



牡豆 11 亲本追溯及增产潜势分析

任海祥¹, 王玉莲², 王燕平¹, 宗春美¹, 孙晓环¹, 齐玉鑫¹, 白艳凤¹, 孙国宏¹, 李文¹, 杜维广¹

(1. 黑龙江省农业科学院 牡丹江分院/国家大豆改良中心牡丹江试验站, 黑龙江 牡丹江 157041; 2. 黑龙江农业经济职业学院, 黑龙江 牡丹江 157041)

摘要:牡豆 11 是以黑农 51 为母本, 绥农 31 为父本, 经有性杂交, 系谱法选育而成, 具有高产、抗病、耐密植特点。通过建立牡豆 11 亲本系谱树, 追溯祖先亲本, 分析了祖先亲本的核遗传贡献率, 分析了系谱树中大面积推广的大豆核心种质, 及其对牡豆 11 增产潜力的遗传贡献。系谱分析表明, 牡豆 11 属于五顶株细胞质家族, 传递过程是: 五顶株→黑农 16→黑农 28→黑农 37→黑农 51→牡豆 11。核基因由 26 个祖先亲本共同提供, 前 10 位依次为永丰豆、金元、吉林四粒黄、克山白眉、小金黄、克山四粒黄、十胜长叶、哈 78-6289-10、五顶株、东农 33。祖先亲本核遗传的贡献率最大的是永丰豆(10.16%), 金元、吉林四粒黄作为直接或间接亲本频次达到 22 和 20 次, 遗传贡献率为 10.11% 和 9.91%, 列前 3 位。系谱树中含有大面积推广品种: 群选 1 号、黄宝珠、紫花 4 号、满仓金、丰收 6 号、黑农 16、绥农 4 号、垦农 4 号等核心祖先亲本, 牡豆 11 聚合了东北核心种质高产遗传基因, 这些优良种质基因杂交重组, 使其具有高产遗传基础潜力。牡豆 11 较母本黑农 51 提早成熟 11 d, 较父本绥农 31 提早成熟 6 d, 集成了早熟祖先亲本品种的早熟基因, 产生超亲遗传选择效果, 牡豆 11 适应有效积温 2 300 °C 以上地区种植应用。

关键词:大豆; 牡豆 11 号; 系谱; 核遗传贡献率

Analysis on Parent Traceability and Productivity Potential of Mudou 11

REN Hai-xiang¹, WANG Yu-lian², WANG Yan-ping¹, ZONG Chun-mei¹, SUN Xiao-huan¹, QI Yu-xin¹, BAI Yan-feng¹, SUN Guo-hong¹, LI Wen¹, DU Wei-guang¹

(1. Mudanjiang Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences/Mudanjiang Experiment Station of the National Center for Soybean Improvement, Mudanjiang 157041, China; 2. Heilongjiang Agricultural Economy Vocational College, Mudanjiang 157041, China)

Abstract: Mudou 11, with the characteristics of high yield, resistant to disease and tolerance to density, was bred with female parent Heinong 51 and male parent Suinong 31 through sexual hybridization and pedigree selection. Based on the pedigree tree and ancestral parent of Mudou 11, we analyzed the nuclear genetic contribution rate of ancestral parents and the genetic contribution of the core soybean germplasm widely spread in pedigree tree to the yield-increasing potential of Mudou 11. The results showed that Mudou 11 belonged to Wudingzhu cytoplasmic family, and its transmission process was Wudingzhu → Heinong 16 → Heinong 28 → Heinong 37 → Heinong 51 → Mudou 11. The nuclear genes were provided by 26 ancestral parents followed by Yongfengdou, Jinyuan, Jilinsilihuang, Keshanbaimei, Xiaojinhuang, Keshansilihuang, Tokachi nagaha, Ha 78-6289-10, Wudingzhu and Dongnong 33. The top three ancestor parents with larger nucleus genetic contribution rate were Yongfengdou (10.16%), Jinyuan (10.11%) and Jilinsilihuang (9.91%), respectively, and the latter two parents were used 22 times and 20 times as direct or indirect parents. Some core ancestor parents, such as Qunxuan 1, Huangbaozhu, Zihua 4, Mancangjin, Fengshou 6, Heinong 16, Suinong 4 and Kennong 4, were used to be widely promoted and applied in soybean production in Northeast China. Mudou 11 had aggregated high-yield genetic genes of core germplasm in Northeast China, and the hybridization and recombination of these excellent genes made it have genetic basis potential for high-yield. Mudou 11, integrated the precocious genes of ancestral parents and resulted in the selection effect of transgressive inheritance, matured 11 d earlier than female parent Heinong 51 and 6 d earlier than male parent Suinong 31. It is suitable for planting in areas with effective accumulative temperature (≥ 10 °C) over 2 300 °C.

