

DOI:10.11937/bfyy.201622048

黄秋葵的生物学特性和栽培育种研究进展

王继玥, 刘 燕, 谢文钢, 石登红, 赵许朋

(贵阳学院 生物与环境工程学院, 贵州 贵阳 550005)

摘 要:对国内外有关黄秋葵种质资源特性、营养特性、药用特性、开发利用、养分需求、栽培管理以及品种选育等进行论述,以期对黄秋葵的种质资源鉴定、评价及综合利用提供參考。

关键词:黄秋葵;生物学特性;栽培;育种

中图分类号:S 649 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)22-0194-04

黄秋葵起源于非洲,于公元 12 世纪最早在埃及开始栽培种植。黄秋葵在美国、欧洲、中国、日本、澳大利亚、泰国、埃及等国均有种植。目前,印度是黄秋葵种植面积最大的国家,每年约产出 350 万 t,占世界总产量的 70%以上。黄秋葵具有易栽培、稳产、抗旱、耐涝、适应性广等特点。黄秋葵富含蛋白质、氨基酸、维生素 ABC、钙、膳食纤维等多种人体必需的营养元素,其根、茎、叶以及鲜果均可食用。同时,黄秋葵的药用功效也很大,据报道黄秋葵能治疗烫伤、痔疮、溃疡、尿痛等多种疾病。此外,黄秋葵还具有一定的观赏价值,花色鲜艳可用于装饰,干果实可以制成工艺品。

1 黄秋葵的生物学特性

1.1 黄秋葵的种质资源特性

研究表明,黄秋葵栽培品种的起源可能比较多元化,并非来自单一的物种,因此其遗传差异较大。OPPONG-SEKYERE 等^[1]分析 25 份来自于加纳的黄秋葵种质资源外型特征,表明黄秋葵产量与其单株叶片数、分枝数、株高、开花天数、果荚数量、单果质量、种子千粒质量等均呈显著正相关。通过遗传变异分析加纳的黄秋葵资源的花瓣颜色、叶片绒毛和茎绒毛、果实形状、

花青素含量、开花期等性状遗传变异较大。ULLAH 等^[2]研究了 5 种不同基因型黄秋葵品种感染飞虱虫害的形态学表征,发现所有品种的叶片密度和产量均明显受到叶飞虱虫害的影响,并与其群体呈显著负相关。在测试的品种中,Arka Anamika 显示出对叶飞虱虫害的抗性,而 Anokhi 表现出易感性,对进一步研究黄秋葵感染叶飞虱的遗传机制以及培育抗虫害新品种奠定基础。

不同黄秋葵品种的采摘期存在明显差异。希腊和土耳其的黄秋葵地方品种通常在开花后 2~4 d 收获,长度<4 cm 的秋葵荚果品质最优,而长度>7 cm 的荚果由于纤维化,其风味明显降低。而美国和印度的品系由于其纤维发育速率低,长度 8~14 cm 的荚果也能食用。

黄秋葵能在排水良好的砂质壤土(pH 6.0~6.8)中茁壮生长,具有较强的抗旱性和耐盐性,但在高温加低湿条件下其生长会严重抑制^[3]。希腊地方种 Boyiatio 通常能在无需灌溉的条件下栽培种植,且产量和品质较好^[4]。而黄秋葵对盐胁迫的抗性具有基因型差异。王永慧等^[5]对 24 份黄秋葵材料萌发期耐盐性的研究表明,‘超级五角’耐盐性最强,而‘广西黄秋葵’对盐胁迫最为敏感。盐胁迫使黄秋葵种子萌发和生长受到抑制,其发芽势、发芽指数、苗鲜样质量可作为黄秋葵萌发期盐胁迫响应的鉴定指标。

