

# 中国树莓属植物多样性及品种选育研究进展

王小蓉 汤浩茹\* 邓群仙

(四川农业大学林学院园艺学院, 雅安 625014)

**摘要:** 综合有关文献, 介绍了已报道的中国树莓属植物种质资源 201种 98变种的地理分布和野生种与栽培种群分类, 列表比较了可作为树莓类果树选育种的优良野生种质中 35个种和 4个变种的主要特性, 重点论述了用孢粉学、细胞遗传学和分子生物学等方法对树莓属植物遗传多样性的研究概况、国外对树莓资源的利用与我国对树莓资源的引种和品种选育进展, 并结合存在的问题对今后研究的重点提出了几点建议。

**关键词:** 树莓; 遗传多样性; 种质资源; 品种选育; 进展

**中图分类号:** S 663.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 0513-353X (2006) 01-0190-07

## Advancement in Research of Genetic Diversity of Bramble (*Rubus* L.) and Its Breeding in China

Wang Xiaorong, Tang Haoru\*, and Deng Qunxian

(College of Forestry and Horticulture, Sichuan Agricultural University, Ya'an 625014, China)

**Abstract:** The geographical distribution and their taxonomy of the 201 species and 98 varieties which were reported of Chinese brambles (*Rubus* L.) were reviewed in this paper. The characteristics of the wild 36 species and 4 varieties that could be used as excellent bramble breeding resources were listed in a table. The progress on genetic diversity of bramble by means of pollen morphology, cytogenetics and molecular biology were discussed as well as their utilization outside China and their introduction and breeding in China. Based on the current problems existed, some suggestions for further research were also indicated.

**Key words:** Bramble; *Rubus* L.; Genetic diversity; Genetic resource; Breeding; Advancement

树莓属 (*Rubus* L.), 又名悬钩子属<sup>[1]</sup>, 属于蔷薇科 (Rosaceae) 落叶稀常绿灌木、半灌木或多年生匍匐草本植物<sup>[2]</sup>。果实可食的用于园艺栽培生产的树莓属植物常简称为树莓或可食悬钩子<sup>[3]</sup>。树莓具有丰富的营养和独特的保健功能<sup>[4,5]</sup>, 是一类重要的小浆果类果树。欧美许多国家很重视树莓育种, 育成品种有数百个<sup>[6]</sup>。目前世界上有 30多个国家栽培树莓, 多集中在欧洲和北美洲。据联合国粮农组织 (FAO) 统计, 近 10年来, 俄罗斯、南斯拉夫、美国、波兰、德国和加拿大等国家的产量均在万吨以上<sup>[5]</sup>。我国树莓野生资源丰富, 分布广泛, 但几乎未被开发利用, 约在 20世纪 80年代开始大面积栽培, 但品种多由国外引进。我国地域辽阔、地理生态环境差异较大, 引入品种多数存在生态适宜性问题<sup>[7]</sup>。作者通过收集国内外大量文献资料, 综述了树莓属植物的多样性及品种选育研究进展, 以期为我国树莓野生资源的开发利用和品种选育提供参考依据, 以促进我国树莓产业发展。

## 1 树莓属植物种质资源多样性

### 1.1 种质资源地理分布

据陆玲娣 1983年统计已知的树莓属植物有 750余种<sup>[8]</sup>。而树莓主要产地在北半球温带, 少数分布到热带和南半球<sup>[2,8]</sup>。中国是树莓属植物的重要分布中心之一, 已发布的有 201种、98个变种<sup>[9]</sup>,

收稿日期: 2005-04-01; 修回日期: 2005-07-04

基金项目: 四川省教育厅资助项目 (2004A025); 教育部“新世纪优秀人才支持计划”项目 (NCET-04-0905)

\*通讯作者 Author for correspondence (E-mail: htang@sicau.edu.cn)

其中特有种 138种<sup>[8]</sup>。从辽宁、吉林、黑龙江,到广东、广西等不同地域和不同气候类型均有分布,遍及全国 27个省区,以西南地区分布最为集中,其中云南 107种 45变种<sup>[10]</sup>,四川 114种<sup>[2]</sup>,贵州 55种 7变种<sup>[11]</sup>,广西 48种,广东 43种,湖北 43种,福建 41种 5变种<sup>[12]</sup>,福建和湖南 46种和变种<sup>[13]</sup>,江西 43种 7变种 2变型<sup>[14]</sup>,甘肃 34种 8变种<sup>[15]</sup>,西藏 36种,台湾 34种和变种<sup>[16]</sup>,河南 34种和变种<sup>[17]</sup>,陕西 33种,安徽 23种和 4变种<sup>[18]</sup>,江苏 13种。此外,山西、东北、河北、山东、新疆、内蒙古、青海也有少数种类分布<sup>[19]</sup>。

