

世界黑莓产业发展和研究现状及前景

李维林^{1,①}, 吴文龙¹, 张春红¹, 闫连飞¹, 王小敏¹, 束怀瑞²

(1. 江苏省·中国科学院植物研究所(南京中山植物园), 江苏 南京 210014; 2. 山东农业大学, 山东 泰安 271018)

摘要: 在查阅大量文献资料的基础上,结合作者的研究成果,对国内外黑莓(*Rubus* spp.)产业发展及研究现状进行了综述,并分析了存在的问题,阐述了中国黑莓产业的发展优势和产业化前景。目前黑莓在全世界的种植面积约为 20 035 hm²,年产量 1.5×10⁵~2.0×10⁵ t,栽培区域遍及各大洲,其中塞尔维亚的黑莓种植面积位居世界第一,美国的黑莓年产量居世界第一,亚洲仅中国种植黑莓;近几年来,罗马尼亚、波兰、墨西哥、智利、匈牙利、中国以及美国的黑莓种植面积增长较快;因黑莓极不易贮存,绝大多数鲜果用于加工。国外以常规育种技术为主、分子技术为辅培育出许多黑莓品种,栽培技术已经非常成熟,成功实现了机械化采收,并逐步推广黑莓的有机生产体系和大棚栽培技术。国外黑莓生产中面临的主要问题是经济、冻害和病虫害等。黑莓于 1986 年引入中国,从 1994 年开始推广,至 2010 年种植面积约 4 500 hm²,主要集中在江苏省的溧水县、赣榆县和溧阳市,90%以上鲜果加工成速冻果出口。在国外引种和国内野生种质资源收集的基础上,中国的研究者开展了黑莓的选种和育种研究,并培育和筛选出适宜于本地种植的黑莓优良品种;黑莓的栽培、加工技术研究也取得了显著的成果,并研制出一些加工产品。当前中国黑莓产业主要面临主栽品种单一、农药残留量超标、栽培条件差等方面的问题,制约了黑莓产业的发展。由于黑莓适于低山丘陵栽培,具有结果早、见效快、营养价值高等优势,在中国具有广阔的发展前景。

关键词: 黑莓; 产业现状; 研究进展

中图分类号: Q949.9; S663.2 文献标志码: A 文章编号: 1674-7895(2012)03-0105-11

The status of industry development and scientific research of blackberry (*Rubus* spp.) in the world, with a prospect in China LI Wei-lin^{1,①}, WU Wen-long¹, ZHANG Chun-hong¹, LÜ Lian-fei¹, WANG Xiao-min¹, SHU Huai-rui² (1. Institute of Botany, Jiangsu Province and the Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210014, China; 2. Shandong Agricultural University, Tai'an 271018, China), *J. Plant Resour. & Environ.* 2012, 21(3): 105-115

Abstract: On the basis of consulting a lot of literatures and combining with the authors' research results, the status of industry development and scientific research of blackberry (*Rubus* spp.) in the world was summarized, the problems were analyzed, and the advantage and developmental potential of blackberry in China were also mentioned. At present, blackberry is cultivated over every continent in the world with an area of 20 035 hm² and an annual yield of 1.5×10⁵-2.0×10⁵ t, in which, the most cultivated area is in Serbia, the most annual yield is in USA, and in Asia, it is cultivated only in China. Recently, blackberry cultivated area in Romania, Poland, Mexico, Chile, Hungary, China and USA increases quickly. Most of fresh blackberry fruits are used for processing because of extremely difficult storage. At abroad, many blackberry cultivars have been bred mainly by traditional breeding methods and assisted by molecular technique, the cultivation technique is very mature and mechanized harvesting has been successfully realized, the organic cultivation system and green house cultivating technique have being also expanded. Blackberry production at abroad faces some problems such as economy, freezing injury, diseases and insect pests, etc. Blackberry was introduced into China in 1986, and extended from 1994. Up to 2010, the area of blackberry in China was about 4 500 hm², mainly cultivated in Lishui County,

收稿日期: 2011-08-16

基金项目: 江苏省科技基础设施建设计划项目(BM2009041; BM2010458); 江苏省农业科技自主创新基金项目(CX[10]109); 江苏省基础研究计划重点项目(BK2010069)

作者简介: 李维林(1966—),男,陕西洋县人,博士,研究员,主要从事植物学研究。

①通信作者 E-mail: lwlcnbq@mail.cnbg.net

状也常常造成鲜果腐烂变质,给农民和加工企业造成较大的经济损失。

4)加工产品单一,国内认知度较低。作为新型果树,黑莓在中国种植时间较短,其鲜果及加工产品在国内的认知度较低,致使黑莓产品在国内推广和市场拓展迟滞不前,大量依靠速冻果出口。研制黑莓深加工产品、提高产品质量、开拓国内市场,是关系到今后中国黑莓产业良性发展的关键性问题。

5)栽培条件差,管理水平参差不齐。以溧水黑莓产区为例,黑莓生长良好时,很多果园的产量达到 $22\ 500\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 以上,但整个种植区总产量和平均产量并不高。据统计,扣除未到丰产期的果园面积,丰产田块的平均产量为 $9\ 000\sim 10\ 500\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$,与国外丰产期的平均产量($15\ 000\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$)还有一定的差距,究其原因主要是农户分散种植、管理水平参差不齐。另外,值得注意的是,在黑莓市场价格攀高时,农民积极性高、管理好;而在市场低迷时则缺乏管理,很多果园明显衰退,造成黑莓生产复壮困难。

针对以上问题,笔者认为解决途径主要有以下3个:第一,应大力推广黑莓新品种,选用不同成熟期的优良品种以错开采收期,选用多用途品种以开拓鲜食市场和拓宽加工产品种类;第二,提高农民对黑莓的认识水平,按照DB32/T853—2005《黑莓生产技术规程》推广高效优质栽培技术,并按标准规程管理黑莓种植园;第三,研制高附加值黑莓深加工产品,提高产品质量,开拓国内市场,促进黑莓产业良性发展,提高黑莓产业的经济效益。

3 中国黑莓产业发展优势和前景

在中国南方,山区面积占土地总面积的50%以上,其中低山丘陵占有很大比例。随着山体植被破坏程度的加剧,出现了大面积低山丘陵退化生态系统。在此生态系统中,水热分布不均、水土流失严重,土层浅、土壤贫瘠且保水保肥能力差,对极端生境因子的缓冲能力低,旱、涝、冻、虫和病等各种灾害频繁。黑莓作为一种优良的经济灌木,病虫害少且生态适应性强,对水、热因子和土壤要求较低,非常适宜在中国长江流域及以南地区种植,尤其对低山丘陵退化生态系统具有较好的适应性。因此,在中国发展黑莓种植业,不但发展空间非常广阔,对改善丘陵山地生态环境也具有积极意义。

黑莓作为一种特种经济果树,结果期早、见效快,一般种植当年即可结果,第三年进入盛果期,经济效益显著。同时,黑莓果实风味独特、营养丰富,是酿酒、生产果汁、果酱、果冻、糖水罐头、高级化妆品和医疗保健药品等不可多得的天然原料,果实内的色素是目前已被利用的最好的天然色素之一,因此,从长远发展角度来看黑莓加工产品市场容量很大,具有广阔的产业化前景。

黑莓是世界新兴小浆果类水果的代表之一,其独特的宜人香味和丰富的营养深受北美洲、欧洲及亚洲消费者的青睐,尽管其市场价格较高,但仍然供不应求。然而,黑莓又是一种劳动密集型果树,由于国外的劳动力成本比较高,因此发展速度较慢,无法满足不断增长的消费需求;而中国劳动力资源丰富,低山丘陵地区的荒山和荒坡较多,在这些地区大力发展黑莓种植业,其产品在国际市场上无疑会占据价格优势。同时,随着国内生活水平和人们对黑莓认知度的提高,黑莓产品将越来越受到国内消费者的欢迎,具有很大的市场潜力。