1.2 黄秋葵的营养特性

黄秋葵是一种富含碳水化合物及各种人类必需氨基酸的植物。研究表明^[6]尼日利亚干黄秋葵种子中灰分含量 4.8%、水含量 3.5%,因此其鲜果的保存期较短。含有脂肪 39.9%、粗纤维 8.82%、粗蛋白质 26.4%和碳水化合物 6.62%,蛋白质的消化率为 69.3%,高纤维化有助于加快其在胃肠中的消化。吸油率和吸水率分别为 200%和 220%,乳化率为 45.5%,起泡率和稳定性分别为 12%和 2%,因此在食品加工中具有相当的优势。总氨基酸含量为 706 mg·g⁻¹,其中甘氨酸含量最高(121.1 mg·g⁻¹),胱氨酸含量最低(10.0 mg·g⁻¹)。此外,黄秋葵还是提取青黄色油的重要资源,李加兴等^[7]

第一作者简介:王继玥(1984-),男,四川南充人,博士,副教授,现主要从事蔬菜栽培育种等研究工作。E-mail:acute2803764@163.com.

责任作者:赵许朋(1982-),男,河南许昌人,博士,副教授,现主要从事植物次生代谢等研究工作。E-mail:zhaoxupeng666@163.com.

基金项目:贵州省教育厅自然科学研究青年资助项目(黔教合 KY 字[2015] 475 号);贵阳学院引进人才启动资金科研资助项目(20160435106);贵州省教育厅自然科学研究重点资助项目(黔教合 KY 字[2015]382 号);生态学省级重点学科资助项目(黔学位合字 ZDXK[2013]08);有机蔬菜生态栽培繁育产学研合作基地资助项目(黔教合 KY 字[2013]125)。

收稿日期:2016-08-04

对 5 个品种黄秋葵籽的分析发现,含油率为 16.18%~20.26%,其中“早生五角”最高,5 种黄秋葵籽油中均检测到 14 种脂肪酸,以亚油酸、油酸、棕榈酸、硬脂酸为主。张姣姣等^[8]的研究表明,黔产黄秋葵籽油中不饱和脂肪酸含量占黄秋葵籽油脂组成的 57.871%,其中油酸占 45.516%,亚油酸占 12.355%。进一步分离鉴定黄秋葵籽的香气成分,共检测出 60 种成分,其中 2-甲基丁酸-2-甲基丁酯 (58.386%)、庚酸异戊酯 (8.835%)、2-甲基丁酸异丁酯 (6.132%)、己酸酯 (3.317%)、戊基甲基丁酸乙酯 (1.849%) 的含量较高。因此,对黄秋葵营养特性的充分发掘和利用将有助于农业和畜牧业的发展。黄秋葵中还含有丰富的果胶物质(24.8%),可以促进消化、降低血脂、增强人体的免疫力。李加兴等^[9]的研究表明黄秋葵果胶的总半乳糖醛酸含量为 87%,酯化度为 75%,溶解度为 82%,pH 呈弱酸性。黄秋葵果胶的热稳定性和粘性都强于一般柑橘果胶,是一种优质的高酯酸性果胶,可作为重要的食品添加剂应用。

1.3 黄秋葵的药用特性

除了食用、观赏特性外,黄秋葵还具有抗疲劳,增强免疫力,减少肺损伤,抗癌等药用特性。LEA 等^[6]的研究发现,黄秋葵种子提取物可以抑制结肠癌细胞的生长和诱导分化。MESSING 等^[10]的研究表明,黄秋葵鲜果提取物(EF)可以抑制幽门螺旋杆菌结合 AGS 细胞,从而治疗与胃肠粘膜相关的疾病。MÄKYNEN 等^[11]的研究表明,黄秋葵能通过抑制胰腺的胆固醇酯酶活性从而降低胆固醇的活力,降低胆固醇的代谢效率,结合胆汁酸,这有可能延缓胆固醇的吸附,促进其分泌。GENG 等^[12]的研究表明,黄秋葵花提取物显示出很强的 DPPH 自由基清除活性和还原力,其功效成分在食品和制药工业具有潜在的应用价值。王建蕊^[13]的研究发现黄秋葵水提液和适量的胶质多糖制剂能够有效降低血清尿素氮含量,增强机体的耐受力 and 抗疲劳能力。廖海兵^[14]首次从黄秋葵果实中分离到大量黄酮糖苷,并鉴定其基本母核为槲皮素,各个糖苷结构差别仅与连接糖的种类、方式以及数目有关。刘剑波等^[15]研究发现黄秋葵花的抗氧化能力最强,显著高于叶片和种子,这可能与黄秋葵花中总黄酮、总酚酸含量明显高于其它部位有关。

