三届全国生物多样性保护与持续利用研讨会大会报告之一(1998 年 12 月,昆明)
第一作者 e-mail 地址: hongwen@public.wh.hb.cn.

1 形态性状多样性(重要的园艺及经济性状)

猕猴桃属物种间和种内存在着高度的遗传变异 ,除了枝、叶、花的形态性状具多样性 ,生长习性、产量、抗逆性等具差异外 ,其果实性状的变异性更为突出(参见表 1)。在果实大小方面 ,最小的海棠猕猴桃(*A. maloides*)单果重仅 0. 6 g ,最大的美味猕猴桃的单果重可高达 240 g。果实形状圆形、椭圆、长圆柱各异 ,果面颜色有褐、绿、黄、橘黄、红、紫红 ,色彩多样。猕猴桃果实毛被状况、果肉颜色和风味是品种改良的主要指标。猕猴桃种间果实毛被差异极大 :从密被棕色长硬毛的刺毛猕猴桃(*A. setosa*)到果面光滑无毛的软枣猕猴桃 ,呈现广泛连续的变异。果肉颜色绿、翠绿、橘黄、紫红也提供了广泛的选择 ;风味方面也从涩、麻不堪入口的葛枣猕猴桃(*A. polygama*)到甜酸适度的中华猕猴桃、软枣猕猴桃、狗枣猕猴桃(*A. kolomikta*)等 ,表现出多样的可选择范围。猕猴桃种间广泛高度的遗传变异 ,为育种和品种改良提供了丰富的遗传资源。

表 1 猕猴桃属果实性状的多样性
Table 1 Diversity of fruit characters in genus *Actinidia*

种名 Species	果实形状 Fruit shape	果重 大小 Fruit wt.(g)	果面 颜色 Fruit color	果面毛被 Skin hairs	果肉 颜色 Flesh color	果心 大小 Fruit core	种子 状况 Seed	汁液 多少 Juice	风味 Flavor
软枣猕猴桃 <i>A. arguta</i>	卵球、扁圆、矩圆、近圆 Ovate_globose , flate globose , oblong , near globose	4 ~ 20	浅红、紫红 Light red , purple	无毛、光滑 Glabrous and smooth	绿色、翠绿 Green , jade green	大 Large	小 而 多 Small and numerous	多 汁 Juicy	甜微酸 Sweet and slight acid
阿里山猕猴桃 <i>A. arisanensis</i>	近圆、椭圆 Near globose , ellipsoid	5 ~ 10	褐色 Brown	糙毛但脱落 Coarse hairs but shed					
硬齿猕猴桃 <i>A. callosa</i>	近圆球、短圆柱 Near globose , short cylindric	8 ~ 9	绿色 Green	无毛 Glabrous	翠绿 Jade green	小 Small		多 汁 Juicy	甜酸适度 Sweet optimum
城口猕猴桃 <i>A. chengkouensis</i>	近圆、圆柱 Near globose , cylindric	10 ~ 35	褐色 Brown	棕色绒毛 Brown tomentose					
中华猕猴桃 <i>A. chinensis</i>	椭圆 Ellipsoid	20 ~ 120	褐色 Brown	褐色短绒毛易脱落 Brown short_tomentose but readily shed	绿色、黄色 Green , yellow	小 Small	较大而多 Med_large & numerous	多 汁 Juicy	甜酸 Sweet acid
金花猕猴桃 <i>A. chrysantha</i>	短圆柱、卵圆、长圆 Short cylindric , ovoid , long globose	10 ~ 30	栗褐、褐绿 Chestnut brown , brown_green	无毛 Glabrous	绿色、淡绿 Green , light green	中 Medium	大 而 多 Large & numerous	多 汁 Juicy	甜酸 Sweet acid
灰毛猕猴桃 <i>A. cinerascens</i>	卵圆柱 Ovoid , Cylindric	5 ~ 10					小 Small		
柱果猕猴桃 <i>A. cylindrica</i>	长圆柱 Long globose	0. 5 ~ 1	铜绿色 Green	无毛 Glabrous	淡翠绿色 Light jade green	小 Small	较小 Small_medium		
美味猕猴桃 <i>A. deliciosa</i>	长圆柱 Long cylindric	30 ~ 200	褐绿 Brown_green	密被黄褐糙毛 Densely with yellow_brown coarse hairs	绿色 Green	大 Large	较大而多 Med_large , numerous	多 汁 Juicy	甜酸 Sweet acid
毛花猕猴桃 <i>A. eriantha</i>	长圆柱 Long cylindric	10 ~ 40	绿色 Green	密被白色长绒毛 Densely with white villose	翠绿色 Jade green	小 Small	少 Less	多 汁 Juicy	酸 Acid

表 1(续) Table 1 (continued)

