



大豆绥农 10 号的亲本谱系分析与育种利用

刘秀林¹, 张必弦¹, 韩旭达², 王金星³, 王雪扬¹, 赵克臻¹, 何雯瑾¹, 韩忠友⁴

(1. 黑龙江省农业科学院 大豆研究所, 黑龙江 哈尔滨 150086; 2. 黑龙江省八一农垦大学学院, 黑龙江 大庆 163319; 3. 黑龙江省农业科学院绥化分院, 黑龙江 绥化 152000; 4. 宾县裕农达农业科学研究所, 黑龙江 哈尔滨 150400)

摘要: 绥农 10 号是以绥农 4 号为母本, 铁 7518 为父本, 经有性杂交育成的优良品种, 具有高产优质、抗病、适应性好等突出特点, 深受农民的欢迎。为明确绥农 10 号在改良创新过程中作为重要亲本的作用, 本研究追溯品种亲本系谱来源, 分析亲本系谱组成与遗传贡献率。结果表明: 绥农 10 号的细胞质传递过程为四粒黄→黄宝珠→满仓金→绥农 3 号→绥农 4 号→绥农 10 号。绥农 10 号的细胞核来源较为广泛, 为拓宽遗传基础奠定了基础, 主要来源于四粒黄、金元、小粒黄、白眉、克山四粒荚、东农育成品系、小金黄、铁荚四粒黄、嘟噜豆、熊岳小粒黄等祖先亲本, 其细胞核遗传贡献率分别为 8.60%、5.47%、15.63%、4.69%、6.25%、3.13%、6.25%、6.25% 和 6.25%。以绥农 10 号作为种质资源直接或间接育成品种 51 个, 其中作为母本育成品种 22 个, 作为父本育成品种 8 个, 间接利用育成品种 21 个。由此可见绥农 10 号既是优良品种又是大豆种质改良创新的重要优异资源。

关键词: 大豆; 绥农 10 号; 亲本谱系分析; 育种利用

Pedigree Analysis and Genetic Improvement of Suinong 10

LIU Xiu-lin¹, ZHANG Bi-xian¹, HAN Xu-da², WANG Jin-xing³, WANG Xue-yang¹, ZHAO Ke-zhen¹, HE Wen-jin¹, HAN Zhong-you⁴

(1. Soybean Research Institute, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086, China; 2. Heilongjiang Bayi Agricultural University, Daqing 163319, China; 3. Suihua Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Suihua 152000, China; 4. Binxian Yu' nongda Agricultural Science Institute, Harbin 150400, China)

Abstract: Suinong 10 is an excellent variety with Suinong 4 as the female parent and Tie 7518 as the male parent. It has the outstanding characteristics of high yield, high quality, disease resistance and good adaptability, and is welcomed by farmers. In order to clarify the role of Suinong 10 as an important parent in the process of improvement and innovation, we traced the genealogical sources of the varieties' parents and analyze the composition and genetic contribution rate of the parents. The results showed that the cytoplasmic transfer process of Suinong 10 was as follows: Silihuang → Huangbaozhu → Mancangjin → Suinong 3 → Suinong 4 → Suinong 10. The nuclear source was extensive, which laid a foundation for broadening the genetic basis, derived from the ancestral parents of Silihuang, Jinyuan, Xiaoli Huang, Baimei, Keshansilijia, Dongnong 1, Xiaojinhuang, Tiejiasilihuang, Duludou and Xiongyuexiaoli Huang, etc. The nuclear genetic contribution rates were 8.60%, 5.47%, 15.63%, 4.69%, 6.25%, 3.13%, 6.25%, 6.25% and 6.25%, respectively. Suinong 10 was used as germplasm resources, and 51 varieties were directly or indirectly bred, among which 22 were bred as female parent, 8 were bred as male parent, and 21 were bred indirectly. In conclusion, Suinong 10 is not only an excellent variety but also an important resource for soybean germplasm improvement and innovation.