黄秋葵的多糖提取物具有降低血糖的作用^[16]。陈艳珍等^[17]研究表明,适量的黄秋葵果实粉(OFP)能显著的降低衰老小鼠血脂、血糖含量,提高其胸腺和脾脏指数,增强衰老小鼠腹腔巨噬细胞活性量,进而提高小鼠的免疫功能和抗疲劳能力,这可能与富含多种微量元素、多糖和黄酮类化合物有关。进一步的试验证实 OFP 可降低衰老小鼠血清和肝脏中 MDA 含量,提高机体内 SOD、GSH-Px 和 CAT 活性,从而增强小鼠的抗氧化能力,延缓衰老。HENSEL 等^[18]的研究表明,黄秋葵中的糖基化复合物可以抑制幽门螺杆菌对人体胃粘膜

的损害,黄秋葵的多糖提取物可抑制空肠弯曲菌吸附到胃肠粘膜。黄秋葵具有结合胆汁酸的活性,KAHLON 等^[19]的研究表明,在烹饪过程中,这一活性并未改变,因此食用黄秋葵将有助于降低胆固醇。WANG 等^[20]研究了黄秋葵降血脂作用的分子机制,揭示其通过 CYP7A1 基因的上调表达促进胆固醇代谢转化成胆酸排出体外,同时下调 SREBP1c 和 FAS 基因以抑制脂质合成。

1.4 黄秋葵的开发利用

黄秋葵种子含有多种营养成分,其中脂肪和蛋白质含量较高,可作为一种新型的油脂和蛋白质资源加以利用。嫩果期末及时采摘的黄秋葵坐果 7~10 d 后,果实木质化,已经不能直接食用,待成熟后可将种子加工成食用油,市场售价可达 380 元·kg⁻¹。秋葵籽油主要脂肪酸含量分别为豆蔻酸 0.2%、棕榈酸 30.6%、棕榈油酸 0.5%、硬脂酸 4.2%、油酸 23.8%、亚油酸 30.8%、亚麻酸 0.3%、花生酸 0.6%,其香味香度大为芝麻油的 4 倍,富含维生素、矿物质、蛋白质、卵磷脂等,是一种营养极为丰富的高档植物油^[21]。除此之外,黄秋葵种子也可作咖啡的添加剂或代用品。田科巍等^[22]采用索氏提取法提取黄秋葵的种子油脂,通过优化提取工艺条件,使种子油脂提取率为 15.72%。黄秋葵的茎叶和果皮可以作为动物饲料。刘国道等^[23]的研究发现,将黄秋葵茎叶粉直接添加于鸡饲料中,可显著提高鸡蛋黄、鸡皮肤和脂肪的着色效果。成熟后的黄秋葵果皮可用于兔子饲料,可缓解兔子消化系统问题,且毛色也更光滑亮泽。此外,黄秋葵花低温烘制成花茶,其气味清香,口感柔和,是非常好的传统茶叶的替代品,目前市场售价约 3~4 元·g⁻¹。

黄秋葵果实中的特殊黏液又称黄秋葵食用胶,是一种新型的天然亲水胶体。该胶体具有黏度高、乳化性强、保湿性和悬浮稳定性较好等特点,可作为理想的天然食品添加剂用于肉制品、乳制品、饮料、面制品等的生产加工。作为脂肪替代品可用于低脂功能食品的生产,虽然制作的低脂巧克力口感稍差,但是水分含量较高。用作乳化剂制作低脂冷冻乳类甜食时,可以增加水油乳液的稳定性。

