

牡豆 8 号祖先亲本追溯及遗传解析

白艳凤¹, 王玉莲², 王燕平¹, 宗春美¹, 孙晓环¹, 齐玉鑫¹, 杜维广¹, 任海祥¹, 姜 龙¹, 王晓梅¹

(¹黑龙江省农业科学院牡丹江分院, 牡丹江 157041; ²黑龙江农业经济职业学院, 牡丹江 157041)

摘要:牡豆 8 号是黑龙江省农业科学院牡丹江分院选育的高油、高产大豆品种, 具有高产、抗旱、优质等特点, 受到农民的欢迎。本文通过对其亲本进行追溯, 建立系谱树, 分析其亲本的地理来源及核遗传贡献率, 揭示其遗传基础, 为大豆育种亲本的选择利用提供参考。结果表明: 牡豆 8 号属于四粒黄细胞质家族, 传递过程是: 四粒黄→黄宝珠→满仓金→克 5501-3→绥农 3 号→绥农 4 号→绥农 8 号→垦农 19→牡豆 8 号。核基因由祖先亲本农大 4840、克山四粒荚、小粒豆 9 号、十胜长叶、Amsoy、四粒黄、金元、白眉、永丰豆、小粒黄、黄-中-中 20 和佳木斯秃夹子共同提供, 核遗传贡献率分别是: 25.00%、15.23%、12.50%、12.50%、7.81%、7.28%、7.28%、5.96%、3.13%、2.34%、0.78% 和 0.20%; 选择亲本时, 母本往往选择在当地有广泛适应性的主栽品种, 而父本则选择融入地理远缘基因和生态远缘基因的桥梁亲本; 品种遗传基础狭窄仍然是限制大豆育种进展的瓶颈问题。

关键词:大豆; 牡豆 8 号; 祖先亲本; 遗传贡献率

Ancestors Tracking and Genetic Dissection for Released Soybean Cultivar Mudou No. 8

BAI Yan-feng¹, WANG Yu-lian², WANG Yan-ping¹, ZONG Chun-mei¹, SUN Xiao-huan¹,
QI Yu-xin¹, DU Wei-guang¹, REN Hai-xiang¹, JIANG Long¹, WANG Xiao-mei¹

(¹Mudanjiang Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Mudanjiang 157041;

²Heilongjiang Agricultural Economy Vocational College, Mudanjiang 157041)

Abstract: Mudou No. 8, bred by Mudanjiang Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, is a high oil and high yield soybean cultivar, is welcome by soybean planters with high yield, drought resistance and high quality. Based on ancestors tracking and pedigree tree building, we analyzed Mudou No. 8 parent geographical origin and nuclear genetic contribution, and reveal its genetic basis, this research could provide a reference for soybean breeding parent selection and use. The result showed that Mudou No. 8 belonged to Silihuang cytoplasm family, transfer process was: Silihuang→Huangbaozhu→Mancangjin→Ke5501-3→Suinong No. 3→Suinong No. 4→Suinong No. 8→Kennong 19→Mudou No. 8. Nuclear genes were provided by the ancestors, including Nongda4840, Keshansilijia, Xiaolidou No. 9, Tokachi-Nagaha, Amsoy, Silihuang, Jinyuan, Baimei, Yongfengdou, Xiaoli Huang, Huangzhong-zhong 20 and Jiamusitujiazi. Nuclear genetic contribution rate respectively was 25.00%, 15.23%, 12.50%, 12.50%, 7.81%, 7.28%, 7.28%, 5.96%, 3.13%, 2.34%, 0.78% and 0.20%. In the parent selection process, the local cultivars with a wide adaptation are often selected as the female, and the bridge parents with the geographical and ecological distant gene are used as the male. Narrow variety genetic basis is still a bottle-neck problem of limiting soybean breeding progress.