Keywords: Soybean; Mudou 11; Pedigree; Nuclear genetic contribution rate

大豆是世界上蛋白质的重要来源, 更是重要的经济、饲料和工业原料作物。随着人们生活水平的提高, 对优质大豆的需求不断增长。目前美国大豆平均单产达到 3 000 kg·hm⁻², 供过于求, 而国内大豆平均单产 1 875 kg·hm⁻², 差距较大。受到美国

“贸易战”的冲击, 国内大豆供应受到严重威胁, 为应对粮食安全问题, 提升国内大豆有效供给, 提高国内大豆生产能力, 释放大豆增产潜能是有效解决途径。因此, 加快培育高产优质早熟大豆新品种、提高单产、改善品质、发挥国产非转基因大豆优势、

收稿日期: 2019-05-01

基金项目: 国家重点研发项目(2017YFD0101303-2); 黑龙江省应用技术与开发计划(GA18B01); 黑龙江省博士后特别资助项目(LBH-TZ1618); 黑龙江省院级科研项目(2018YYYF001); 农业部东北作物基因资源与种质创制重点实验室开放课题(CXGC2018KFKT006-2)。

第一作者简介: 任海祥(1964-), 男, 研究员, 主要从事大豆遗传育种与栽培技术研究。E-mail: rhx725@163.com。

通讯作者: 王玉莲(1971-), 女, 硕士, 副教授, 主要从事作物栽培理论与育种实践教学研究。E-mail: 363347263@qq.com。

满足人民需要和市场需求、增加农民种植大豆比较效益具有重要现实战略意义。牡豆 11 是高产、高油、抗病、耐密植的早熟大豆新品种,在适应区出苗至成熟生育日数 115 d 左右,需 $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 活动积温 2 300 $^{\circ}\text{C}$ 左右,4 年平均蛋白质含量 38.51%,平均脂肪含量 21.40%,3 年抗病接种鉴定结果为中抗灰斑^[1],综合性状优良。因此,本研究建立牡豆 11 品种系谱树,解析其祖先亲本的遗传贡献,总结选用亲本的经验,分析其遗传增产潜势,以期今后育种亲本的选择与高产品种创制提供理论参考。

1 材料与方法

1.1 材料

牡豆 11 母本(黑农 51)由黑龙江省农业科学院大豆研究所提供,父本(绥农 31)由黑龙江省农业科学院绥化分院提供,同时提供了相应的系谱资料。系谱分析部分资料源于《中国大豆育成品种系谱与种质基础(1923-2005)》^[2]。

1.2 方法

从牡豆 11 逐级向上追溯父母本,直至祖先亲本(主要指地方品种、国外引种材料和无法进一步追溯其遗传来源的育种品系)建立系谱树。计算牡豆 11 的细胞质遗传和核遗传贡献率。细胞质属于母系遗传,贡献率 100%。细胞核遗传贡献率的计算参照《中国大豆育成品种及其系谱分析(1923-1995)》分析方法。计算祖先亲本遗传贡献率,凡由亲本通过自然变异选择法、辐射育种方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^[3]。