2 黄秋葵栽培育种研究进展

2.1 黄秋葵养分需求特性

黄秋葵生长旺盛,叶片与果荚产量高,对肥料的需求相当大,特别在开花期间,如果缺水、缺肥,会导致结果不良,降低产量。PAKSOY 等^[24]的研究表明钾(K)和胡敏酸对黄秋葵养分吸收和生长发育发挥重要作用。施 K 和胡敏酸能有效的促进盐土环境中黄秋葵的生长以及对矿质养分的吸收。AKANBI 等^[25]的研究表明滴管和多次施肥比喷灌和常规施肥方法,可以显著提高黄秋葵的产量,促进 N 的吸收。刘迪发等^[26]的研究表明在大棚种植条件下采用挪威复合肥和卢博士有机液肥种植黄秋葵,发现施用卢博士有机液肥能更好地促进黄

秋葵生长,并通过增加黄秋葵的果荚数提高其产量。研究表明甜菜提取物中的甜菜碱可以诱导黄秋葵的耐盐力,叶片施用甜菜碱可缓解盐胁迫对黄秋葵 K^+ 和 Ca^{2+} 等营养元素吸收的抑制,维持根系和茎秆中正常 K^+ / Na^+ 比。EMMANUEL 等^[27] 的研究表明施用有机肥可提高黄秋葵的品质和土壤肥力,这有助于减少购买化肥的投入,并可以维持土壤的生产力,保护生态环境。

2.2 黄秋葵栽培管理

黄秋葵是一种速生作物,因此采摘期的选择会影响其产量。采摘过早果实未完全长成会降低产量,采摘过晚果实老化成而影响品质。研究表明随着种植密度的增加,黄秋葵的产量会降低,采摘期为 2 d 的每株果实的干鲜样质量、长度和直径最大,味道和口感俱佳。种植密度和采收期都会显著的影响黄秋葵的产量和品质,但二者的互作效应不显著。研究表明滴灌和多次灌溉施肥能有效的减小 P 素流失,提高 N 素、水分的利用效率,促进光合反应,增加黄秋葵的产量。

摘花对黄秋葵的品质特性也具有一定影响,但不同品种存在差异。张绪元等^[28] 的研究表明摘花处理对黄秋葵叶黄素和 β -胡萝卜素产量以及相关性的影响存在品种差异。摘花处理能显著增加部分品种的叶长、叶片干物质累积、叶黄素和 β -胡萝卜素含量及产量,并不影响光合速率。但有的品种,虽然摘花处理可以显著增加其叶片干质量、叶片数和分枝数显以及叶黄素和 β -胡萝卜素含量和产量,也会显著降低其叶片长度和叶片宽度及光合速率。

20 世纪 80 年代再生栽培技术开始应用于蔬菜栽培,该技术不仅可促进植株生长点的更新,缩短育苗时间,还能有效提高后期生物产量,增加经济收益。三亚南繁科学技术研究院^[29] 首次将割茎再生技术应用于黄秋葵,不仅提前黄秋葵的采摘期 30 d 以上,并且还能延长采收期 30 d 左右,使得产量和经济效益大幅度增加。

SINGH 等^[30] 的研究发现,地下滴管深度在 0.10~0.15 m 时黄秋葵的产量最大,水分利用率最高,可确保根系对水的吸收。PAPENFUS 等^[31] 的研究证实,在缺乏 N、P、K 的条件下,相比对照,海藻肥可显著促进黄秋葵幼苗的生长,多种农艺性状均优于对照。化肥施用的减少减轻了对土壤环境破坏。

2.3 黄秋葵品种选育

黄秋葵是热带和亚热带地区一种十分重要的蔬菜,保持其种质资源的多样性对于品种选育十分重要。据报道,目前全世界约有 2 283 份野生种质材料,其中绝大部分(1 769 份,占 77.49%)在西非地区^[32]。目前中国热带农业科学院热带作物品种资源研究所已贮存了 100 多份黄秋葵种质材料,包括“新东京 5 号”“五龙 1 号”“五福”等品种以及国内外收集到的野生和栽培种。近年来,我国各地在黄秋葵的引种选育方面开展了大量的工