Key words: soybean; Mudou No. 8; ancestor; genetic contribution rate

收稿日期: 2014-06-21 修回日期: 2014-08-03 网络出版日期: 2015-04-10

URL: <http://www.cnki.net/kcms/detail/11.4996.S.20150410.1624.019.html>

基金项目: 国家自然科学基金面上项目 (31371651); 国家重点基础研究计划 (“973”) 项目 (2011CB109301); 国家科技支撑计划项目 (2011BAD35B06)

第一作者研究方向为大豆遗传育种。E-mail: mdjnybyf@163.com

通信作者: 王燕平, 研究方向为大豆遗传育种。E-mail: wyping1981@126.com

黑龙江省是北方春大豆主产区之一,大豆色泽金黄,在世界上享有盛誉。20世纪50年代,黑龙江省各地首先进行了农家品种整理、试验、应用和推广,共整理推广了65个农家品种,占当时品种总数的81.5%;同时开展了系统选种和引种工作;又通过杂交育种、辐射育种等方法选育了众多的优良大豆品种和品系,这些种质资源,是大豆育种的宝贵财富。“七五”至“九五”期间的育成品种相比“六五”期间育成品种,在主要生态性状方面获得了很大的遗传改进,主要表现为生育日数趋向合理、丰产性不断提高、抗病虫能力增强、脂肪与蛋白质含量和产量关系趋向密切。“九五”以后黑龙江省大豆育种又得到快速发展。但是,黑龙江省大豆生产仍然存在单产低和高脂肪含量品种少等问题,培育高产(超高产)品种是提高大豆单产的重要举措之一。牡豆8号就是依据黑龙江省大豆生产的需要育成的,具有抗旱、抗倒、产量高、品质好等优点,深受农民欢迎,应用潜力巨大,分析牡豆8号的遗传组成和育种过程,对进一步研究育种理论,确定育种目标,选择育种亲本和种质创新具有重要指导意义。

1 材料与方 法

1.1 材 料

牡豆8号(黑审豆2012005)是黑龙江省农业科学院牡丹江分院选育的高油、高产的大豆品种,株高102 cm,主茎型无分枝;紫花,尖叶,灰色茸毛;荚弯镰型,成熟时呈褐色;百粒重20 g左右;秆强壮,根系发达,抗旱性较好;蛋白质含量37.56%、脂肪含量21.24%;中抗灰斑病,兼抗霜霉病和大豆花叶病;区域试验和生产试验平均产量2429.3 kg/hm²,比对照品种增产8%^[1]。

系谱分析资料主要来源于《中国大豆品种志》^[2]、《中国大豆品种志(1978-1992)》^[3]和相关育种单位在各类刊物上发表的相关资料^[4-7]。

1.2 方 法

从牡豆8号开始逐级向上追溯亲本,直至祖先亲本(主要指地方品种、国外引种材料和无法再进一步追溯其遗传来源的育种品系),分析牡豆8号的细胞遗传路径。细胞质通过母本遗传,贡献率100%;计算出祖先亲本细胞核遗传贡献率,凡由亲本通过自然变异选择法、辐射育种法育成的品种其亲本的核遗传贡献率为100%,凡由杂交育成的品种其双亲的核遗传贡献率均为50%,每一亲本再按均等分割方法上推至双亲,直至终极的祖先亲本,这

样育成品种的各祖先亲本核遗传贡献值总和应等于100%。系谱树图绘制及贡献率的计算参照《中国大豆育种的核心祖先亲本分析》^[8]、《中国大豆育成品种及其系谱分析(1923-1995)》^[9]的分析方法。

2 结 果 与 分 析

东北大豆栽培历史悠久,由于气候、地形、土壤条件差异较大,在特定生态条件下,形成了遗传基础差异较大的种质资源,牡豆8号就是在此基础上育成的。对牡豆8号进行亲本追踪,建立系谱树,解析其祖先亲本和直接亲本的地理来源、选育历程和祖先亲本的遗传贡献,可以总结选用亲本的经验,为今后育种目标的确立和亲本的选择与利用提供参考。