Keywords: soybean; Suinong 10; pedigree analysis; breeding utilization

我国是大豆起源地, 具有种类繁多与遗传多样性丰富的种质资源。到目前为止, 中国农业科学院国家作物种质库(长期)保存大豆种质资源 3.5 万余份, 其中栽培大豆资源 26 482 份, 野生大豆资源 8 518 份^[1]。我国大豆育种方法以常规有性杂交育种为主, 特点是利用基因间重组来创造新基因型^[2]。因此, 优良大豆种质资源创制是育种工作的基础和关键^[3]。黑龙江省作为我国大豆的主产区, 不仅推广品种为自育品种, 而且还拥有大量的优异种质资源。在育种上, 由于长期使用核心或骨干亲本, 导致现有品种遗传多样性降低, 遗传背景逐年狭窄。

因此, 研究与分析优异亲本与优良基因的来源, 对育种选择亲本与品种改良具有重要意义。

绥农 10 号是黑龙江省农业科学院绥化分院以绥农 4 号为母本, 铁 7518 为父本, 经有性杂交系谱法选择育成。该品种为无限结荚习性, 节间短, 秆强, 有分枝, 株型收敛, 白花, 尖叶, 灰色茸毛, 百粒重 20 ~ 23 g, 蛋白质含量 40.12%, 脂肪含量 20.7%, 结荚密, 三、四粒荚的比例高, 高抗灰斑病。本研究分析绥农 10 号亲本系谱和育种利用结果, 为进一步利用绥农 10 号及挖掘优异种质提供理论依据。

收稿日期: 2022-10-10

基金项目: 黑龙江省自然科学基金项目(LH2020C093); 黑龙江省省属科研院所科研业务费(CZKYF2023-1-A001); 黑龙江省第五积温揭榜挂帅项目(2021ZXJ05B011)。

第一作者: 刘秀林(1980—), 博士, 副研究员, 主要从事大豆种质资源创新与遗传育种研究。E-mail: liuxiulin1002@126.com。

1 材料与方法

1.1 材料

以优良品种绥农 10 号为材料,育种数据主要源于《中国大豆育种品种系谱与种质基础(1923-2005)》^[3-5]和相关育种单位的资料^[6]。

1.2 方法

系谱树建立:通过追溯优良绥农 10 号的亲本系谱,找到祖先亲本(地方品种及部分中间品系)并建立系谱树。

遗传贡献率计算:大豆细胞质由母本遗传,祖先母本对细胞质的贡献率为 100%,细胞核遗传由父本双亲共同承担,遗传贡献率分别占 50%。

2 结果与分析

2.1 绥农 10 号亲本系谱分析

绥农 10 号亲本的系谱树如图 1 所示,该品种经过了 6 轮改良创新,除了东农育成品系亲本系谱不清楚外,共涉及 44 个亲本,包括 10 个祖先亲本,其中细胞质基因由四粒黄提供,贡献率为 100%。细胞质遗传轨迹为:四粒黄→黄宝珠→满仓金→克 5501-3→绥农 3 号→绥农 4 号→绥农 10 号。绥农 10 号的细胞核来源于四粒黄、金元、小粒黄、白眉、克山四粒荚、东农育成品系、小金黄、铁荚四粒黄、嘟噜豆、熊岳小粒黄、花生等祖先亲本^[4]。

