



郭泰,郭美玲,李灿东,等.大豆杂交育种组合规模与品种选育概率及亲本选用研究[J].黑龙江农业科学,2024(4):1-10.

# 大豆杂交育种组合规模与品种选育概率及亲本选用研究

郭泰<sup>1</sup>,郭美玲<sup>2</sup>,李灿东<sup>1</sup>,王志新<sup>1</sup>,郑伟<sup>1</sup>,徐杰飞<sup>1</sup>,赵星棋<sup>1</sup>,王象然<sup>1</sup>

(1. 黑龙江省农业科学院 佳木斯分院 / 国家大豆区域技术创新中心 / 国家大豆产业技术体系佳木斯综合试验站 / 三江平原主要作物育种栽培重点实验室,黑龙江 佳木斯 154007; 2. 黑龙江省农业科学院,黑龙江 哈尔滨 150086)

**摘要:**为指导当前与今后的大豆杂交育种工作,以黑龙江省农业科学院佳木斯分院 1952—2013 年间杂交育种选用的有效亲本和配制的杂交组合及选育的新品种为研究对象,对 116 个有效亲本和 5 610 个杂交组合及 110 个品种进行深入系统地研究与分析。结果表明,杂交组合配制规模以每年 150~200 个为宜,选育品种概率为 1.96%;亲本选择要依据育种理论、育种目标和遗传背景;亲本选用原则要坚持高起点、要考虑亲本血缘关系与遗传基础、亲本配合力(一般配合力和特殊配合力)及目标性状遗传特点;亲本使用要确定核心亲本(骨干亲本)与改良亲本,要采用梯级杂交、连续改造或回交转育、定向改良或一母多父,集中围攻或采用多亲本杂交聚合育种。

**关键词:**大豆杂交育种;组合规模;品种选育概率;亲本选用

目前,我国大豆育种主要方法仍然是以有性杂交育种为主,由于其变异来源是控制性状的基因重组、累加、互补或突变,所以选用亲本质量与组合配制规模既影响杂交育种的成败,也影响育种的工作效率。为此,研究大豆杂交组合配制规模与品种选育概率及亲本选用原则对未来品种改良创新具有重要的指导意义。

关于大豆杂交组合规模与选育品种概率问题尚未查到相关报道,但对大豆杂交育种与亲本选用问题在文献中已有较多报道。韩天富等<sup>[1]</sup>研究发现,截至 2020 年底我国大豆品种累计审定总数为 3 112 个,其中通过国家审定的品种数为 491 个,地方审定的品种数量为 2 621 个,现有品种数量基本能满足大豆生产需要。田志喜等<sup>[2]</sup>研究得出,目前我国育种技术主要以常规育种为主,大豆科研与生产水平明显落后于美国。自 1978 年以来,我国已经培育了 1 800 多个大豆新品种,在生产上品种更换了 4~5 次,使大豆单产提高 140%。杨春燕等<sup>[3]</sup>研究发现,20 世纪 90 年代中期以前大豆育种基本采用传统育种手段,90 年代后期以来分子育种和其他育种方法越来越广泛地用于大豆品质改良。目前常规方法仍是我国大豆品质育种的主要研究手段,一些研究单位不断探

索新的育种手段;李国祯<sup>[4]</sup>研究表明,大豆杂交育种亲本的选配是关系到杂交育种成败的关键,亲本选配得当育种的成效就好。杨伯玉<sup>[5]</sup>研究表明,在杂交方法上,如果能选到互相取长补短的合适亲本,按简单的杂交方式(品种间杂交)组配即可,否则就需借助复杂的杂交方式(复合杂交),就是将育种过程中出现具有一定特点,但尚不能成为良种的中间材料作亲本,进行初步改良,因而综合性状已较优异,用中间材料进行杂交,效果可能优于一般品种间杂交。汪宝坤等<sup>[6]</sup>研究得出,亲本选择的基本原则,一是,选择当地主栽且丰产性好的品种作杂交亲本,可以增强后代材料对当地自然条件的适应能力;二是,定向改良创造优良的中间材料作亲本,可以丰富大豆遗传基础;三是,选择地理上远缘,生态类型差异较大或亲缘关系较远的品种作亲本,可避免遗传基础狭窄;四是,选择具有抗虫、抗病基因或抗病虫构造的材料作亲本,有助于抗病虫品种的选育。史建辉等<sup>[7]</sup>研究得出,亲本选择的基本原则,一是,亲本优点多且目标性状突出,缺点少又较易克服;二是,选用当地推广品种为核心亲本;三是,选用地理上远缘但生态类型上都属于优良的品种;四是,选用一般配合力好的材料。综上所述,有性杂交育种是目前

收稿日期:2024-02-07

基金项目:财政部和农业农村部:国家现代农业产业技术体系(CARS-04-CES05)。

第一作者:郭泰(1964—),男,硕士,二级研究员,从事大豆育种与栽培研究。E-mail:guotaidadou@163.com。

大豆品种改良创新最有效的方法之一,且亲本选择和组配是杂交育种成败的核心关键技术。由此可见,开展大豆杂交组合规模与选育品种概率及亲本选用原则研究,既具有理论意义又具有实践意义。

黑龙江省农业科学院佳木斯分院(原黑龙江省农业科学院合江农业科学研究所)(以下简称为分院)大豆杂交育种起步于1952年,至今已有72年历史,在品种改良创新领域取得了重要的研究进展与显著的育种成效,为育种同行学习的典范<sup>[8]</sup>。为此,本文系统分析了黑龙江省农业科学院佳木

斯分院大豆杂交育种组合规模与品种选育概率及亲本选用研究结果,进一步探讨分院的育种理论与实践经验,对指导当前与今后的大豆杂交育种工作具有重要意义。

1 材料与方法

1.1 材料

以分院1952—2013年配制的杂交组合与选育的品种为研究材料<sup>[8-9]</sup>,涉及有效亲本116个,杂交组合5 610个,育成品种110个,详细内容见表1和表2。