种名 Species	果实形状 Fruit shape	果重 大小 Fruit wt.(g)	果面 颜色 Fruit color	果面毛被 Skin hairs	果肉 颜色 Flesh color	果心 大小 Fruit core	种子 状况 Seed	汁液 多少 Juice	风味 Flavor
粉毛猕猴桃 <i>A. farinosa</i>	卵珠状圆柱 O- void_cylindric	1 ~ 2	浅绿 Light green	被短绒毛易脱落 Short _ tomentose readily shed	绿色 Green	中 Medi- um	少 Less	少 汁 Less juicy	酸甜 Sweet acid
簇花猕猴桃 <i>A. fasciculoides</i>	长圆柱 Long cylindric		深绿 Dark green		深绿 Dark green			小而多 Small & nume- rous	
条叶猕猴桃 <i>A. fortunatii</i>	长圆柱 Long cylindric	1 ~ 2	深绿 Dark green	黄色短绒毛 Yellow short_ tomentose	绿色 Green		小 而 多 Small & nu- merous		酸 Acid
黄毛猕猴桃 <i>A. fulvicoma</i>	近圆柱 Near Cylindric	3 ~ 4	深绿 Dark green	黄色长绒毛 Yellow long_ tomentose					
粉叶猕猴桃 <i>A. glaucocallosa</i>	扁圆 Flat globose	10 ~ 15	绿、红褐色 Green , red_brown	无毛 Glabrous					
华南猕猴桃 <i>A. glaucophylla</i>	细长圆柱 Long cylindric	1 ~ 5	褐 色 Brown		绿 色 Green	大 Large	小 Small		
圆果猕猴桃 <i>A. globosa</i>	近球形 Near globose	10 ~ 25	褐 色 Brown	无毛 Glabrous	绿 色 Green	较 大 Med _ large	少 Less	多汁 Num- er- ous	很 酸 Very acid
纤小猕猴桃 <i>A. gracilis</i>	卵圆、柱状 O- void , Cylindric	5 ~ 10	褐 色 Brown	无毛 Glabrous					
大花猕猴桃 <i>A. grandiflora</i>	圆柱、椭圆 Cy- lindric , ellip- soid	20 ~ 60	褐 色 Brown	灰白色或黄棕色茸 毛 Grayish white or yellow_brown downy hairs	绿 色 Green	中 Medi- um	小 而 多 Small & nu- merous	多 汁 Juicy	很 酸 Very acid
桂林猕猴桃 <i>A. guilinensis</i>	球形 Globose	10 ~ 25	绿 色 Green	无毛但果点明显 Glabrous but spotted distinctly	绿 色 Green	大 Large	较大而多 Med _ large & numerous	多 汁 Juicy	酸 Acid
长叶猕猴桃 <i>A. hemsleyana</i>	圆柱 Cylindric	16 ~ 30	褐 色 Brown	密被灰黄褐色刚毛 Densely grayish yellow brown setose	黄绿或绿 Yellow green or green		小 而 多 Small & nu- merous	多 汁 Juicy	酸甜、 浓香 Sweet acid , very fra- grant
河南猕猴桃 <i>A. henanensis</i>	圆柱 Cylindric	15 ~ 23	红色	无毛、光滑 Glabrous and smooth	绿色具 红色果 心 Green with red core	少 Less			
蒙自猕猴桃 <i>A. henryi</i>	近圆柱、长圆 锥体 Near glo- bose , long cone	2 ~ 8	绿 色 Green	无毛但果点明显 Glabrous but spotted distinctly	绿 色 Green		多 Numerous		淡酸 略麻口 Slight acid & numb taste
湖北猕猴桃 <i>A. hubeiensis</i>	卵圆锥体 Ovate_cone	5 ~ 9	深 绿 Dark green	无毛但果点明显 Glabrous but spotted distinctly	深 绿 Dark green	中 Medi- um	少 Less	少 汁 Less juicy	甜 Sweet
中越猕猴桃 <i>A. indochinensis</i>	短椭圆 Short ellipsoid	6 ~ 8	褐 色 Brown	无毛但果点明显 Glabrous but spotted distinctly	绿、深绿 Dark green		多 Numerous	多 汁 Juicy	酸 甜 Sweet acid

表 1(续) Table 1 (continued)

种名 Species	果实形状 Fruit shape	果重 大小 Fruit wt.(g)	果面 颜色 Fruit color	果面毛被 Skin hairs	果肉 颜色 Flesh color	果心 大小 Fruit core	种子 状况 Seed	汁液 多少 Juice	风味 Flavor
江西猕猴桃 <i>A. jiangxiensis</i>	卵珠形 Ovoid_globose	15 ~ 25	黄 绿 色 Yellow _ green	仅顶端有褐色茸毛 Brown downy hairs only at apex	绿 色 Green				
狗枣猕猴桃 <i>A. kolomikta</i>	长圆柱或近圆 Long cylindric or near globose	2 ~ 10	绿、黄绿 Green , yellow green	无毛、光滑 Glabrous and smooth	深绿 Dark green	小 Small	小 Small	多 汁 Juicy	甜酸、 具香味 Sweet acid , fragrant
小叶猕猴桃 <i>A. lanceolata</i>	长柱、球形卵 圆 Long Cylindric , Globose ovate	1	浅 褐 色 Brown	无毛 Glabrous	深 褐 色 Dark brown	小 Small	少 Less	多 汁 Juicy	
阔叶猕猴桃 <i>A. latifolia</i>	圆柱 Cylindric	2 ~ 4	褐绿 Brown _ green	无毛但果点明显 Glabrous but spotted distinctly	翠 绿 色 Jade green	小 Small	大 而 多 Large & nmerous	汁较多 Medium juicy	
薄叶猕猴桃 <i>A. leptophylla</i>	短圆柱、短椭圆 Short cylindric , short elipsoid	1 ~ 5	绿 色 Green	褐色短绒毛 Brown Short_tomentose	绿 色 Green	小 Small		汁较多 Medium juicy	浓 酸 Very acid
两广猕猴桃 <i>A. liangguangensis</i>	长圆 Long globose	1 ~ 4	绿 色 Green	粗糙短绒毛 Coarse short_tomentase	深 绿 Dark green	中 Medi- um	小 而 多 Small & numerous	少 汁 Less juicy	酸 Acid
漓江猕猴桃 <i>A. lijiangensis</i>	圆柱 Cylindric	20 ~ 35	绿 色 Green	密被褐色斑点 Densely brown spotted	翠 绿 Jade green	中 Medi- um	大 Large	少 汁 Less juicy	淡 酸 Light acid
大籽猕猴桃 <i>A. macrosperma</i>	卵圆、卵球 O- void , ovate _ globose	15 ~ 25	橘 黄 色 Orange	无毛、光滑 Glabrous and smooth	橘 黄 色 Orange	小 Small	大、约 4 ~ 5 cm 4 ~ 5 cm large	少 汁 Less juicy	辣、麻 Hot taste
海棠猕猴桃 <i>A. maloides</i>	圆球 Globose	0. 5 ~ 0. 7	黄褐、绿色 Yellow_ brown , green	无毛 Glabrous	绿 色 Green		小 Small		
黑蕊猕猴桃 <i>A. melanandra</i>	近圆 Near globose	10 ~ 20	褐色 Brown	无毛 Glabrous	绿 色 Green		大 而 少 Large & less		
美丽猕猴桃 <i>A. melliana</i>	圆柱 Cylindric	1 ~ 4	浅绿 Light green	有短而稀疏糙毛 Short and sparsely coarse hairs	绿 色 Green	中 Medi- um		少 汁 Less juicy	酸 Acid
倒卵叶猕猴桃 <i>A. obovata</i>	圆柱 Cylindric	8 ~ 23	褐绿 Brown _ green	密被棕色绒毛 Densely with brown tomentose	浅绿 Light green	小 Small	少 Less	多 汁 Juicy	味酸麻 Acid & numb
繁花猕猴桃 <i>A. persicina</i>	短圆柱 Short cylindric	13 ~ 18	褐绿 Brown _ green	密被棕色绒毛 Densely with brown tomentose	绿色 Green	中 Medi- um	小 Small	多 汁 Juicy	酸 Acid
贡山猕猴桃 <i>A. pilosula</i>	球形 Globose		绿 色 Green	无毛 Glabrous			小 Small		
葛枣猕猴桃 <i>A. polygama</i>	近长扁圆或扁 锥体 Near flat globose or flat cone	5 ~ 9	绿色、黄色 Green , yellow _ green	无毛、光滑 Glabrous and smooth	杏 黄 色 Apricot	大 Large	少 Less	多 汁 Juicy	涩、麻 Astring- ent & numb
红茎猕猴桃 <i>A. rubricaulis</i>	长圆 Long globose	0. 8 ~ 1	深 绿 Dark green						