## 1.2 中国树莓属的分类

对于中国树莓属植物资源,俞德浚将其分为空心莓、实心莓、刺毛莓、软枝莓和大花莓 5个亚属<sup>[20]</sup>。后来陆玲娣和俞德浚根据主要器官性状特征和参考部分细胞学资料将其分为 8个组,由系统发育的先后分别是:空心莓组 (Sect *Idaeobatus* Focke)、常绿莓组 (Sect *Lampobatus* Focke)、悬钩子组 (Sect *Rubus*)、木莓组 (Sect *Malachobatus* Focke)、刺毛莓组 [Sect *Dalibardastnum* (Focke) Yüet Lu],矮生莓组 (Sect *Chamaebatus* Focke)、匍匐莓组 (Sect *Cylactis* Focke)和单性莓组 (Sect *Chamaenon* Focke)<sup>[2,8]</sup>。其中空心莓组果实成熟时与花托分离,空心;而木莓组、刺毛莓组、矮生莓组、匍匐莓组和单性莓组果实成熟时与花托连合成一体,为实心莓;常绿莓组和悬钩子组果实成熟时空心或实心<sup>[2,8]</sup>。目前多数学者<sup>[9,10,12,14~16]</sup>采用陆玲娣等的分类系统。对于树莓属植物来说,不仅种类繁多、种间变异性大,而且同一种内不同生境的种群差异也很大。如插田泡 (*R. coreanus* Miq.)和茅莓 (*R. parvifolius* L.)的贵州种源明显优于江苏种源,而贵州种源的插田泡种群中果色有黄、红和黑 3种不同类型,果实大小和风味也有差异<sup>[7]</sup>。

## 1.3 树莓栽培种群分类

曲泽洲等根据国外用于园艺栽培生产的树莓类果树,将其分为三大种群,它们是树莓种群 (Raspberry),黑刺莓种群 (Blackberry,中文常称为“黑莓”)和露莓种群 (Dewberry)。通常所说“树莓”包括以上三大种群<sup>[1]</sup>。树莓种群果实成熟时与花托分离,种质主要分布于美国北部等温带地区,其根系浅,耐旱、耐湿性差,但冬季耐寒性较强。根据成熟时果实颜色,树莓种群又可细分为红树莓、黄树莓、黑树莓 (Black raspberry)和紫树莓,其中紫树莓为美国红树莓和黑树莓的杂交种。根据结果习性不同,树莓种群又可分为夏季树莓和双季树莓,大多数双季树莓为红树莓和黄树莓。而黑莓种群成熟时果实不与花托分离,颜色主要为黑色,也有深红色或白色,花托可食,其种质来源于美国等暖温带至亚热带气候,对高温高湿环境适应能力较强<sup>[7,21]</sup>。从以上分类看,黑树莓 (Black raspberry)是树莓种群的 1个类型,不等同于黑莓 (Blackberry)。目前,树莓和黑莓这两个种群利用最广泛。露莓种群又称匍匐莓,原产美国<sup>[1]</sup>,是攀缘性黑莓,果实黑色,比黑莓果大。从栽培种分类和植物学系统分类比较,树莓种群多属于空心莓组和空心莓亚属,其典型的栽培种是欧洲红树莓 (*R. idaeus* L.)、黑树莓 (*R. occidentalis* L.)和黄树莓 (*R. xanthocarpus* Bureau et Franch.),其中欧洲红树莓的一个变种美国红树莓 (*R. idaeus* var *strigosus* Maxim)在美国栽培利用较广;而黑莓和露莓种群多属于实心莓亚属,前者典型的栽培利用种是美洲黑莓 (*R. allegheniensis* Porter),后者典型的栽培利用种是北方露莓 (*R. flagellaris* Willd.)<sup>[1,21]</sup>。据报道,我国没有发现可用于黑莓育种的优良野生资源,但树莓种群果实诱人和浓郁的香气为黑莓所不及<sup>[7]</sup>。因此,应充分利用我国树莓种群野生资源,重视我国南方耐高温、高湿树莓种群品种的选育。

## 1.4 树莓属植物遗传多样性的研究

对树莓属植物遗传多样性的研究主要建立在宏观的形态特征基础上,常根据宏观的形态 (表型)差异来进行分类和亲缘关系的鉴定<sup>[2,8,13,14]</sup>。李维林等利用扫描电镜观察了中国树莓属 7组共 103个种的花粉形态,发现其形状、大小和外壁纹饰上变异丰富,反映了该属在系统演化上的多样性,认为该属的花粉形态特征对该属种的区分、遗传多样性和亲缘关系分析有一定的参考价值,但在种内是否存在多样性有待进一步研究<sup>[22,23]</sup>。中国树莓属植物的染色体基数  $x=7$ ,均属于“1A”或“2A”型,

