

Ancestors Tracking and Genetic Dissection for Released Soybean Cultivar Mudou 10

Haixiang Ren^{1*}, Yulian Wang^{2#}, Yanping Wang¹, Chunmei Zong¹, Xiaohuan Sun¹, Yuxin Qi¹, Yanfeng Bai¹, Guohong Sun¹, Wen Li¹, Weiguang Du¹

¹Mudanjiang Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences/Mudanjiang Experiment Station of the National Center for Soybean Improvement, Mudanjiang Heilongjiang

²Heilongjiang Agricultural Economy Vocational College, Mudanjiang Heilongjiang

Email: rhx725@163.com, #363347263@qq.com

Received: Oct. 6th, 2019; accepted: Oct. 21st, 2019; published: Oct. 28th, 2019

Abstract

'Mudou 10' was bred from female parent 'Heinong 48' and male parent 'Heihe46' through sexual hybridization and pedigree selection. Based on the pedigree tree and ancestral parent of 'Mudou 10', we analyzed the nuclear genetic contribution rate of ancestral parents and the genetic contribution of the core soybean germplasm spread in pedigree tree of 'Mudou 10'. The result showed that 'Mudou 10' belonged to 'Jilinsilihuang' cytoplasmic family, and its transmission process was Jilinsilihuang → Huangbaozhu → Mancangjin → Ke 5501-3 → Suinong 3 → Suinong 4 → Sui81-242 → Heinong 40 → Hei48 → Mudou 10. The nuclear genes were provided by 25 ancestral parents followed by 'Shishengchangye', 'Nen 78631', 'Keshan white eyebrow', 'Jilin four-grain yellow', 'Jinyuan', 'Amsoy', 'Keshan four-grain yellow', 'Ye3-A', 'Heilongjiang 41', 'Xiaolidou 9', 'Keshuang', 'Da white eyebrow', 'Xiaojinhuang', 'Shuayiling', 'Silihuang', 'Duludou', 'Xiongyao little-grain yellow', 'Tongzhou little-grain yellow', 'Korean', 'Jiamusitudingzi', 'Lincoln', 'Richland', 'Liuyeqi', 'Huangzhong 20' and 'Youbilie'. The top two ancestor parents with larger nucleus inheritance contribution rate were 'Shishengchangye', 'Nen 78631', (12.50%). 'Jinyuan' (8.74%) and 'Jilin Four-grain Yellow' (8.74%) respectively, and the latter two parents were used 24 times as direct or indirect parents. Some core ancestor parents, such as 'Huang Baozhu', 'Heinong 40', 'Heihe No. 19', 'Hefeng 25', 'Mancangjin', 'Heihe 3', 'Hefeng 23' 'Suinong No .4' and 'Suinong No. 3', were used to be widely promoted and applied in soybean production in Northeast China. The genes of these fine germplasms were hybridized and recombined. 'Mudou 10' constitutes the stag bean germplasm genetic basis, making it have the genetic potential of high yield, disease resistance, high quality.