表 1 分院 1952—2013 年大豆杂交育种配制组合、选育品种与概率统计结果

年份	组合数/个	选育品种数/个	组合出品种概率/%	年份	组合数/个	选育品种数/个	组合出品种概率/%
1952	5	3	60.00	1984	100	2	2.00
1953	0	0	0	1985	138	1	0.72
1954	0	0	0	1986	97	0	0
1955	0	0	0	1987	160	1	0.63
1956	13	2	15.38	1988	150	1	0.67
1957	12	0	0	1989	94	1	1.06
1958	14	0	0	1990	95	2	2.11
1959	12	1	8.33	1991	96	0	0
1960	10	0	0	1992	117	5	4.27
1961	3	0	0	1993	136	1	0.74
1962	10	0	0	1994	133	1	0.75
1963	30	1	3.33	1995	134	2	1.49
1964	32	0	0	1996	188	2	1.06
1965	26	0	0	1997	204	1	0.49
1966	32	1	3.12	1998	145	2	1.38
1967	11	0	0	1999	171	4	2.34
1968	28	0	0	2000	168	1	0.60
1969	6	0	0	2001	182	2	1.10
1970	34	0	0	2002	180	6	3.33
1971	66	0	0	2003	175	2	1.14
1972	29	0	0	2004	238	7	2.94
1973	30	0	0	2005	150	4	2.67
1974	37	3	8.11	2006	200	2	1.00
1975	38	0	0	2007	210	8	3.81
1976	30	0	0	2008	184	1	0.54
1977	39	4	10.25	2009	230	5	2.17
1978	50	0	0	2010	167	12	7.19
1979	50	2	4.00	2011	140	11	7.86
1980	69	1	1.45	2012	108	0	0
1981	55	0	0	2013	210	5	2.38
1982	59	0	0	合计	5610	110	1.96
1983	80	0	0				

注:组合出品种概率(%)=(品种数/组合数)×100。

表 2 分院大豆杂交育种不同年度配制的有效组合(出品种组合)与选育品种统计结果

年份	组合名称	品种数量	品种名称	审定时间(地点)	审定适宜种植区域
1952	秃荚子×满仓金	3	合交 6 号	1963 年(黑龙江省审定品种)	黑龙江省第三积温带
			合交 8 号	1962 年(黑龙江省审定品种)	黑龙江省第三积温带
			合交 11	1965 年(黑龙江省审定品种)	黑龙江省第四积温带
1956	满仓金×黑龙江 41	1	合交 13	1968 年(黑龙江省审定品种)	黑龙江省第四积温带
	满仓金×荆山璞	1	合丰 17	1971 年(黑龙江省审定品种)	黑龙江省第三积温带
1959	荆山璞×东农 55-6006	1	合丰 14	1970 年(黑龙江省审定品种)	黑龙江省第三积温带
1963	合丰 5 号×丰收 2 号	1	合丰 22	1974 年(黑龙江省审定品种)	黑龙江省第三积温带
1966	小粒豆 9 号×丰收 10 号	1	合丰 23	1977 年(黑龙江省审定品种); 1986 年(国家审定品种)	北方春大豆中早熟区
1974	黑河 54×合丰 23	1	合丰 24	1983 年(黑龙江省审定品种)	黑龙江省第三积温带
	合丰 23×克 4430-20	1	合丰 25	1984 年(黑龙江省审定品种); 1986(吉林省审定品种); 1987(内蒙古审定品种); 1988 年(国家审定品种)	北方春大豆中早熟区
1977	合交 13×克 4430-20	1	合丰 26	1985 年(黑龙江省审定品种)	黑龙江省第四积温带
	(合丰 22×拉姆配吉)F <sub>1</sub> ×合丰 22	1	合丰 27	1986 年(黑龙江省审定品种)	黑龙江省第二积温带
	钢 201×俄亥俄	2	合丰 28	1986 年(黑龙江省审定品种)	黑龙江省第二积温带
1979	(合交 69-231×克 4430-20)F <sub>1</sub> ×克 4430-20	1	合丰 29	1987 年(黑龙江省审定品种)	黑龙江省第三积温带
			合丰 30	1988 年(黑龙江省审定品种)	黑龙江省第二积温带
			合丰 31	1989 年(黑龙江省审定品种)	黑龙江省第二积温带
1980	(合丰 26×维尔金)F <sub>1</sub> ×合丰 26	1	合丰 32	1992 年(黑龙江农垦总局审定品种)	黑龙江省第四积温带
	合丰 26×铁丰 18	1	合丰 33	1992 年(黑龙江省审定品种)	黑龙江省第二积温带
1984	合丰 24×治安小粒豆	1	合丰 34	1994 年(黑龙江省审定品种)	黑龙江省第二积温带
	合交 8009-1612×绥农 7 号	1	合丰 35	1994 年(黑龙江省审定品种); 1997 年(内蒙古审定品种); 1998 年(国家审定品种); 2003 年(吉林省审定品种)	北方春大豆中早熟区
1987	(合丰 26×公交 7407)F <sub>1</sub>	1	合丰 36	1995(黑龙江省农垦总局审定品种); 1996 年(黑龙江省审定品种)	黑龙江省第三积温带
			合丰 37	1996 年(黑龙江省审定品种)	黑龙江省第六积温带
			合丰 38	1998 年(黑龙江省审定品种)	黑龙江省第二积温带
1988	合交 82-728×合丰 33	1	合丰 38	1998 年(黑龙江省审定品种)	黑龙江省第二积温带
1989	合交 87-1004×合交 87-19	1	合丰 39	2000 年(黑龙江省审定品种); 2003 年(吉林省审定品种)	黑龙江省第二积温带
1990	北丰 9 号×合丰 34	2	合丰 40	2000 年(黑龙江省审定品种); 2002 年(内蒙古认定品种)	黑龙江省第四积温带
			合丰 43	2002 年(黑龙江省审定品种); 2006 年(吉林省审定品种)	黑龙江省第二积温带
1992	合丰 34×绥农 10 号	1	合丰 41	2001 年(黑龙江省审定品种)	黑龙江省第二积温带
	合交 88-910×九三 90-159	1	合丰 44	2003 年(黑龙江省审定品种)	黑龙江省第二积温带
	(合丰 35×公 84112-1-3)F <sub>2</sub>	2	合丰 46	2003 年(黑龙江省审定品种)	黑龙江省第三积温带
			合丰 47	2004 年(黑龙江省审定品种); 2006 年(吉林省审定品种)	黑龙江省第二积温带
	(合丰 35×吉林 27)F <sub>2</sub>	1	合丰 48	2005 年(黑龙江省审定品种)	黑龙江省第二积温带