大多数种为二倍体,少数是三倍体和四倍体<sup>[16,24~26]</sup>,也有六倍体和八倍体的报道<sup>[16]</sup>。林盛华和陈瑞阳等对中国树莓等13个种和类型染色体的核型分析表明,不仅种间核型存在差异,而且同一种内也存在多样性,同一种内不仅具有二倍体、三倍体和四倍体类型,而且核型的其余指标上也存在差异<sup>[24~26]</sup>;Thompson报道了在美国的无性种质资源库中(National Clonal Germplasm Repository, USA)已保存的387个树莓种的染色体倍性变异为二倍体至十二倍体<sup>[27]</sup>。Thompson还报道,在保存的树莓和黑莓种群的100多个栽培品种中,除了二倍体至十四倍体和十八倍体染色体倍性变异外,个别栽培品种还是非整倍体<sup>[28,29]</sup>。Lin等认为,黑莓的染色体上有树莓的易位染色体片段<sup>[30]</sup>。Li等用17个随机引物对中国树莓属的5个种15个植株个体进行了RAPD分析,多态位点达187个<sup>[31]</sup>。除此以外,国外还采用生化标记(等位酶)<sup>[32~35]</sup>和RAPD<sup>[36,37]</sup>、SSR<sup>[38]</sup>、ISSR<sup>[39]</sup>、AFLP<sup>[40]</sup>等分子标记对树莓进行遗传多样性分析,这些深入研究为树莓育种奠定了良好的基础。国内外的研究结果表明,中国树莓属资源种间和种内在DNA分子甚至细胞学水平皆存在丰富的多样性,但从分析范围和深度看,国内采用细胞学和分子生物学等手段对种和类型的遗传多样性研究相对较少或欠深入,更未见用等位酶进行研究的报道。

## 2 树莓资源利用与品种选育

### 2.1 国外树莓种质资源利用与育种

美国等国家较早重视树莓种质资源利用和品种选育。黑莓品种选育有近100年历史,树莓种群(Raspberry)品种选育更早<sup>[41]</sup>。Hummer等报道了在美国的无性种质资源库中已保存了来自50多个国家和地区的树莓属至少740个种和变种以及343个育成的品种,这些育成的品种来自140个种的野生树莓种和变种<sup>[6,42]</sup>。美国树莓种群育种计划中,将利用58个种的树莓种质结合DNA分子标记辅助技术更大范围内开展树莓的杂交育种工作<sup>[43]</sup>。黑莓种群的育种目标是抗虫抗病,增强耐高温高湿气候的能力和提果实品质,其育种常采用倍性育种、种间杂交和突变育种等手段<sup>[41]</sup>。从两大种群目前育成的品种来看,多由杂交育种和倍性育种形成。目的基因的定位<sup>[44,45]</sup>、原生质体融合<sup>[46]</sup>、遗传转化体系建立和转基因技术<sup>[47,48]</sup>也开始被尝试用来进行树莓品种的改良。

### 2.2 中国树莓属种质的筛选、引种与品种选育

我国开展大范围树莓属种质资源调查、收集和评价始于1988年中国科学院南京植物研究所等单位,并于20世纪90年代初在南京建立了中国第1个树莓属田间基因库<sup>[49,50]</sup>,制定了中国树莓属种质评价标准,内容包括登记数据,引种数据,栽植数据,繁殖保存数据,植株数据,病虫害敏感性,同工酶酶谱,染色体数目等指标<sup>[51]</sup>,并进行果实特征描述和糖、酸、维生素、氨基酸和矿质元素等含量分析以及丰产性和抗逆性评价。已从引种的野生树莓属资源中筛选出一批优良种质(表1)<sup>[7,9,13,19,50,52~56]</sup>,达35种4变种之多,主要为空心莓组(25种,4变种),其次为木莓组(7种),而匍匐莓组(2种)和单性莓组(1种)较少。其中至少有10个种可以作为野生小果类果树直接利用(表1)<sup>[3,50]</sup>。

我国于20世纪80年代大面积栽培树莓,品种几乎都由国外引进<sup>[3]</sup>。引进大致可分为两个阶段:第1个阶段是在20世纪30年代,一些俄罗斯人将树莓带入中国,主要在黑龙江等地种植。第2个阶段是20世纪80年代以来,主要是沈阳农业大学、吉林农业大学、中国科学院南京植物研究所和中国林业科学研究院等单位先后从美国和俄罗斯等进行引种栽培<sup>[3,29]</sup>。

对于树莓品种选育工作,根据近20年的文献报道,育成品种(株系)有7个,它们是‘红宝玉’、‘丰满红’、‘红宝珠’、‘红宝达’、‘仙女红’、‘安文公主(宝-2)’和‘螺山仙子’,其中‘红宝玉’、‘丰满红’、‘红宝珠’和‘红宝达’4个品种通过省级审定<sup>[57~63]</sup>,但至今还没有任何一个品种通过国家审定。‘红宝玉’、‘红宝珠’和‘红宝达’系从国外引进品种中选育而成<sup>[57,62,63]</sup>,‘丰满红’、‘仙女红’、‘安文公主(宝-2)’和‘螺山仙子’4个皆从国内野生资源中选育而成,且‘仙女红’、‘安文公主(宝-2)’和‘螺山仙子’的树莓野生种源不明确<sup>[58~61]</sup>。可以看出,我国树莓品种选育才刚刚起步,这与国外特别是美国的育种与种质资源利用相比差距很大。

表 1 中国树莓属植物有育种潜力的果用优良种质

Table 1 Excellent *Rubus* gemplasm s with potential breeding capabilities in China