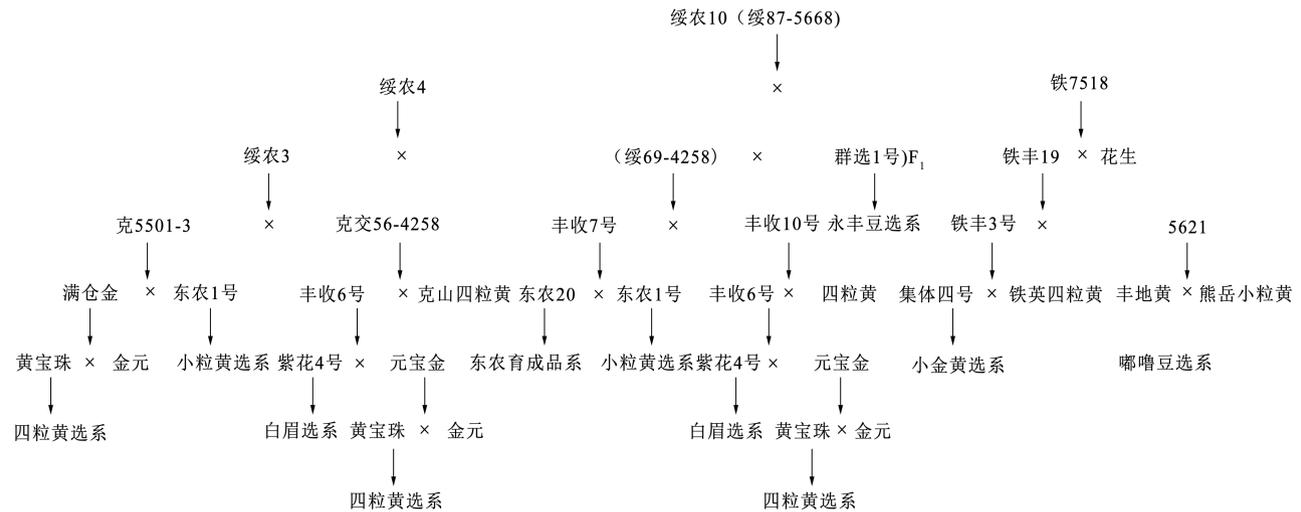


图 1 绥农 10 号亲本系谱树

Fig. 1 Pedigree analysis of Suinong 10

2.2 绥农 10 号亲本来源分析

绥农 10 号含有四粒黄、黄宝珠、金元、克山四粒荚、铁荚四粒荚、紫花 4 号(白眉自然选系)、元宝金、小粒黄、熊岳小粒豆、永丰豆、满仓金、小粒黄选系、嘟噜豆等祖先亲本的血缘与遗传基础。绥农 10 号进化与改良过程:第一轮改良主要针对农家品种和 1949 年前育成品种,包括祖先亲本四粒黄、白眉选系、黄宝珠、金元等品种;第二轮改良针对满仓金(黄宝珠×金元)、东农 1 号(小粒黄选系)、东农 20 号(东农育成品系)、丰收 6 号(紫花 4 号与元宝金杂交选育)、集体 1 号(小粒黄选系)、丰地黄(嘟噜豆选系)等品种;第三轮改良针对克 5501-3(满仓金×东农 1 号)、克交 56-4258(丰收 6 号×克山四粒荚)、丰收 7(东农 20×东农 1 号)、丰收 10(丰收 6 号×四粒黄)、铁丰 3 号(集体四号×铁荚四粒黄)、5621(丰地黄×熊岳小粒黄)等品种或品系,目标是融合祖先亲本与地方品种的血缘;第四轮改良选育出绥农 3 号(克 5501-3×克交 56-4258)、绥 69-4258

(丰收 7 号×丰收 10 号)、群选 1 号(永丰豆选系)、铁丰 19(铁丰 3 号×5621)等,目标在育成品种基础上,融入了部分地方品种血缘;第五轮改良选育出绥农 4 号品种和铁 7518 品系;第六轮改良选育最终获得绥农 10 号。

绥农 10 号在改良过程中积累了祖先亲本和创新品种的优良基因,其细胞核来源品种中,嘟噜豆和四粒黄是吉林省地方品种,小金黄和熊岳小粒黄是辽宁省地方品种,克山四粒荚是黑龙江省地方品种。母本绥农 4 号是当时推广面积较大的优良品种,具有秆强,节间短,分枝力强、百粒重大,3~4 粒荚比例高,作为亲本配合力好等突出特点^[7]。父本铁 7518 秆强,植株高大,高抗灰斑病。5621 是以丰地黄与半野生的熊岳小粒黄杂交选育而来,以其为育种亲本育成一大批优良品种^[8],对大豆品种选育的发展起到了一定的推动作用。绥农 10 号的选育过程经过多轮的品种改良,实现了优良基因重组、累加与互补,为提升品种抗病性、丰产性及适应性

夯实了基础。因此,绥农 10 号才能表现高产稳产、优质抗病、适应性强的特点。

2.3 祖先亲本核遗传贡献率

如表 1 所示,绥农 10 号亲本系谱含有 15 个祖先亲本,其中四粒黄、小粒黄、东农 1 号、黄宝珠、金元、白眉、紫花 4 号和元宝金在品种核基因构建中的应用次数分别为 4,3,2,3,3,2,2 和 2 次。由于参与时间不同,对细胞核基因物质的积累效应不同,祖先亲本对核遗传的贡献率为 3.13%~15.63%。其中,小粒黄(黑龙江)参与 3 次,核遗传贡献率最高,

