

# 蚕豆育种研究进展及展望

郭兴莲<sup>1</sup>, 刘玉皎<sup>2</sup>

(1. 互助县农业局, 青海 互助 810500; 2. 青海省农林科学院, 青海 西宁 810016)

**摘要:** 从种质资源鉴定和评价, 育种基础理论和技术与方法等方面论述了蚕豆育种研究进展, 提出了我国蚕豆育种前景和发展方向。

**关键词:** 蚕豆; 育种

**中图分类号:** S 643. 603. 3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001—0009(2008)11—0061—03

蚕豆 (*Vicia faba* L.) 英文名 Broad bean 和 Faba bean, 属豆科 蝶形花亚科, 野豌豆族, 野豌豆属(巢菜属 *Vicia* L.), 起源于亚洲西南部和非洲北部<sup>[1]</sup>, 蚕豆是这个属各个种中隔离最好的一个种, 与这个属中其它的种比较其染色体较大, DNA 的量也最大, 但染色体数较少,  $2n=12$ , 而这个属的其它各个种的染色体  $2n=14$ , 但在日本种植的蚕豆中发现有  $2n=14$ <sup>[2]</sup>。蚕豆是重要的食用豆类, 据 FAO 统计, 2004 年世界蚕豆种植面积为  $235.1 \times 10^4 \text{ hm}^2$ , 平均单产  $18\ 062 \text{ kg/hm}^2$ , 总产量为  $424.7 \times 10^4 \text{ t}$ , 全世界约 78.7% 的蚕豆集中在发展中国家, 发达国家仅占 21.3%, 主要分布中国、埃及、摩洛哥、法国等。中国蚕豆, 按生态类型分为秋蚕豆和春蚕豆, 种植面积为  $80.0 \times 10^4 \text{ hm}^2$ , 产量约  $180.0 \times 10^4 \text{ t}$ , 主要分布在云南、四川、湖北等秋播区, 约占全国蚕豆种植面积的 90%, 甘肃、青海、宁夏等春播区, 占全国蚕豆种植面积的 10%。

## 1 蚕豆种质资源研究

### 1.1 资源的收集、整理与保存

为适应蚕豆品种改良的需要, 各国都十分重视蚕豆遗传资源的搜集、保存、鉴定和利用工作。遗传资源收集的规模和数量有所增加, 目前最大的收集单位是国际干旱地区农业研究中心(ICARDA), 保存有蚕豆资源份数为 8 305 份, 其次为中国至 2005 年已编目保存的蚕豆资源有 5 093 份, 其中引进资源 1 853 份, 占 36.38%, 地方种质 3 163 份, 占 62.1%, 选育品种 77 份, 占 1.51% (中国农业科学院作物科学所提供), 为我国蚕豆育种提供了丰富的遗传资源。

### 1.2 资源的鉴定与评价

种质资源是品种改良和育种的基础, 蚕豆是常异花授粉作物, 自然异交率高。因此, 各国收集的蚕豆种质

资源, 尤其地方品种资源群体多为异质杂合群体, 性状表型不稳定, 难以鉴定、评价和利用。纯合品系法是国际干旱地区农业研究中心(ICARDA)<sup>[3]</sup> 为了解决蚕豆种质资源鉴定这一难题而提出的一种有效方法, 此方法主要是在控制蜜蜂的条件下, 使蚕豆种质材料逐代自交纯合, 即把蚕豆资源材料种植在蜜蜂不能进入的网室内。当年选有代表性的单株, 翌年在网室内种株行, 并再选单株, 下一年再种株行, 在网室内自交 6 代左右, 即可得到蚕豆纯合品系 (Broadbean Pure Line, BPL), 最后对纯合品系进行评价和利用。根据不同生态区不同生产需求对蚕豆品种资源从农艺性状、抗病性、品质等性状方面进行了鉴定和分析, 对我国蚕豆资源做了全面科学的综合评价, 筛选了一批优异种质资源, 可为资源的利用提供理论依据<sup>[2-10]</sup>。