2 结果与分析

2.1 牡豆 11 表型性状选择效果

黑农 51 是黑龙江省第一积温带主栽大豆品种,生育日数 126 d,活动积温 2 553 $^{\circ}\text{C}$ 。株高 110 cm,亚有限结荚习性,白花尖叶,节间短,每节结荚多。子粒圆形,百粒重 20 g。秆强抗倒,适应性强。蛋白质含量 41.37%,脂肪含量 19.74%,属超高产、稳产、抗病型品种^[4]。绥农 31 大豆品种适宜种植在黑龙江省第二积温带,生育期 121 d,活动积温 2 400 $^{\circ}\text{C}$ 左右,长叶、紫花、无限结荚习性^[5]。百粒重 21.1 g。接种鉴定,中感灰斑病,中抗花叶病毒病 1 号株系,感花叶病毒病 3 号株系。粗蛋白含量 39.74%,粗脂肪含量 21.84%。牡豆 11 的直接亲本是黑农 51 和绥农 31,经有性杂交,优良性状基因进行重组与交换,由双亲的遗传物质形成了牡豆 11 的遗传基础。通过田间进行表型选择,牡豆 11 遗传了黑农 51 的亚有限结荚习性、白花、节间短、结荚密的特点;继承了绥农 31 的分枝、早熟、高油的特性;集成了双亲抗病、长叶、高产稳产的优点,产生超亲遗传选择效果。牡豆 11 新品种性状特征为亚有限结荚习性,株高 90 cm 左右,茎秆韧性好、抗倒伏、有分枝、白花、尖叶、灰色茸毛、荚弯镰形,成熟时呈淡褐色。子粒圆形,种皮黄色,种脐黄色,有光泽,百粒重 21.0 g 左右。

2.2 牡豆 11 系谱树

由图 1 可见,牡豆 11 属于五顶株细胞质家族,传递过程是:五顶株 \rightarrow 黑农 16 \rightarrow 黑农 28 \rightarrow 黑农 37 \rightarrow 黑农 51 \rightarrow 牡豆 11。

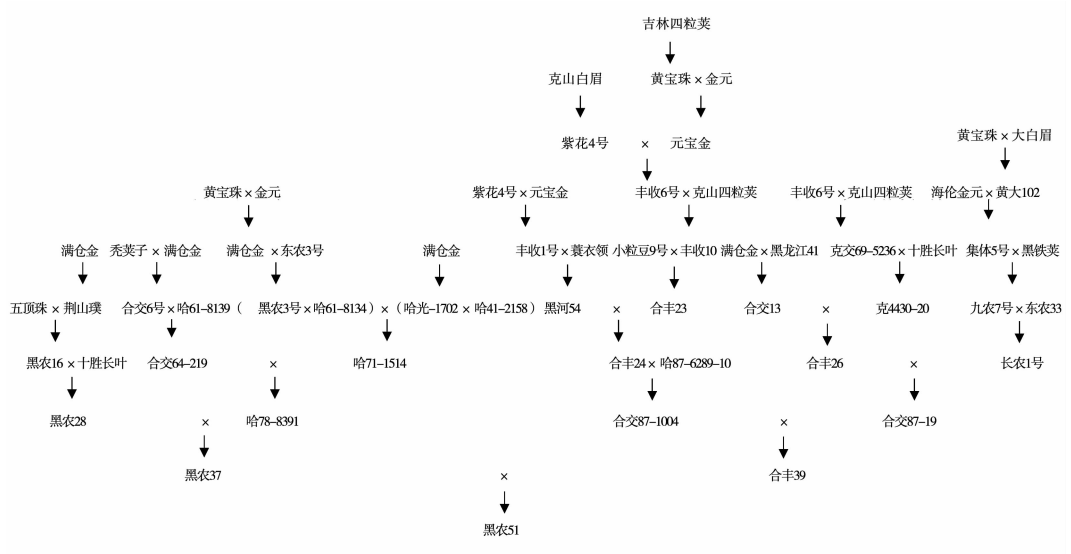


图 1 牡豆 11 母本系谱树
Fig. 1 The pedigree tree of Mudou 11 female parent

2.4 核心祖先亲本

盖钧镒等^[2]认为,系谱分析结果表明一些重要的祖先亲本早期育成了一些优异品种或种质,以这些品种或种质作为直接或间接亲本又育成了新的品种,通过多轮育种过程衍生了大量的现在育成品种,这些遗传贡献率较大的祖先亲本称之为核心祖先亲本。牡豆 11 的核心祖先亲本,核遗传贡献率达到 6.25% 以上的核心祖先亲本品种为:绥农 4 号、合丰 39、绥农 3 号、满仓金、群选 1 号、金元、黄宝珠、紫花 4 号、东农 1 号、丰收 6 号、黑农 16、垦农 4 号。它们是东北地区主要的核心种质。黄宝珠在系谱树中出现的频次最多,金元出现频次次之。绥农 4 号遗传贡献率达 40.63%,居首位,其在系谱树中出现 3 次。绥农 4 号茎秆强壮、株型收敛,增产潜力大,生产上替代了绥农 3 号^[6]。绥农 4 号回交一次育成绥农 31 大豆新品种,表明核心祖先亲本的重要作用。满仓金是中国第一个杂交种,在系谱树中出现 10 次,遗传贡献率 13.29%,在黑龙江省中南部、东部及吉林省中北部地区大面积种植。群选 1 号在吉林曾为大面积推广品种。紫花 4 号丰产性好、喜肥耐湿,茎秆强抗倒伏,品质好。紫花 4 号与元宝金杂交,育成丰产性好的丰收 6 号,成为大面积推广品种^[7]。垦农 4 号优质、抗病、耐密植。牡豆 11 号聚合了上述大面积生产应用的东北核心种质遗传基因,具有早熟、高油、抗病、耐密植的遗传基础和表现特征。