种类 Species	适应性 Adaptability	丰产性 Productivity	果实品质 Fruit quality	其它 Others	参考文献 Reference
空心莓组 Sect <i>Idaeobatus</i> Focke					2
秀丽莓 <i>R. amabilis</i> Focke	强	中等	果较大,质优	直立	7,9
粉枝莓 <i>R. biflorus</i> Buch -Ham. ex Smith	较弱	较差	果较大而味美	直立	7,9
*掌叶覆盆子 <i>R. chingii</i> Hu	较强	中等	果较大而味美	直立	3,9,10,19,50,52,53,56
华中悬钩子 <i>R. cockburnianus</i> Hemsl	耐寒	丰产	风味好	晚熟	9
*小柱悬钩子 <i>R. columellaris</i> Tutcher	中等	丰产	果偏大,味较淡	直立小灌木	3,7,52
*山莓 <i>R. corchorifolius</i> L. f	强	中等	果中大味美	直立性强	3,7,9,19,50,52,56
插田泡 (贵州种源) <i>R. coreanus</i> Miq	强	丰产	果中大味甜	半直立	7,9
牛叠肚 <i>R. crataegifolius</i> Bge	较强	-	果中大味佳	直立	7,9,52
栽秧泡 <i>R. ellipticus</i> var <i>obcordatus</i> (Franch.) Focke	强	丰产	果大味美	直立性强,树形匀称	7,9
*大红泡 <i>R. eustephanus</i> Focke ex Diels	中等	较差	果较大而鲜艳	直立小灌木	3,7,52
弓茎悬钩子 <i>R. flosculosus</i> Focke	抗病虫	丰产	实心果	灌木	9
甘青悬钩子 <i>R. gansuensis</i> X. G. Sun	-	-	果黑紫酸微甜	氨基酸含量高	54
*光果悬钩子 <i>R. glabricarpus</i> Cheng	-	-	果酸具香气	-	3,50,52
*蓬蘽 <i>R. hirsutus</i> Thunb	强	中等	果大色艳味美	SOD高	3,9,19,50,52,53,55,56
覆盆子 <i>R. idaeus</i> L.	耐寒	-	果大味美	-	9,19
无毛覆盆子 <i>R. idaeus</i> L. var <i>glabratus</i> Y Üet Lu	耐寒	-	果大味美	无刺	9
黄色悬钩子 <i>R. lutescens</i> Franch	耐寒	-	果大味美	多年生草本	9,54
喜阴悬钩子 <i>R. mesogaeus</i> Focke	-	-	果蓝黑甜微酸	-	54
红泡刺藤 <i>R. niveus</i> Thunb	强	中等	果中大味佳	-	7
茅莓 (贵州种源) <i>R. parvifolius</i> L.	强	中等	果色鲜艳味佳	Ca, K高	7,9,19,50,52
腺花茅莓 <i>R. parvifolius</i> L. var <i>abenoehlamys</i> Focke	-	-	果橙红酸甜	-	54
*盾叶莓 <i>R. peltatus</i> Maxim.	弱	中等	野生种中果最大	直立	3,7,9,50,52
掌叶悬钩子 <i>R. pentagonus</i> Wall. ex Focke	-	-	果大品质好	无刺	9
茄帽悬钩子 <i>R. pileatus</i> Focke	-	-	果橙黄酸甜淡香	果 1.6 g, SOD高	54
陕西悬钩子 <i>R. piluliferus</i> Focke	-	-	果黑紫甜	-	54
*香莓 <i>R. pungens</i> Camb var <i>oldhamii</i> (Miq.) Maxim.	-	-	果味甜有香气	-	3,52
空心泡 <i>R. rosaefolius</i> Smith	中等	较差	果较大酸甜多汁	直立小灌木, SOD高	7,9,50,53
红腺悬钩子 <i>R. sumatranus</i> Miq	-	较丰产	果大子小味美	近直立周年结果	6,54
黄果悬钩子 <i>R. xanthocarpus</i> Bureau et Franch	较强	较丰产	果较大味美	-	9,19,52,54,55
木莓组 Sect <i>Malachobatus</i> Focke					2
*粗叶悬钩子 <i>R. alceaefolius</i> Poir	-	-	果大味美,品质好	Ca, V <sub>E</sub> 含量高	3,50,52
寒莓 <i>R. buergeri</i> Miq	-	-	果味酸甜适口	总糖 5%	53
*高粱泡 <i>R. lam bertianus</i> Ser	强	丰产	果汁多色浓	晚熟, Ca, 氨基酸高	3,7,9,50~52,56
绢毛悬钩子 <i>R. lineatus</i> Reinw.	较强	较差	果大色艳	直立灌木叶色美	7,9
大乌泡 <i>R. multibracteatus</i> Levl. et Vant	强	丰产	果大色艳味美	Fe, 氨基酸高	7,50
川莓 <i>R. setchuenensis</i> Bureau et Franch	不耐寒	中等	果偏小包于萼片	无刺	7,9
灰白毛莓 <i>R. tephrodes</i> Hance	强	特丰产	果小穗大果黑色	Zn, Fe高	7,9,50
匍匐莓组 Sect <i>Cylactis</i> Focke					2
北悬钩子 <i>R. arcticus</i> L.	耐寒	-	果实味美	草本	9
石生悬钩子 <i>R. saxatilis</i> L.	耐寒	-	果实味美	草本	9,19,52
单性莓组 (Sect <i>Chamaenon</i> Focke)					2
兴安悬钩子 <i>R. chamaenon</i> L.	耐寒	-	-	草本	9