为 15.63%;永丰豆(吉林)参与 1 次,核遗传贡献率为 12.50%;东农 1 号参与 2 次,核遗传贡献率为 9.38%;四粒黄参与 4 次,核遗传贡献率为 8.60%;铁荚四粒黄(吉林)、克山四粒荚(黑龙江)、熊岳小粒黄(吉林)、丰地黄(吉林)、小金黄(吉林)各参与 1 次,核遗传贡献率均为 6.25%;黄宝珠和金元参与 3 次,核遗传贡献率均为 5.47%;白眉、紫花 4 号和元宝金参与 2 次,核遗传贡献率均为 4.69%。这些来自东北三省的祖先亲本构成了绥农 10 号的遗传基础。

表 1 绥农 10 号的祖先亲本核遗传贡献率

Table 1 Nuclear genetic contribution ratio of Suinong 10 ancestors

品种 Cultivar	应用次数 Application times	核遗传贡献率 Nuclear genetic contribution rate/%	栽培区域 Cultivation area
小粒黄 Xiaoli Huang	3	15.63	黑龙江地方品种
永丰豆 Yongfengdou	1	12.50	吉林省永吉县地区等
东农 1 号 Dongnong 1	2	9.38	黑龙江省中南部地区等
四粒黄 Silihuang	4	8.60	吉林省中北部地区
铁荚四粒黄 Tiejiasilihuang	1	6.25	吉林省中北部地区
克山四粒荚 Keshansilijia	1	6.25	黑龙江省中部、东部和北部地区
熊岳小粒黄 Xiongyuexiaoli Huang	1	6.25	吉林熊岳地方品种
丰地黄 Fengdihuang	1	6.25	吉林省中南部及东部地区
小金黄 Xiaojin Huang	1	6.25	吉林省大部分地区和辽宁省北部地区
黄宝珠 Huangbaozhu	3	5.47	吉林省大部分地区和辽宁省北部地区
金元 Jinyuan	3	5.47	吉林省南部地区及辽宁省北部地区
白眉 Baimei	2	4.69	黑龙江省北部的德都、克山等地区
紫花 4 号 Zihua 4	2	4.69	黑龙江省北部、内蒙古东部
元宝金 Yuanbaojin	2	4.69	黑龙江省中南部及吉林省中北部
东农 20 Dongnong 20	1	3.13	黑龙江省中南部地区等

2.4 绥农 10 号在改良育种中的应用

绥农 10 号作为优良品种进行广泛利用,1994 年通过黑龙江省审定推广,到 2012 年在黑龙江省累计种植面积 154.94 万 hm^2 。增产大豆 54.96 万 t,创社会效益 11.85 亿元。作为优异种质资源推广,国内育种单位直接或间接利用育成大豆新品种 51 个,其中作为母本利用育成大豆新品种 22 个,作为父本利用育成大豆新品种 8 个,间接利用育成大豆新品种 21 个。包括“绥农”系列大豆品种 6 个(绥无腥豆 1 号、绥无腥豆 2 号、绥无腥豆 3 号、绥农 29、绥农 35、绥农 52);“垦丰”系列品种 8 个(垦丰 8 号、垦丰 9 号、垦丰 10 号、垦丰 12、垦丰 13、垦丰 14、垦丰 22、垦丰 24);“垦豆”系列品种 7 个(垦豆 31、垦豆 32、垦豆 33、垦豆 35、垦豆 37、垦豆 39、垦豆 57);“垦鉴