综上所述,引种和推广黑莓种植在中国具有非常广阔的发展前景。为此,要尽快形成规模化种植、集约式管理,实现种植、产品加工、市场销售的新型农业“产业链”,在改善生态环境的同时帮助农民推动地域经济发展,实现经济、社会效益及生态效益的高度统一。

参考文献:

- [1] STRIK B C, CLARK J R, FINN C E, et al. Worldwide blackberry production[J]. HortTechnology, 2007, 17(2): 205-213.
- [2] HUMMER K E. *Rubus* diversity[J]. HortScience, 1996, 31(2): 182-183.
- [3] HUMMER K E, FINN C E. Recent *Rubus* and *Ribes* acquisitions at the USDA-ARS national clonal germplasm repository [J]. Acta Horticulturae, 1999, 505: 275-281.
- [4] FINN C E. Blackberries[M]//HANCOCK J F. Temperate Fruit Crop Breeding: Germplasm to Genomics. Berlin: Springer Science+Business Media, 2008: 10-30.
- [5] 吴文龙,李维林.黑莓引种栽培与利用[M].南京:江苏科学技术出版社,2010:6-17.
- [6] FINN C E, STRIK B C. Blackberry Cultivars for Oregon[M]. Corvallis: Oregon State University Extension Service, 2008.
- [7] FINN C E, KNIGHT V H. What's going on in the world of *Rubus* breeding?[J]. Acta Horticulturae, 2002, 585: 31-38.
- [8] NYBOM H, HALL H K. Minisatellite DNA 'fingerprints' can distinguish *Rubus* cultivars and estimate their degree of relatedness

- [J]. *Euphytica*, 1991, 53: 107-114.
- [9] STAFNE E T. Characterization, differentiation, and molecular marker analysis of blackberry germplasm [D]. Fayetteville: College of Horticulture, University of Arkansas, 2005.
- [10] STAFNE E T, SZALANSKI A L, CLARK J R. Nuclear ribosomal ITS region sequences for differentiation of *Rubus* genotypes [J]. *Journal of Arkansas Academy Science*, 2003, 57: 176-180.
- [11] 吴文龙, 顾 姻. 新经济植物黑莓的引种[J]. *植物资源与环境*, 1994, 3(3): 45-48.
- [12] 吴文龙, 李维林, 闫连飞, 等. 黑莓新品种及其高产优质栽培技术[J]. *林业科技开发*, 2006, 20(6): 83-86.
- [13] 孙醉君, 顾 姻, 蔡剑华. 黑莓引种十年的回顾与展望[J]. *江苏林业科技*, 1998, 25(3): 46-48, 54.
- [14] 王学勇, 张均营, 刘勇宏. 树莓和黑莓的栽培现状与发展前景[J]. *河北林业科技*, 2009(6): 41-43.
- [15] 王学勇, 张均营. 树莓和黑莓的研究进展[J]. *安徽农业科学*, 2010, 38(10): 5070-5073.
- [16] 李维林, 孙醉君, 吴文龙, 等. 江苏省黑莓区域性栽培试验[J]. *植物资源与环境学报*, 2003, 12(1): 38-42.
- [17] 李维林, 吴文龙, 闫连飞. 黑莓品种宝森在江苏南京的表现[J]. *中国果树*, 2007(4): 19-21.
- [18] 贺善安, 顾 姻, 孙醉君, 等. 黑莓引种的理论导向[J]. *植物资源与环境*, 1998, 7(1): 1-9.
- [19] 李维林, 孙醉君, 郑海燕. 黑莓鲜果及其加工品的营养成分[J]. *天然产物研究与开发*, 1998, 10(1): 55-59.
- [20] 贾静波, 吴文龙, 闫连飞, 等. 不同品种黑莓的花期生物学特征及花粉活力观察[J]. *植物资源与环境学报*, 2007, 16(2): 53-56.
- [21] 闫连飞, 黄 钢, 吴文龙, 等. 不同品种黑莓在南京地区的生长表现[J]. *经济林研究*, 2008, 26(3): 74-79.
- [22] 吴文龙, 陈 岳, 闫连飞, 等. 黑莓、树莓在南京地区的引种研究[J]. *江苏林业科技*, 2006, 33(2): 13-15, 20.
- [23] 吴文龙, 闫连飞, 李维林, 等. 不同黑莓品种果实与种子性状的调查与分析[J]. *果树学报*, 2008, 25(5): 677-681.
- [24] 吴文龙, 闫连飞, 李维林, 等. 不同品种黑莓在南京地区的结实表现[J]. *林业科技开发*, 2008, 22(4): 24-29.
- [25] 王传永, 顾 姻, 吴文龙, 等. 悬钩子属田间基因库的建立与维护[J]. *植物资源与环境*, 1996, 5(1): 14-17.
- [26] 顾 姻, 王传永. 悬钩子种质评价标准[J]. *植物资源与环境*, 1996, 5(4): 42-47.
- [27] 顾 姻, 王传永, 赵昌民, 等. 悬钩子属种质的评价[J]. *植物资源与环境*, 1996, 5(3): 6-13.
- [28] 吴文龙, 缪启新, 郑生智, 等. 黑莓的实生选优[J]. *植物资源与环境*, 1996, 5(1): 23-25.
- [29] 任冰如, 李维林, 吴文龙, 等. 黑莓对水分、盐分和低温逆境的适应性[J]. *植物资源与环境学报*, 2001, 10(4): 17-21.
- [30] 任冰如, 吴文龙, 闫连飞, 等. 不同黑莓品种的抗冻性分析[J]. *植物资源与环境学报*, 2008, 17(1): 54-56.
- [31] 吴文龙, 孙醉君, 蔡剑华. 黑莓适宜栽植密度与修剪量的研究[J]. *落叶果树*, 1998(3): 26-27.
- [32] 吴文龙, 蔡剑华, 孙醉君. 黑莓的繁殖技术[J]. *江苏林业科技*, 1997, 24(2): 39-40, 58.
- [33] 闫连飞, 吴文龙, 李维林, 等. 黑莓优良品种扦插和压条繁殖技术[J]. *林业科技开发*, 2009, 23(1): 85-87.
- [34] 李维林, 李海燕, 王小敏, 等. 黑莓和树莓组织培养研究进展[J]. *林业科技开发*, 2009, 23(3): 9-14.
- [35] 李海燕, 王小敏, 李维林, 等. 黑莓品种‘Chester’离体培养过程中适宜激素种类和浓度以及光照度的筛选[J]. *植物资源与环境学报*, 2010, 19(2): 68-74.
- [36] 李海燕, 王小敏, 李维林, 等. 黑莓品种‘Triple Crown’快繁技术体系建立和叶片植株再生[J]. *林业科技开发*, 2011, 25(2): 102-105.
- [37] 王小敏, 李海燕, 李维林, 等. 黑莓树莓杂交品种 Boysen 的组培快繁体系建立[J]. *安徽农业大学学报*, 2011, 38(2): 222-226.
- [38] 马建霞, 陆悦建. 黑莓病害的发生与防治[J]. *世界农业*, 2001(9): 39-41.
- [39] 吴文龙, 胡 森, 李维林, 等. 南京地区黑莓主要害虫及其防治措施[J]. *林业科技开发*, 2007, 21(3): 76-78.
- [40] 吴文龙, 孙醉君, 蔡剑华. 黑莓的优良品种“赫尔”与“切斯特”及其栽培技术[J]. *中国果树*, 1995(4): 16-18.
- [41] 吴文龙, 孙醉君, 蔡剑华. 黑莓丰产园的建设[J]. *落叶果树*, 1996(2): 31-33.
- [42] 王忠军, 侯国才, 杜传宝. 黑莓无公害栽培技术[J]. *现代农业科技*, 2006(8X): 80-81.
- [43] 吴文龙, 陈 岳, 闫连飞, 等. 黑莓无公害栽培技术[J]. *江苏林业科技*, 2004, 31(4): 37-39.
- [44] 胡 森, 张旭光, 李 明, 等. 为害黑莓的金龟子种类调查[J]. *植物保护*, 1996, 22(4): 34-35.
- [45] 胡 森, 陈啸寅, 李 明, 等. 危害黑莓的蜡类昆虫[J]. *植物保护*, 1998, 24(4): 36-38.
- [46] 胡 森, 王传永, 李 明, 等. 黑莓鳞翅目害虫的发生为害习性与防治[J]. *昆虫知识*, 1999, 36(6): 337-341.
- [47] 田家祥. 美国黑莓斑须蜡防治技术[J]. *农业科技通讯*, 2001(10): 32.
- [48] 姜 英, 胡 森, 张伟平, 等. 赣榆县黑莓桥夜蛾的发生为害及其防治方法[J]. *中国植保导刊*, 2009, 29(5): 30, 34.
- [49] 王丽玲. 树莓、黑莓引种驯化及组培快繁技术的研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学林学院, 2004.
- [50] 褚福侠. 黑莓引种试栽报告[J]. *北方果树*, 2000(1): 12-13.
- [51] 谢立峰, 刘成会, 沈 艳, 等. 黑莓引种栽培试验初报[J]. *落叶果树*, 2001(4): 21-22.
- [52] 亓振翠, 徐希玉, 高照海, 等. 黑莓引种试验简报[J]. *落叶果树*, 2001(3): 23.
- [53] 韩宝成, 闫 瑾. 黑莓在安丘的栽培表现[J]. *落叶果树*, 2001(3): 21.
- [54] 葛有良, 黄窃军, 钟立田, 等. 美国黑莓引种表现及栽培[J]. *中国南方果树*, 1999, 28(1): 40.
- [55] 诸加送. 美国黑莓引种试验初报[J]. *温州农业科技*, 2003(4): 21-22.