表 2 (续)

年份	组合名称	品种数量	品种名称	审定时间(地点)	审定适宜种植区域
1993	绥农 10 号×垦农 7 号	1	合丰 45	2003 年(黑龙江省审定品种); 2008 年(内蒙古审定品种); 2010 年(国家审定品种)	北方春大豆中早熟区
1994	合交 93-88×绥农 10 号	1	合丰 49	2005 年(黑龙江省审定品种); 2006 年(吉林省审定品种)	黑龙江省第二积温带
1995	北丰 11×Hobbit	2	合丰 42 合农 60	2002 年(黑龙江省审定品种) 2010 年(黑龙江省审定品种)	黑龙江省第四积温带 黑龙江省第三积温带
1996	合丰 35×合交 95-1101	1	合丰 50	2006 年(黑龙江省审定品种); 2007 年(国家审定品种)	北方春大豆中早熟区
	合丰 35×合交 94114F <sub>3</sub>	1	合丰 51	2006 年(黑龙江省审定品种); 2021 年(内蒙古登记备案品种)	黑龙江省第三积温带
1997	SPRITE87×宝丰 7 号	1	合丰 52	2007 年(黑龙江省审定品种、国家审定品种)	北方春大豆中早熟区
1998	北丰 11×绥农 4 号	1	合丰 55	2008 年(黑龙江省审定品种); 2012 年(国家审定品种); 2021 年(内蒙古登记备案品种)	北方春大豆中早熟区
	九三 92-168×合丰 41	1	合丰 56	2009 年(黑龙江省审定品种); 2019 年(吉林省登记备案品种); 2021 年(内蒙古登记备案品种)	黑龙江省第二积温带
1999	合丰 45×合 9694F <sub>5</sub>	1	合丰 53	2008 年(国家审定品种)	北方春大豆中早熟区
	(Hobbit×合丰 42)F <sub>2</sub>	1	合丰 57	2009 年(黑龙江省审定品种)	黑龙江省第二积温带
	合丰 39×合交 98-1246	1	合农 59	2010 年(黑龙江省审定品种)	黑龙江省第三积温带
	(北丰 11×合交 97-793)F <sub>5</sub>	1	合农 61	2010 年(国家审定品种)	北方春大豆中早熟区
	北丰 11×合丰 41	1	合农 62	2011 年(黑龙江省审定品种)	黑龙江省第二积温带
2000	(合航 93-793×黑交 95-750)F <sub>2</sub>	1	合农 65	2013 年(黑龙江省审定品种)	黑龙江省第二积温带
2001	垦农 18×合丰 47	1	合农 63	2012 年(黑龙江省审定品种)	黑龙江省第二积温带
2002	龙 9777×日本小粒豆	2	合丰 54 合农 58	2008 年(黑龙江省审定品种) 2010 年(黑龙江省审定品种)	黑龙江省第三积温带 黑龙江省第三积温带
	合丰 39×合交 00-579	1	合农 66	2014 年(黑龙江省审定品种)	黑龙江省第三积温带
	合丰 50×绥 02-529	2	合农 67 合农 68	2014 年(黑龙江省审定品种) 2014 年(黑龙江省审定品种)	黑龙江省第二积温带 黑龙江省第二积温带
	合交 98-1622×垦丰 16	1	合农 69	2014 年(黑龙江省审定品种)	黑龙江省第三积温带
2003	Hobbit×九丰 10 号	1	合农 64	2013 年(黑龙江省审定品种); 2021 年(内蒙古登记备案品种)	黑龙江省第二积温带
	合丰 34×九丰 10 号	1	合农 92	2016 年(黑龙江省审定品种)	黑龙江省第三积温带
	sws1-1(sws1×rocki)F <sub>2</sub>	1	合农 71	2014 年(国家审定品种); 2017 年(黑龙江省审定品种)	北方春大豆中熟区
2004	垦农 19×合丰 57	2	合农 76 合农 139	2015 年(黑龙江省审定品种); 2019 年(国家审定品种) 2021 年(国家审定品种)	北方春大豆中早熟区 北方春大豆中早熟区
	Hobbit×疆莫豆 1 号	1	合农 91	2018 年(黑龙江省审定品种)	黑龙江省第二积温带
	(黑交 13-140×黑交 01-1032)F <sub>3</sub>	1	合农 89	2019 年(黑龙江省审定品种)	黑龙江省第五积温带
	日本小粒豆×合交 98-1062	1	合农 113	2019 年(黑龙江省审定品种)	黑龙江省第二积温带
	(黑交 01-1032×黑交 02-1872)F <sub>3</sub>	1	合农 73	2017 年(黑龙江省审定品种)	黑龙江省第四积温带

表 2 (续)