2.1 牡豆8号系谱树

由图1可见,细胞质基因是由四粒黄提供,贡献率100%,传递过程是:四粒黄→黄宝珠→满仓金→克5501-3→绥农3号→绥农4号→绥农8号→垦农19→牡豆8号。

核基因由祖先亲本农大4840、克山四粒荚、小粒豆9号、十胜长叶、Amsoy、四粒黄、金元、白眉、永丰豆、小粒黄、黄-中-中20、佳木斯秃夹子共同提供。

牡豆8号是在不同阶段选育的品种基础上育成的,各阶段都是以主栽品种的育成与更替、推广为标志,视为一轮育种进程。

第1轮育种是在1956年之前,主要是对农家品种和1949年前育成品种的搜集、整理和提纯,整理出克山四粒荚、小粒黄、佳木斯秃夹子、四粒黄、白眉、金元、小粒豆9号、永丰豆、黄宝珠、满仓金、元宝金、紫花4号等;第2轮在1957-1964年,主要包括优良品系、早期杂交育成的品种、地方品种经系统选种育成的品种,如克5501-3、克56-4258、克5610、克56-10013-2、克交56-4087、哈光1657、黄-中-中20、东农1号、丰收6号、丰收7号、群选1号等;第3轮在1965-1973年,除了国内育成品种(系)外,还有外国引种材料,有丰收10号、十胜长叶、Amsoy、绥69-4258、克69-5236、绥7253、绥农3等;第4轮在1982年之前,育成的主要品种和品系是绥77-5047、克4430-20、合丰23、绥农4号;第5轮在1989年之前,育成了主栽品种绥农8号和合丰25等;第6轮在2003年之前,育成了垦农19(农大5270)和决选了滴2003(龙选1号);牡豆8号是在前6轮的遗传基础上育成的。

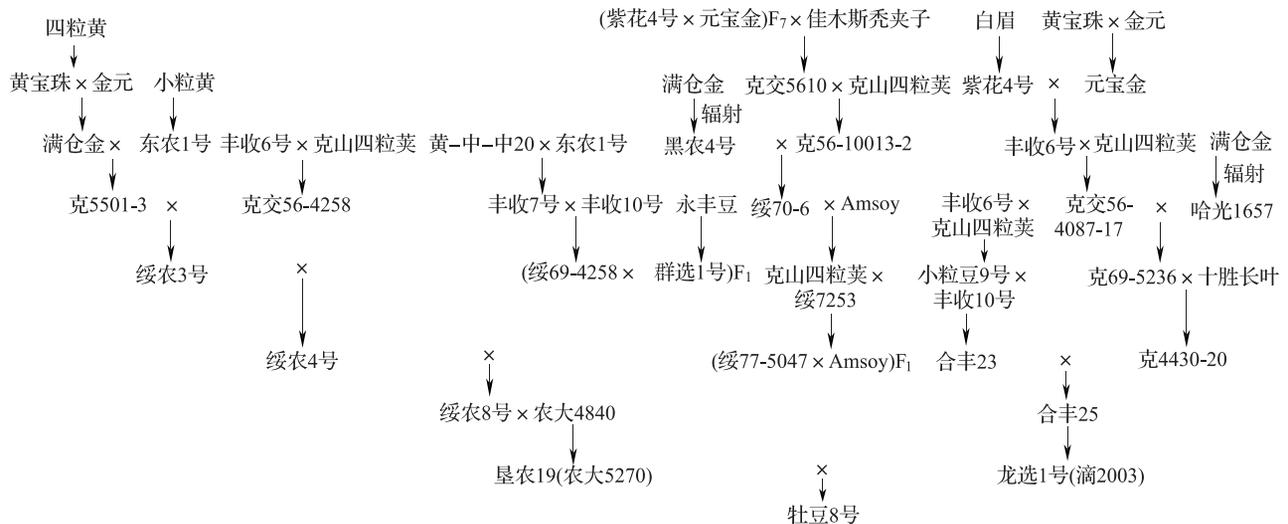


图 1 牡豆 8 号系谱树

Fig. 1 Mudou No. 8 genealogical tree

2.2 亲本来源

分析牡豆 8 号系谱树母本和父本分枝上的亲本,发现系谱树上聚合了大量不同生态区的基因型,它们的优良基因经杂交重组,在自然选择、人工选择的作用下,有益增效基因不断累加、减效基因不断剔除,构成了牡豆 8 号优秀特征特性的遗传基础。