- [56] 李 凌, 陈 林. 美国黑莓在重庆地区栽培结果初报[J]. 柑橘与亚热带果树信息, 2003, 19(4): 39.
- [57] 王玉霞, 唐晓华, 张 超. 黑莓的生物学特性、栽培现状及管理技术[J]. 河北果树, 2004(5): 34-35.
- [58] 王玉霞, 唐晓华, 张 超. 黑莓的栽培及管理技术[J]. 烟台果树, 2005(1): 11-12.
- [59] 钟必凤, 王小蓉, 夏武峰, 等. 7个黑莓品种在四川雅安的生长结果表现[J]. 中国南方果树, 2009, 38(3): 15-16.
- [60] 伍贤进, 刘胜贵, 陈弄璋, 等. 黑莓在湖南的引种及果实的生理特性[J]. 植物资源与环境, 1999, 8(2): 49-52.
- [61] 郭宝林, 高继承, 王建敏. 美国黑莓的引种及栽培表现[J]. 河北果树, 2003(5): 14-15.
- [62] 李昭军. 美国黑莓的特性与栽培管理[J]. 北方园艺, 2003(12): 13.
- [63] 陈 军, 扶 杰, 李 静. 豫南山区美国黑莓引种栽培试验[J]. 信阳师范学院学报: 自然科学版, 2005, 18(2): 202-203, 216.
- [64] 刘 坪, 王振华, 陈建军. 美国黑莓在新疆的引种[J]. 中国林业, 2007(7A): 52.
- [65] 吴文龙, 闫连飞, 李维林, 等. 大棚设施栽培对黑莓主要经济性状的影响[J]. 经济林研究, 2008, 26(4): 38-43.
- [66] 褚福侠. 美国黑莓大棚高产栽培技术[J]. 林业科技开发, 2000, 14(5): 47.
- [67] 高照海, 徐希玉, 亓振翠, 等. 冬暖式日光温室栽培黑莓丰产技术[J]. 山西果树, 2003(5): 45-46.
- [68] 陈立根, 郭书彬, 张爱军, 等. 黑莓的大棚栽培技术[J]. 河北林业科技, 2004(3): 46-47.
- [69] 郑海燕, 孙醉君, 蔡剑华. 黑莓原果汁及其果汁饮料加工[J]. 食品工业科技, 1997(6): 15-17.
- [70] 韦国余. 黑莓系列产品的研制[J]. 食品科学, 1998, 19(4): 59-61.
- [71] 陆新龙. 黑莓冰淇淋[J]. 冷饮与速冻食品工业, 2002, 8(3): 25-27.
- [72] 陆新龙. 黑莓菊花饮料生产工艺[J]. 饮料工业, 2002, 5(5): 33-36.
- [73] 陈欣欣, 许时婴. 从黑莓汁加工的废弃物中提取多酚类化合物[J]. 食品工业科技, 2005(12): 135-139.
- [74] 钱 骅, 张卫明, 赵伯涛, 等. 黑莓果蔬汁加工工艺研究[J]. 食品科技, 2006, 31(9): 186-189.
- [75] 单成俊, 周剑忠, 黄开红. 黑莓复合果汁饮料的研制[J]. 江苏农业科学, 2009(6): 327-329.
- [76] 范宝庆. 黑莓泡腾片的研制[J]. 现代食品科技, 2008, 24(8): 822-824.
- [77] 周剑忠, 单成俊, 李 莹, 等. 黑莓速溶粉加工工艺的研究[J]. 江西农业学报, 2009, 21(6): 88-89.
- [78] 孙尤海, 王培忠. 生物酶法酿造黑莓酒的研究[J]. 酿酒, 2004, 31(1): 64-66.
- [79] 王毓宁, 李鹏霞, 胡花丽, 等. 纯天然黑莓果酒加工工艺的研究[J]. 酿酒, 2008, 35(6): 91-93.
- [80] 杜云建, 朱孔岳, 付 瑾. 黑莓山楂复合发酵果酒的研究[J]. 中国酿造, 2009(12): 149-152.
- [81] 马维成, 高学玲, 葛自兵. 黑莓果酒酿造工艺研究[J]. 安徽农业大学学报, 2010, 37(3): 483-487.
- [82] 方 亮, 吴文龙, 赵慧芳, 等. 黑莓果酒发酵菌株的筛选和性能初探[J]. 酿酒科技, 2011(8): 28-30.
- [83] 苗 方, 康 健, 王德良, 等. 黑莓啤酒的研制[J]. 酿酒, 2010, 37(4): 91-93.
- [84] 单联刚. 黑莓果醋生产工艺的研究[J]. 中国酿造, 2010(9): 158-159.
- [85] 方 亮, 赵慧芳, 屈乐文, 等. 三种黑莓果酱的研制与感官评价[J]. 食品工业, 2011(8): 10-12.
- [86] 赵伯涛, 钱 骅, 张卫明, 等. 黑莓榨汁残渣中花色素的提取纯化、稳定性及功能研究[J]. 食品科学, 2005, 26(9): 157-161.
- [87] 范宝庆. 黑莓色素的理化性质的研究[J]. 现代食品科技, 2008, 24(7): 661-663.
- [88] 赵慧芳, 李维林, 王小敏, 等. 悬钩子类果实色素理化性质研究[J]. 食品工业科技, 2009(2): 248-250, 253.
- [89] 卢锋波, 袁 晔, 李 玮, 等. 黑莓花色苷色素提取方法比较研究及优化[J]. 江苏农业科学, 2010(5): 366-369.
- [90] 单成俊, 周剑忠, 黄开红, 等. 超声波辅助提取黑莓籽油及其脂肪酸组成分析[J]. 中国粮油学报, 2010, 25(5): 62-64, 74.
- [91] 王忠军, 诸彩凤, 杜传宝. 黑莓农药残留控制的思考[J]. 现代农业科技, 2007(16): 104-105.
- [92] 赵松娥. 透视深水黑莓产业波动[J]. 农家致富, 2009(14): 4-5.

