



# 东北春大豆区不同年代审定品种主要性状演变分析

孙星邈<sup>1</sup>, 谢建国<sup>1</sup>, 郑海洋<sup>2</sup>, 郭梦瑶<sup>2</sup>, 赵雨轩<sup>2</sup>, 王曙明<sup>1</sup>, 张井勇<sup>1</sup>

(1. 吉林省农业科学院 大豆研究所, 吉林 长春 130033; 2. 东北农业大学 农学院, 黑龙江 哈尔滨 150030)

**摘要:**东北地区是中国大豆的主产区,随着种植年代的推移,东北大豆品种数量不断增多的同时,一些重要农艺性状的演变也呈现出一定趋势。这种趋势反映了人们对于大豆育种选择的倾向以及大豆性状与环境协同的内在联系。因此针对主要性状进行演变分析,对于指导大豆育种研究具有重要意义。本研究收集了1941—2019年东北春大豆区育成的335个大豆品种的主要性状信息,并对其演变过程进行了分析。结果表明:东北春大豆区大豆品种随着年代增加,平均分枝数降低,1940s最高,3.50个,2010s最低,降至0.86个。平均株高在1980s之前呈先降低后升高的趋势,之后平稳上升,2010s最高,为88.20 cm,1950s最低,为73.50 cm。平均生育期在20世纪70年代最长,为123.86 d,之后整体呈下降趋势,在2010s降至116.67 d。品质性状中,蛋白质含量只在20世纪60~70年代间有所升高,其他相邻年代间均呈下降趋势,在1940s最高,为41.40%,在2010s降至39.48%,平均脂肪含量波动较大,在1940s最高,为21.90%,1990s最低,为20.05%。平均百粒重在1990s最高,达到21.03 g,之后呈下降趋势,在2010s最低,为19.17 g。平均单产随年代变化持续增加,由1940s的1 770.00 kg·hm<sup>-2</sup>增长到2 857.06 kg·hm<sup>-2</sup>。育成品种的产量与生育期、株高、百粒重呈极显著或显著正相关,与分枝数呈极显著负相关。研究结果将为东北大豆育种提供重要理论指导。

**关键词:**东北春大豆区;不同年代;主要性状;演变分析

## Evolution Analysis of Main Characters of Spring Soybean Varieties Approved in Different Years in Northeast China

SUN Xing-miao<sup>1</sup>, XIE Jian-guo<sup>1</sup>, ZHENG Hai-yang<sup>2</sup>, GUO Meng-yao<sup>2</sup>, ZHAO Yu-xuan<sup>2</sup>, WANG Shu-ming<sup>1</sup>, ZHANG Jing-yong<sup>1</sup>

(1. Soybean Research Institute, Jilin Academy of Agricultural Sciences, Changchun 130033, China; 2. College of Agriculture, Northeast Agricultural University, Harbin 150030, China)

**Abstract:** Northeast area is the main soybean producing area in China. With the passage of planting years, the number of soybean varieties in Northeast China is increasing, and the evolution of some important agronomic traits also shows a certain trend. This trend reflects the tendency of people to choose soybean breeding and the internal relationship between soybean traits and environmental synergy. Therefore, the evolution analysis of main traits is of great significance for guiding soybean breeding research. The results showed that the average branch number of soybean varieties in the spring soybean area of Northeast China decreased with the increase of years, with the highest in the 1940s, 3.50, and the lowest in the 2010s, down to 0.86. The average plant height decreased firstly and then increased before the 1980s, and then the evolution trend was relatively stable, the highest in the 2010s(88.20 cm), the lowest in the 1950s(73.50 cm). The average growth period was the largest in the 1970s(123.86 days), after the overall downward trend, in 2010s fell to 116.67 days. Among the quality traits, the protein content increased only in the 1960s and 1970s, and decreased in other adjacent decades, reaching the highest in the 1940s(41.40%), in 2010s, it dropped to 39.48%, the average fat content fluctuated greatly, with the highest in the 1940s(21.90%), and the lowest in the 1990s(20.05%). The average 100-seed weight was the highest in the 1990s(21.03 g), it then declined, reaching a minimum of 19.17 g in the 2010s. The average yield increased from 1 770.00 kg·ha<sup>-1</sup> in the 1940s to 2 857.06 kg·ha<sup>-1</sup>. The yield of released varieties was significantly positively correlated with growth period, plant height and 100-seed weight, and significantly negatively correlated with branch number. These results will provide important theoretical guidance for soybean breeding in Northeast China.