首先从母本分枝上分析(表 1),吉林省公主岭地区科研人员从吉林地方品种四粒黄中系选出黄宝珠,黄宝珠和分布在吉林省南部与辽宁省北部的地方品种金元杂交,育成满仓金和元宝金,满仓金耐盐碱、对光照反应敏感、抗蚜虫能力强,不耐肥水,易倒伏、食心虫害重,元宝金是满仓金的姊妹系,同时育成推广,较满仓金耐肥水、不易倒伏、食心虫害轻,满仓金和元宝金在 20 世纪 50 年代和 60 年代初在黑龙江省中南部、东部及吉林省中北部地区大面积种植^[2];白眉是黑龙江省德都、克山等地的地方品种,黑龙江省农业科学院克山分院从白眉中系选紫花 4 号,紫花 4 号丰产性好、喜肥耐湿,秆强抗倒伏,品质好^[2];紫花 4 号与元宝金杂交,育成丰产性好的丰收 6 号,后来在生产上取代了紫花 4 号;地方品种克山四粒荚粒大、虫食率少,完全粒率较高、品质好^[2],丰收 6 号与克山四粒荚杂交,育成丰收 10 号、克交 56-4258、克交 56-4087-17,丰收 10 号早熟、丰产、喜水耐肥、对菌核病有一定的抵抗力^[2],丰收 10 号又逐渐取代了丰收 6 号的生产地位;东农 1 号是黑龙江省勃利等地区的品种小粒黄的系选后代,克 5501-3 是满仓金和东农 1 号的杂交后代,黑龙江省农业科学院绥化分院 1963 年用克 5501-3 与克交 56-4258 杂交,于 1973 年育成绥农 3 号,绥农 3 号茎

秆富有韧性、秆强不倒伏、喜肥喜水,耐湿性好,不抗旱,不耐瘠^[2];黄-中-中 20 与东农 1 号杂交育成了丰收 7 号,用丰收 7 号与丰收 10 号杂交,育成品系绥 69-4258,绥 69-4258 融入吉林地方品种永丰豆的后代群选 1 号的基因后,再与绥农 3 号杂交,育成绥农 4 号,绥农 4 号茎秆强壮、株型收敛,在高肥水条件下增产潜力大,生产上替代了绥农 3 号^[3];佳木斯秃夹子喜肥、适于密植、产量低于满仓金、品质较差^[2],Amsoy 晚熟、高大繁茂、分枝多、结荚多^[10],是灰斑病抗源^[11],绥化分院用绥农 3 号与融合了 Amsoy、白眉、四粒黄、佳木斯秃夹子、克山四粒荚等基因的(绥 77-5047 x Amsoy)F₁ 杂交,育成了绥农 8 号,绥农 8 号蛋白质含量 41.8%、脂肪含量 20.3%、出苗快、喜肥水、高抗灰斑病^[3],是推广面积很大的主栽品种;黑龙江省东部地区的八一农垦大学用绥农 8 号与农大 4840 杂交,育成牡豆 8 号的母本垦农 19(代号农大 5270),垦农 19 植株直立发达、茎秆强壮、抗倒能力强、节短荚密,全株结荚分布均匀、3 或 4 粒荚多、蛋白质含量 37.74%、脂肪含量 23.27%^[7],是 2012 年农业部向农民推荐种植的高油大豆品种之一,至此,垦农 19 中聚合了黑龙江省不同生态区的地方种质、吉林和辽宁的地方种质、还有外引的美国种质。

牡豆 8 号系谱树父本分枝上(表 1),十胜长叶是对黑龙江省乃至东北地区大豆育种影响深远的种质,具有节间短、结荚密、秆强、多花多节、适应性广,配合力高等特点^[12],克 4430-20 是黑龙江省农业科学院克山分院育成的品系,有效融合了克山地方品种白眉与克山四粒荚、吉林和辽宁的地方品种四粒

表 1 牡豆 8 号亲本^[1-7]Table 1 Mudou No. 8 parent materials^[1-7]