(责任编辑: 佟金凤)

Ganyu County and Liyang City of Jiangsu Province. Over 90% of fresh fruits are processed into frozen-fruits for export. Based on introduction from abroad and collection of wild germplasm at home, selection and breeding of blackberry were carried out by Chinese researchers, and some cultivars suitable for local cultivating condition were bred and selected. In addition, research work on cultivation and processing techniques of blackberry was also conducted, and some fruit-processed products have been developed. Blackberry industry in China faces some problems including deficiency of cultivars, excessive pesticide residues, poorer cultivating conditions, etc., which is hindering the industry development of blackberry. Because blackberry is suitable for planting in low mountains and hill regions with advantages of short juvenile period, quick economic benefits and high nutritional value, it possesses a bright future to develop in China.

Key words: blackberry (*Rubus* spp.); industry status; research progress

黑莓(*Rubus* spp.)为蔷薇科(Rosaceae)悬钩子属(*Rubus* L.)的浆果类果树,是重要的第三代小果类果树。黑莓具有特有的宜人香味且营养丰富,受到北美洲、欧洲及亚洲消费者的青睐。黑莓在欧美许多国家都有悠久而广泛的栽培历史,因其具有广泛的利用价值,目前已被很多国家和地区引种栽培,其种植面积和产量逐年增加。

作者对近年来国内外黑莓生产和研究现状以及存在的问题进行了分析,并归纳出黑莓产业在中国的发展优势和产业化前景,以期为中国黑莓产业的良性发展提供参考依据。

1 世界黑莓产业发展和研究现状

黑莓是一种风味及品质优良、营养价值高的小浆果,具有较高的营养保健价值和经济价值,并富含特殊的营养成分,在欧美的许多国家受到人们的普遍欢迎,发展潜力巨大,目前已经逐渐发展成为第三代新兴水果。黑莓的商业化栽培始于19世纪初期,主产区主要在欧洲和北美洲。据根 Strik 等^[1]的统计结果,2007年全球黑莓的栽培面积约为20 035 hm²,年产量为 $1.5 \times 10^5 \sim 2.0 \times 10^5$ t,主要加工产品为速冻果、罐头、果酱、果汁和果酒等;从1995年至2005年的10年间,全球黑莓栽培面积增加了45%,栽培区域遍及全世界各大洲,其中栽培面积较大的有塞尔维亚、匈牙利、墨西哥、美国、中国和哥斯达黎加等国家。根据调查分析结果,预计在未来10年内黑莓的种植面积将持续增长,其中发展较快的国家有罗马尼亚、波兰、墨西哥、智利、匈牙利、中国以及美国,到2015年全世界商业化黑莓栽培面积可达27 032 hm²。

1.1 全球各大洲黑莓的生产状况

1.1.1 欧洲 在欧洲,黑莓的商业化种植面积为

7 692 hm²,年产量约47 399 t。其中,塞尔维亚的黑莓种植面积为5 300 hm²,约占整个欧洲黑莓种植面积的69%,是世界上黑莓种植面积最大的国家,年产量达27 558 t,世界排名第四;塞尔维亚仅种植半直立型黑莓,主要品种有‘Thornfree’、‘Dirksen Thornless’和‘Smoothstem’,果实成熟期在7月份至8月份,90%的鲜果用于加工出口。匈牙利是欧洲第二大黑莓生产国,种植面积有1 600 hm²,约占欧洲黑莓种植面积的21%,年产量达13 228 t,主要品种为‘Loch Ness’,90%的鲜果用于加工出口。在欧洲,黑莓种植面积为100 hm²的国家有英国、罗马尼亚和波兰,德国和克罗地亚的黑莓种植面积则分别为110和180 hm²,其中英国和德国生产的黑莓主要作为鲜食果供应其国内市场。值得注意的是,在最近的10年里,波兰的黑莓种植面积翻了1番,年产量达到550 t,其中80%的鲜果用于加工并且多作为出口产品。

1.1.2 北美洲 在北美洲,黑莓的商业化栽培面积为7 159 hm²,年产量约65 171 t。其中,美国的黑莓种植面积为4 818 hm²,占整个北美洲黑莓种植面积的67%,世界排名第二;年产量为35 097 t,居世界第一位。

在美国,65%的黑莓种植在俄勒冈州,栽培面积约3 138 hm²,年产量25 185 t,其中95%以上的黑莓用于加工,剩余的黑莓在市场上作为鲜果供应;该地区95%的黑莓是蔓生型品种,主要有‘Marion’(占61%)、‘Boysen’(占15%)、‘Thornless Evergreen’(占11%)和‘Silvan’(占7%);另有约125 hm²的半直立型品种,主要为‘Chester Thornless’(占82%);直立型品种仅占1%,主要为‘Cherokee’(占63%)和‘Navaho’(占30%)。黑莓种植面积位列第二的是加利福尼亚州,种植面积约283 hm²,年产量2 600 t,鲜果供应期为5月中旬至8月份,半直立型品种的栽培

面积占50%以上,包括‘Chester Thornless’和家庭自产自用品种。在德克萨斯州,黑莓的种植面积为275 hm²,年产量800 t,全部为直立型品种,其中85%的种植面积栽培‘Kiowa’、‘Brazos’和‘Roseborough’3个品种。阿肯色州的黑莓种植面积有243 hm²,年产量1 543 t,广泛种植直立型品种‘Arapaho’、‘Navaho’、‘Ouachita’、‘Apache’、‘Chickasaw’和‘Kiowa’,其中80%的黑莓作为鲜果销售。乔治亚州的黑莓种植面积为127 hm²,主要栽植直立型品种,其中‘Arapaho’和‘Navaho’占总种植面积的60%。华盛顿州的黑莓种植产业发展较快,栽培类型主要包括直立型、半直立型、蔓生型以及1年生品种等,也分布有杂草型和本土型野生黑莓。总体来看,黑莓在美国的种植面积不断扩大,黑莓产业的发展不仅促进了美国商业贸易迅速上升,而且以其优良的品质占领了欧美各国及日本和韩国的水果市场。

墨西哥的黑莓种植面积为2 300 hm²,约占整个北美洲黑莓种植面积的32%,其中约93%的黑莓种植于米却肯州,哈利斯科州和奇瓦瓦州也有少量种植,栽培品种主要为来自巴西的半直立型和直立型品种,如‘Brazos’和‘Tupy’;多数黑莓以鲜果形式出口到美国。

1.1.3 中美洲 在中美洲,黑莓的商业化种植面积为1 640 hm²,年产量约1 753 t,主要集中在哥斯达黎加和危地马拉。哥斯达黎加的黑莓种植面积为1 550 hm²,年产量为1 653 t;主要以品种‘Brazos’和*R. glaucus*为主,栽培区域主要集中在卡塔戈省和圣何塞省;多数不搭架栽培,采用有机生产体系;多数黑莓用于当地加工和鲜果消费,用于出口的黑莓不到总产量的15%。危地马拉是中美洲地区海运黑莓到美国的主要国家,虽然其栽培面积在过去几年里有所下降,但预计未来将有较大的增加。