豆”系列品种 2 个(垦鉴豆 35、垦鉴豆 39);“合丰(农)”系列品种 6 个(合丰 41、合丰 45、合丰 49、合丰 53、合丰 56、合农 62);“蒙豆(登科)”系列品种 8 个(蒙豆 12、蒙豆 21、蒙豆 26、蒙豆 35、蒙豆 38、蒙豆 39、登科 6 号、登科 8 号);“东农”系列品种 4 个(东农 51、东农 53、东农 61、东农 72);其它系列品种 3 个(黑河 22、农菁豆 2 号、北豆 39)。育成品种中,垦丰 14、合丰 53 为国审品种;合丰 45 获黑龙江省政府科技进步一等奖。东农 51、东农 53 为高异黄酮品种,异黄酮含量分别为 4.56%、4.28%;裕农 2 号、绥农 52 为大粒品种,百粒重分别为 24.9 和 29.0 g;绥农 29、垦丰 10 号和蒙豆 26 蛋脂总和超 63.00%。以上育成品种为黑龙江省大豆产业发展提供了重要的资源和技术支撑(表 2~表 4)。

表 2 绥农 10 号作为母本利用育成的品种
Table 2 Cultivars bred by using Suinong 10 as female parent

品种名称 Cultivar	亲本与组合 Parents and combination	蛋白 Protein/%	脂肪 Oil/%	百粒重 100-seed weight/g
绥农 35 Suinong 35	绥农 10 号 × 绥 02-315	39.42	21.77	22.0
合丰 45 Hefeng 45	绥农 10 号 × 垦农 7 号	40.48	21.51	23.0
农菁豆 2 号 Nongjingdou 2	绥农 10 号 × 长农 7 号	41.72	19.76	22.0
东农 51 Dongnong 51	绥农 10 号 × 东农 L200087	39.57	20.81	20.0
东农 53 Dongnong 53	绥农 10 号 × 东农 L200087	39.30	21.68	18.0
东农 61 Dongnong 61	绥农 10 号 × 东农 7018	40.17	22.58	21.0
垦丰 8 号 Kenfeng 8	绥农 10 号 × 合丰 35	40.22	20.82	22.0
垦丰 9 号 Kenfeng 9	绥农 10 号 × 合丰 35	38.57	22.81	19.0
垦丰 12 Kenfeng 12	绥农 10 号 × 哈 891	41.29	19.35	22.5
垦丰 14 Kenfeng 14	绥农 10 号 × 长农 5 号	37.65	20.15	20.6
垦丰 22 Kenfeng 22	绥农 10 号 × 合丰 35	42.54	20.27	22.0
垦丰 24 Kenfeng 24	绥农 10 号 × 农大 4049	40.76	20.61	19.0
垦鉴豆 35 Kenjiandou 35	绥农 10 号 × 垦农 4 号	39.72	20.11	20.0
垦鉴豆 39 Kenjiandou 39	绥农 10 号 × 合丰 35	38.95	21.95	23.0
蒙豆 12 Mengdou 12	绥农 10 号 × 蒙豆 9 号	36.58	22.88	20.0
蒙豆 21 Mengdou 21	绥农 10 号 × 蒙豆 9 号	37.92	22.38	16.0
蒙豆 26 Mengdou 26	绥农 10 号 × 蒙豆 9 号	41.95	22.77	21.0
蒙豆 39 Mengdou 39	绥农 10 号 × 5W53-3	41.23	21.81	19.3
登科 6 号 Dengke 6	绥农 10 号 × 呼交 03-286	40.56	21.61	19.3
登科 8 号 Dengke 8	绥农 10 号 × 疆莫豆 1 号	41.19	20.86	19.8
金欣 1 号 Jinxin 1	绥农 10 号 × 垦农 5 号	40.23	19.71	20.0
裕农 2 号 Yunong 2	绥农 10 号 × 黑农 48	42.23	19.20	24.9

表 3 绥农 10 号作为父本利用育成的品种
Table 3 Cultivars bred by using Suinong 10 as male parent

品种名称 Cultivar	亲本与组合 Parents and combination	蛋白 Protein/%	脂肪 Oil/%	百粒重 100-seed weight/g
黑河 22 Heihe 22	黑交 88-1156 × 绥 87-5668	40.51	20.19	23.0
合丰 41 Hefeng 41	合丰 34 × 绥农 10 号	38.71	21.49	19.0
合丰 49 Hefeng 49	合 93-88 × 绥农 10 号	40.56	19.58	18.0
垦丰 10 Kenfeng 10	北丰 9 × 绥农 10 号	40.45	23.31	22.0
垦丰 13 Kenfeng 13	北丰 9 × 绥农 10 号	38.03	21.90	18.0
绥无腥豆 1 Suiwuxingdou 1	中育 37 × 绥农 10 号	40.70	19.90	19.0
绥农 29 Suinong 29	绥农 14 × 绥农 10 号	41.92	21.28	21.0
北豆 39 Beidou 39	北豆 6 × 绥农 10 号	41.67	20.19	22.2