表 1(续) Table 1 (continued)

种名 Species	果实形状 Fruit shape	果重 大小 Fruit wt.(g)	果面 颜色 Fruit color	果面毛被 Skin hairs	果肉 颜色 Flesh color	果心 大小 Fruit core	种子 状况 Seed	汁液 多少 Juice	风味 Flavor
昭通猕猴桃 <i>A. rubus</i>	近球形 Near globose	4 ~ 9	绿 色 Green	无毛 Glabrous	翠 绿 色 Jade green		小 而 多 Small & nu- merous	少 汁 Less juicy	味淡 微酸 Plain taste , slight acid
糙叶猕猴桃 <i>A. rudis</i>	长圆柱 Long globose , cylindric	1	绿 色 Green	无毛 Glabrous	绿 色 Green	小 Small	多 Numerous	少 汁 Less juicy	很 酸 Very acid
红毛猕猴桃 <i>A. rufotricha</i>	卵圆、圆柱 O- void , cylindric	10 ~ 19							
清风藤猕猴桃 <i>A. sabiaefolia</i>	卵圆 Ovoid	12 ~ 25	深 绿 Dark green	无毛 Glabrous			大 Large		
刺毛猕猴桃 <i>A. setosa</i>	近 圆、椭 圆 Near globose , ellipsoid	20 ~ 35	褐 色 Brown	密被棕色长硬毛 Densely with brown long strigose					
花楸猕猴桃 <i>A. sorbifolia</i>	长圆 Long globose	9 ~ 15	绿 色 Green	密被褐色绒毛并果 点 明 显 Densely with brown tomen- tose & spotted dis- tinctly					
安息香猕猴桃 <i>A. styraciflia</i>	圆柱 Cylindric	2 ~ 4	绿 色 Green	具绿色果点 With green fruit spots	黄 绿 Yellow- green	小 Small	中 Medium		
栓叶猕猴桃 <i>A. suberifolia</i>	近球形 Near globose	10 ~ 20	褐 色 Brown	被茶褐色绒毛 Tea brown tomentose					
四萼猕猴桃 <i>A. tetramera</i>	卵圆、椭圆 O- void , ellipsoid	0. 8 ~ 3. 0	褐 色 Brown	无毛 Glabrous				多 汁 Juicy	
毛蕊猕猴桃 <i>A. trichogyna</i>	近球、卵圆柱 状长圆 Near globose , ovoid_ cylindric	12 ~ 20	深绿 Dark green	无毛但具褐色斑点 Glabrous but with brown spots					
截叶猕猴桃 <i>A. truncateifolia</i>	卵形、阔卵 O- void	4 ~ 8	暗 黄 色 Dark yellow	散生柔毛或具斑点 With downy hairs or spots					
伞花猕猴桃 <i>A. umbelloides</i>	卵圆、短椭圆 Ovoid , short ellipsoid	10 ~ 20	绿 色 Green	稀被白色绒毛 Sparsely with white tomentose			小 Small		
对萼猕猴桃 <i>A. valvata</i>	卵珠 Ovoid_globose	7 ~ 12	橙黄 Orange	无毛、光滑 Glabrous and smooth					辣 Hot taste
显脉猕猴桃 <i>A. venosa</i>	近卵形或短圆 柱 Short cylin- dric	2 ~ 8	绿 色 Green	稀被浅褐色茸毛 Sparsely with light brown downy hairs	绿 色 Green		大、 多 Large , nu- merous	少 汁 Less juicy	很酸、微 麻味 Very acid , slightly numb
葡萄叶猕猴桃 <i>A. vitifolia</i>	短圆柱 Short cylindric	21 ~ 35	褐 色 Brown	被棕色茸毛 Brown tomentose	浅 绿 Light green	大 Large	少 Less		酸 麻 Acid & numb
浙江猕猴桃 <i>A. zhejiangensis</i>	近球形 Near globose	15 ~ 25	绿黄色 Green _ yellow	被银白色长毛 Silver long _ tomen- tose	绿 色 Green		大、 少 Large , less		

注 主要数据来源于 :1980 ~ 1985 各省猕猴桃资源调查报告 ;崔致学主编 ,1993.《中国猕猴桃》,山东科学技术出版社 ;中科院武汉植物所猕猴桃研究中心的猕猴桃遗传资源计算机数据库。Data source :1980 ~ 1985 provincial reports of *Actinidia* germ-plasm survey ;Cui Z X (eds.) ,1993. *Actinidia in China*. Shandong Science and Technology Press ;Computer database of *Actinidia* research center , Wuhan Insititute of Botany , CAS.