品种名称 Cultivars	栽培区域 Cultivation area	审定推广时间 Extension of time
四粒黄 Silihuang	吉林省中北部地区	栽培史 40 ~ 50 年之久, 1951 年整理
黄宝珠 Huangbaozhu	吉林省大部分地区和辽宁省北部地区	1923 育成, 栽培至 1956 年前后
黄-中-中 20 Huang-zhong-zhong20	黑龙江省龙江县地区等	未查到
金元 Jinyuan	吉林省南部地区及辽宁省北部地区	栽培史 40 ~ 50 年之久, 1955 年整理
小粒黄 Xiaoli Huang	黑龙江省勃利县的丘陵岗地	栽培有 40 年之久, 1956 年整理
永丰豆 Yongfengdou	吉林省永吉县地区等	20 世纪 60 年代之前
白眉 Baimei	黑龙江省北部的德都、克山等地区	栽培约有 50 年之久, 1956 年整理
克山四粒荚 Keshansilijia	黑龙江省中部、东部和北部地区	栽培约 50 年之久, 1956 年整理
小粒豆 9 号 Xiaolidou No. 9	黑龙江省勃利县地区等	未查到
满仓金 Mancangjin	黑龙江省中南部及吉林省中北部地区	1935 年育成, 20 世纪 50 年代到 60 年代初主栽
元宝金 Yuanbaojin	黑龙江省中南部及吉林省中北部	1935 年育成, 20 世纪 50 年代到 60 年代初主栽
紫花 4 号 Zihua No. 4	黑龙江省北部的克山、北安等地区	1941 年育成, 1951 年重新整理推广
佳木斯秃夹子 Jiamusitujiazi	黑龙江省佳木斯地区	1956 年整理
克 5501-3 Ke5501-3	黑龙江省克山地区等	1955 年组合、品系
克交 5610 Kejiao5610	黑龙江省克山地区等	1956 年组合、品系
克 56-10013-2 Ke56-10013-2	黑龙江省克山地区等	1956 年组合、品系
克交 56-4258 Kejiao56-4258	黑龙江省绥化地区等	1956 年组合、品系
克交 56-4087-17 Kejiao56-4087-17	黑龙江省克山地区等	1956 年组合、品系
哈光 1657 Haguang1657	黑龙江省哈尔滨地区等	未查到
东农 1 号 Dongnong No. 1	黑龙江省中南部地区等	1956 年
丰收 6 号 Fengshou No. 6	黑龙江省北部地区	1958 年
丰收 7 号 Fengshou No. 7	黑龙江省北部地区	未查到
群选 1 号 Qunxuan No. 1	吉林省中南部及东部地区	1964 年
丰收 10 Fengshou10	黑龙江北部地区等	1966 年
黑农 4 号 Heinong No. 4	黑龙江省哈尔滨地区	1966 年
十胜长叶 Tokachi - Nagaha	日本十胜农场	1947 年
Amsoy	美国	未查到
绥 69-4258 Sui69-4258	黑龙江省绥化地区等	1969 年组合、品系
克 69-5236 Ke69-5236	黑龙江省克山地区等	1956 年组合、品系
绥 70-6 Sui70-6	黑龙江省绥化地区等	1970 年组合、品系
绥 7253 Sui7253	黑龙江省绥化地区等	1972 年组合、品系
绥农 3 号 Suinong No. 3	黑龙江省绥化地区等	1973 年
绥 77-5047 Sui77-5047	黑龙江省绥化地区	1977 年组合、品系
克 4430-20 Ke4430-20	黑龙江省克山地区	未查到
合丰 23 Hefeng23	黑龙江省佳木斯地区等	1977 年
绥农 4 号 Suinong No. 4	黑龙江省第二积温带地区	1982 年
合丰 25 Hefeng25	黑龙江省第二积温带地区	1984 年
农大 4840 Nongda4840	黑龙江密山地区等	未查到
绥农 8 号 Suinong No. 8	黑龙江绥化、松花江、佳木斯等地区	1989 年
垦农 19 Kennong19	黑龙江省第二积温带地区	2002 年
龙选 1 号 Longxuan No. 1	黑龙江省第二、三积温带地区	2008 年
牡豆 8 号 Mudou No. 8	黑龙江省第二积温带地区	2012 年