年份	组合名称	品种数量	品种名称	审定时间(地点)	审定适宜种植区域
2006	合丰 50×抗线 4 号	1	合农 75	2015 年(黑龙江省审定品种); 2017 年(国家审定品种)	北方春大豆中早熟区
	绥农 14×黑河 38	1	合农 95	2016 年(国家审定品种)	北方春大豆早熟区
	合交 02-64×黑农 48	1	合农 97	2016 年(国家审定品种)	北方春大豆中早熟区
	合丰 55×黑农 54	2	合农 85	2017 年(黑龙江省审定品种); 2018 年(国家审定品种)	北方春大豆中早熟区
2007			合农 70	2014 年(国家审定品种)	北方春大豆中早熟区
	黑农 51×合丰 50	1	合农 114	2018 年(国家审定品种)	北方春大豆中早熟区
	合丰 50×垦丰 16	1	合农 72	2018 年(黑龙江省审定品种)	黑龙江省第三积温带
	合丰 50×合丰 42	1	合农 77	2018 年(黑龙江省审定品种)	黑龙江省第三积温带
	黑农 43×(黑农 54×黑农 43)F <sub>1</sub>	1	合农 78	2019 年(黑龙江省审定品种)	黑龙江省第二积温带
	合丰 50×绥农 25	1	合农 80	2019 年(黑龙江省审定品种)	黑龙江省第二积温带
	黑河 38×合丰 50	1	佳豆 6 号	2019 年(黑龙江省审定品种)	黑龙江省第三积温带
	黑河 38×合交 03-214	1	佳豆 8 号	2019 年(黑龙江省审定品种); 2020 年(内蒙古登记备案品种)	黑龙江省第四积温带
2008	合丰 55×合 04-442	2	合农 134	2020 年(国家审定品种)	北方春大豆中早熟区
			合农 132	2021 年(黑龙江省审定品种)	黑龙江省第一积温带
	黑农 53×垦鉴豆 25	1	合农 74	2019 年(黑龙江省审定品种)	黑龙江省第二积温带
2009	合农 60×合农 69	1	合农 123	2020 年(黑龙江省审定品种)	黑龙江省第三积温带
2010	黑河 38×合 93-793	1	合农 126	2020 年(黑龙江省审定品种)	黑龙江省第二积温带
	合农 69×绥农 14	1	合农 135	2019 年(黑龙江省审定品种)	黑龙江省第二积温带
	垦丰 16×华疆 4 号	1	佳豆 25	2019 年(黑龙江省审定品种)	黑龙江省第四积温带
	合丰 37×垦丰 16	1	佳豆 44	2021 年(黑龙江省审定品种)	黑龙江省第六积温带下限
	北豆 5 号×黑河 35	3	佳豆 18	2020 年(黑龙江省审定品种)	黑龙江省第六积温带上限
			佳豆 45	2021 年(国家审定品种)	北方春大豆超早熟区
			合农 118	2020 年(国家审定品种)	北方春大豆超早熟区
	合丰 51×华疆 2 号	2	佳豆 20	2020 年(黑龙江省审定品种)	黑龙江省第六积温带上限
			佳豆 27	2020 年(黑龙江省审定品种)	黑龙江省第六积温带下限
	华疆 4 号×黑河 45	1	佳豆 30	2020 年(黑龙江省审定品种、国家审定品种)	北方春大豆极早熟区
2011	北丰 11×合丰 55	1	佳豆 33	2020 年(国家审定品种)	北方春大豆早熟区
	黑河 45×华疆 2 号	3	佳豆 55	2021 年(黑龙江省审定品种); 2023 年(内蒙古登记备案品种)	黑龙江省第六积温带上限
			合农 163	2022 年(国家审定品种)	北方春大豆超早熟区
			佳豆 68	2022 年(黑龙江省审定品种)	黑龙江省第六积温带下限
	华疆 4 号×合交 03-1352	1	合农 147	2021 年(黑龙江省审定品种)	黑龙江省第六积温带下限
	黑河 43×合交 03-177	1	合农 149	2021 年(国家审定品种)	北方春大豆早熟区
	合农 68×黑河 45	1	合农 152	2021 年(黑龙江省审定品种)	黑龙江省第四积温带
	北丰 11×(北丰 11×合农 71)F <sub>1</sub>	2	合农 151	2021 年(国家审定品种)	北方春大豆超早熟区
			合农 154	2022 年(黑龙江省审定品种)	黑龙江省第五积温带
	黑河 43×美国扁茎大豆	1	合农 144	2022 年(国家审定品种)	北方春大豆早熟区
	北丰 11×Dekabig	1	合农 198	2022 年(黑龙江省审定品种)	黑龙江省第二积温带
	合农 69×华疆 2 号	2	佳豆 58	2022 年(黑龙江省审定品种)	黑龙江省第六积温带上限
			佳豆 36	2020 年(国家审定品种)	北方春大豆超早熟区
	黑河 43×(黑河 43×合农 71)F <sub>1</sub>	1	佳豆 32	2021 年(黑龙江省审定品种)	黑龙江省第四积温带

表 2 (续)

年份	组合名称	品种数量	品种名称	审定时间(地点)	审定适宜种植区域
2013	合农 68×北豆 5 号	1	佳豆 50	2022 年(黑龙江省审定品种)	黑龙江省第三积温带
	黑河 43×登科 1 号	1	佳豆 52	2022 年(黑龙江省审定品种)	黑龙江省第四积温带
	北豆 5 号×黑河 49	1	佳豆 59	2022 年(黑龙江省审定品种)	黑龙江省第六积温带下限
	克山 1 号×黑农 48	1	合农 142	2022 年(国家审定品种)	北方春大豆中早熟区
	克山 1 号×登科 1230)	1	合农 165	2022 年(国家审定品种)	北方春大豆早熟区
	华疆 2×(华疆 2 号×合农 71)F <sub>1</sub>	1	合农 181	2022 年(黑龙江省审定品种)	黑龙江省第六积温带上限
	合丰 55×合农 97	1	合农 81	2023 年(国家审定品种)	北方春大豆中早熟区
	合丰 50×北豆 40	1	佳豆 63	2023 年(黑龙江省审定品种)	黑龙江省第三积温带
合计	34 年 92 个组合	110			