### 1.3 种质资源遗传标记和多样性研究

利用蛋白质和同工酶标记对来自世界各地的 22 个栽培种和 49 个地方种, 除了 17 个德国种外, 其它均分类不清晰 (Kser and Steiner, 1983)<sup>[11]</sup>。应用 RAPD 技术以 28 个杂交品系为研究材料, 研究欧洲小粒种和大粒种与地中海资源的遗传多样性 (Link et al, 1995), 认为, 欧洲大粒种作为地中海种和欧洲小粒种的中间类型进行聚类的<sup>[12]</sup>。Zeid M 等利用 AFLP 技术对 79 个蚕豆近交系的遗传多样性进行了分析, 结果共产生了 477 个多态片段<sup>[10]</sup>。中国农业科学院作物科学所食用豆类研究课题组, 从 2005 年开始中国农业科学院应用 AFLP 技术全面鉴定中国蚕豆种质资源的遗传多样性。并对蚕豆的 DNA 提取方法和 AFLP 技术体系进行了优化研究。从蚕豆类型、形态学等方面分析, 云南省蚕豆种质资源多样性较为丰富, 尤其绿子叶蚕豆资源是云南独有的地方品种资源<sup>[13]</sup>。

## 2 蚕豆育种研究进展

作物育种方法主要包括引种利用和系统育种、杂交育种以及杂种优势利用, 近几年, 我国蚕豆育种取得了重大进展, “十五”期育成蚕豆新品种近 10 个, 无论产量、品质以及抗性等综合性状方面都取得了较大突破, 秋蚕

第一作者简介: 郭兴莲(1972-), 女, 青海省湟中县人, 农艺师, 现从事蚕豆研究工作。

通讯作者: 刘玉皎。

基金项目: 国家科技支撑计划资助项目 (2006BAD02B08)。

收稿日期: 2008—05—21

豆产量达 4 500 kg/hm<sup>2</sup> 左右, 百粒重 120 g 左右, 抗病性增强, 如利用系统育种方法培育的云豆 324 和采用杂交育种技术培育的成胡 16、凤豆 10 号、通研 4 号等秋蚕豆品种; 春蚕豆产量达 6 000 kg/hm<sup>2</sup> 左右, 百粒重 180 g 以上, 如利用杂交育种技术临蚕 6 号和青海 11 号等春蚕豆, 这些优良新品种在我国蚕豆生产中发挥着重要作用。

## 2.1 育种理论研究

2.1.1 质量性状遗传 王立秋<sup>[14]</sup>总结了蚕豆主要质量性状的遗传, 花色中深色对浅色表现显性, 种皮颜色遗传比较复杂, Ricciard L 认为, 蚕豆种皮完全由母株所决定, 当代显性未观察到直感效应, 同时认为 2 个位点上复等位系列基因的分离是蚕豆种皮颜色变异的主要原因; Row lands 和 Corner(1976)发现无单宁蚕豆品种的托叶和花的颜色的发育由 2 个基因控制的, 可是种脐颜色不受影响, Picard(1976)也发现无单宁性状是由 2 个互补的隐性基因所控制, 而且对植株具有基因多效作用; Arguardt M 等认为, 单宁含量与种脐色、花色、皮色以及托叶上有无棕色斑等性状相关, 在育种中注意纯白花、白脐、白粒、第 3、4 节托叶无棕红色斑、幼苗茎色无红色素等性状的选择, 是无单宁品种的标志。蚕豆子叶颜色的遗传研究报道较少, Duc G 等<sup>[15]</sup>认为蚕豆子叶颜色受一对基因控制, 绿色为隐性, 但青海省农林科学院在绿子叶蚕豆的变异株中发现, 同一荚内不同籽粒的子叶颜色表现不同。刘定富等<sup>[16]</sup>认为蚕豆株高、节数和节间长均受核基因控制, 其遗传均符合基因加性显性模型, 其中株高由一对基因控制, 特矮杆性状受隐性基因控制。