黄与金元、日本品种十胜长叶的基因, 具有早熟、主茎发达、有一定分枝、秆强不倒伏、多花多荚、不炸荚、喜肥耐湿、抗病、高寒地区适应性强、单株生产力高等优点^[13-14]; 合丰 23 是黑龙江省农业科学院佳木斯分院用地方品种小粒豆 9 号和丰收 10 号杂交育成的, 耐湿性强、对低温反应敏感、抗倒伏、适于机械化栽培^[2]; 黑龙江省农业科学院佳木斯分院用自育品种合丰 23 与骨干品系克 4430-20 杂交, 育成了至今影响广泛的国审主栽品种合丰 25, 其蛋白质含量 40.6%、脂肪含量 19.3%, 具有丰产、早熟、喜肥耐湿、抗倒伏、适应性广、中抗灰斑病、虫食率低等优点, 缺点是在干旱年份植株矮小^[3], 合丰 25 也是重要的种质材料, 牡豆 8 号的父本龙选 1 号(代号滴 2003)就是黑龙江省中南部哈尔滨地区的育种单位

从合丰 25 大田中系选的品种, 龙选 1 号在产量比较试验中, 综合性状好, 增产显著, 蛋白质平均含量 41.88%, 脂肪含量 20.47%^[4]。

2.3 祖先亲本核遗传贡献率

表 2 是牡豆 8 号祖先亲本核遗传的贡献率表。农大 4840 由于没有查到相关的资料, 无法继续追踪其亲本, 视其为祖先亲本, 核遗传贡献率为 25.00%; 克山四粒荚共应用 6 次, 核遗传贡献率达 15.23%; 小粒豆 9 号和十胜长叶各提供 12.50% 的遗传贡献率; 美国种质 Amsoy 提供 7.81%; 四粒黄、金元直接或间接应用各 9 次, 遗传贡献率为 7.28%; 永丰豆和小粒黄的遗传贡献率为 3.13% 和 2.34%; 由于应用时期较早且应用的次数较少, 黄-中-中 20 和佳木斯秃夹子的核遗传贡献率较小。

表 2 牡豆 8 号祖先亲本核遗传贡献率

Table 2 Mudou No. 8 ancestors nuclear genetic contribution ratio

亲本 Parents	应用次数 Application number	核遗传贡献率(%) Genetic offer ratio
农大 4840	1	25.00
克山四粒荚	6	15.23
小粒豆 9 号	1	12.50
十胜长叶	1	12.50
Amsoy	2	7.81
四粒黄	9	7.28
金元	9	7.28
白眉	5	5.96
永丰豆	1	3.13
小粒黄	2	2.34
黄-中-中 20	1	0.78
佳木斯秃夹子	1	0.20

3 讨论

3.1 育种亲本

育成品种的系谱分析对指导育种者的育种工作具有重要的参考价值。它能较好地阐明作物育种的整体遗传基础,并具有经济简便的优点;它能发现育成品种性状的演变和品种更替演变规律,总结出在育种过程中亲本选择和组合配制上的规律;而且能够发现用于育种中的受体和供体亲本不同特征特性的遗传特点。

牡豆 8 号系谱分析表明,它是采用常规育种方法育成的,其重要的直接亲本和间接亲本如绥农 4 号、绥农 8 号、垦农 19、合丰 23、合丰 25、龙选 1 号等也是常规方法育成的,因此常规育种方法仍然是育种的主要途径和方法。

对牡豆 8 号和牡豆 8 号系谱树上重要育成品种的亲本选择特点归纳结果表明,选择亲本时,母本往往选择在当地有广泛适应性的主栽品种,而父本则选择融入地理远源基因和生态远源基因的桥梁亲本。如黑龙江省农业科学院绥化分院用此法育成了绥农 3 号、绥农 4 号、绥农 8 号等;八一农垦大学育成了高产高油大豆品种垦农 19;黑龙江省农业科学院佳木斯分院育成了合丰 23、合丰 25 等。