表 2 牡豆 11 核心祖先亲本核遗传贡献率

Table 2 Mudou 11 core ancestors genetic contribution rate

核心祖先亲本 Core ancestors	频 次 Frequency	贡献率 Genetic contribution rate/%	位次 Rank
绥农 4 号 Suinong 4	3	40.63	1
合丰 39 Hefeng 39	1	25.00	2
绥农 3 号 Suinong 3	3	20.31	3
满仓金 Mancangjin	10	13.29	4
群选 1 号 Qunxuan 1	3	10.16	5
金元 Jinyuan	20	10.11	6
黄宝珠 Huangbaozhu	22	9.91	7
紫花 4 号 Zihua 4	12	9.28	8
东农 1 号 Dongnong 1	7	9.18	9
丰收 6 号 Fengshou 6	8	8.79	10
黑农 16 Heinong 16	1	6.25	11
垦农 4 号 Kennong 4	1	6.25	12

2.5 国外种质的间接应用

牡豆 11 含有国外种质遗传基础,十胜长叶和黑龙江 41 是间接祖先亲本,核遗传贡献率分别为 7.81% 和 2.34% (表 1)。十胜长叶是日本品种,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^[8],十胜长叶与黑农 16 杂交育成了黑农 28。十胜长叶与克 69-5236 杂交育成了核心种质克 4430-20^[9]。黑龙江 41 是俄罗斯品种,具有超早熟、抗病特点。黑龙江 41 与满仓金杂交育成了大面积品种合交 13,黑龙江 41 与丰收 1 号杂交育成了东北超早熟品种黑河 51。牡豆 11 较母本黑农 51 提早成熟 11 d,较父本绥农 31 提早成熟 6 d,聚合了早熟祖先亲本品种的早熟基因,产生超亲遗传选择效果。

2.6 增产潜势分析

通过对牡豆 11 核心祖先亲本遗传分析得知,绥农 4 号、合丰 39、绥农 3 号、满仓金等遗传贡献大,核心祖先亲本遗传基础分析,可以预见其遗传增产潜势。牡豆 11 继承了核心祖先亲本茎秆强壮、株型收敛,增产潜力大的遗传基础。抗倒伏性明显提高,株型结构比较合理,适于密植栽培。牡豆 11 两年区域试验平均产量较对照品种增产 2.3% ~ 15.8%,两年生产试验平均产量较对照品种增产 4.9% ~ 16.3%,牡豆 11 号大豆新品种两年区域试验平均增产 9.2%,两年生产试验平均增产 10.5%,增产幅度比较接近,说明牡豆 11 品种在 4 年试验中稳定增产,具有创造高产的遗传潜势。

3 结论与讨论

3.1 亲本选择

牡豆 11 系谱分析表明,其遗传物质由 26 个祖先亲本提供。牡豆 11 祖先亲本数为全国平均每个育成品种使用祖先亲本数 7.44 个的 3.49 倍,说明牡豆 11 遗传基础比较宽广。核心祖先亲本绥农 4 号、合丰 39、绥农 3 号、满仓金、群选 1 号、金元等间接亲本的核遗传贡献率比较大,遗传倾向高,性状表现明显。通过系统选择,集聚了优异遗传基础,培育出较好的育种资源。常规育种方法仍然是育种的主要途径。选择亲本组配时,受体亲本主要选择具有广适应性的主栽品种,而供体亲本侧重选择地理远缘和生态类型差异大的间接亲本。如绥农 3 号、绥农 4 号、黑农 16、黑河 51、合交 13、北丰 3、垦农 4 号、合丰 39 等大面积品种即用此法育成。受体亲本能提供给衍生品种更多的细胞质遗传基础和细胞核遗传信息,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,