表 2 猕猴桃属的营养成分多样性*
Table 2 Diversity of main nutritional constituents in genus *Actinidia*

种名 Species	维生素 C Vc (mg/100 g)	可固(%) Soluble solid	有机酸(%) Acid	总糖(%) Total sugar	氨基酸(% W/W) Amino acids
软枣猕猴桃 <i>A. argutar</i>	81 ~ 430	14 ~ 15	0.93 ~ 1.26	8.8 ~ 11	5.18
硬齿猕猴桃 <i>A. callosa</i>	50	14	2.3	4.91	
城口猕猴桃 <i>A. chengkouensis</i>	44.0		2.4	3.30	
中华猕猴桃 <i>A. chinensis</i>	50 ~ 420	7 ~ 19.2	0.9 ~ 2.187	4.5 ~ 11.5	3.2 ~ 5.82
金花猕猴桃 <i>A. chrysantha</i>	71.7	11	1.3	4.44	
灰毛猕猴桃 <i>A. cinerascens</i>	50 ~ 420	7.0 ~ 19	0.9 ~ 2.2	4.5 ~ 11.5	
柱果猕猴桃 <i>A. cylindrica</i>	100	7 ~ 12	1.1	4.45	6.61
美味猕猴桃 <i>A. deliciosa</i>	50 ~ 150	8 ~ 25	1.1 ~ 1.6	6.86 ~ 13.2	4.12 ~ 6.0
毛花猕猴桃 <i>A. eriantha</i>	500 ~ 1379	5 ~ 16	1.3 ~ 2.9	9.7	7.93
粉毛猕猴桃 <i>A. farinosa</i>	10 ~ 20		1.8		
簇花猕猴桃 <i>A. fasciculoides</i>	7 ~ 8		0.3		
黄毛猕猴桃 <i>A. fulvicoma</i>	30 ~ 148		1.0 ~ 1.4	2.6 ~ 3.8	
华南猕猴桃 <i>A. glaucophylla</i>	10 ~ 22	9	0.7 ~ 1	4.2	
圆果猕猴桃 <i>A. globosa</i>	15	9	1.5		
大花猕猴桃 <i>A. grandiflora</i>	56 ~ 214	4 ~ 15	1.2 ~ 2.4	4.5	5.62
长叶猕猴桃 <i>A. hemsleyana</i>	29	14	1.7		
河南猕猴桃 <i>A. henanensis</i>	29.7	16	1.3	11	
蒙自猕猴桃 <i>A. henryi</i>	4.4	6	0.8		
湖北猕猴桃 <i>A. hubeiensis</i>	51	14	1.2	8.6	2.04
中越猕猴桃 <i>A. indochinensis</i>	9 ~ 17	14	1.4 ~ 2.0	6.4	
小叶猕猴桃 <i>A. lanceolata</i>	33	12	1.2		
阔叶猕猴桃 <i>A. latifolia</i>	671 ~ 2140	10	1.1 ~ 1.9	3.14	6.10
薄叶猕猴桃 <i>A. leptophylla</i>	87	3.3	1.7		
两广猕猴桃 <i>A. liangguangensis</i>	10 ~ 56	7	1.0	2.2	
漓江猕猴桃 <i>A. lijiangensis</i>	60	14	1.1	7.36	5.14
大籽猕猴桃 <i>A. macrosperma</i>	20	10	0.6	5.88	9.04
黑蕊猕猴桃 <i>A. melanandra</i>					8.89
美丽猕猴桃 <i>A. melliana</i>	45	8.5	2.5	1.52	
繁花猕猴桃 <i>A. persicina</i>	314	14.5	1.8	5.36	4.18
葛枣猕猴桃 <i>A. polygama</i>	58	11	1.11		
红茎猕猴桃 <i>A. rubricaulis</i>	17	8	2.61	2.7	
昭通猕猴桃 <i>A. rubus</i>	30	7	0.60		
糙叶猕猴桃 <i>A. rudis</i>	5	5	1.00		
花楸猕猴桃 <i>A. sorbifolia</i>	42	11	1.8		
安息香猕猴桃 <i>A. styraciflia</i>	642	9	1.1	5.8	4.03
四萼猕猴桃 <i>A. tetramera</i>		11			
截叶猕猴桃 <i>A. truneatifolia</i>	83	8	1.3	3.9	
对萼猕猴桃 <i>A. valvata</i>	92	8	0.3	3.3	4.65
浙江猕猴桃 <i>A. zhejiangensis</i>	289 ~ 371	10 ~ 12	1.5 ~ 1.7	6.4	

*主要数据来源于 :中科院武汉植物所猕猴桃研究中心的猕猴桃遗传资源计算机数据库 ;崔致学主编 ,1993.《中国猕猴桃》山东科学技术出版社。Data source : computer database of Actinidia research center , Wuhan Institute of Botany , CAS. ; Cui Z X (eds.) , 1993. *Actinidia in China*. Shandong Science and Technology Press.

2 营养成分多样性

猕猴桃从一种野生果发展到如今为人们普遍喜爱的时令鲜果 ,其重要的商业价值是果实含丰富的营养成分 ,特别是高含量的人体必须的矿物质、纤维和维生素 C ,而且大多猕猴桃种均有很强的通便、缓解肠道疾病的医疗效果。猕猴桃在中国被誉为“ 果中之王 ” ,以其高于其它水果数倍甚至几十倍的维生素 C 含量而被人们所青睐。以目前商业栽培的美味猕猴桃 Hayward 品种为例 ,维生素 50 ~ 150 mg/100 g 鲜果 ,可溶性固形物 8% ~ 18% ,总糖 6.86% ~ 12.8% ,总酸 1.1% ~ 1.6% ,蛋白质 0.11% ~ 1.2% 。其主要矿物成分 ,钙、镁、磷为 0.01% ~ 0.03% ,而且含钾量高于 0.2% ~ 0.3% ,含钠量低于 0.002% ,而且还含有丰富的维生素 A 和多种维生素 B 及氨基酸。表 2 列出猕猴桃种间几种主要营养成分的差异。维生素 C 含量在不同种间的差异非常显著 ,最低的糙叶猕猴桃仅含 5 mg/100 g 鲜果。可食性好或较好的物种 ,如中华猕猴桃、美味猕猴桃、软枣猕猴桃、硬齿猕猴桃、金花猕猴桃、湖北猕猴桃、毛花猕猴桃等的维生素含量都高于 50 mg/100 g 鲜果。维生素含量特别高的猕猴桃种有 :阔叶猕猴桃 671 ~ 2140 mg/100 g ,毛花猕猴桃 500 ~ 1379 mg/100 g ,安息香猕猴桃 642 mg/100 g ,浙江猕猴桃 289 ~ 371 mg/100 g ,繁花猕猴桃 314 mg/100 g ,灰毛猕猴桃 50 ~ 420 mg/100 g ,中华猕猴桃 50 ~ 420 mg/100 g ,大花猕猴桃 56 ~ 214 mg/100 g 等。这些种将为猕猴桃种间杂交育种进一步提高猕猴桃栽培品种的维生素 C 含量提供亲本来源。