1.2 方法

以分院 1952—2013 年历年选用的杂交亲本和配制的杂交组合数量为基础数据,应用 Excel 2017 软件对采集到的大数据进行统计与综合分析,得出相应的研究结果,并进行充分讨论。

2 结果与分析

2.1 分院大豆杂交育种组合、品种及概率结果分析

由表 1 可知,分院大豆杂交育种始于 1952 年,截止到 2013 年共配制杂交组合 5 610 个(1953—1955 年 3 年未配制杂交组合),历时 59 年,选育出品种 110 个<sup>[8-9]</sup>,年均配制杂交组合 95.08 个,组

合选育出品种概率为 1.96%,年均育成品种 1.86 个(包括同一组合育成的多个品种);有效组合(指选育出品种的组合)92 个(表 2),高效组合(指选育≥2 个品种的组合)14 个(表 3),涉及选育品种 31 个,占杂交育种育成品种总数的28.18%;如果高效组合按选育 1 个品种计算,则有效组合选育品种概率为 1.64%。

以上结果说明,杂交组合配制非常重要,既要考虑组合规模,也要重视组合质量,最终才能实现育种目标要求。本研究得出分院杂交育种的组合配制,应控制在年均 150~200 个,年预期可育成品种 2 个左右。

表 3 分院大豆杂交育种配制的高效组合统计结果

序号	亲本	组合	品种数/个	品种名称
1	合交 5201	秃荚子×满仓金	3	合交 6 号、合交 8 号、合交 11
2	合交 7724	钢 201×俄亥俄(Ohio)	2	合丰 28、合丰 29
3	合交 9007	北丰 9 号×合丰 34	2	合丰 40、合丰 43
4	合交 9526	北丰 11 号×Hobbit	2	合丰 42、合农 60
5	合 9229	合丰 35×公 84112-1-3	2	合丰 46、合丰 47
6	合交 02141	龙小粒豆 1 号×日本小粒豆	2	合丰 54、合农 58
7	合交 0455	合丰 50×绥 02-529	2	合农 67、合农 68
8	合交 06147	合丰 55×黑农 54	2	合农 85、合农 70
9	合交 0477	垦农 19×合丰 57	2	合农 76、合农 139
10	合交 10123	北豆 5 号×黑河 35	3	合农 118、佳豆 18、佳豆 45
11	合交 11114	北丰 11×合 1055(北丰 11×合农 71)F <sub>1</sub>	2	合农 151、合农 154
12	合交 10116	合丰 51×华疆 2 号	2	佳豆 20、佳豆 27
13	合交 11097	合农 69×华疆 2 号	2	佳豆 58、佳豆 36
14	合交 10137	黑河 45×华疆 2 号	3	合农 163、佳豆 55、佳豆 68
合计			31	

2.2 分院大豆杂交育种亲本选用结果分析

2.2.1 有效亲本来源分析归类结果 分院大豆杂交育种历时 59 年,先后使用有效亲本 116 个<sup>[9]</sup>,按照地理来源分析归类,省内材料 96 份,占比 82.76%;国外材料 13 份,占比 11.21%;省外材料 7 个,占比 6.03%。该结果充分说明,第一,合

丰(合交、合农、佳豆)号品种亲本主要来源于黑龙江省,尤其是自育材料,其次是国外材料,特别是美国材料,再次是内蒙古自治区和吉林的外省材料;第二,选用优良亲本的数量与质量直接影响品种选育效果,是育种工作的基础和首要解决的问题(表 4)。

表 4 分院大豆杂交育种有效亲本来源分析归类统计结果

亲本来源区域	育种单位	有效亲本/个	占比/%	有效亲本名称
省内	农家品种	4		荆山璞、小粒豆 9 号、治安小粒豆、秃荚子
	育种单位品种	92		合丰 5 号、合交 13、合丰 22、合丰 23、合丰 24、合丰 25、合丰 26、合丰 33、合丰 34、合丰 35、合丰 37、合丰 39、合丰 41、合丰 45、合丰 47、合丰 50、合丰 51、合丰 55、合丰 57、合农 60、合农 68、合农 69、合农 97、合农 71、合交 69-231、合 8009-1612、合 82-728、合 87-19、合交 87-1004、合交 88-910、合航 93-793(合 93-793)、合交 93-88、合交 94114F3、合交 95-1101、合 9694F5、合 97-793、合 98-1622、合交 98-1062、合交 98-1246、合交 00-579、合交 02-64、合交 03-177、合交 03-214、合交 03-1352、合交 04-442、黑河 54、黑河 35、黑河 38、黑河 43、黑河 45、黑河 49、黑交 95-750、黑交 01-1032、黑交 02-1872、黑交 13-140、绥农 4 号、绥农 7 号、绥农 10 号、绥农 14、绥农 25、绥 02-529、绥 98-6227-7、黑农 43、黑农 48、黑农 51、黑农 53、黑农 54、丰收 2 号、丰收 10 号、克 4430-20、克山 1 号、九丰 10 号、九三 90-159、九三 92-168、垦农 7 号、垦农 18、垦农 19、华疆 2 号、华疆 4 号、北丰 9 号、北丰 11、垦鉴豆 25、北豆 40、疆莫豆 1 号、东农 55-6006、宝丰 7 号、抗线 4 号、龙小粒豆 1 号、北豆 5 号、钢 201、垦丰 16
	省内合计	96	82.76	
省外	内蒙古	2		登科 1 号、登科 1230
	吉林省	4		满仓金、公 84112-1-3、吉林 27、公交 7407
	辽宁省	1		铁丰 18
	省外合计	7	6.03	
国外	美国	10		俄亥俄(Ohio)、拉姆配吉(Rampage)、swwi、rocki、维尔金(Wilkin)、阿姆索伊(Amsoy)、美国扁茎大豆、Hobbit、SPRITE87、美国后代材料
	日本	1		日本小粒豆
	俄罗斯	1		黑龙江 41
	意大利	1		Dekabig
	国外合计	13	11.21	
	总计	116	100.00	