### 3 问题与展望

随着我国人们生活水平的逐步提高,人们更要求果品多样化,同时随着果汁和果酱等需求量的增大,具有优良特性的树莓在我国将有很好的发展前景。而发展树莓产业,品种是关键。目前,我国大面积栽培的树莓品种多由国外引进。由于我国地域广阔,气候复杂多样,致使引进的品种在其生态适宜性和品质等方面表现差异很大。张庆霞的研究表明,从沈阳农业大学转引的‘美国 21号’、‘黄树莓’和‘A4-17黑莓’等 6 个品种在四川雅安等地的试验表明,它们在南方夏季高温高湿地区栽种,平均单果质量及可溶性固形物含量均下降,而且病害严重<sup>[64]</sup>,而我国特别是西南地区野生树莓却表

现良好。据近年我们对四川野生树莓资源调查及从中国林科院引种的近 20 个国外树莓品种在四川南充和雅安的对比观察表明, 优良的当地野生树莓优势种群。栽秧泡、插田泡和山莓等的含糖量、风味、香气和抗病虫的能力都优于引进的品种, 可溶固形物在 10% ~ 14.5%, 比引进品种高 2% ~ 3%; 一些种质, 如栽秧泡和插田泡丰产性强 (平均每花序着果 20 ~ 50 个); 山莓有特殊的香气。因此, 我们应该充分利用我国丰富的优良野生树莓资源, 加强品种选育。目前树莓品种选育应着重作好以下几方面的基础工作: (1) 充分利用从国外引进的优良品种, 开展引种适应性试验和引种资源的评价研究, 筛选出适合我国多生态型区的优良品种。(2) 结合细胞遗传学和分子生物学的研究, 清楚地把握引进品种的亲缘关系; 并对有重要利用价值的种质建立分子遗传图谱, 为我国的树莓育种所用。(3) 加强我国, 特别是西南地区野生树莓种质资源的评价与利用研究, 并结合形态学、细胞遗传学和 DNA 分子标记等开展树莓优良性状和突出性状的定位研究, 为我国优良树莓品种选育奠定基础。(4) 选择有重要利用价值的亲本 (包括引进品种和野生资源) 开展杂交育种工作, 扩大育种的选择范围, 以创造出更多的优良树莓类型, 同时摸索建立树莓的遗传转化体系, 使引种、选种和杂交育种等常规育种技术与基因工程育种相结合, 将国外优良的和中国特有的树莓基因资源引入现有优良品种, 创造出新的适合我国树莓生产的优良品种。

## 参考文献:

- 曲泽洲, 孙云蔚. 果树种类论. 北京: 农业出版社, 1990. 153 ~ 160  
Qu Z Z, Sun Y W. Classification of fruit trees. Beijing: Agricultural Press, 1990. 153 ~ 160 (in Chinese)
- 俞德浚, 陆玲娣, 谷粹芝, 关克俭, 李朝奎. 中国植物志. 第 37 卷. 北京: 科学出版社, 1985. 10 ~ 218  
Yu D J, Lu L T, Gu C Z, Guan K J, Li C L. China flora Vol 37. Beijing: Science Press, 1985. 10 ~ 218 (in Chinese)
- 桂明珠, 胡宝忠. 小浆果栽培生物学. 北京: 中国农业出版社, 2002. 48 ~ 72  
Gui M Z, Hu B Z. Berry growing biology. Beijing: China Agricultural Press, 2002. 48 ~ 72 (in Chinese)
- 田家祥. 第三代新兴水果—树莓. 中国野生植物资源, 2000, 19 (6): 36, 40  
Tian J X. The third generation fruit tree—*Rubus*. Chinese Wild Plant Resources, 2000, 19 (6): 36, 40 (in Chinese)
- 王友升, 徐玉秀, 王贵禧. 树莓的利用研究及其在我国的发展前景. 经济林研究, 2003, 21 (1): 64 ~ 66  
Wang Y S, Xu Y X, Wang G X. Utilization of *Rubus corchorifolius* and its development in China. Economic Forest Researches, 2003, 21 (1): 64 ~ 66 (in Chinese)
- Hummer K E, Finn C E. Recent *Rubus* and *Ribes* acquisitions at the USDA-ARS national clonal germplasm repository. Acta Horticulturae, 1999, 505: 275 ~ 281