表4 绥农10号作亲本间接利用育成的品种
Table 4 Cultivars bred by using Suinong 10 or derived lines

品种名称 Cultivar	亲本与组合 Parents and combination	蛋白 Protein/%	脂肪 Oil/%	百粒重 100-seed weight/g
绥无腥豆2号 Suiwuxingdou 2	绥03-31019(绥无腥豆1×绥98-6046)×绥农27	42.67	20.17	24.0
绥无腥豆3号 Suiwuxingdou 3	合丰50×(绥03-31019-1×绥04-5474)F ₁	37.37	21.81	19.0
绥农52 Suinong 52	绥农26×绥无腥2号	42.09	19.72	29.0
合丰53 Hefeng 53	合丰45×合9694 F ₃	39.68	21.49	18.7
合丰56 Hefeng 56	九三92-168×合丰41	41.33	20.10	18.2
合农62 Henong 62	北丰11×合丰41	40.74	20.56	18.2
垦豆31 Kendou 31	垦丰13×垦丰14	40.62	21.25	18.0
垦豆32 Kendou 32	(绥农10号×长农5号)×垦交2031	39.88	20.49	20.0
垦豆33 Kendou 33	垦丰9号×垦丰16	38.58	22.17	18.0
垦豆35 Kendou 35	垦丰13×垦丰14	41.36	20.21	19.0
垦豆37 Kendou 37	垦丰10号×垦95-3436	38.93	21.55	18.0
垦豆39 Kendou 39	垦丰9号×垦农5号	37.09	23.05	19.1
垦豆57 Kendou 57	垦丰13×垦豆18	39.80	20.78	20.0
垦豆61 Kendou 61	垦95-3436×垦交2353(绥农10号×意3)F ₁	37.64	22.11	17.0
垦豆63 Kendou 63	垦丰9号×垦97-658	38.91	21.03	20.0
龙垦303 Longken 303	合丰45×垦丰16	39.59	21.54	23.0
龙垦314 Longken 314	垦鉴豆25×(合丰41×美3)F ₁	38.85	21.93	17.0
蒙豆35 Mengdou 35	蒙豆21×中作991	40.89	20.07	18.0
蒙豆38 Mengdou 38	蒙豆21×黑河38	40.76	21.05	19.1
东农72 Dongnong 72	东农8784×合02-553(九三92-168×合丰41)	41.05	20.24	19.7
棱豆3 Lingdou 3	垦丰13×垦鉴豆28	39.06	20.75	16.9

3 讨论

遗传基础改良对新品种选育特别重要。熊冬岳等^[9]对黑龙江省育成品种的品质进行分析,明确指出黑龙江省参与核遗传的基因较黄淮海地区丰富,但较吉林、辽宁省的遗传基础窄。曹永强等^[10]对东北地区168个大豆祖先品种分析表明,四粒黄、满仓金、紫花4号、元宝金等对东北育成大豆品种核基因遗传贡献率为57.7%。本研究中祖先亲本四粒黄、满仓金、紫花四号、元宝金、金元以及黄宝珠对绥农10的核遗传贡献率为61.74%。与前人研究结果一致。绥农10的祖先亲本四粒黄、小粒黄、黄宝珠、金元分别参与了核基因的构建。单一亲本过多参与基础材料的构建,造成了现有品种的遗传基础较为狭窄,严重制约了大豆生产。因此,改良和拓宽现有资源的遗传基础已成为解决制约大豆生产的关键技术手段。

前人研究表明,野生大豆具有更为丰富的遗传多样性,产量及耐逆水平优于现有大豆品种,因此,利用野生大豆资源以及衍生品系来改良现有品种的遗传基础,是拓宽遗传基础的一种重要手段^[11-14]。杜丽丽等^[15]利用栽培大豆与野生大豆种群进行杂交,筛选出耐盐碱的后代株系,大大拓宽