1.1.4 南美洲 在南美洲,黑莓的商业化种植面积为1 597 hm²,年产量约7 033 t,主要集中在厄瓜多尔和智利。厄瓜多尔的黑莓种植面积为850 hm²,主栽品种为‘Brazos’和*R. glaucus*,平均产量分别为17.30和2.47 t·hm⁻²,仅15%的鲜果用于出口,主要原因是*R. glaucus*鲜果(无核)比较柔软且果实中有地中海果蝇(*Ceratitis capitata* Wiedemann),不利于出口。智利的黑莓种植面积为450 hm²,年产量4 275 t,且大部分用于出口。另外,巴西也种植少量黑莓,种植面积约为250 hm²,年产量860 t,其中多数果实加工

后供应其国内市场。

1.1.5 亚洲 中国是亚洲黑莓的主产国,种植面积约1 550 hm²,年产量高达29 046 t,世界排名第三;种植的黑莓90%以上是半直立型品种‘Hull Thornless’和‘Chester Thornless’,还种植有少量‘Shawnee’、‘Boysen’、‘Marion’和‘Siskiyou’,其中,江苏省是中国黑莓的主产区。

1.1.6 大洋洲 大洋洲的黑莓主产国是新西兰,种植面积约有260 hm²,年产量3 692 t,成熟期为11月份到次年4月底,栽培品种均为蔓生型,主栽品种是‘Boysen’,所产黑莓基本都用于加工,其中55%的加工产品用于出口。澳大利亚也栽培有少量黑莓,种植面积不超过50 hm²,年产量约350 t。

1.1.7 非洲 南非是非洲仅有的黑莓商业化生产国,栽培面积约100 hm²,其中蔓生型品种‘Thornless Young’的种植面积约占60%,所产果实全部用于加工,其中60%的加工产品用于出口;其他的栽培品种还有‘Hull Thornless’、‘Arapaho’、‘Choctaw’和‘Loch Nes’,生产的黑莓有50%作为鲜果销售。

1.2 国外的黑莓相关研究进展

1.2.1 育种研究 在欧美地区,黑莓已有100多年的栽培历史,是欧美国家经过人工育种培育出来的悬钩子类果树优良类型。迄今为止,国外已经培育出数以百计的黑莓品种,并在果树生产中发挥了巨大作用。近几年,围绕“果实大、种子小、坚实度和紧密度好、颜色鲜艳、营养丰富、风味佳、品质好;植株直立生长、无刺或少刺、健壮旺盛、丰产稳产;抗寒、耐热、耐湿、抗病虫害、不同季节成熟”等育种目标,美国、英国和澳大利亚等国不断加快黑莓新品种培育的步伐,每年都有2~3个优良新品种问世,并受到专利保护。美国的无性种质资源库中已保存了来自50多个国家和地区的隶属于悬钩子属的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个野生悬钩子种和变种^[2-3]。自20世纪70年代以来,仅美国就培育成功69个黑莓品种^[4]。在国外的育种程序中,育种材料有许多是原产中国的悬钩子种类^[5]。

世界上第一个黑莓育种组织是1908年成立于美国德克萨斯州实验农场,其育种重点是培育适应温暖气候但耐冷性也较好的优良品种。自此很多国家相继成立了育种机构并开展黑莓育种研究,如英国的John Innes园艺所以及美国的纽约州立实验场、乔治亚州以及俄勒冈州的USDA-ARS中心。俄勒冈州是

美国浆果类果树的主要产区,美国农业部小浆果研究中心和俄勒冈州立大学园艺系均有实力很强的黑莓专门研究机构为黑莓产业服务,这2个育种合作组织是美国最大的育种机构之一,并在20世纪40年代就推出了黑莓品种‘Pacific’和‘Cascade’,其主要育种目标是选育无刺、适合加工和鲜食用途的黑莓类型^[4,6]。阿肯色州立大学是美国另一个最大的育种机构,重点在于进行直立型黑莓的育种研究^[7]。

黑莓的现代育种重点目标是高产、果实品质优良、作鲜食用途时适合运输、适于机械采收和加工、适合当地环境以及具有良好的抗病虫能力。黑莓的产量因其品种类型、栽培方法及管理精细程度而有很大的差异,一般蔓生型黑莓是典型的低产类型(产量为 $2\ 250\sim 4\ 500\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$),而直立有刺型的产量则可达 $11\ 250\sim 15\ 000\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ^[3]。由于黑莓的遗传多样性很高,因此利用这种多样性进行育种可培育出满足市场各种需求的黑莓品种。在目前的育种研究中,主要是通过实行国内外悬钩子种质交换来扩大黑莓种质规模,从而提高黑莓高产优质品种的选育几率和耐冷性并拓展黑莓的适应区域;通过研究采收设备以及培育无刺类型以提高黑莓的采收效率并降低其采收成本^[4]。随着人们对黑莓果实化学成分和风味的深入了解,黑莓的果实品质也成为育种工作的重点改良目标。

目前,分子技术已经逐渐应用于黑莓的分类、品种鉴定^[8-9]和分子标记^[10]等方面研究,在辅助选择育种方面也发挥了良好作用,但总体来说目前黑莓育种还是以常规育种手段为主。然而针对黑莓各种病虫害的抗性育种研究进展并不是很快,这可能是因为目前研究者仅注意到各种种源感染程度的差异,对其病虫害的遗传方式尚不清楚。未来关于黑莓病虫害抗性育种的研究进展可能主要取决于多方的协作努力程度以及对多样性种类的有效利用。

1.2.2 栽培及加工技术研究 目前,黑莓的栽培技术已经非常成熟,并且已经成功实现了机械化采收,且比人工采收的产品品质更为一致。在美国,黑莓产业最主要的变化主要为种植密度的增加以及机器采收利用率的提高。在新西兰,种植者已经采用欧盟良好农业规范和ISO22000和其他标准种植黑莓,包括更多使用叶面肥、修剪的枝条直接用于地面覆盖、在行间安装喷灌及滴灌设施等措施。

有机生产体系也正在全世界范围内推广。据报

道^[1],全世界有机黑莓的种植面积已达 $2\ 528\text{ hm}^2$,其中哥斯达黎加有 $1\ 550\text{ hm}^2$ 、南美洲有 893 hm^2 (大多在厄瓜多尔)、北美洲有 73 hm^2 (大多在美国)、欧洲有 11 hm^2 。而且,多数生产区有机黑莓种植面积持续增加的趋势十分明显。

在黑莓种植早期,大多使用大棚抵御不利天气的侵袭,全世界大棚黑莓的种植面积共有 315 hm^2 ,其中墨西哥约 150 hm^2 ,美国俄勒冈州约 20 hm^2 ,美国华盛顿州约 12 hm^2 ^[1]。但是,近年来除了应对不良环境因子外,大棚栽培也被用于黑莓规模化生产,如在西班牙、荷兰、意大利、罗马尼亚和南非均有种植户使用大棚或温室进行规模化生产,种植面积分别为 $20、20、20、10$ 和 10 hm^2 ^[1]。尽管采用大棚栽培可能使每公顷新增投入 $25\ 000$ 美元,但人们发现大棚具有保护黑莓植株不受雨水和炎热天气侵害的作用,大棚中的黑莓植株也不受病虫害以及微环境的控制,从而可以获得最高的回报率。大棚栽培还可以延迟结果时间使植株免受不良环境破坏,或者可以促使植株提早生长(在冬季末加热大棚可以使生长季提前 $3\sim 4$ 周)。大棚栽培的黑莓产量通常高于普通田间栽培,这是由于大棚栽培的黑莓病害较少,受到的冬季冻害也减少。另外,利用大棚生产的黑莓具有更好的货架期,在冬季黑莓生产的淡季可以通过容器种植克服冷害。由于具有诸多的优势,在全球范围内黑莓设施栽培面积有明显增加的趋势,在墨西哥以及美国的俄勒冈州和华盛顿等地黑莓设施栽培面积的增加趋势十分显著。