- 贺善安, 顾 烟, 孙醉君, 蔡剑华. 黑莓引种的理论导向. 植物资源与环境, 1998, 7 (1): 1 ~ 9  
He S A, Gu Y, Sun Z J, Cai J H. Theoretic guide to blackberry introduction. Journal of Plant Resources and Environment, 1998, 7 (1): 1 ~ 9 (in Chinese)
- 陆玲娣. 我国悬钩子属植物的研究. 植物分类学报, 1983, 21 (1): 13 ~ 25  
Lu L T. A study on the genus *Rubus* of China. Acta Phytotaxonomica Sinica, 1983, 21 (1): 13 ~ 25 (in Chinese)
- Li W L, Wu W L, Zhang Z D. The utilization value and potential of Chinese bramble (*Rubus* L.). Acta Horticulturae, 2002, 585: 133 ~ 138
- 顾 烟, 李维林, 王传永, 於 虹, 施宗明, 彭隆金. 云南悬钩子种质资源考察. 武汉植物学研究, 2000, 18 (1): 49 ~ 55  
Gu Y, Li W L, Wang C Y, Yu H, Shi Z M, Peng L J. Investigation on wild *Rubus* resources in Yunnan province. Journal of Wuhan Botanical Research, 2000, 18 (1): 49 ~ 55 (in Chinese)
- 顾 烟, 龚德慎. 贵州省悬钩子属种质资源考察. 植物资源与环境, 1994, 3 (2): 1 ~ 8  
Gu Y, Gong D S. Investigation on wild *Rubus* resources in Guizhou province. Journal of Plant Resources and Environment, 1994, 3 (2): 1 ~ 8 (in Chinese)
- 金 炜, 黄树芝, 顾 烟. 福建省悬钩子属植物资源的调查、收集、评价和利用的研究. 武汉植物学研究, 1992, 10 (4): 371 ~ 376  
Jin W, Huang S Z, Gu Y. Investigation, collection, evaluation and utilization of *Rubus* germplasm resources in Fujian. Journal of Wuhan Botanical Research, 1992, 10 (4): 371 ~ 376 (in Chinese)
- Gu Y, Jin W, Zhao C M, He S A. *Rubus* resources in Fujian and Hunan provinces. Acta Horticulturae, 1993, 345: 117 ~ 126
- 张志勇, 俞志雄. 江西悬钩子属的分类和地理分布. 热带亚热带植物学报, 2003, 11 (1): 27 ~ 33  
Zhang Z Y, Yu Z X. The classification and geographical distribution of *Rubus* species in Jiangxi province. Journal of Tropical and Subtropical Botany, 2003, 11 (1): 27 ~ 33 (in Chinese)
- 栾文举, 焦 健. 甘肃省悬钩子属植物资源分布及其开发前景初探. 自然资源学报, 1996, 11 (1): 41 ~ 48  
Luan W J, Jiao J. A preliminary study on distribution and exploitation of *Rubus* resources in Gansu province. Journal of Natural Resources,