了栽培大豆的遗传基础。黑龙江省农业科学院利用野生大豆与栽培大豆杂交,创制出大豆新种质龙品8807,蛋白质含量高达48.29%。创制的龙选小粒豆1号,可溶性糖含量高达7.31%^[16]。此外,引入国外血缘也是拓宽遗传多样性的一种重要手段。我国1923—1995年育成的224个大豆品种具有46个国外种质血缘。其中引入日本十胜长叶血缘育成的合丰25和绥农14分别在1988年和2003年获得国家科技进步三等奖和国家进步二等奖^[17]。国外血缘对拓宽我国遗传背景起了巨大的作用。胡国华^[18]认为外来血缘引入会拓宽本土资源的遗传背景,但外来血缘占比应不超40%。田佩占^[19]认为外引血缘的比例1/4~1/8较为适宜,1/4外来外源血缘的引入可保障优良性状的同时又避免了外引血缘适应性差的问题,在后代中更易分离出高产、优质、适应性强的新变异类型,易创制出突破性大品种。

4 结论

绥农10号的细胞质来源于四粒黄,细胞核来源于四粒黄、金元、小粒黄、白眉、克山四粒荚、东农育成品种系、小金黄、铁荚四粒黄、嘟噜豆、熊岳小粒黄等祖先亲本,祖先亲本遗传贡献率为3.13%~15.63%。

祖先亲本的多次参与构建了绥农 10 号高产优质、抗病、适应性好等遗传基础。本文通过追溯绥农 10 号的系谱来源,分析亲本系谱组成与遗传贡献率,明确其遗传基础中重要亲本,为开展品种改良提供重要的借鉴和参考。