黑莓属于小浆果,是典型的加工类型果树。由于鲜果过于柔软,且多数品种果熟期在盛夏,因此黑莓果实极不耐贮存,其浆果 95% 左右用于加工。目前,欧美国国家针对黑莓浆果已开发出系列产品,如果酱、罐头、果汁、果酒、蜜饯及速溶饮料等,加工技术十分成熟,产品质量较好。

1.3 国外黑莓生产中存在的问题

1.3.1 经济问题 从宏观上看,国外的黑莓生产不断出现一些经济问题。比较突出的是许多黑莓生产区在扩大种植面积时受到劳力、土地资源及商业基础设施的制约,如智利、新西兰、罗马尼亚和美国等国家缺少劳动力或劳动力成本较高,扩大种植面积势必面临生产成本增加的问题;新西兰则因立法限制而缺少合适的土地或土地费用较高;巴西、委内瑞拉和哥斯达黎加等国家则缺少符合黑莓种植规模的加工厂。

此外,一些地区也存在与其他地区的生产竞争从而对黑莓果实的销售价格产生影响,如智利、哥斯达黎加和美国。由于冷害造成的供应问题(如美国俄勒冈州和塞尔维亚)和种植户的高投入成本(如墨西哥和美国)使得黑莓鲜果价格波动较大。近几年来,出口果实的化学药品或杀虫剂残留问题也对黑莓的生产和销售造成较大影响。尽管存在上述一系列问题,许多国家仍然希望能够扩大黑莓的种植面积和产量。在下一个十年里(2010年至2020年),预计罗马尼亚的黑莓种植规模将增加900%、波兰将增加200%、墨西哥将增加117%,而智利、匈牙利、中国和美国的黑莓种植规模将分别增加76%(主要是适合加工的蔓生类型)、50%、42%和20%^[1,4]。

1.3.2 冻害和病虫害问题 在实际生产中,尽管美国国家的黑莓栽培技术已经非常成熟,但是在抗冻害和病虫害管理等方面依然存在许多问题。尽管半直立型黑莓品种被认为相对耐冷,但是冻害问题依然存在,尤其是在塞尔维亚、罗马尼亚和波兰,冻害仍然是黑莓生产中最主要的问题。在美国俄勒冈州,最主要的蔓生型黑莓品种‘Marion’经常遭受冻害威胁;而美国阿肯色州的黑莓生产也多年受低温的威胁。

在很多黑莓种植区域都存在病害问题,尤其是霜霉病(*Peronospora sparsa* Berk. 或 *P. rubi* Rabenh., 主要发病区为德国、墨西哥、新西兰以及美国的俄勒冈州和加利福尼亚州)、白粉病[*Sphaerotheca macularis* (Wallr.) Fr., 主要发病区为墨西哥]及腐烂病(*Botrytis cinerea* Pers., 主要发病区为智利、墨西哥、新西兰、德国、波兰、罗马尼亚、塞尔维亚以及美国的南部),在开花期或果实成熟期遇雨的年份这些病害发病尤为严重。此外,危害较大的病害还有:树莓簇生矮缩病,主要发病区为新西兰、罗马尼亚以及美国的俄勒冈州;茎疫病[*Leptosphaeria coniothyrium* (Fuckel) Sacc.], 主要发病区为格鲁吉亚;冠瘿病(*Agrobacterium tumefaciens* Smith et Townsend), 主要发病区为巴西和德国;炭疽病[*Elsino veneta* (Burkh.) Jenkins], 主要发病区为墨西哥和美国;直立型有刺品种花环或花变形病[*Cercospora rubi* (G. Winter) Plakidas], 主要发病区为格鲁吉亚以及美国的阿肯色州和德克萨斯州;条锈病[*Phragmidium violaceum* (Schultz) G. Winter], 主要发病区为塞尔维亚和罗马尼亚以及美国俄勒冈州的‘Thornless Evergreen’品种种植区;橙锈病[*Arthuriomyces peckianus* (Howe)

Cummins et Y. Hirats.], 主要发病区为美国东部;枝和叶锈病(*Kuehneola uredinis* Syd.), 主要发病区为美国西部;未知锈病, 主要发病区为哥斯达黎加;枝叶斑点病[*Septoria rubi* (West.) Roak], 主要发病区为美国西部;橙枝条白斑病(*Cephaleuros virescens* Kunze), 主要发病区为格鲁吉亚;紫白斑病[*Septocytia ruborum* (Lib.) Petr.], 主要发病区为美国俄勒冈州的蔓生型品种种植区以及塞尔维亚和罗马尼亚的半直立型品种种植区。

虫害的严重性因地区不同而异。黑莓种植区的主要有害昆虫有:覆盆子芽蛾(*Heterocrossa rubophaga* Dugdale), 主要发病区为新西兰;果蝇(*Ceratitis* spp. 和 *Anastrepha* spp.), 主要发病区为巴西和厄瓜多尔;棉红蜘蛛(*Tetranychus urticae* Koch), 主要发病区为智利和墨西哥;红浆果螨(*Acalitus essigi* Hassan), 主要发病区为德国、匈牙利以及美国的俄勒冈州和加利福尼亚州;蚜虫[*Amphorophora rubi* (Kalt.)], 主要发病区为罗马尼亚;甘蔗螟虫(*Agrilus ruficollis* Fabricius), 主要发病区为美国的阿肯色州和德克萨斯州;覆盆子冠螟[*Pennisetia marginata* (Harr.)], 主要发病区为美国;牧草虫(*Frankliniella* spp.), 主要发病区为墨西哥以及美国的阿肯色州;椿象(*Euschistus* spp.), 主要发病区为美国;蟋蟀(*Oecanthus* spp.), 主要发病区为墨西哥;卷叶虫包括柑桔卷叶蛾(*Argyrotaenia franciscana* Walsingham)和苹果内斜纹卷叶蛾(*Choristoneura rosaceana* Harris), 主要发病区为新西兰和美国;未知鳞翅类昆虫, 主要发病区为哥斯达黎加和墨西哥。

此外,鸟害是哥斯达黎加、新西兰、委内瑞拉以及美国的德克萨斯州在黑莓种植过程中遇到的另一个主要问题。

2 中国黑莓产业发展和研究现状

2.1 中国的黑莓生产状况

黑莓由江苏省·中国科学院植物研究所于1986年首次引入中国,并于1994年开始推广,至2010年全国黑莓种植面积已经达到4 500 hm²以上,约占世界种植面积的1/5,年产量约30 000 t,已经成为亚洲最大的种植基地和世界知名产地。为了促进黑莓产业的良性发展,已开展了一系列有关黑莓栽培、育种和加工等方面的研究,并在种质资源收集保存、选育

适应当地自然条件的具有自主知识产权的黑莓品种、加工产品开发等方面取得了显著进展。

2.1.1 黑莓的栽培区域和面积 1994年,从引进的7个黑莓品种中筛选出了适应性和丰产性均较好的半直立型无刺品种‘Hull’和‘Chester’,并开始江苏省的南京市溧水县和连云港市赣榆县的丘陵岗地推广种植^[5,11-13]。目前,山东、河南、河北、安徽、陕西、浙江、湖北、江西、湖南、四川、重庆和贵州等省(市)均有黑莓种植但面积不等,并呈现由小面积试种或少量农户散种到大面积规模种植、集约化生产的趋势^[14-15]。据不完全统计,江苏省的黑莓种植面积最大,至2010年已达到3 500 hm²,约占全球黑莓栽培面积的1/6、中国黑莓栽培面积的77.8%,主要种植在南京溧水和连云港赣榆及其周边的低山丘陵地区,果品绝大部分出口外销,使中国江苏成为世界著名的黑莓产地。其中,溧水县低山丘陵地区种植面积已经达到2 600 hm²以上,年产量15 000 t以上,成为中国最大的黑莓种植和出口基地,目前溧水县的黑莓产业实现了研发、生产、收购、加工和销售一体化,已经成为溧水县农业支柱产业和南京市重要农业出口创汇产业^[5]。