2.2.2 有效亲本所在积温区(熟期类型)分析归类结果 依据黑龙江省农作物品种积温区划进行分析归类<sup>[8]</sup>,分院大豆杂交育种有效亲本材料来源于不同的积温带(熟期类型),其中来自第一积温带的亲本材料 11 份,占比为 9.483%;来自第二积温带的亲本材料 55 份,占比为 47.414%;来自第三积温带的亲本材料 13 份,占比为 11.207%;来自第四积温带的亲本材料 30 份,占比为 25.862%;来自第五积温带的亲本材料 2 份,占比为 1.724%;来自第六积温带的亲本材料 5 份,占比为 4.310%。

以上结果说明,分院杂交育种有效亲本主要来源于黑龙江省第二、第三、第四积温带及省外和国外相同熟期类型的材料,占比达到 93.10%,其他积温区(熟期类型)的材料,包括黑龙江省第一、第五、第六积温带及省外和国外相同熟期类型的材料,占比仅为 15.52%。由此可见,亲本熟期类

型是杂交育种亲本选用的关键依据,直接影响新品种选育效果<sup>[9]</sup>(表 5)。

2.2.3 有效亲本所属类型分析归类结果 按照农家品种(地方品种)、创新品种、创新种质(育种中间材料)和引进种质对亲本进行分析归类<sup>[9]</sup>,分院杂交育种有效亲本来源可分为四大类,其中,农家品种(地方品种)4 份,占比为 3.45%;创新品种 64 份,占比为 55.17%;创新种质(育种中间材料)35 份,占比为 30.17%;引进种质(国外材料)13 份,占比为 11.21%。以上结果说明,合丰(合交、合农、佳豆)号系列品种遗传基础来源于农家品种(地方品种),虽然占比较低,但作用与意义是不言而喻的;分院大豆品种的血缘与遗传基因主体来源于创新品种和创新种质(育种中间材料),占比达到 85.34%,特别是创新品种,对品种进步与提升起到了重要作用;引进种质(国外种质)由于受引入途径

限制,有效亲本数量较少,但育成了一批有创新性与突破性的优秀品种,例如合丰 25、合丰 30、合丰 35、合

丰 50、合丰 55、合农 85、合农 95 等名牌品种,其亲本系谱均含有国外引进种质,可见其作用巨大<sup>[10-11]</sup>(表 6)。

表 5 分院大豆杂交育种有效亲本所在积温区(熟期类型)分析归类统计结果

所属积温带	活动积温/℃	亲本数量/个 占比/%		有效亲本名称
第一积温带	>2700	11	9.483	铁丰 18、Hobbit、SPRITE87、swsi、rocki、Dekabig、合农 71、公交 7407、公 84112-1-3、吉林 27、黑农 51
第二积温带	2500~2700	55	47.414	满仓金、荆山璞、合丰 5 号、小粒豆 9 号、合丰 23、钢 201、俄亥俄(Ohio)、拉姆配吉(Rampage)、阿姆索伊(Amsoy)、维尔金(Wilkin)、合 69-231、合丰 25、治安小粒豆、合 8009-1612、绥农 7 号、合丰 33、合 87-1004、合丰 34、合丰 35、绥农 10 号、合 88-910、垦农 7 号、合 95-1101、美国扁茎大豆、合丰 45、龙小粒豆 1 号、日本小粒豆、绥农 4 号、合丰 41、合丰 39、合交 98-1246、合 97-793、合航 93-793(合 93-793)、合丰 47、合丰 50、绥 02-529、垦丰 16、合丰 55、黑农 54、抗线 4 号、垦农 19、合丰 57、绥农 14、合交 02-64、黑农 48、黑农 53、黑农 43、绥农 25、合农 60、合交 04-442、合农 68、绥 98-6227-7、合农 97、合交 94114F3、合 9694F5
第三积温带	2300~2500	13	11.207	秃荚子、东农 55-6006、合丰 22、合丰 24、丰收 10 号、克 4430-20、宝丰 7 号、垦农 18、合交 98-1062、合农 69、合丰 51、合交 03-177、北豆 40
第四积温带	2100~2300	30	25.862	黑河 54、丰收 2 号、合丰 26、合 82-728、合 87-19、北丰 9 号、北丰 11、九三 90-159、合交 93-88、九三 92-168、合交 00-579、合 98-1622、黑龙江 41(俄罗斯)、合交 13、合丰 42、九丰 10 号、黑交 95-750、黑交 01-1032、黑交 02-1872、疆莫豆 1 号、黑河 38、垦鉴豆 25、黑交 13-140、合交 03-214、北豆 5 号、黑河 43、合交 03-1352、登科 1 号、克山 1 号、登科 1230
第五积温带	1900~2100	2	1.724	华疆 4 号、黑河 45
第六积温带	<1900	5	4.310	美国后代材料、华疆 2 号、黑河 35、合丰 37、黑河 49
合计		116	100.000	