2.1.2 主要数量性状与产量的相关性 崔世友等<sup>[17]</sup>从蚕豆生理和性状的相关性角度, 总结了蚕豆高产育种技术原理, 指出生物学产量是经济产量形成的基础, 产量构成因素是产量的具体表现, 收获指数是一个与产量呈极显著正相关( $r=0.85$ )的比较稳定的因子。袁名宜等<sup>[18]</sup>通过蚕豆主要数量性状的主成份分析和数量分类, 根据遗传距离确定了青海蚕豆育种的骨干亲本。刘玉皎<sup>[19]</sup>通过蚕豆主要数量性状的配合力和遗传力分析表明, 基因加性效应对蚕豆杂交后代的主要数量性状起主导作用, 不同亲本对不同性状的配合力差异较大, 同一性状在不同亲本组合之间的特殊配合力不同, 改良某一性状是必须选择特殊配合力较高的合适亲本组配, 改良蚕豆粒重可在早代严格选择。

## 2.2 育种目标

蚕豆的用途比较广泛, 不同国家、不同地区因当地的气候特点、生态类型以及蚕豆的发展方向不同而使蚕豆的育种目标有所不同, ICARDA<sup>[3]</sup>的蚕豆育种目标, 包括产量育种、抗性育种(抗赤斑、锈病、抗茎线虫、抗除草剂等)、理想株型育种(有限生长型、独立维管束供给型、闭花型)、子粒特性育种(包括籽粒大小、颜色、品质)等。在澳大利亚北方地区气候转暖时蚕豆会迅速成熟, 同时

蚕豆锈病发生普遍且严重, 品种选育时, 育种家设法将蚕豆开花期提前, 延长籽粒灌浆期, 注重高产、抗病、早熟以及耐霜冻品种培育, 培育出了一个抗病早熟蚕豆品种预计可以替代现在的 Fiord 和 Barkool 等商业品种。

中国蚕豆分布比较广, 各地区的气候特点、生态类型、耕作方式差异, 将蚕豆分为秋蚕豆和春蚕豆, 其育种目标各有侧重, 但总体目标是根据不同生态区的生产、生态条件以及现有种质资源的基础, 结合不同时期经济发展水平和市场需求, 培育多类型、多用途的高产稳产、优质高效、适应性广的蚕豆新品种。近年来, 蚕豆育种目标更加突出和趋于多样化, 更能适应市场和生产发展需求, 1980 年以后的具体育种目标是秋蚕豆产量 3 000 ~ 4 500 kg/hm<sup>2</sup>, 优质(蛋白质 30% 以上), 百粒重 80 g 以上, 抗锈病等主要真菌病害, 抗(耐)湿, 生育期 180 ~ 200 d 等; 春蚕豆产量 3 750 ~ 6 000 kg/hm<sup>2</sup>, 优质(蛋白质 28%), 百粒重 150 g 以上, 抗主要病害, 矮杆, 中早熟品种(生育期 130 d 左右)以及特殊株型等<sup>[20-21]</sup>。青海蚕豆育种紧紧围绕市场对蚕豆多元化的需求开展, 育种目标以产量为主, 辅助于商品品质及生育期, 大粒粮菜兼用型品种要求百粒重 180 g 以上, 产量 5 250 kg/hm<sup>2</sup> 以上, 生育期 140 d 左右; 小粒粮饲兼用型品种要求百粒重 80 g 以下, 产量 4 500 kg/hm<sup>2</sup> 左右, 适于高寒地区种植。

## 2.3 蚕豆育种技术和方法的研究与应用

有性杂交是将目标基因定向转育重组改良品种的育种方法, 目标明确, 选择时具有针对性和定向性, 是最有效的育种方法之一。然而, 蚕豆有其异质型高的特殊性, 杂交育种时尽可能地控制自然杂交, 防止自然异交的隔离技术有: 一是网室隔离; 二是采用“陷阱”作物隔离, 即在小区外种植比蚕豆更吸引蜂的作物隔离, 如种植油菜, 通过调节播种期使其花期相遇, 以油菜花吸引蜜蜂; 三是采用屏障作物隔离, 即将比蚕豆高大的作物, 如玉米等种植于株行或小区间, 防止开花期蜜蜂在株行或小区间飞行传粉。四是套袋隔离, 蚕豆开花前夕用纱网袋将植株套袋<sup>[3]</sup>。