3 性别变异

猕猴桃为功能性雌雄异株(functionally dioecious)植物 ,即雌株的花从结构上看虽是具雌雄两性器官的完全花 ,但雄蕊败育不产生有生活力的花粉 ,而雄株的花则雌蕊败育不形成胚珠。自 70 年代发现能结果的雄株以来 (Ferguson , 1984 ; Ferguson & Davison , 1986) ,对猕猴桃属植物的性别变异和性别表达机理展开了一些研究 (Seal & McNeilage , 1989 ; Hirsch et al. , 1990 ; Messina et al. , 1990 ; McNeilage & Gender , 1991 ; McNeilage , 1991 , 1997)。现有研究表明 ,猕猴桃在性别表达上几乎呈现连续的变异 ,至少有 6 种不同的性别表现型 :完全两性植株 (hermaphrodite ,花形似雌花但所有的花均具有生活力的花粉)、雌株 (female ,花具无生活力的花粉)、不完全雌株 (inconstant female ,部分花具有生活力花粉)、可结果雄株 (fruiting male ,同时具有雄花和两性花)、雄株 (male ,只具有雄花)和中性株 (neuter ,花形似雄花但无生活力花粉)。而且上述 6 种表现型内也具有不同变异 (McNeilage , 1997)。以两性植株为例 ,具生活力的花粉从 80% 至 94% 不等。不完全雌株和可结果雄株也存在广泛变异 ,既有不同基因型间的遗传变异 ,也表现出不同年份间的环境变异。嫁接试验表明 ,这种不完全雌株和可结果雄株的两性性别表达的遗传相对稳定 (Ferguson , 1996)。在猕猴桃种间杂交的后代群体也发现有雌雄同株 (monoecious) (Ke , 1992)。关于猕猴桃性别表达的遗传基础 ,由于猕猴桃的染色体多而小 ($2n = 2x = 58$;大小为 $0.7 \sim 1.0 \mu m$) ,而且具多倍性 ,所以从细胞遗传学上 (如核型分析) 研究其性别表达机理的进展不大。采用不同性别的基因型 (或表现型) 之间的大量控制杂交后代群体的遗传学分析认为 ,猕猴桃的性别控制符合 XY 染色体决定性别表达的方式 ,即二倍体 XX 为雌性、XY 为雄性 ;多倍体则为 X_n 和 X_nY ,六倍体的美味猕猴桃 ($2n = 2x = 174$) 的雌雄应分别为 :XXXXXX 和 XXXXXY (McNeilage , 1997)。雌株 (XX) $\times$ 可结果雄株 (XY) 或雌株 (XX) $\times$ 雄株 (XY) 其后代雌雄比为 1 : 1 ;而可结果雄株 (XY) 自交或可结果雄株 (XY) $\times$ 可结果雄株 (XY) 其后代雌雄比为 1 : 3。以完全两性植株为母本与可结果雄株杂交其后代雌雄

也为 1:1,并且完全两性植株自交及雌株×完全两性株的杂交后代无雄株的实验结果也进一步证明,雌性为配子同性纯和(homogamety)而雄性为配子异性杂和(heterogamety);完全两性植株的花如雌株的花一样不对后代提供Y染色体,产生雄株后代。然而,在雌株×可结果雄株、可结果雄株自交及可结果雄株×可结果雄株的杂交组合中也发现偏离分离比例的完全两性株和中型株的现象。现有实验数据推论猕猴桃的雌雄性别决定是由X和Y染色体上的两个主基因和其他多个修饰基因共同调控。这种推论目前在RAPD分子标记上得到了一定的证据。Harvey等人(1997)用混和分离分析(bulk segregant analysis)发现了与性别基因连锁的两个基因,SmY(800个碱基对)仅出现于雄株混合组,即雄性Y基因;SmX(850个碱基对)仅出现于雌株混合组,即雌性X基因。最近RAPD SmX已转化成特异引物SCARs(sequence-characterized amplified regions)标记用于育种实生群体的筛选(Gill et al., 1998)。

猕猴桃属植物的性别变异对猕猴桃育种具有重要意义:1)克服因雌雄异株造成的父本选择的盲目性;2)使两个优良的雌性品种间的直接杂交变为可能;3)选育完全两性花品种来替代目前高达4:1的雄株配比授粉的栽培方式,提高产量。新西兰已得到了两株花粉生活力95%、单果重约100g的完全两性个体(McNeilage, 1997),两性株品种的选育进展令人鼓舞。

4 染色体倍性变异

猕猴桃属在细胞遗传水平上多样性的显著特点是不同倍性在种间和种内的网状式分布结构,而且从二倍体到八倍体其频率逐步减少。表3列出了46个种或变种(涉及34个种)的染色体倍性。八倍体只发现于软枣猕猴桃,六倍体存在于4个种或变种,其中美味猕猴桃原变种(*A. deliciosa* var. *deliciosa*)是至今唯一仅发现单一六倍体的。四倍体存在于19个种或变种,二倍体存在于38个种或变种。14个种或变种具有种内染色体倍性变异,其中软枣猕猴桃原变种(*A. arguta* var. *arguta*)是至今发现种内倍性变异最大的变种,具有二倍、四倍和六倍体(表3)。由于对每个种、变种染色体倍性检测的局限性,表中单一倍性的32个种或变种有可能随研究的拓宽而发现不同倍性。猕猴桃属广泛的种间、种内染色体倍性变异既对猕猴桃育种造成了困难,同时也提供了广阔的利用前景。在猕猴桃杂交育种中,因为二倍体和四倍体之间选配不当会造成杂交失败、后代不育等后果(王圣梅等, 1994),因此倍性鉴定是猕猴桃常规育种亲本选择必须条件之一。四倍体中华猕猴桃在猕猴桃新品种选育中具有重要作用,其果实通常比二倍体大、花期比二倍体晚,在现有选出的中华猕猴桃品种及株系中四倍体占绝大多数(Huang et al., 1996;熊治廷等, 1998)。倍性多样性的利用使创造新种质、新育种材料和新品种成为可能,特别是采用常规杂交与幼胚挽救的组织培养相结合(Mu et al., 1990; Mu et al., 1992),将有利于创造出二倍至六倍的一个连续倍性不等的新种质材料($2x$ 、 $3x$ 、 $4x$ 、 $5x$ 、 $6x$)。猕猴桃倍性利用的另一方面是多倍体的同源或异源性,这方面虽然缺乏对猕猴桃多倍体源性的研究,但已有证据表明四倍体中华猕猴桃为同源四倍体(Huang et al., 1996)。由于同源四倍体的四体遗传(tetrasomic inheritance)特性,利用不同倍性和不同基因组来源的杂交组合,既可以估计出杂交后代的基因型频率分布及成活率,又将可能创造更丰富的猕猴桃倍性变异用于开发新品种。