受体亲本(骨干亲本)能提供给衍生品种更多遗传基础,所以多数性状与其类似,选择育种亲本时,要更多考虑受体亲本的特征特性,同时要选择合适的供体亲本,如垦农 19 是高油品种,脂肪含量达 23.27%,牡豆 8 号 21.24%,也是高油品种;垦农 19 抗倒、荚密,龙选 1 号比合丰 25 综合性状好、增产显著,所以牡豆 8 号具有高油、高产、抗旱、抗倒、粒大整齐等优点。

3.2 拓宽品种的遗传基础

通过对牡豆 8 号系谱树上的亲本分析发现,牡豆 8 号的祖先亲本遗传构成中,只有 20.31% 的核遗传贡献率由国外种质提供,遗传贡献率主要还是来自第 1 轮育种过程中整理的东北春大豆产区地方品种,虽然经过了几轮育种,品种遗传基础仍然狭窄。国外品种资源类型多,与我国现有品种比,遗传基础丰富^[15],要在大豆育种上取得飞跃式的进展,就要突破遗传基础狭窄的瓶颈^[16],需要采用地理远缘、生态远缘的种质,用推广面积大、优点多的新审定主栽品种与含国外种质的育成品种或品系杂交,是拓宽品种遗传基础、选育新品种的一条捷径;另外,值得思考的是:生物性状的表达是细胞质和细胞核共同作用的结果^[17],若总是以优良的、适应当地生态条件的品种作为母本,虽经多轮品种更新,细胞质来源却始终单一,用适应当地生态条件的优异外来种质作母本配制组合,也是拓宽品种遗传基础值得去探索的一条路径。

参考文献

- [1] 任海祥,邵广忠,宗春美,等.大豆新品种“牡豆 8 号”的选育[J].大豆科学,2012,31(5):861-862
- [2] 张子金.中国大豆品种志[M].北京:中国农业出版社,1985:39-239
- [3] 胡明祥,田佩占.中国大豆品种志(1978-1992)[M].北京:中国农业出版社,1993:51-57
- [4] 李远明,龙生云.大豆新品种龙选 1 号的选育[J].大豆科技,2008(5):42-43
- [5] 牛若超.丰收号大豆品种的亲本分析[J].大豆通报,1995(4):10-12
- [6] 赫世涛,牛若超.克山大豆种质及其利用研究[J].作物品种资源,1997(2):1-4
- [7] 费志宏,朱洪德,张军,等.高产高油大豆新品种垦农 19 的选育[J].黑龙江农业科学,2003(3):48-49
- [8] 盖钧镒,赵团结.中国大豆育种的核心祖先亲本分析[J].南京农业大学学报,2001,24(2):20-23
- [9] 崔章林,盖钧镒,Thomas E,等.中国大豆育成品种及其系谱分析(1923-1995)[M].北京:中国农业出版社,1998:23-39
- [10] 郭泰,刘忠堂,王志新,等.合丰 35 的利用与效果分析[J].大豆科学,2007,26(3):902-906
- [11] 吴纪安.黑河 38 号大豆品种的选育和遗传组成[J].植物遗传资源学报,2007,8(3):313-316
- [12] 郭娟娟,常汝镇,章建新,等.日本大豆种质十胜长叶对我国大豆育成品种的遗传分析[J].大豆科学,2007,26(3):807-812
- [13] 牛若超,杨兴勇.优良大豆种质克 4430-20[J].作物品种资源,1996(4):49-50
- [14] 刘广阳.优异种质资源克 4430-20 在黑龙江省大豆育种中的应用[J].植物遗传资源学报,2005,6(3):326-329
- [15] 郭泰,王志新,吴秀红,等.国外大豆资源利用与小粒大豆品种创新[J].中国农学通报,2009,25(22):306-310
- [16] 熊冬金,赵团结,盖钧镒.1923-2005 年中国大豆育成品种种质的地理来源及其遗传贡献[J].作物学报,2008,34(2):175-183
- [17] 张国栋.黑龙江省大豆推广品种的细胞质来源初步研究[J].大豆科学,1987,6(4):313-316