同时掌握供体亲本的细胞核遗传信息。如黑农 51 是亚有限结荚习性、白花、尖叶、节间短、结荚密,是黑龙江省第一积温带产量较高的主栽品种,生育期晚熟,不适合第三积温带种植。供体亲本绥农 31 是高油品种,抗倒、耐密植、含有早熟亲本遗传基因。生物性状的表达是细胞质和细胞核共同作用的结果^[10],所以,牡豆 11 是具有丰富选种经验的育种家经过连续选择祖先亲本特有的遗传性状,获得了较好的遗传基础,聚合了东北大豆核心种质遗传基因,使其具有早熟、抗倒、耐密植等理想株型特征特性,从而具有创造高产的遗传基础和增产潜力。

3.2 利用国外种质,拓宽遗传基础

通过牡豆 11 祖先亲本分析发现,在其遗传基础构成中,虽然祖先亲本数较多,相对遗传基础较宽,但是只有 10.15% 的国外种质(十胜长叶和黑龙江 41)的核遗传贡献率,品种遗传基础仍然比较狭窄。国外品种资源类型多,与我国现有品种比,遗传基础丰富^[11],要想品种上有跨越式成果,必须突破遗传基础狭窄的瓶颈,采用地理远缘、生态远缘的国外种质作供体,大面积的新审定主栽品种作受体,是拓宽品种遗传基础、选育新品种的有效途径。

参考文献

[1] 任海洋,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. (Ren H X, Shao G Z, Zong C M, et al. Breeding report of new soybean cultivar Mudou 8 [J]. Soybean Science, 2012, 31(5): 861-862.)

[2] 盖钧镒,熊冬金,赵团结. 中国大豆育成品种系谱与种质基础[M]. 北京:中国农业出版社,1985:39-239. (Gai J Y, Xiong D J, Zhao T J. The pedigrees and germplasm bases of soybean cultivars released in China (1923-2005) [M]. Beijing: Chinese Agricultural Press, 2015:4-5.)

[3] 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. (Gai J Y, Zhao T J. The

core ancestors of soybean cultivars in China[J]. Journal of Nanjing Agricultural University, 2001, 24(2): 20-23.)

[4] 文金茹. 高产优质抗病大豆新品种-黑农 51 特征特性及高产栽培技术[J]. 黑龙江科技信息, 2009(3): 267. (Wen J R. Characteristics and high yield cultivation techniques of Heinong 51, a new soybean variety with high yield, good quality and disease resistance[J]. Heilongjiang Science and Technology Information, 2009(3): 267.)

[5] 隋喜友,陈维元,姜成喜,等. 大豆绥农 31 的选育高产高效栽培技术[J]. 经济作物, 2012(5): 199-200. (Sui X Y, Chen W Y, Jiang C X, et al. Breeding and high yield and high efficiency cultivation techniques of soybean Suinong 31 [J]. Bulletin of Agricultural Science and Technology, 2012(5): 199-200.)

[6] 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. (Hu M X, Tian P Z. Soybean variety record of China (1978-1992) [M]. Beijing: Chinese Agricultural Press, 1993:51-57.)

[7] 张子金. 中国大豆品种志 [M]. 北京:中国农业出版社,1985: 39-239. (Zhang Z J. Chinese soybean variety chronicle [M]. Beijing: Chinese Agricultural Press, 1985:39-239.)

[8] 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. (Guo J J, Chang R Z, Zhang J X, et al. Contribution of Japanese soybean germplasm Tokachi-nagaha to Chinese soybean cultivars [J]. Soybean Science, 2007, 26(3): 807-812.)

[9] 牛若超,杨兴勇. 优良大豆种质克 4430-20[J]. 中国种业,1996(4):49-50. (Niu R C, Yang X Y. Excellent soybean germplasm Ke 4430-20 [J]. China Seed Industry, 1996(4): 49-50.)

[10] 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. (Zhang G D. Preliminary study on cytoplasmic sources of soybean extension varieties in Heilongjiang province [J]. Soybean Science, 1987, 6(4): 313-316.)

[11] 白艳风,王玉莲,王燕平,等. 牡豆 8 号祖先亲本追溯及遗传解析[J]. 植物遗传资源学报,2015,16(3):485-489. (Bai Y F, Wang Y L, Wang Y P, et al. Ancestors tracking and genetic dissection for released soybean cultivar Mudou 8 [J]. Journal of Plant Genetic Resources, 2015, 16(3): 485-489.)