- 1996, 11 (1): 41~48 (in Chinese)
- 16 Narihashi N, Iwatsubo Y, Peng C I. Chromosome numbers in *Rubus* (Rosaceae) of Taiwan. Botanical Bulletin of Academia Sinica, 2002, 43 (3): 193~201
- 17 李春奇, 叶永忠, 王志强, 高磊, 高致明. 河南野生悬钩子属植物资源. 果树科学, 1995, 12 (4): 258~261
- Li C Q, Ye Y Z, Wang Z Q, Gao L, Gao Z M. Wild *Rubus* resources in Henan province. Journal of Fruit Science, 1995, 12 (4): 258~261 (in Chinese)
- 18 汪美英, 郑朝贵. 安徽悬钩子属植物资源及其开发利用. 资源开发与市场, 1998, 14 (4): 158~159
- Wang M Y, Zheng C G. *Rubus* resources and its utilization in Anhui province. Resource Development and Market, 1998, 14 (4): 158~159 (in Chinese)
- 19 刘孟军. 中国野生果树. 北京: 中国农业出版社, 1998. 227~231
- Liu M J. Chinese wild fruit trees. Beijing: China Agricultural Press, 1998. 227~231 (in Chinese)
- 20 俞德浚. 中国果树分类学. 北京: 中国农业出版社, 1979. 209~220
- Yu D J. China systematic pomology. Beijing: China Agricultural Press, 1979. 209~220 (in Chinese)
- 21 王彦辉, 张清华. 树莓优良品种与栽培技术. 北京: 金盾出版社, 2003. 1~55
- Wang Y H, Zhang Q H. Excellent bramble (*Rubus* L.) cultivars and their cultivated technology. Beijing: Jindun Press, 2003. 1~55 (in Chinese)
- 22 李维林, 贺善安, 顾姻, 舒璞, 濮祖茂. 中国悬钩子属花粉形态观察. 植物分类学报, 2001, 39 (3): 234~247
- Li W L, He S A, Gu Y, Shu P, Pu Z M. Pollen morphology of the genus *Rubus* from China. Acta Phytotaxonomica Sinica, 2001, 39 (3): 234~247 (in Chinese)
- 23 李维林, 贺善安, 晁无疾. 秦巴山区悬钩子属植物的地理分布及花粉形态观察. 植物研究, 2000, 20 (2): 221~228
- Li W L, He S A, Chao W J. The geographical distribution and pollen morphology of the genus *Rubus* L. in Qinling-Bashan Mountain region. Bulletin of Botanical Research, 2000, 20 (2): 221~228 (in Chinese)
- 24 林盛华, 张冰冰, 方成泉, 林凤起, 蒲富慎. 中国树莓属 8 个种染色体数目与核型. 园艺学报, 1994, 21 (4): 313~319
- Lin S H, Zhang B B, Fang C Q, Lin F Q, Pu F S. Chromosome numbers and karyotypes of 8 species *Rubus* in China. Acta Horticulturae Sinica, 1994, 21 (4): 313~319 (in Chinese)
- 25 陈瑞阳. 中国主要经济植物染色体图谱 (第一册). 北京: 万国学术出版社, 1993. 263~279
- Chen R Y. Chromosome atlas of Chinese principal economic plants (tomus I). Beijing: International Academic Publishers, 1993. 263~279 (in Chinese)
- 26 李秀兰, 宋文芹, 陈瑞阳. 北方几种小浆果植物的核型研究. 武汉植物学研究, 1993, 11 (4): 289~292
- Li X L, Song W Q, Chen R Y. Studies on karyotype of some berry plants in north China. Journal of Wuhan Botanical Research, 1993, 11 (4): 289~292 (in Chinese)
- 27 Thompson M M. Survey of chromosome numbers in *Rubus*. Annals of the Missouri Botanical Garden, 1997, 84 (1): 128~164
- 28 Thompson M M. Chromosome numbers of *Rubus* species at the national clonal germplasm repository. HortScience, 1995, 30 (7): 1447~1452
- 29 Thompson M M. Chromosome numbers of *Rubus* cultivars at the national clonal germplasm repository. HortScience, 1995, 30 (7): 1453~1456
- 30 Lin K Y, Leitch I J, Leitch A R. Genomic characterisation and the detection of raspberry chromatin in polyploid *Rubus*. Theoretical and Applied Genetics, 1998, 97 (7): 1027~1033
- 31 Li W L, Gu Y, He S A, Zhang Z D. Applicability of RAPD to systematics and genetic diversity of *Rubus* L. Acta Horticulturae, 2002, 585: 139~142
- 32 Shamoun S F, Wall R E. Characterization of canadian isolates of *chondrostereum purpureum* by protein content, APIZYM and isozyme analyses. European Journal of Forest Pathology, 1996, 26 (6): 333~342
- 33 Cousineau J C, Anderson A K, Daubeny H A, Donnelly D J. Characterization of red raspberry cultivars and selections using isoenzyme analysis. HortScience, 1993, 28 (12): 1185~1186
- 34 Cousineau J C, Donnelly D J. Use of isoenzyme analysis to characterize raspberry cultivars and detect cultivar mislabeling. HortScience, 1992, 27 (9): 1023~1025
- 35 Cousineau J C, Donnelly D J. Identification of raspberry cultivars by starch gel electrophoresis and isoenzyme staining. Acta Horticulturae, 1989, 262: 259~267
- 36 Weber C A. Genetic diversity in black raspberry detected by RAPD markers. HortScience, 2003, 38 (2): 269~272
- 37 Graham J, Squire G R, Marshall B, Harrison R E. Spatially dependent genetic diversity within and between colonies of wild raspberry *Rubus idaeus* detected using RAPD markers. Molecular Ecology, 1997, 6 (11): 1001~1008
- 38 Graham J, Smith K. DNA markers for use in raspberry breeding. Acta Horticulturae, 2002, 585: 51~56
- 39 Hong Y P, Kim M J, Hong K N. Genetic diversity in natural populations of two geographic isolates of Korean black raspberry. Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 2003, 78 (3): 350~354
- 40 Lindqvist K H, Koponen H, Valkonen J P T. Genetic diversity of arctic bramble (*Rubus arcticus* L. subsp. *arcticus*) as measured by amplified fragment length polymorphism. Canadian Journal of Botany, 2003, 81 (8): 805~813
- 41 Hall H K. Blackberry breeding. Plant Breeding Reviews, 1990, 8: 249~312