Keywords

Soybean, Mudou 10, Pedigree, Nuclear Genetic Contribution Rate

*第一作者。

#通讯作者。

牡豆10号亲本追溯及遗传基础解析

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

²黑龙江农业经济职业学院, 黑龙江 牡丹江

Email: rhx725@163.com, #363347263@qq.com

收稿日期: 2019年10月6日; 录用日期: 2019年10月21日; 发布日期: 2019年10月28日

摘要

牡豆10号是以黑农48为母本, 黑河46为父本, 经有性杂交, 系谱法选育而成。本文建立牡豆10号亲本系谱树, 追溯祖先亲本, 统计祖先亲本的核遗传贡献率, 分析系谱树大豆祖先亲本的遗传贡献。分析结果表明, 牡豆10号属于吉林四粒黄细胞质家族, 传递过程是: 吉林四粒黄 → 黄宝珠 → 满仓金 → 克5501-3 → 绥农3号 → 绥农4号 → 绥81-242 → 黑农40 → 黑农48 → 牡豆10号。核基因由25个祖先亲本共同提供, 十胜长叶、嫩78631、克山白眉、吉林四粒黄、金元、Amsoy、克山四粒黄、野3-A、黑龙江41、小粒豆9号、克霜、大白眉、小金黄、衰衣领、四粒黄、嘟噜豆、熊岳小黄豆、通州小黄豆、Korean、佳木斯秃荚子、Lincoln、Richland、柳叶齐、黄中20、尤比列。祖先亲本十胜长叶和嫩78631核遗传的贡献率最大为12.5%。金元、吉林四粒黄作为直接或间接亲本频次达到24次, 遗传贡献率为8.74%。系谱树中含有东北大面积推广品种: 黄宝珠、黑农40、黑河19、合丰25、满仓金、黑河3号、合丰23、绥农4号、绥农3号等核心祖先亲本, 这些优良种质基因杂交重组, 构成了牡豆10号种质遗传基础, 使其具有高产、抗病、优质的遗传潜力。

关键词

大豆, 牡豆11号, 系谱, 核遗传贡献率

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

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 200 千克, 供过于求, 而国内大豆平均单产 125 千克, 差距较大, 供不应求, 大量进口。提高国内大豆生产能力, 提升国内大豆有效供给, 是解决优质食用大豆有效供给的最佳途径。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, 满足人民需要和市场需求, 增加农民种植大豆比较效益, 具有重要战略意义。牡豆 10 号是高产、高油、抗病的早熟大豆新品种, 2016 年 5 月通过黑龙江省农作物品种审定委员会审定。全省 10 点区域试验两年平均公顷产量 3125.0 kg, 较标准品种绥农 28 平均增产 9.9%。三年抗病接种鉴定结果为中抗灰斑[1]。建立牡豆 10 号系谱树, 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, 为今后育种亲本的选择与高产品种创制提供理论参考。

2. 材料与方法

2.1. 材料

牡豆 10 号母本黑农 48 由黑龙江省农科院大豆研究所提供, 父本黑河 46 由黑龙江省农科院黑河分院提供, 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]。

2.2. 方法

从牡豆 10 号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再进一步追溯其遗传来源的育种品系)建立系谱树。计算牡豆 10 号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)》的分析方法。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]。

3. 结果与分析

3.1. 牡豆 10 号特征特性

黑农 48 是黑龙江省主推的高蛋白高产大豆品种, 生育日数 120 天, 活动积温 2450℃左右。株高 90 cm, 亚有限结荚习性, 紫花尖叶。子粒圆形, 百粒重 22 克。蛋白质含量 44.71%, 脂肪含量 19.05%, 属高产高蛋白品种[4]。黑河 46 大豆品种通过国家品种审定委员会审定, 该品种具有早熟、高产稳产、秆强度高、不炸荚、适应性广、适宜机械收获等突出特点, 适宜在黑龙江省第四积温带, 生育期 112 天, 紫花长叶、百粒重 17.9 克, 蛋白质含量 39.74%, 脂肪含量 20.11% [5]。牡豆 10 号的直接亲本是黑农 48 和黑河 46, 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 10 号的遗传基础。通过田间进行表型选择, 牡豆 10 号新品种性状特征为亚有限结荚习性, 生育期 116 天, 活动积温 2325℃。株高 90 厘米左右, 茎秆强, 抗倒伏, 有分枝, 株型收敛; 尖叶, 紫花, 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 20.8 克。三年平均蛋白质含量 40.24%, 脂肪含量 21.35% [6]。

3.2. 牡豆 10 号系谱树

由图 1 可见, 牡豆 10 号属于吉林四粒黄细胞质家族, 通过九轮传递到牡豆 10 号, 传递过程是: 吉林四粒黄 → 黄宝珠 → 满仓金 → 克 5501-3 → 绥农 3 号 → 绥农 4 号 → 绥 81-242 → 黑农 40 → 黑农 48 → 牡豆 10 号。