5 同工酶水平遗传多样性

猕猴桃属在同工酶水平上的遗传多样性方面的研究虽然有限,但已有的研究证据显示,猕猴桃无论在栽培品种上还是在物种水平上都存在高度的同工酶遗传多样性(Messina et al.,

1991 ;Huang et al. , 1996)。Huang 等(1996)采用 10 个同工酶位点 ,对 28 个猕猴桃种或变种和 22 个品种的杂合度的研究表明 ,猕猴桃的等位酶遗传杂合度均高于 60%。对中华猕猴桃与美味猕猴桃种间杂交后代的等位酶分析还提供了美味猕猴桃是异源六倍体及中华猕猴桃是同源四倍体的遗传学证据 (Huang et al. , 1996)。猕猴桃除了在同工酶位点之间表现高百分率的杂合位点外 ,由于多倍体的特征 ,在位点内也表现出高的多等位基因杂合度。以 PGI 位点为例 ,四基因(tetra_allelic)、三基因(tri_allelic)和二基因(diallelic)杂合体在 28 个种或变种中 ,分别为 18%、27% 和 55% ;在 22 个品种中分别为 27%、23% 和 50%(Huang et al. , 1996)。品种中的三基因和四基因的杂合体高于自然群体 ,显然与人为的选择有关 ,可见遗传杂合度在猕猴桃品种的改良中具有重要意义。

表 3 猕猴桃属的染色体倍性多样性 *
Table 3 Diversity of ploidy in genus *Actinidia*

物种 Species	染色体倍性 Ploidy			染色体数目 No. of chromosome			
软枣猕猴桃 <i>A. arguta</i> var. <i>arguta</i>	2x	4x	6x	58	116	174	
紫果猕猴桃 <i>A. arguta</i> var. <i>purpurea</i>	4x	8x		116 flow cytometry 估测			
阿里山猕猴桃 <i>A. arisanensis</i>	2x			58			
异色猕猴桃 <i>A. callosa</i> var. <i>dicolor</i>	2x	4x		58	116		
京梨猕猴桃 <i>A. callosa</i> var. <i>henryi</i>	2x	4x		58	116		
毛叶硬齿猕猴桃 <i>A. callosa</i> var. <i>strigosa</i>	4x			116			
中华猕猴桃 <i>A. chinensis</i> var. <i>chinensis</i>	2x	4x		58	116		
金花猕猴桃 <i>A. chrysantha</i>	4x			116			
柱果猕猴桃 <i>A. cylindrica</i> var. <i>cylindrica</i>	2x			58			
网脉猕猴桃 <i>A. cylindrica</i> var. <i>reticulata</i>	2x	4x		58	116		
美味猕猴桃 <i>A. deliciosa</i> var. <i>deliciosa</i>	6x			174			
绿果猕猴桃 <i>A. deliciosa</i> var. <i>chlorocarpa</i>	4x	非整倍体 ?		6x	116	160 ?	174
毛花猕猴桃 <i>A. eriantha</i> var. <i>eriantha</i>	2x			58			
白花毛花猕猴桃 <i>A. eriantha</i> f. <i>alba</i>	2x			58			
棕毛毛花猕猴桃 <i>A. eriantha</i> var. <i>brunea</i>	2x			58			
秃果毛花猕猴桃 <i>A. eriantha</i> var. <i>calvescens</i>	2x			58			
黄毛猕猴桃 <i>A. fulvicoma</i> var. <i>fulvicoma</i>	2x			58			
绵毛猕猴桃 <i>A. fulvicoma</i> var. <i>lanata</i>	2x			58			
华南猕猴桃 <i>A. glaucophylla</i> var. <i>glaucophylla</i>	2x			58			
耳叶猕猴桃 <i>A. glaucophylla</i> var. <i>astymmetrica</i>	4x			116			
大花猕猴桃 <i>A. grandiflora</i>	2x	4x		58	116		
桂林猕猴桃 <i>A. guilinensis</i>	2x			58			
长叶猕猴桃 <i>A. hemsleyana</i> var. <i>hemsleyana</i>	2x			58			
湖北猕猴桃 <i>A. hubeiensis</i>	2x			58			
白背叶猕猴桃 <i>A. hypoleuca</i>	2x			58			
中越猕猴桃 <i>A. indochinensis</i>	2x	4x		58	116		
狗枣猕猴桃 <i>A. kolomikta</i>	2x	4x		58	116		
小叶猕猴桃 <i>A. lanceolata</i>	2x			58			
阔叶猕猴桃 <i>A. latifolia</i> var. <i>latifolia</i>	2x			58			
两广猕猴桃 <i>A. liangguangensis</i>	2x			58			
漓江猕猴桃 <i>A. lijiangensis</i>	2x			58			

表 3(续) Table 3 (continued)