表 6 分院大豆杂交育种有效亲本所属类型分析归类统计结果

亲本类型	亲本数量/个 占比/%		有效亲本名称
农家品种(地方品种)	4	3.45	荆山璞、小粒豆 9 号、治安小粒豆、秃荚子
创新品种	64	55.17	合丰 5 号、合交 13、合丰 22、合丰 23、合丰 24、合丰 25、合丰 26、合丰 33、合丰 34、合丰 35、合丰 37、合丰 39、合丰 41、合丰 42、合丰 45、合丰 47、合丰 50、合丰 51、合丰 55、合丰 57、合农 60、合农 68、合农 69、合农 71、合农 97、黑河 54、黑河 35、黑河 38、黑河 43、黑河 45、黑河 49、丰收 2 号、丰收 10 号、克山 1 号、绥农 4 号、绥农 7 号、绥农 10 号、绥农 14、绥农 25、北丰 9 号、北丰 11、垦鉴豆 25、北豆 5 号、北豆 40、疆莫豆 1 号、华疆 2 号、华疆 4 号、铁丰 18、黑农 43、黑农 48、黑农 51、黑农 53、黑农 54、垦农 7 号、垦农 18、垦农 19、宝丰 7 号、龙小粒豆 1 号、垦丰 16、抗线 4 号、九丰 10 号、登科 1 号、满仓金、吉林 27
创新种质(中间材料)	35	30.17	钢 201、合 69-231、合 8009-1612、合 82-728、合 87-19、合 87-1004、合 88-910、合交 93-88、合 98-1622、合交 03-177、合 95-1101、合交 98-1246、合 97-793、合航 93-793(合 93-793)、合交 94114F <sub>3</sub> 、合 9694F <sub>5</sub> 、合交 98-1062、合交 00-579、合交 02-64、合交 03-214、合交 03-1352、合交 04-442、克 4430-20、公交 7407、公 84112-1-3、绥 02-529、绥 98-6227-7、东农 55-6006、九三 90-159、九三 92-168、黑交 95-750、黑交 01-1032、黑交 02-1872、黑交 13-140、登科 1230
引进种质(国外种质)	13	11.21	Hobbit、SPRITE87、swsi、rocki、Dekabig、俄亥俄(Ohio)、拉姆配吉(Rampage)、阿姆索伊(Amsoy)、维尔金(Wilkin)、美国扁茎大豆、日本小粒豆、美国后代材料、黑龙江 41(俄罗斯)
合计	116	100.00	

### 3 讨论与结语

分院大豆杂交育种实践证明:亲本选用与组合配制是品种选育的基础性工作与关键核心技术,本研究基本明确了组合配制规模与亲本选用依据、原则及使用。

#### 3.1 大豆杂交组合配制规模与选育品种概率

分院大豆杂交育种结果表明,杂交组合配制规模以每年 150~200 个为宜,预知育成品种概率为 1.96%。由此可见,杂交组合配制数量不宜过多,重点要在提高组合质量上下功夫,否则会浪费财力、物力与精力。

#### 3.2 大豆杂交亲本选用

大豆杂交育种亲本选用包括亲本选用依据、原则与使用,在组合配制过程中要统筹考虑,综合运用,方能收到奇效。

3.2.1 亲本选用依据 一是,依据育种理论选用亲本。主要依据达尔文进化论、孟德尔遗传理论、米丘林学说和生态育种理论开展育种工作,要充分掌握与理解遗传、变异和选择的意义与作用,所以育种既是一门科学,也是一种艺术,既需要理论指导,也需要实践经验<sup>[8]</sup>。二是,依据育种目标选用亲本。大豆育种目标可分解为品种选育目标和性状改良目标。品种选育目标是育种终极目标,一般是指高产、优质、抗病、抗逆、广适性等,为实施品种改良的战略。性状改良目标是实现育种目标的途径也是实施品种改良的战术,包括产量性状,主要指节数、分枝数、荚数、粒数、粒重等;品质性状,主要指蛋白、脂肪及相关营养成分等;抗病性状,主要指叶部或根部病害等;抗逆性状,主要指对光、温、水的反应;广适性主要指对生态与条件的反应。实践证明,只有统筹育种战略与战术才能实现育种目标。三是,依据遗传背景选用亲本。遗传背景可以明确亲本血缘关系和遗传基础,直接影响育种的成败与效果。品种血缘关系是通过亲本系谱树来分析判定。遗传基础可通过表型性状和基因测序来分析判定。品种表现型主要是由基因型决定的,通过了解农艺性状表现,推断遗传基因,为选用亲本提供现实依据。通过基因测序与基因组学研究,可明确基因组成与控制性状的基因位点,为选用亲本提供理论依据。育种实践证明,充分掌握亲本的遗传背景,可避免杂

交后代遗传基础狭窄和血缘关系太近等问题。

3.2.2 亲本选用原则 一是,起点要高。要选用当地适应性好与表现优良的主推品种,选用参加省级、国家级区域试验和生产试验表现突出的品系或自主改良与创新的优异新种质,或者选择近年来新审定推广的优良品种作为品种改良亲本。较优质的亲本来源是改良品种进步与提升的基础。二是,考虑亲本血缘关系与遗传基础。要选用地缘远缘或生态类型各异或血缘关系不同或遗传基础不同的种质材料或品种(品系)为亲本,改良品种创新性强。三是,考虑亲本配合力。亲本配合力体现亲本的使用效果,要求一般配合力好和特殊配合力突出。例如:合丰 25 直接或间接育成品种 300 个以上<sup>[8]</sup>;合丰 35 直接或间接育成品种 39 个以上<sup>[8]</sup>;北丰 11 直接或间接育成品种 100 个以上<sup>[12-13]</sup>;合丰 50 直接或间接育成品种 20 个以上<sup>[14]</sup>;十胜长叶直接或间接育成品种 400 个以上<sup>[15-16]</sup>,这些品种一般配合力好,特殊配合力突出,既是生产利用的优良品种又是品种改良的优异亲本。四是,考虑目标性状遗传特点。在配制杂交组合时,要考虑亲本的优缺点(丰产性、抗病性、抗倒伏性、品质、熟期等)和目标性状遗传特点(质量性状与数量性状;基因累加与重组)及目标性状的互补性与变异特点,预知后代表现与选择效果,为创制新品种提供基础保证。