由图 1、图 2 可知核基因由 25 个祖先亲本共同提供, 十胜长叶、嫩 78361、克山白眉、吉林四粒黄、金元、Amsoy、克山四粒黄、野 3-A、黑龙江 41、小粒豆 9 号、克霜、大白眉、小金黄、衰衣领、四粒黄、嘟噜豆、熊岳小黄豆、通州小黄豆、Korean、佳木斯秃荚子、Lincoln、Richland、柳叶齐、黄中 20、尤比列。牡豆 10 号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 [2] 的 3.36 倍, 从牡豆 10 号品种系谱看出其遗传基础有所拓宽。从系谱树上看出嫩 78361、黄中 20 两个亲本祖先不详。

3.3. 祖先亲本核遗传贡献率

从表 1 看出牡豆 10 号祖先亲本核遗传的贡献率最大的是十胜长叶和嫩 78361, 为 12.5%。位列前九位的依次是十胜长叶、嫩 78361、克山白眉、吉林四粒黄、金元、Amsoy、克山四粒黄、野 3-A、黑龙江

41、小粒豆 9 号、克霜、大白眉等 13 个祖先品种，其累计遗传贡献率达 83.04%。国外种质十胜长叶、Amsoy、黑龙江 41 分别提供 12.50%、6.25%、3.13% 的遗传基础。吉林四粒黄、金元作为直接或间接亲本频次达到 24 次，遗传贡献率为 8.74%，成为核心种质。Lincoln、Richland、柳叶齐、黄中 20、尤比列的核遗传贡献率较小为 0.78%。