作,先后选育出适宜浙江地区栽培的耐热保健种“JY2”,适合广东地区栽培,品质优良的“粤海黄”秋葵,适合北方露地栽培的优良品种,以及适合平湖等生态区露地或设施栽培的“绿空黄”秋葵新品种。许如意等^[33] 对 4 个从台湾、日本、浙江等地引进的品种在三亚市进行适应性探究,表明“五福”最佳,“碧剑”“纤指”等新品种适应性较强。张绪元等^[28] 利用 ISSR 分子标记技术对不同来源的 43 份黄秋葵种质进行遗传多样性分析,建议根据 ISSR 标记为参照以选择亲缘关系较远的亲本,避免在不同地方收集同一种质资源的现象。UDENGW 等^[34] 将不同成熟期的黄秋葵杂交后,发现其 F_1 代变异明显;因此可通过杂交育种的方式,选育集合了早晚熟品种性状的新品种。AHAMEN 等^[35] 的研究表明,平均果质量、果长和单株果数是黄秋葵果实产量的主要构成,因此单株选育可能有益于作物的品种改良。

3 展望

目前对黄秋葵种子和果实的研究较多,但对黄秋葵花的研究相对较少。朱艳芳等^[36] 的通过体外模拟试验证明黄秋葵花提取液具有清除亚硝酸盐和阻断亚硝胺合成的能力,但尚未阐明发挥清除和阻断作用的活性成分,其内在的生理和分子机制也有待进一步研究。后续应加强黄秋葵主要药用成分和活性物质的鉴定,促进其在生物工程制药中的应用。国内外研究多关注于黄秋葵油脂^[37]、多糖、果胶、黄酮^[38] 等成分的组成、提取工艺、活性、功效^[39] 以及贮藏、栽培育种^[40]、食品和药物^[41] 开发等方面,但有关分子生物学方面的研究相对较少。因此,有必要深入研究有关黄秋葵遗传、代谢调控以及细胞反应的分子机制,为药食兼用型植物-黄秋葵的综合开发利用提供理论指导。

参考文献

- [1] OPPONG-SEKYERE D, AKROMAH R, NYAMAH E, et al. Evaluation of some okra *Abelmoschus* spp L. germplasm in Ghana[J]. African Journal of Plant Science, 2012, 5(6): 166-178.
- [2] ULLAH S, JAVED H, AZIZ M A. Role of physico-morphic characters of different okra genotypes in relation to population of jassid, amrasca biguttula biguttula ishida[J]. J Agric Res, 2012, 50(2): 217-224.
- [3] KAMALUDEEN J, YUNUSA I A M, ZERIHUN A, et al. Uptake and distribution of ions reveal contrasting tolerance mechanisms for soil[J]. Agricultural Water Management, 2014, 146: 95-104.
- [4] OLYMPIAL G, KYRIAKOPOULOU, PAUL A, et al. Genetic and morphological diversity of okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench.) genotypes and their possible relationships, with particular reference to Greek landraces[J]. Scientia Horticulturae, 2014, 171: 58-70.
- [5] 王永慧, 陈建平, 张培通, 等. 黄秋葵耐盐材料的筛选及萌发期耐盐性相关分析[J]. 西南农业学报, 2014, 27(2): 788-792.
- [6] LEA M, AKINPELU T, AMIN R, et al. Inhibition of growth and induction of differentiation of colon cancer cells by peach and plum phenolic compounds[J]. Food Hydrocolloids, 2012, 72(8 Suppl): 1445-1538.
- [7] 李加兴, 吴越, 黄诚. 5 种黄秋葵籽油的理化特性及脂肪酸组成比较研究[J]. 中国油脂, 2014, 39(10): 82-85.