黑莓品种‘Hull’和‘Chester’是江苏溧水和赣榆的主栽品种,占总栽培量的90%以上;依据区域性实验所需的条件^[16],目前这2个品种在贵州(100 hm²以上)、安徽(约50 hm²)和浙江(约50 hm²)等省均有一定的种植规模,在山东、河南、河北、陕西、湖南、重庆和四川等省(市)有零星种植。在新近推广的地区中,品种‘Boysen’和‘Young’占有一定的比例。其中,‘Boysen’为蔓生型品种,具有极其优良的风味品质和营养价值^[17],目前在溧水的种植面积已经达到100 hm²以上,该品种还在溧阳和赣榆有小面积推广种植(1~2 hm²)。此外,在江苏、浙江、河南、河北、贵州和北京等省(市)也零星种植有‘Kiowa’、‘Triple Crown’、‘Shanee’和‘Thornless Young’等品种^[5]。

2.1.2 黑莓加工业 在中国,黑莓作为鲜果销售的份额很少。推广初期,溧水农户将黑莓鲜果运往南京进行销售,价格在10~20元·kg⁻¹。但是,由于黑莓鲜果极不耐贮运,加之农户未进行小盒分装,采收后2~5 h即开始发酵变质,零售效果极不理想。在1996年黑莓批量上市后,鲜果一般加工成果汁饮料或加工成原浆进行冷藏,然后销售给饮料加工企业。由于缺少宣传,没有大中型企业开拓市场,导致黑莓

果汁饮料目前仍未能形成一定的市场规模。黑莓糖水罐头是中国东北地区和俄罗斯民众较为喜爱的产品,自黑莓推广以来,每年约有数百吨黑莓鲜果加工成糖水罐头销往中国东北地区。

1998年至2007年,国内90%以上的黑莓果品加工成速冻果销往美国和欧洲,价格在4 000~10 000元·t⁻¹。在江苏溧水和赣榆的黑莓种植基地,随着种植规模的扩大,陆续建成了一些以黑莓为主要原料的果品加工企业,这些企业以加工黑莓速冻果为主,也少量生产黑莓果酒、饮料、罐头和果酱等产品,年加工能力约30 000 t。2007年以后,由于金融危机以及黑莓果品质量等问题,使速冻果价格不断下降,最低降到2 000元·t⁻¹以下,严重阻碍了国内黑莓产业的发展。直到2010年黑莓速冻果出口价格才开始回升到4 000元·t⁻¹,并在2011年持续回升。

迄今为止,国内已研制出黑莓发酵果酒、果酱和酸奶等产品,并已批量上市;而黑莓色素、种籽油以及维生素E等产品也正在研制与开发之中。

2.2 中国的黑莓研究现状

对中国来说黑莓是一种新型果树,为了促进黑莓产业的良性发展,国内研究者围绕其栽培、育种、加工等方面开展了大量的研究工作,并已经取得了显著的进展。

2.2.1 黑莓的引种和育种研究 中国的黑莓育种研究开始于国外品种引进和国内种质资源收集和评价。江苏省·中国科学院植物研究所在“气候相似论”^[18]指导下,经过实地考察,于1986年首次从美国引入了7个黑莓品种,其后又先后从国外引进了20个黑莓品种和20个树莓(*R. corchorifolius* L. f.)品种,并对引进品种的适应性、丰产性及品质等重要性状进行了系统研究^[19-24]。1999年,中国林业科学研究院森林生态环境与保护研究所在国家林业局“948”项目的支持下,从美国引进了38个树莓品种和12个黑莓品种,这些品种直接来源于美国,间接来源于加拿大、澳大利亚、匈牙利、英国和波兰等国家,基本上包括了目前世界上最好的黑莓和树莓优良品种^[14-15]。

在引进国外黑莓品种的同时,国内研究者对中国悬钩子属植物开展了种质资源的调查、评价和收集保存工作,筛选出优良的野生种质资源,为利用国内外优良种质进行实生选优、杂交育种及诱变育种工作奠定了基础。江苏省·中国科学院植物研究所从1986年开始进行悬钩子属植物资源的调查、收集和引种驯

化工作,先后从陕西、四川、云南、贵州、湖南、湖北、浙江、江苏、河南、山西、河北、北京、吉林和黑龙江等国内主要分布区以及国外引种和保存了悬钩子属植物种质材料1331份,共包括78种16变种,并在南京中山植物园建成了中国第一个悬钩子属田间基因库^[25],制定了中国悬钩子属种质评价标准,主要包括登记数据、引种数据、栽植数据、繁殖保存数据、植株数据、病虫害敏感性、同工酶酶谱和染色体数目等,并进行了果实特征描述和糖、酸、维生素、氨基酸和矿物质元素含量的分析以及丰产性和抗逆性评价^[26-27]。

国外品种的引进和国内野生种质资源的收集为黑莓育种提供了基础材料,在此基础上逐步开展了我国的黑莓选种和育种工作。从引进的黑莓品种中筛选出适宜于长江流域及以南地区种植的8个黑莓品种,分别为‘Hull’、‘Chester’、‘Boysen’、‘Kiowa’、‘Navaho’、‘Brazos’、‘Shawnee’和‘Triple Crown’,前4个品种已经在生产中推广应用,其中‘Hull’和‘Chester’已经在江苏溧水和赣榆的丘陵地区大面积推广,并取得了良好的经济、生态和社会效益^[5,12]。江苏省·中国科学院植物研究所于1996年利用从美国引进的黑莓品种‘Hull’种子实生选种,培育出性状优于原品种的优良单株“钟山17-13”^[28];2001年至2002年,以多年观察和优选的野生优良种类蓬蘽(*Rubus hirsutus* Thunb.)、掌叶复盆子(*R. chingii* Hu)和山莓(*R. corchorifolius* L.)为父本,以品种‘Hull’和‘Chester’为母本,开展了杂交育种工作,攻克了花期不遇、种间杂交及种子萌发等关键技术问题,获得了大量F₁代杂交实生苗,目前正在对杂交实生苗进行观察和优选。2000年,作者所在的研究小组在‘Boysen’品种的旺盛生长期,用生长抑制剂进行叶面喷洒和灌根处理,诱变获得了1个少刺突变体,经组织培养和扦插繁殖后的无性繁殖植株保持了少刺性状,而其生长、结果和品质性状均与原品种相同,主要表现出适应性广、生长势强、产量高、大果早熟、色泽鲜艳及香味浓郁等优点,克服了茎刺多、难管理的缺点;该优良株系已被命名为“宁植1号”,并已经通过了江苏省品种审定,可以代替‘Boysen’在江苏、浙江、安徽、山东等地推广种植。该品种也是中国自主选育出的第一个黑莓品种。

中国具有丰富的悬钩子属植物资源,其中一些优良类型已经应用于国外的黑莓和树莓育种工作中。目前国内栽培的黑莓品种大多从国外引进,虽然具有

良好的生产性状,但抗逆性一般不如本地野生种类,因此在引种实验和资源研究的基础上选育适宜于本地种植的黑莓优良品种具有重要意义。

国内的黑莓品种选育工作刚刚起步,虽然已经取得了一些阶段性成果,但与国外特别是美国的黑莓育种与种质资源利用研究相比差距很大^[15]。针对国内不同地区自然条件的需要和生产目的,亟待开展充分利用性状优良的本地野生资源培育具有自主知识产权的黑莓优良新品种的工作。