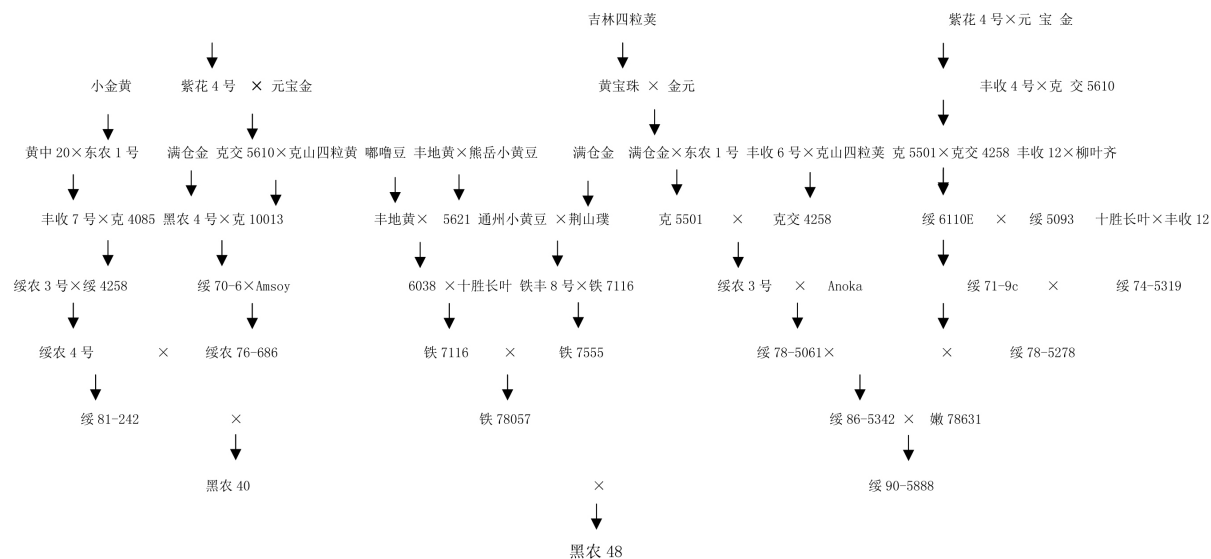


Figure 1. The female parent of Mudou 10 genealogical tree

图 1. 牡豆 10 号母本系谱树

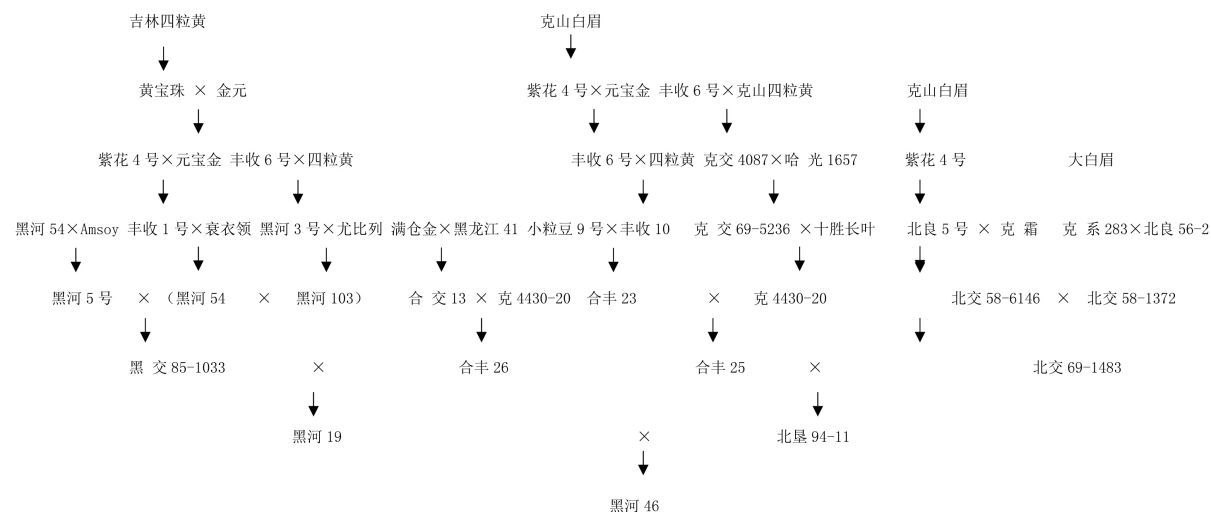


Figure 2. The male parent of Mudou 10 genealogical tree

图 2. 牡豆 10 号父本系谱图

Table 1. Mudou 10 parent materials Genetic offer ratio

表 1. 牡豆 10 号祖先亲本核遗传贡献率

祖先亲本 Parents materials	频次 f	贡献率% Genetic offer ratio	位次 Rank
十胜长叶	5	12.50	1
嫩 78631	1	12.50	1
克山白眉	17	10.06	3

Continued

吉林四粒黄	24	8.74	4
金元	24	8.74	4
Amsoy	2	6.25	6
克山四粒黄	7	5.08	7
嘟噜豆	4	3.52	8
野 3-A	1	3.13	9
黑龙江 41	1	3.13	9
小粒豆 9 号	1	3.13	9
克霜	1	3.13	9
大白眉	1	3.13	9
小金黄	4	2.73	14
衰衣领	2	2.34	15
四粒黄	2	1.95	16
通州小黄豆	1	1.56	17
Korean	1	1.56	17
熊岳小黄豆	2	1.17	19
佳木斯秃荚子	3	0.98	20
Lincoln	1	0.78	21
Richland	1	0.78	21
柳叶齐	1	0.78	21
黄中 20	1	0.78	21
尤比列	1	0.78	21

3.4. 核心祖先亲本

盖钧镒等(2015)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。从表 2 中可以看出,牡豆 10 号的核心祖先亲本,核遗传贡献率达到 6.25% 以上的核心祖先亲本品种为:黑农 40、黑河 19、合丰 25、满仓金、黑河 5 号、合丰 23、绥农 4 号、绥农 3 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。高光效大豆品种黑农 40 和早熟高产抗病大豆品种黑河 19 的核遗传贡献率达到 25%。全国推广面积最大品种合丰 25 贡献率为 12.50%。大面积品种绥农 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[7]。满仓金是中国第一个杂交种[8],在系谱树中出现 8 次,遗传贡献率 10.52%,在黑龙江省中南部、东部及吉林省中北部地区大面积种植。牡豆 10 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、抗病的遗传基础和表现特征。