参考文献

- [1] 郭美玲, 郭泰, 王志新, 等. 大豆优异种质北丰 11 资源特点及育种上的利用[J]. 耕作与栽培, 2021, 41(6): 84-90. (GUO M L, GUO T, WANG Z X, et al. Resource characteristics and direct breeding utilization of excellent soybean germplasm Beifeng 11 [J]. Journal of Farming and Cultivation, 2021, 41(6): 84-90.)
- [2] 王连铮, 王金陵. 大豆遗传育种学[M]. 北京: 科学技术出版社, 1992: 195-201. (WANG L Z, WANG J L. Soybean genetic breeding [M]. Beijing: Science and Technology Publishing House, 1992: 195-201.)
- [3] 盖钧镒, 熊冬金, 赵团结. 中国大豆育成品种系谱与种质基础(1923-2005)[M]. 北京: 中国农业出版社, 2015. (GAI J Y, XIONG D J, ZHAO T J. The pedigree and germplasm bases of soybean cultivars released in China(1923-2005) [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2015.)
- [4] 崔章林, 盖钧镒, 邱家训, 等. 我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. (CUI Z L, GAI J Y, QIU J X, et al. Soybean varieties bred in China and its pedigree analysis (1923-1995) [M]. Beijing: China Agriculture Press, 1998.)
- [5] 常汝镇, 邱丽娟, 李向华. 我国大豆的生产和创新研究[J]. 中国农学通报, 2001, 17(3): 91-93. (CHANG R Z, QIU L J, LI X H. Soybean production and innovation of the research in China[J]. Bulletin of Chinese Academy of Agriculture, 2001, 17(3): 91-93.)
- [6] 郭泰, 刘忠堂, 胡喜平, 等. 辐射诱变培育高油大豆新品种及其应用[J]. 核农学报, 2005, 19(3): 163-167. (GUO T, LIU Z T, HU X P, et al. Breeding and application of high-oil soybean varieties through radiation [J]. Journal of Nuclear Agronomy, 2005, 19(3): 163-167.)
- [7] 陈维元, 吕德昌, 崔玉瑰, 等. 优质大豆亲本材料绥农 4 号[J]. 作物品种资源, 1997(2): 54-55. (CHEN W Y, LYU D C, CUI Y G, et al. High quality soybean parent Suinong No. 4 [J]. Crop Variety Resources, 1997(2): 54-55.)
- [8] 王金陵, 杨庆凯, 吴忠璞. 中国东北大豆[M]. 哈尔滨: 黑龙江科学技术出版社, 1999. (WANG J L, YANG Q K, WU Z P. Northeast China soybean [M]. Harbin: Heilongjiang Science and Technology Press, 1999.)
- [9] 熊冬岳, 赵团结, 盖钧镒. 中国大豆育成品种亲本分析[J]. 中国农业科学, 2008, 41(9): 2589-2598. (XIONG D Y, ZHAO T J, GAI J Y. Parental analysis of soybean cultivars released in China[J]. Chinese Academy of Agricultural Sciences, 2008, 41(9): 2589-2598.)
- [10] 曹永强, 宋书宏, 王文斌, 等. 拓宽大豆育种遗传基础研究进展[J]. 辽宁农业科学, 2005(6): 34-36. (CAO Y Q, SONG S H, WANG W B, et al. Research progress of broadening the genetic basis of soybean [J]. Liaoning Agricultural Sciences, 2005(6): 34-36.)
- [11] 金晓飞, 曹凤臣, 徐丽娟, 等. 浅谈利用野生大豆创制育种资源和新品种[J]. 东北农业科学, 2017, 42(1): 12-15. (JIN X F, CAO F C, XU L J, et al. A brief discussion on use of wild soybean to create breeding resources and varieties [J]. Journal of Northeast Agricultural Sciences, 2017, 42(1): 12-13.)
- [12] 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. Cytoplasm sources of soybean cultivars released in Heilongjiang province [J]. Soybean Science, 1987, 6(4): 313-316.)
- [13] 王彩洁, 孙石, 吴宝美, 等. 20 世纪 40 年代以来中国大面积种植大豆品种的系谱分析[J]. 中国油料作物学报, 2013, 35(3): 246-252. (WANG C J, SUN S, WU B M, et al. Pedigree analysis of the most planted soybean cultivars in China since 1940s [J]. Chinese Journal of Oil Crop Sciences, 2013, 35(3): 246-252.)
- [14] 杨春燕, 姚利波, 刘兵强, 等. 国内外大豆品质育种方法与最新进展[J]. 华北农学报, 2009, 24(S1): 75-78. (YANG C Y, YAO L B, LIU B Q, et al. Advance on soybean quality breeding in China and abroad [J]. Acta Agricultura Boreali-Sinica, 2009, 24(S1): 75-78.)
- [15] 杜丽丽, 於丙军. 栽培大豆和滩涂野大豆及其杂交后代耐盐性、农艺性状与籽粒品质分析[J]. 中国油料作物学报, 2010, 32(1): 77-82. (DU L L, YU B J. Analysis of salt tolerance, agronomic traits and seed quality of *Glycine max*, salt-born *Glycine soja* and their hybrids [J]. Chinese Journal of Oilseed Crops, 2010, 32(1): 77-82.)
- [16] 齐宁, 林红, 魏淑红, 等. 利用野生大豆资源创新优质抗病大豆新种质[J]. 植物遗传资源学报, 2005, 6(2): 200-203. (QI N, LIN H, WEI S H, et al. Using wild soybean resources to create new germplasm with high quality and disease resistance [J]. Journal of Plant Genetic Resources, 2005, 6(2): 200-203.)
- [17] 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贡献分析[J]. 大豆科学, 2007, 26(6): 807-819. (GUO J J, CHANG R Z, ZHANG J X, et al. Contribution of Japanese soybean germplasm tokachi-nagaha to Chinese soybean varieties [J]. Soybean Science, 2007, 26(6): 807-819.)
- [18] 胡国华. 大豆高产基因拓宽与改良的途径和方法[J]. 大豆科学, 1994, 13(4): 365-370. (HU G H. Strategy on reclamation of high-yield genes to soybean [J]. Soybean Science, 1994, 13(4): 365-370.)
- [19] 田佩占, 袁全, 李萍. 大豆超高产品种类型的设计与选育[J]. 吉林农业科学, 2002, 27(5): 30-34. (TIAN P Z, YUAN Q, LI P. Design and breeding of super high yield soybean varieties [J]. Jilin Agricultural Science, 2002, 27(5): 30-34.)