2.2.2 黑莓栽培技术的研究 江苏省·中国科学院植物研究所先后开展了黑莓品种适应性^[21-22]和抗逆性(抗旱、耐涝、抗寒等)实验研究^[29-30],以及肥料、修剪强度及种植密度实验^[31],种苗高效快速繁殖技术研究^[32-37],病虫害调查与防治技术研究^[38-39]等工作,并在对各品种生物学特性观察和田间比较实验^[20-21,23-24]、区域性栽培实验研究^[16]、高效丰产栽培技术研究^[12,40]的基础上,建立了黑莓高效优质栽培技术体系、种苗快速繁殖体系和病虫害综合防治体系,制定了《黑莓生产技术规程》(DB32/T853—2005)。通过生产性示范果园建设^[41]的示范带动,黑莓高效栽培技术已经在生产中得到广泛应用。在江苏溧水和赣榆,黑莓生产技术已经达到了国外主产区的水平。除此之外,国内的相关研究人员还研究制定了黑莓的无公害栽培技术^[42-43],观察了蛴类、金龟子类及桥夜蛾等害虫对黑莓的危害及其发生、发展规律,并提出了相应的防治方法^[44-48]。

除江苏外,对黑莓在国内其他地区的引种及其栽培技术方面也进行了大量研究。王丽玲^[49]进行了陕西杨凌地区黑莓引种驯化实验,并对组织培养快繁技术进行了研究,提出了一套系统的工厂化育苗体系。也有研究者分别在山东沂南、枣庄、莱芜、安丘等地开展了引种栽培实验^[50-53],认为黑莓在这些地区均表现良好、对土壤要求不高。葛有良等^[54]和诸加送^[55]分别对引入浙江的黑莓的适应性和生长特性进行了观察研究。李凌等^[56]和王玉霞等^[57-58]将黑莓引入重庆,并在生物学特性观察的基础上提出了相应的栽培技术措施。钟必凤等^[59]对引入四川雅安市的7个黑莓品种的生长表现进行了系统观察。还有研究者^[60-64]分别将黑莓引种到湖南、河北、广西、辽宁、河南和新疆等省区,并在适应性、植物学特性和生理特性观察研究的基础上提出了相应的栽培管理技术。

江苏的黑莓主栽品种为‘Hull’和‘Chester’,成

熟期集中且恰逢梅雨和高温天气,给鲜果采收和加工造成不便。为了避雨和调节果实成熟期,吴文龙等^[65]进行了黑莓简易大棚栽培实验,使黑莓物候期提前、果实成熟期(采收时间)延长,但收获的黑莓果实品质与露地栽培无显著差异;虽然单株产量略低于露地栽培,但因收获率提高而使单位面积产量高于露地栽培,这一技术可应用于黑莓的栽培实践。相对树莓而言,黑莓耐寒性较弱,种植于长江流域以北地区可能会遭受冬季低温冻害。为了防冻和提高果品质量,褚福侠^[66]、高照海等^[67]和陈立根等^[68]对北方地区的黑莓大棚设施栽培技术进行了研究,但迄今为止黑莓的设施栽培技术尚未得到规模化应用。

2.2.3 黑莓果品加工利用研究 黑莓属于小浆果,是典型的加工类型果树,由于其鲜果过于柔软且多数品种果实成熟期在盛夏,极不耐贮存,因此,黑莓鲜果的加工利用一直是研究者普遍关注的课题。1997年,郑海燕等^[69]率先研制了黑莓果汁饮料,解决了早期溧水黑莓的鲜果加工问题;韦国余^[70]研制了速冻黑莓、黑莓糖水罐头和黑莓浓缩汁的加工工艺,制定了产品标准并应用于生产中,解决了早期赣榆黑莓的鲜果加工问题。其后,陆新龙^[71-72]对黑莓冰激淋和黑莓菊花饮料的生产工艺进行了研制;陈欣欣等^[73]研究了从黑莓汁的加工废弃物中提取多酚类化合物的技术;钱骅等^[74]和单成俊等^[75]对黑莓蔬菜复合果汁加工技术进行了研究;范宝庆^[76]研制了黑莓泡腾片;周剑忠等^[77]研制了黑莓速溶粉;还有不少学者对黑莓果酒的酿造技术^[78-82]及黑莓啤酒、果醋和果酱的生产工艺^[83-85]进行了研究。近年来,赵伯涛等^[86]、范宝庆^[87]、赵慧芳等^[88]及卢锋波等^[89]对黑莓果实及其加工残渣中的色素种类、理化性质和提取纯化技术进行了研究,目前江苏省·中国科学院植物研究所已经获得了黑莓色素提取技术的授权专利,并生产出中试产品。此外,江苏省农业科学研究所的单成俊等^[90]和江苏省·中国科学院植物研究所的方亮等分别对黑莓种子中食用油的提取技术进行了研究,并申请了专利保护;方亮还研制了从黑莓种子中提取维生素E的技术,其中黑莓种子油和维生素E软胶囊已进入中试生产。

遗憾的是,国内黑莓引种利用研究虽然已有20余年,但目前主要加工产品仍为黑莓速冻果,黑莓果汁饮料和罐头仅有少量上市,而其他产品几乎都未进入市场。目前,黑莓深加工产品(如果酒、色素和种

子油等)的生产技术已经成熟,亟待科技人员、加工企业和市场推广者通力合作,尽快实现成果转化和产业化,推动黑莓深加工产品早日走向市场。

2.3 中国黑莓产业存在的问题与对策

通过20多年的发展,黑莓种植业和加工业在中国已初具规模。随着黑莓种植面积的扩大和种植时间的增加,国内黑莓产业存在的问题已逐步显露出来,主要表现在以下几个方面:

1)主栽品种单一,多用途品种缺乏。目前中国的黑莓主产区以‘Hull’和‘Chester’品种为主栽品种,这2个品种在国外作鲜食时一般种植于自采果园,作加工用途时主要用于制作果酱、果冻和饮料等,一般不用于加工糖水罐头和冻果,因为这2个品种制作冻果的加工性状较差,主要表现为鲜果加工后褪色明显、色差较大,因而商品性比较差。而在中国,由于‘Hull’和‘Chester’是黑莓主栽品种,因此是加工速冻果的主要原料,且绝大部分速冻果用于出口,故而中国的黑莓冻果在国际市场上缺乏竞争力。

2)农药残留超标严重。在黑莓病虫害防治中,过多的使用化学防治剂使黑莓果品中的农药残留增多,严重影响了果品质量,致使速冻果出口受到严重制约^[38]。近几年来,世界贸易组织成员国已通过WTO、TBT、SPS的形式公布了100多项涉及各类食品和农产品(包括黑莓果实)的农药残留限量标准。发达国家通过设立严格的农药残留限量标准,一方面可以保证本国公民的身体健康,另一方面可以成为阻碍各类农产品(包括黑莓果实)进入国际市场的技术贸易壁垒。2007年1月26日,美国食品与药品管理局公布了经过修正的农产品农药残留超标名单,中国的一些黑莓加工企业榜上有名,黑莓速冻果中的甲胺磷、乐果和氯氰菊酯农药残留超标,导致罚款及退货,不但影响了企业信誉,给企业造成了较大的经济损失,而且还影响到中国黑莓产品在国际市场上的竞争力,最终影响了中国的整个黑莓产业^[91],为中国黑莓产业的发展留下了隐患^[92]。

3)成熟期集中,贮运加工困难。当前中国黑莓主栽品种的果实成熟期主要集中在盛夏(6月底至8月初),为多雨高温季节,不但增加了农民的采收难度,而且果实极易腐烂变质、运输贮存困难。由于贮存和运输等方面的原因,很难进行黑莓鲜果销售。另外,在黑莓的初果期和终果期因产量低而使加工企业“吃不饱”,而在盛果期加工企业又“吃不下”,这种现