物种 Species	染色体倍性 Ploidy	染色体数目 No. of chromosome	
大籽猕猴桃 <i>A. macrosperma</i> var. <i>macrosperma</i>	4x	116	
梅叶猕猴桃 <i>A. macrosperma</i> var. <i>mumoides</i>	4x	116	
黑蕊猕猴桃 <i>A. melanandra</i> var. <i>melanandra</i>	2x 4x	58	116
美丽猕猴桃 <i>A. melliana</i>	2x	58	
繁花猕猴桃 <i>A. persicina</i>	2x	58	
葛枣猕猴桃 <i>A. polygama</i>	2x 4x	58	116
红茎猕猴桃 <i>A. rubricaulis</i> var. <i>rubricaulis</i>	2x 4x	58	116
革叶猕猴桃 <i>A. rubricaulis</i> var. <i>coriacea</i>	2x	58	
山梨猕猴桃 <i>A. rufa</i>	2x	58	
清风藤猕猴桃 <i>A. sabiaefolia</i>	2x 4x	58	116
刺毛猕猴桃 <i>A. setosa</i>	2x	58	
安息香猕猴桃 <i>A. styraciflia</i>	2x	58	
四萼猕猴桃 <i>A. tetramera</i>	2x	58	
对萼猕猴桃 <i>A. valvata</i> var. <i>valvata</i>	4x 6x	116	174
浙江猕猴桃 <i>A. zhejiangensis</i>	2x	58	

*本表数据来源 除 6x 软枣猕猴桃、2x 阿里山猕猴桃、2x 刺毛猕猴桃来源于 Blanchet et al (1992)、2x 白背叶猕猴桃来源于 McNeillage and Considine(1989)、8x 紫果猕猴桃来源于 Ferguson et al. , 1997 外 ,其它数据均来源于中科院武汉植物所猕猴桃研究中心的猕猴桃遗传资源计算机数据库 ,大部分物种经过了近期分别对雌雄株的测定(其中包括熊治廷 ,黄仁煌 ,武显维 , 1985 ;熊治廷 ,黄仁煌 ,1988 已发表的物种数据)。染色体检测方法为 :酶法去壁、经低渗 ,火焰干燥制片 ,Giemsa 染色 ,Olympus_BH 显微镜检。Data source :Data from the computer database of *Actinidia* Research Center , Wuhan Institute of Botany , CAS. , both male and female plants of most species were recently checked for tchromosome numbers(including the publishedd data on species by Huang and Wu , 1985 ; Xiong and Huang , 1988) , except *A. arguta* 6x , *A. arisanensis* 2x from Blanchet et al. , 1992 ; *A. hypoleuca* 2x from McNeillage and Considine , 1989 ; and *A. arguta* var. *purpurea* 8x from Ferguson et al. , 1997. Chromosome number checking method : cell wall enzyme digesting , low osmotic pressure , slides flame drying , Giemsa dying and counting by Olympus_BH

6 DNA 水平遗传多样性

猕猴桃属植物的基因组约为 375000 ~ 750000 kb (Weising et al. , 1996) ,目前在 DNA 方面的研究大多集中于猕猴桃的分子系统学、性别标记、品种指纹鉴定等 ,DNA 水平上遗传多样性评价的研究较少。现有对美味猕猴桃、中华猕猴桃及其它少数几个种研究结果表明 ,猕猴桃在 DNA 水平上也具有很高的多样性。Weising 等(1996)研究了 16 个微卫星(microsatellite)在 8 株二倍体中华猕猴桃中的杂合度 ,结果发现 8 个微卫星的杂合度为 50% ~ 100% ,5 个微卫星的杂合度在 13% ~ 38% ,只有 3 个微卫星是单态的。Huang 等(1998)用 20 个微卫星研究了二倍体和四倍体中华猕猴桃 ,二倍体中华猕猴桃的杂合度在 50% ~ 85% 之间 ,而四倍体中华猕猴桃则高达 90% ~ 100% ,而且位点内杂合程度高于同工酶水平 ,三基因和四基因的杂合体高达 60% 以上 ,可见多倍体猕猴桃保持着更为丰富的遗传多样性。丰富的微卫星位点内基因数从另一侧面也反映了猕猴桃在 DNA 水平的多样性。对 10 株中华猕猴桃测定 20 个微卫星的基因数 ,每位点平均为 12.4 个基因。由于猕猴桃倍性多样、基因组构成复杂 ,包括核 DNA 分子标记在内的有关核 DNA 研究受到限制 ,使得细胞质的叶绿体和线粒体 DNA 受到重视。Cipriani 等(1995)通过对软枣猕猴桃、中华猕猴桃、美味猕猴桃和狗枣猕猴桃为亲本的种间杂交后代家系的叶绿体 RFLP 研究 ,证实了猕猴桃叶绿体 DNA 是严格的父性遗传。Testolin 和 Cipriani(1997)又通过对毛花猕猴桃、中华猕猴桃、金华猕猴桃、葛枣猕猴桃及对萼猕猴桃的种间杂交后代家系和美味猕猴桃的种内杂交后代家系的叶绿体和线粒体的 RFLP 分析 ,证实了猕猴桃线粒体 DNA 为母性遗传。猕猴桃细胞质 DNA 的这种单亲互补的遗传特征为猕猴桃属

植物的分子系统学研究和进一步评价细胞质 DNA 的多样性提供了新途径。

我国虽占有世界上绝大多数的猕猴桃遗传资源,但客观形势不容乐观。我国曾长期忽视猕猴桃巨大的潜在商业价值,直到 1978 年农业部在河南信阳召开的第一次全国猕猴桃科研、生产协作会以后,从 1978 至 1990 年在全国范围内进行大面积的猕猴桃资源调查才开始了我国猕猴桃的研究和利用。现在我国已成为栽培面积第一(4 万 hm^2),产量第四(8.8 万 t)的猕猴桃生产大国(黄贞光,1998)。虽然我们 20 年走完了从资源调查到大规模商业化生产的全过程,然而早期以采野生果资源为主的粗放开发加上多年毁林开荒的恶果,使我国猕猴桃遗传资源流失严重。目前已有 9 个猕猴桃种或变种(贡山、大花、绿果、河南、中越、巴东、桂林、金花、扇叶)成为濒危物种,大量自然居群消失。