ICARDA<sup>[3]</sup>对蚕豆人工去雄和授粉、杂交, 发现一天中, 11~14 时做杂交成功率最高, 8~11 时杂交的成功率最低, 选择基部花朵杂交的成功率明显高于中上部花朵。根据青海省农科院杂交试验结果, 蚕豆杂交时采用当时去雄当时授粉, 结荚率在 15%~80%, 这与杂交前后的降雨等天气有关, 因为阴天或降雨对杂交花朵选择标准有一定的影响, 在上午 9~12 时与下午 4~6 时杂交成功率相对较高, 也就是说蚕豆杂交成功率与温度和田间湿度密切相关, 高温、高湿不利于授粉结实。

一般熟性、株高和抗病性在早世代就能表现出来, 应将这些性状在早世代选拔, 而荚数、粒数等与产量相关的性状受环境条件和遗传力影响较大, 可进行多代选拔培育才能稳定下来, 所以这些农艺性状应在较稳定的

高世代选择, 蚕豆杂交育种最佳的选择方法是轮回选择法, 以一次或多次轮回选择法效果较好<sup>[22]</sup>。

胡晨康等<sup>[21]</sup>用杂种第4代(F<sub>4</sub>)株系同型合并的方法, 能在较短的年限里, 筛选出较为理想的蚕豆新品种(系), 从而加速育种进程。

蚕豆穿梭育种方法在蚕豆杂交育种中广泛应用。ICARDA<sup>[3]</sup>将杂交育种程序与异地多点联合鉴定筛选结合后, 显著提高了抗病育种效率。2003~2006年中澳合作项目《在中国和澳大利亚雨养型农业系统中增加冷季豆类生产研究》(CSI/2000/035)中, 充分利用春、秋两播区的播种季节反差进行穿梭育种, 可为我国蚕豆育种周年鉴定选择, 这样可缩短选择周期50%。我国蚕豆育种以地方科研单位为主, 培育的品种以服务于当地生产为重。随着小宗粮豆事业的发展, 全国蚕豆联合区域试验于2003年开始实施, 临蚕2号是第一个通过国家鉴定的蚕豆品种。

3 中国蚕豆育种展望

3.1 加强蚕豆资源深入研究、创新和利用

我国收集、保存、编目入国家种质库的蚕豆资源就有5 093份, 各省还有许多没有入库的选育品种或创新材料, 蚕豆遗传资源比较丰富, 但研究仅局限在农艺性状的鉴定和评估, 资源的遗传背景以及亲缘关系不太清楚, 育种利用的盲目性较大。同时, 这些丰富的资源多为异质杂合体, 尤其地方品种资源, 首先在更新过程中加强资源的纯化, 对纯合系资源进行深入研究, 为在资源创新和利用中科学选用亲本提供理论依据。

3.2 加强传统育种技术与现代育种技术的结合

目前, 中国蚕豆育种成果多采用传统育种技术而成, 育种周期长, 效率低, 为了提高我国蚕豆育种成果的科技含量和育种目标的预见性, 必须将传统育种技术与现代育种技术进一步整合, 在抗逆育种中应用分子标记辅助选择技术(MAS)以及对育成的新品种进行指纹图谱鉴定等。

3.3 加强高产稳产性品种的改良

产量对农作物育种无疑是最主要的育种目标, 随着品种改良的深入和新品种的不断育成, 蚕豆品种的产量水平较高, 已基本趋于上限, 但是我国蚕豆分布区域的生态差异较大, 总产量在不同年际、不同地区间的差异比较大, 也就是说产量的稳定性较差, 产量稳定性的具体表现就是对环境的适应性和抗逆性, 加强抗性育种对于提高和稳定我国蚕豆产量水平是非常重要的。

3.4 加强理想株型的遗传研究及品种的改良

ICARDA<sup>[3]</sup>从特殊类型来解决蚕豆产量、倒伏和成荚率的问题, 认为有限生长型有利于抑制顶端优势、开花结实性整齐一致, 利于机械化收获, 但结荚少或籽粒小, 产量较低; 独立维管束供给型有利于平衡花荚期的营养供应, 提高成荚率; 闭花型蚕豆类型可防杂保纯, 降低蚕豆新品种退化速度; 绿子叶蚕豆为菜用蚕豆品种或