- 42 Hummer K E. *Rubus* diversity. HortScience, 1996, 31 (2): 182~183
- 43 Finn C, Ballington J R, Swartz H. Use of 58 *Rubus* species in five north American breeding programmes——breeders notes. Acta Horticulturae, 2002, 585: 113~119
- 44 Gupjon C L. A marker gene in southern dewberry (*Rubus trivialis* Michx.). HortScience, 1995, 30 (7): 1457~1458
- 45 Graham J, McNicol R J, Kumar A. Use of the GUS gene as a selectable marker for *Agrobacterium* mediated transformation of *Rubus* plant Cell Tissue and Organ Culture, 1990, 20 (1): 35~39
- 46 Mezzetti B, Landi L, Phan H B, Mantovani I, Ruggieri S, Rosati P, Lin K Y. Protoplast technology and regeneration studies for *Rubus* breeding. Acta Horticulturae, 1999, 505: 215~222
- 47 Kokko H I, Karenlampi S O. Transformation of arctic bramble (*Rubus arcticus* L.) by *Agrobacterium tumefaciens*. Plant Cell Reports, 1998, 17 (10): 822~826
- 48 Mathews H, Wagoner W, Cohen C, Kellogg J, Bestwick R. Efficient genetic transformation of red raspberry, *Rubus ideaus* L. Plant Cell Reports, 1995, 14 (8): 471~476
- 49 王传永, 顾 烟, 吴文龙, 孙醉君. 悬钩子属基因库的建立与维护. 植物资源与环境, 1996, 5 (1): 14~17  
Wang C Y, Gu Y, Wu W L, Sun Z J. Establishment and maintenance of *Rubus* L. field genebank. Journal of Plant Resources and Environment, 1996, 5 (1): 14~17 (in Chinese)
- 50 顾 烟, 王传永, 赵昌民, 桑建忠, 李维林. 悬钩子属种质的评价. 植物资源与环境, 1996, 5 (3): 6~13  
Gu Y, Wang C Y, Zhao C M, Sang J Z, Li W L. Evaluation of *Rubus* genetic resources. Journal of Plant Resources and Environment, 1996, 5 (3): 6~13 (in Chinese)
- 51 顾 烟, 王传永. 悬钩子种质评价标准. 植物资源与环境, 1996, 5 (4): 42~47  
Gu Y, Wang C Y. *Rubus* germplasm descriptor. Journal of Plant Resources and Environment, 1996, 5 (4): 42~47 (in Chinese)
- 52 顾 烟. 悬钩子属植物资源及其利用. 植物资源与环境, 1992, 1 (2): 50~60  
Gu Y. *Rubus* L. Resources and its utilization. Journal of Plant Resources and Environment, 1992, 1 (2): 50~60 (in Chinese)
- 53 傅承新, 沈朝栋, 黄爱君. 浙江悬钩子属植物的综合研究——资源调查、引种及开发利用前景. 浙江农业大学学报, 1995, 21 (4): 393~397  
Fu C X, Shen C D, Huang A J. A comprehensive study on *Rubus* L. in Zhejiang province: wild specific resources, transplantation and exploitation. Journal of Zhejiang Agricultural University, 1995, 21 (4): 393~397 (in Chinese)
- 54 栾文举, 肖 雯, 焦 健. 甘肃省悬钩子属植物优良种类的营养评价及利用途径. 甘肃科学学报, 1996, 8 (1): 51~55  
Luan W J, Xiao W, Jiao J. The nutrition appreciation and utilization ways of blackberry of excellent species in Gansu province. Journal of Gansu Sciences, 1996, 8 (1): 51~55 (in Chinese)
- 55 郭军战, 陈铁山, 彭少兵. 岭山区黄果悬钩子种质资源分析与评价. 西北林学院学报, 2004, 19 (2): 41~43  
Guo J Z, Chen T S, Peng S B. Analysis and evaluation on genetic resources of *Rubus xanthocarpus* in the Qinling Mountains. Journal of Northwest Forestry University, 2004, 19 (2): 41~43 (in Chinese)
- 56 Gu Y, Sun Z J, Cai J H, Huang Y S, He S A. Introduction and utilization of small fruits in China, with special reference to *Rubus* species. Acta Horticulturae, 1989, 262: 47~55
- 57 吴 林, 张志东, 李亚东, 刘洪章, 陈慧都, 郝 瑞. 树莓优良品种——红宝玉. 园艺学报, 2002, 29 (3): 291  
Wu L, Zhang Z D, Li Y D, Liu H Z, Chen H D, Hao R. 'Boyne'—a new cultivar of raspberry. Acta Horticulturae Sinica, 2002, 29 (3): 291 (in Chinese)
- 58 郑德龙, 李爱民, 宋诗斌, 艾 军, 吴艳华. 树莓新品种——丰满红. 中国果树, 2000 (2): 7~8  
Zheng D L, Li A M, Song S B, Ai J, Wu Y H. 'Fengnanhong'—a new cultivar of raspberry. China Fruits, 2000 (2): 7~8 (in Chinese)
- 59 陈贵虎, 胡平正. 南方红树莓新品种 '仙女红' 选育简报. 山西果树, 2002 (3): 7~8  
Chen G H, Hu P Z. 'Xiannv hong'—a new cultivar of red raspberry from the south in China. Shanxi Fruits, 2002 (3): 7~8 (in Chinese)
- 60 浙江省农科院信息中心. 树莓研究取得重大突破. 浙江农业科学, 2002 (6): 310  
Information Center of Zhejiang Academy of Agricultural Sciences. Important breakthrough in raspberry research. Journal of Zhejiang Agricultural Sciences, 2002 (6): 310 (in Chinese)
- 61 王兆林, 张德明, 张国洪. 树莓新品种——螺山仙子. 北京农业, 2003 (12): 21  
Wang Z L, Zhang D M, Zhang G H. 'Luoshanxianzi'—a new cultivar of raspberry. Beijing Agriculture, 2003 (12): 21 (in Chinese)
- 62 吴 林, 刘海广, 张志东, 李亚东, 宫国辉, 刘洪章. 树莓新品种 '红宝珠'. 园艺学报, 2005, 32 (5): 976  
Wu L, Liu H G, Zhang Z D, Li Y D, Gong G H, Liu H Z. A new raspberry cultivar 'Hong Baozhu'. Acta Horticulturae Sinica, 2005, 32 (5): 967 (in Chinese)
- 63 刘海广, 张志东, 李亚东, 吴 林, 文连奎, 刘洪章. 树莓新品种 '红宝达'. 园艺学报, 2005, 32 (6): 1160  
Liu H G, Zhang Z D, Li Y D, Wu L, Wen L K, Liu H Z. A new raspberry cultivar 'Hong Baoda'. Acta Horticulturae Sinica, 2005, 32 (6): 1160 (in Chinese)
- 64 张庆霞. 四川雅安地区树莓和黑莓引种试验研究: 硕士学位论文 1 雅安: 四川农业大学, 2004. 22~24  
Zhang Q X. Study on the raspberry and blackberry introduced to Ya'an, Sichuan Province: [Master Dissertation]. Ya'an: Sichuan Agricultural University, 2004. 22~24 (in Chinese)