- [8] 张姣姣,冉靛,刘燕. 黔产黄秋葵籽油脂组分及香气成分分析研究[J]. 食品科技, 2015, 36(5): 258-261.
- [9] 李加兴,石春诚,马浪,等. 黄秋葵果胶理化特性的研究[J]. 食品科学, 2015, 36(17): 104-108.
- [10] MESSING J, THO C, NIEHUES M, et al. Antiadhesive properties of *Abelmoschus esculentus* (Okra) immature fruit extract against helicobacter pylori adhesion[J]. PLoS One, 2014, 9(1): 824-836.
- [11] MÄKYNEN K, NGAMUKOTE S, ADISAKWATTANA S, et al. The okra skin extract and its cholesterol-lowering activities & # 151; *in vitro* study[J]. The FASEB Journal, 2014, 28(1): 709-739.
- [12] GEGN S, LIU Y, MA H, et al. Extraction and antioxidant activity of phenolic compounds from okra flowers[J]. Tropical Journal of Pharmaceutical Research, 2015, 14(5): 807-814.
- [13] 王建蕊. 黄秋葵功能成分提取及应用研究[D]. 福州: 福建农林大学, 2013.
- [14] 廖海兵. 黄秋葵的功效成分纯化鉴定及其在不同品种间的差异研究[D]. 杭州: 浙江农林大学, 2012.
- [15] 刘剑波. 黄秋葵的化学成分及抗氧化活性分析[D]. 杭州: 浙江农林大学, 2012.
- [16] TOMODA M, SHIMIZU N, GONDA R, et al. Anticomplementary and hypoglycemic activity of okra and hibiscus mucilages[J]. Sociology of Education, 1989, 190(2): 323-328.
- [17] 陈艳珍, 宋新华. 黄秋葵粉对衰老小鼠抗疲劳和免疫功能的影响[J]. 食品研究与开发, 2012, 33(10): 170-172.
- [18] HENSEL J, COSTANTINO A, GUNN L. Sensory evaluation ratings and melting characteristics show that okra gum is an acceptable milk-fat ingredient substitute in chocolate frozen dairy dessert[J]. J Am Diet Assoc, 2006, 106(4): 594-597.
- [19] KAHLOH T, CHAPMAN M, SMITH G. *In vitro* binding of bile acids by okra, beets, asparagus, eggplant, turnips, green beans, carrots, and cauliflower[J]. Food Chem, 2007, 103(2): 676-680.
- [20] WANG H, CHEN G, REN D, et al. Hypolipidemic activity of okra is mediated through inhibition of lipogenesis and upregulation of cholesterol degradation[J]. Phytotherapy Research, 2014, 28(2): 268-273.
- [21] 董彩文, 梁少华. 黄秋葵的功能特性及综合开发利用[J]. 食品研究与开发, 2007, 28(5): 180-182.
- [22] 田科巍, 董增, 魏兆军. 黄秋葵籽油脂提取工艺优化及组分分析[J]. 合肥工业大学学报(自然科学版), 2012, 35(10): 1405-1408.
- [23] 刘国道, 王东劲, 侯冠或, 等. 黄秋葵茎叶粉对文昌鸡蛋黄着色的影响[J]. 中国农学通报, 2006, 22(7): 16-19.
- [24] PAKSOY M, TÜRKMEN Ö, DURSUN A. Effect of different fertilization and irrigation methods on nitrogen uptake, intercepted radiation and yield of okra (*Abelmoschus esculentum* L.) grown in the Keta Sand Spit of Southeast Ghana[J]. African Journal of Biotechnology, 2010, 33(9): 5343-5346.
- [25] AKANBI W, TOGUN A, ADEDIRAN J, et al. Growth, dry matter and fruit yields components of okra under organic and inorganic sources of nutrients[J]. American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture, 2010, 4(1): 1-3.
- [26] 刘迪发, 陈红兵, 刘维侠, 等. 施肥对黄秋葵生长及产量的影响[J]. 中国热带农业, 2014, 58(3): 38-40.
- [27] EMMANUEL, IBUKUNOLUWA, JESU M. Use of plant residues for improving soil fertility, pod nutrients, root growth and pod weight of okra (*Abelmoschus esculentum* L.)[J]. Bioresource Technology, 2007, 98(11): 2057-2064.