#### 3.3 杂交亲本使用

亲本使用体现在杂交组合配制上。一是,确定核心亲本(骨干亲本)与改良亲本。选用当地主推品种、优异种质和新审定的品种为核心亲本(骨干亲本);选用区域与生产试验表现突出的品系、育种中间材料和目标性状突出的新材料为改良亲本。二是,梯级杂交,连续改造。根据育种目标要求,一级杂交创制中间材料,二级或三级杂交创制品种。三是,回交转育,定向改良。选用优良的底盘品种,针对某一性状,选用目标性状突出的亲本,进行一次或多次回交转育,进行品种改良。四是,一母多父,集中围攻。选用表现突出的底盘品种或材料为母本,选用综合性状好的多个亲本,采用一母多父方式配制杂交组合,进行品种改良。五是,多亲本杂交,聚合育种。选用 3 个以上亲本进行复交,聚合优良性状与基因,进行品种改良<sup>[17-19]</sup>。

## 参考文献:

- [1] 韩天富,周新安,关荣霞,等.大豆种业的昨天、今天和明天[J].中国畜牧业,2021(12):29-34.
- [2] 田志喜,刘宝辉,杨艳萍,等.我国大豆分子设计育种成果与展望[J].中国科学院院刊,2018,33(9):915-922.
- [3] 杨春燕,姚利波,刘兵强,等.国内外大豆品质育种研究方法与最新进展[J].华北农学报,2009,24(S1):75-78.
- [4] 李国祯.大豆的遗传与杂交亲本的选配[J].黑龙江农业科学,1983(1):1-4.
- [5] 杨伯玉.大豆杂交育种亲本选配及杂种后代主要性状的定向选择:半个世纪大豆育种实践与思考[J].辽宁农业科学,1999(3):26-30.
- [6] 汪宝坤,赵勇.大豆杂交亲本选配的几点体会[J].辽宁农业科学,1996(5):43.
- [7] 史建辉,印文汇,宋玉红,等.大豆杂交育种的几点体会[J].大豆通报,1999(6):21.
- [8] 郭泰,刘忠堂,王志新,等.合丰(合交、合农、佳豆)大豆育种工作回顾与系列品种分析[J].黑龙江农业科学,2022(9):1-13.
- [9] 郭美玲,郭泰,刘忠堂,等.合丰(合交、合农、佳豆)号系列大豆品种的亲本分析[J].大豆科学,2023,42(2):147-156.
- [10] 郭美玲,郭泰,王志新,等.合丰(合交、合农、佳豆)号大豆品种育种方法与代表性品种分析[J].种子科技,2023,41(5):28-33.
- [11] 郭泰,刘忠堂,胡喜平,等.国外大豆种质资源的引入、研究和利用[J].作物杂志,2005(1):62-64.
- [12] 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.
- [13] 郭美玲,郭泰,王志新,等.大豆优异种质资源北丰 11(北 87-9)育种间接利用与效果分析[J].现代化农业,2022(9):2-9.
- [14] 郭美玲,郭泰,王志新,等.高油大豆种质资源合丰 50 特点与育种利用[J].种子,2021,40(2):116-120,2.
- [15] 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):807-812,819.
- [16] 郭美玲,郭泰,王志新,等.大豆新品种佳豆 33 品种特性与亲本系谱分析[J].黑龙江农业科学,2021(11):130-134.
- [17] 刘忠堂.关于大豆育种技术的商榷(PPT)[EB/OL].(2015-12-06)[2022-6-28].<https://www.docin.com/p-1901048217.html>.
- [18] 师颖,马利平,张瑞军.大豆杂交育种研究进展[J].中国种业,2017(8):17-19.
- [19] 古晓红,李方舟,张海生,等.大豆常规杂交育种和生物分子育种的优劣对比[J].种子科技,2020,38(17):29-30.

## Combination Scale, Variety Selection Probability and Parental Selection of Soybean Crossbreeding

GUO Tai<sup>1</sup>, GUO Meiling<sup>2</sup>, LI Candong<sup>1</sup>, WANG Zhixin<sup>1</sup>, ZHENG Wei<sup>1</sup>, XU Jiefei<sup>1</sup>, ZHAO Xingqi<sup>1</sup>, WANG Xiangran<sup>1</sup>

(1. Jiamusi Branch, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences / National Soybean Regional Technology Innovation Centre / Jiamusi Comprehensive Test Station of National Soybean Industry Technology System / Key Laboratory of Main Crop Breeding and Cultivation in Sanjiang Plain, Jiamusi 154007, China; 2. Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086, China)

**Abstract:** In order to guide the current and future cross-breeding work of soybean, 116 effective parents, 5 610 hybrid combinations and 110 varieties selected for cross-breeding in Jiamusi Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences from 1952 to 2013 were systematically studied and analyzed. The results showed that the optimum annual size of hybrid combinations was 150—200, and the predicted breeding probability was 1.96%. The selection of parents should be based on breeding theory, breeding goal and genetic background. The principle of parental selection should insist on improving the level, considering the parental consanguinity and genetic basis, considering the parental combining ability (general combining ability and special combining ability) and considering the genetic characteristics of target traits. The use of parents should determine the core parents (backbone parents) and improved parents, use step hybridization, continuous transformation, or backcross transfer, directional improvement, or one mother and multiple father, concentrated siege, or use multi-parent hybridization, polymerization breeding.

**Keywords:** soybean cross breeding; combination size; probability of variety breeding; parental selection