Table 2. Mudou 10 parent materials Genetic offer ratio

表 2. 牡豆 10 号核心祖先亲本核遗传贡献率

核心亲本 Parents	频次 f	贡献率% Genetic offer ratio	位次 Rank
黑农 40	1	25.00	1
黑河 19	1	25.00	1

Continued

合丰 25	1	12.50	3
满仓金	8	10.52	4
黄宝珠	24	8.74	5
黑河 5 号	1	6.25	6
合丰 23	1	6.25	6
绥农 4 号	1	6.25	6
绥农 3 号	1	6.25	6

3.5. 国外种质的间接应用

牡豆 10 号含有美国、日本、俄罗斯国外种质遗传基础，十胜长叶(12.5%)、Amsoy (6.25%)、黑龙江 41 (3.13%)、Korean (1.56%)、Lincoln (0.78%)、Richland (0.78%)、尤比列(0.78%)是间接祖先亲本，合计核遗传贡献率分别为 25.78% (见表 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[9]。十胜长叶与克 69-5236 杂交育成了核心种质克 4430-20 [10]。黑龙江 41、尤比列 是俄罗斯品种，具有超早熟、抗病特点。这些国外种质的应用拓宽了大豆种质遗传基础，产生超亲遗传选择效果。

4. 小结与讨论

国内外大豆育种家都重视大豆育成品种及其亲本的研究，着重分析品种的系谱，获得品种间亲缘关系信息，为大豆育种理论与应用研究提供参考。

4.1. 亲本选择

牡豆 10 号系谱分析表明，其遗传物质由 25 个祖先亲本提供。牡豆 10 号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 3.36 倍，从单个育成品种看牡豆 10 号遗传基础比较宽广。核心祖先亲本黑农 40、黑河 19、合丰 25、黄宝珠、满仓金、黑河 5 号、合丰 23、绥农 4 号、绥农 3 号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[2]亲本主要选择具有广适应性的主栽品种，而供体[2]亲本侧重选择地理远源和生态类型差异大的间接亲本。如黑河 19、绥农 3 号、绥农 4 号、黑农 48、合丰 25 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[11]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。牡豆 10 号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、高产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水平。

4.2. 利用国外种质，拓宽遗传基础

通过对牡豆 10 号祖先亲本分析发现，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，有 25.78% 的国外种质的核遗传贡献率，国外品种资源类型多，与我国现有品种比，遗传基础丰富[12]，要想品种上有跨越式的成果，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做供体，大面积的新审定主栽品种做受体，是拓宽品种遗传基础、选育新品种的有效途径。

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), 黑龙江省农科院科研项目(2018YYF001), 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)。

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.
- [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.
- [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.
- [4] 刘秀林, 张必弦, 刘鑫磊, 等. 黑农 48 祖先亲本追溯及蛋白遗传解析[J]. 大豆科学, 2017, 36(5): 679-684.
- [5] 鹿文成, 闫洪睿, 张雷, 等. 国审大豆新品种黑河 46 号的选育及推广应用[J]. 中国种业, 2011(2): 55-56.
- [6] 王燕平, 齐玉鑫, 宗春美, 等. 大豆新品种牡豆 10 号的选育[J]. 大豆科技 2016(5): 37-39.
- [7] 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.
- [8] 张子金. 中国大豆品种志[M]. 北京: 中国农业出版社, 1985: 39-239.
- [9] 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.
- [10] 牛若超, 杨兴勇. 优良大豆种质克 4430-20 [J]. 中国种业, 1996(4): 49-50.
- [11] 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.
- [12] 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.