- [28] 张绪元, 刘国道, 罗燕春, 等. 摘花对黄秋葵叶黄素和 β -胡萝卜素产量及相关性状的影响[J]. 草业科学, 2008, 25(4): 130-134.
- [29] 勇刘, 万三连, 吴乾兴. 割茎再生技术对黄秋葵产量及品质的影响[J]. 中国蔬菜, 2015(5): 49-51.
- [30] SINGH D, RAJPUT T. Response of lateral placement depths of subsurface drip irrigation on okra (*Abelmoschus esculentus*) [J]. International Journal of Plant Production, 2007, 1(1): 73-83.
- [31] PAPPENFUS H, KULKARNI M, STIRK W, et al. Interactions between a plant growth-promoting rhizobacterium and smoke-derived compounds and their effect on okra growth[J]. J Plant Nutr Soil Sci, 2015, 178: 741-747.
- [32] AMOATEY H, AHIKPA J, QUARTEY E, et al. Agromorphological characterisation of 29 accessions of okra (*Abelmoschus* spp L.) [J]. Journal of Biology, Agriculture and Healthcare, 2015, 5(4): 6-16.
- [33] 许如意, 肖日升, 范荣. 三亚市黄秋葵品种引进比较试验[J]. 广东农业科学, 2010(11): 102-103.
- [34] UDENGW D, BESMA B, MOUMIR D, et al. Biochemical and mineral responses of okra seeds (*Abelmoschus esculentus* L. variety *marsaouia*) to salt and thermal stresses[J]. Journal of Agronomy, 2001, 29(3): 29-37.
- [35] AHAMED K, AKTER B, ARA N. Heritability, correlation and path coefficient analysis in fifty seven okra genotypes[J]. Int J Appl Sci Biotechnol, 2015, 3(1): 127-133.
- [36] 朱艳芳, 杨杰, 刘东华, 等. 黄秋葵花体外清除亚硝酸盐及阻断亚硝酸胺合成的研究[J]. 食品与发酵工业, 2014, 40(11): 100-103.
- [37] JARRET R, WANG M, LEVY I. Seed oil and fatty acid content in okra (*Abelmoschus esculentus*) and related species[J]. J Agric Food Chem, 2011, 38(8): 419-424.
- [38] AN Y, ZHANG Y, LI C, et al. Inhibitory effects of *Flavonoids* from *Abelmoschus* manihot flowers on triglyceride accumulation in 3T3-L1 adipocytes[J]. Fitoterapia, 2011, 32(4): 595-600.
- [39] LLU I, ZENG T, LIU S. *Abelmoschus moschatus* (Malvaceae), an aromatic plant, suitable for medical or food uses to improve insulin sensitivity[J]. Phytother Res, 2010(2): 233-239.
- [40] SHARMA R, AGRAWAL M, AGRAWAL S. Growth responses of lady's finger (*Abelmoschus esculentus*) plants as affected by Cd contaminated soil[J]. Phytother Res, 2010, 84(4): 765-770.
- [41] 任丹丹, 陈谷. 黄秋葵多糖组分对人体肿瘤细胞的增殖抑制作用[J]. 食品科学, 2010, 31(21): 353-356.

Research Progress on Biological Characteristics, Cultivation and Breeding in *Abelmoschus esculentus*

WANG Jiyue, LIU Yan, XIE Wengang, SHI Denghong, ZHAO Xupeng

(School of Biological and Environmental Engineering, Guiyang College, Guiyang, Guizhou 550005)

Abstract: Germplasm resources, nutrition and medicinal properties, utilization, cultivation management and variety breeding in *Abelmoschus esculentus* were summarized in this study, which provided a reference for germplasm identification, evaluation and comprehensive utilization of *Abelmoschus esculentus*.

Keywords: *Abelmoschus esculentus*; biological characteristics; cultivation; breeding