我国的猕猴桃资源保护及利用存在的问题应引起充分的重视:1)至今未建立起一个国家级的、相对完善的迁地和就地保育的体系,资源圃分散而且低水平重复,对国家产业化商业生产所需的优良品种及资源管理策略的贡献少而慢;2)品种选育及改良仍然处于低级的野生选优或实生选优阶段,目标不明确,而且 R&D 投入少并缺乏连续性;3)市场、销售体系处于无序状态,缺乏国际竞争力;4)原有的资源优势正在因其他国家猕猴桃资源圃的扩大和研究深入而失去优势。充分认识我国猕猴桃资源现存的问题,加强资源保护和研究的广度和深度将有利于我国猕猴桃资源的可持续利用。

参 考 文 献

- 黄贞光,1998. 我国猕猴桃品种结构、区域分布及调整意见. *果树科学*, **15**(3):193~197
- 梁畴芬,1983. 论猕猴桃属植物的分类. *广西植物*, **3**(4):229~248
- 王圣梅,黄仁煌,武显维,康宁,1994. 猕猴桃远缘杂交育种研究. *果树科学*, **11**(1):23~26
- 熊治廷,黄仁煌,武显维,1985. 四种猕猴桃属植物的染色体数目观察. *武汉植物学研究*, **3**(3):219~224
- 熊治廷,黄仁煌,1988. 猕猴桃属十种三变种的染色体数目. *植物分类学报*, **26**(3):245~247
- 熊治廷,黄仁煌,武显维,1998. 中华猕猴桃若干株系的染色体数目. *武汉植物学研究*, **16**(4):302~304
- Blanchet P, Brown S, Hirsch A M, Marie D, Watanabe K, 1992. Determination des niveaux de ploïdie dans le genre *Actinidia* Lindl. Par cytométrie flux. *Fruits*, **47**:451~460
- Cipriani G, Testolin R, Morgante M, 1995. Paternal inheritance of plasmid in interspecific hybrids of the genus *Actinidia* revealed by PCR amplification of chloroplast DNA fragments. *Molecular and General Genetics*, **247**:693~697
- Ferguson A R, 1984. Kiwifruit: a botanical review. *Horticultural Reviews*, **6**:1~64
- Ferguson A R, Davison R M, 1986. *Actinidia deliciosa*. In: Halevy A H (eds.) *CRC Handbook of Flowering*, Vol. 5, Boca Raton, FL: CRC Press, 1~14
- Ferguson A R, Bollard E G, 1990. Domestication of the kiwifruit. In: Warrington I J and Weston G C (eds.) *Kiwifruit: Science and Management*. Auckland: Ray Richards Publisher in association with N. Z. Soc. Hort. Sci., 165~232
- Ferguson A R, Seal A G, McNeilage M A, Fraser L G, Harvey C F, Beatson R A, 1996. Kiwifruit. In: Janick J, Moore J N (eds.) *Fruit Breeding* vol. II, New York: John Wiley & Sons, Inc., 371~417
- Ferguson A R, O'Brien J E W, Yan G J, 1997. Ploidy in *Actinidia*. *Acta Horticulturae*, **444**:67~71
- Gill G P, Harvey C F, Gardner R C, Fraser L G, 1998. Development of sex-linked PCR markers for gender identification in *Actinidia*. *Theoretical and Applied Genetics*, **97**:439~445
- Harvey C F, Gill G P, Fraser L G, McNeilage M A, 1997. Sex determination in *Actinidia*. 1. Sex-linked markers and progeny sex ratio in diploid *A. chinensis*. *Sex Plant Report*, **10**:149~154
- Hirsch A M, Fortune D, Blanchet P, 1990. Study of dioecism in kiwifruit, *Actinidia deliciosa*, Chevalier. *Acta Horticulturae*, **297**:123~131
- Huang H, Dane F, Wang Z R, Jiang Z W, Huang R H, Wang S M, 1996. Isozyme inheritance and variation in *Ac-*

- tinidia. *Heredity* , **78** : 328 ~ 336
- Huang W G , Cipriani G , Morgante M , Testolin R , 1998. Microsatellite DNA in *Actinidia chinensis* isolation , characterization , and homology in related species. *Theoretical and Applied Genetics* , **97** : 1269 ~ 1278
- Ke S Q , Huang R H , Wang S M , Xiong Z T , Wu X W , 1992. Studies on interspecific hybrids of *Actinidia*. *Acta Horticulturae* , **297** : 133 ~ 139
- McNeillage M A , Considine J A , 1989. Chromosome studies in some *Actinidia* taxa and implications for breeding. *New Zealand Journal of Botany* , **27** : 71 ~ 81
- McNeillage M A , 1991. Sex expression in fruiting male vines of kiwifruit. *Sex Plant Report* , **4** : 274 ~ 278
- McNeillage M A , 1991. Gender variation in *Actinidia deliciosa* , the kiwifruit. *Sex Plant Report* , **4** : 267 ~ 273
- McNeillage M A , 1997. Progress in breeding hermaphrodite kiwifruit cultivars and understanding the genetics of sex determination. *Acta Horticulturae* , **444** : 73 ~ 78
- Messina R , Vischi M , Marchetti S , Testolin R , Milani N , 1990. Observations on subdioeciousness and fertilization in a kiwifruit breeding program. *Acta Horticulturae* , **282** : 377 ~ 386
- Messina R , Testolin R , Morgante M , 1991. Isozyme for cultivar identification in kiwifruit. *HortScience* , **26** (7) : 899 ~ 902
- Mu S K , Fraser L G , Harvey C F , 1990. Rescue of hybrid embryos of *Actinidia* species. *Scientia Horticulturae* , **44** : 97 ~ 106
- Mu X J , Tsai D R , An H X , Wang W L , 1992. Embryology and embryo rescue of interspecific hybrids in *Actinidia*. *Acta Horticulturae* , **297** : 93 ~ 98
- Seal A G , McNeillage M A , 1989. Sex and kiwifruit breeding. *Acta Horticulturae* , **240** : 35 ~ 38
- Testolin R , Cipriani G , 1997. Paternal inheritance of chloroplast DNA and maternal inheritance of mitochondrial DNA in the genus *Actinidia*. *Theoretical and Applied Genetics* , **94** : 897 ~ 903
- Weising K , Fung R W M , Keeling D J , Atkinson R G , Gardner R C , 1996. Characterization of microsatellites from *Actinidia chinensis*. *Molecular Breeding* , **2** : 117 ~ 131