休闲加工型蚕豆品种改良和选育提供了基因保障。杨武云等<sup>[23]</sup>通过不同基因型蚕豆异交率试验, 鉴定出8462、91825和89147等蚕豆品系的异交结实率都很低, 为0.86%~2.65%, 极显著低于对照成都大白39.63%, 与水稻、小麦等自花授粉作物相近, 可作为选育低异交率蚕豆品种的亲本材料。但这些特殊资源材料的产量和商品性的表现往往较差, 它们的遗传规律研究得不是很清楚, 加强这类对生产和食品加工非常有利的突变体的遗传特性研究, 能为改良这些材料进而培育高产高效优质蚕豆新品种提供依据。

参考文献

[1] 叶茵. 中国蚕豆学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.  
[2] 郑卓杰. 中国食用豆类学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1997: 53-54.  
[3] 焦春梅. ICARDA的蚕豆育种特点及进展[J]. 种子, 1991(3): 35-36.  
[4] 王佩芝, 刘志政, 贾仁宽, 等. 春蚕豆优异种质资源综合评价[J]. 作物学报, 1995(4): 19-20.  
[5] 刘志政. 青海省蚕豆品种资源的农艺性状及类型[J]. 作物学报, 1998(1): 27-28.  
[6] 赵承玉, 俞大昭, 俞小珍. 蚕豆种质资源对褐斑病抗性鉴定研究[J]. 湖北植保, 1995(5): 3-4.  
[7] 黄琼, 杨永红, 汤翠凤, 等. 蚕豆品种抗细菌性茎疫病鉴定[J]. 云南农业大学学报, 2000(9): 287-288.  
[8] 黄琼, 李月秋, 彭宏梅, 等. 蚕豆种质资源农艺性状与茎疫病抗性研究[J]. 中国农学通报, 2000, 16(1): 26-27.  
[9] 李月秋, 彭宏梅, 梁仙. 蚕豆种质资源农艺性状与蚕豆锈病抗性研究[J]. 中国农学通报, 2002, 18(1): 31-32.  
[10] 马镜娣, 庞邦传, 王学军, 等. 江苏省蚕豆种质鉴定和评价利用[J]. 南京农学报, 2002, 18(2): 31-32.  
[11] Zeid M, Schön C C, Link W. Genetic diversity in a group of recent elite faba bean lines[J]. Czech J Genet Plant Breed, 2001, 37: 34-40.  
[12] Link W, Dixkens G, Singh M, et al. Genetic diversity in European and Mediterranean faba germplasm revealed by RAPD markers[J]. Theor. appl. Genet, 1996, 92: 637-643.  
[13] 王丽萍, 刘镇绪. 云南省蚕豆品种的多样性[J]. 云南农业科技, 1997(4): 14-15.  
[14] 王立秋. 蚕豆种质资源及性状遗传研究概况[J]. 国外农学-杂粮作物, 1994(1): 19-20.  
[15] Duc G, Moussy F, Zong X, et al. Single gene mutation for green cotyledons as a marker for the embryonic genotype in faba bean, vicia faba[J]. Plant breeding, 1999, 118: 577-578.  
[16] 刘定富, 顾正清, 王曾, 等. 蚕豆矮秆突变体的遗传研究[J]. 遗传, 1996, 18(4): 8-11.  
[17] 崔世友, 缪亚梅. 蚕豆产量研究与高产育种[J]. 湖北农学院学报, 2004(2): 11-14.  
[18] 袁名宜, 孙海宁, 张佩兰, 等. 蚕豆主要数量性状的主成分和数量分类[J]. 遗传, 1997, 19(5): 14-16.  
[19] 刘玉皎. 蚕豆主要数量性状的配合力和遗传力分析[J]. 作物杂志, 2006(4): 14-16.  
[20] 杨俊品, 罗菊枝. 中国蚕豌豆育种进展[J]. 西南农业学报, 1996(9): 143-146.  
[21] 赵群. 春蚕豆育种的几点体会[J]. 甘肃农业科技, 1994(8): 12-13.  
[22] 胡晨康, 王九松, 谢杏松. 蚕豆同型合并育种方法[J]. 浙江农业科学, 1998(5): 248-249.  
[23] 杨武云, 余冬梅. 蚕豆低异交结实特性的初步[J]. 西南农业学报, 2004, 17(2): 271-272.