**Keywords:** northeast spring soybean area; different years; main traits; evolution analysis

大豆是重要的油料和经济作物,对国家粮食安全、产业安全和经济安全等方面具有重要的战略意义<sup>[1]</sup>。种子是农业“芯片”,品种改良能够提高大豆产量和品质,是振兴大豆产业的重要一环<sup>[2]</sup>。大豆

各个性状之间具有相关性<sup>[3]</sup>,在品种改良过程中,往往涉及许多农艺及生理性状的协同变化<sup>[4]</sup>,这些变化对产量提高及品质提升都有不同程度的贡献<sup>[5]</sup>。因此根据不同时期大豆品种信息对多个农

收稿日期:2022-08-17

基金项目:吉林省农业科技创新工程项目(CXGC2021TD105);财政部和农业农村部:国家现代农业产业技术体系资助(CARS-04-PS11)。

第一作者:孙星邈(1968—),男,硕士,副研究员,主要从事大豆遗传育种研究。E-mail: xingmiao@163.com。

通讯作者:王曙明(1963—),男,博士,研究员,主要从事大豆遗传育种研究。E-mail: shumingw@263.net;

张井勇(1979—),男,博士,副研究员,主要从事大豆杂种优势利用研究。E-mail: zhangjy@cjaas.com。

艺性状演变进行系统研究,进而找出育种选择规律性的倾向,能够大豆新品种的选育提供理论指导<sup>[6-9]</sup>。胡国玉等<sup>[10]</sup>对 1983—2019 年以来安徽省育成的 96 个大豆品种的主要性状演变进行分析发现:单株荚数和百粒重上升;株高降低和分枝数降低;蛋白质及脂肪含量略有降低;单株荚数、百粒重与产量呈显著和极显著正相关,株高、分枝数与产量呈显著负相关;认为安徽地区培育有效分枝少、株高适宜、百粒重较大的品种是其新品种选育的方向。吴昊等<sup>[11]</sup>收集了 2000—2020 年山东审定的 58 个大豆品种的特征特性及产量信息,并分析了性状之间的协同演变规律,结果表明,产量、单株粒数和百粒重呈升高趋势,株高呈现降低趋势,品质性状变化较小,产量与单株粒数和百粒重呈正相关。余忠浩等<sup>[12]</sup>研究了 2002—2021 年内蒙古自治区审定大豆品种主要性状的演变,结果表明近年来内蒙古自治区育成大豆品种产量逐步升高,品质性状提升较为缓慢;产量与百粒重呈负相关,蛋白质含量与脂肪含量呈负相关,生育期与株高和百粒重呈正相关。这些研究反映了品种的有关特性和特征的规律性变化,以及与环境变化相适应的育种目标,对育种指导具有重要意义<sup>[13]</sup>。

东北春大豆区是我国大豆主产区之一,其大豆种植面积长期处于全国前列,整个东北区大豆产量占全国总产量 50% 以上<sup>[14-16]</sup>。目前来看,东北大豆

虽然品种繁多,但主打品种少。良种大豆种植规模小,且经常出现越区种植、混合种植等现象,导致大豆产量不稳定,豆种品质差等问题<sup>[17]</sup>。因此研究东北大豆品种性状演变趋势,总结育种选择规律,对培育适宜在当地大范围推广的豆种是十分重要的。近年来,薛永国、张伟等<sup>[18-19]</sup>先后对黑龙江省和吉林省审定品种的主要农艺性状演变进行了研究。本研究在前人的基础上,在时间和空间上均扩大了研究规模,通过分析整个东北春大豆区 1941—2019 年育成品种的主要农艺性状、产量、品质性状的演变趋势,以期东北地区大豆育种提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 数据收集

本研究统计 1941—2019 年共 335 份东北大豆育成品种的性状(包括国审品种)<sup>[20-32]</sup>(图 1), (部分品种信息来自“2018 年国家北方春大豆品种试验总结”,未发表),根据文献上的品种产量、品质、株高、百粒重等性状信息进行统计分析,文献上没有的性状未作分析。其中黑龙江品种 188 份,吉林品种 87 份,辽宁品种 20 份,内蒙品种 40 份。收集到 20 世纪 40 年代的东北大豆育成品种信息最少,只有两份,均来自吉林省;50 年代 10 份;60 年代 19 份;70 年代 21 份;80 年代 18 份;90 年代 16 份;2001—2009 年 92 份;2010—2019 年 157 份。

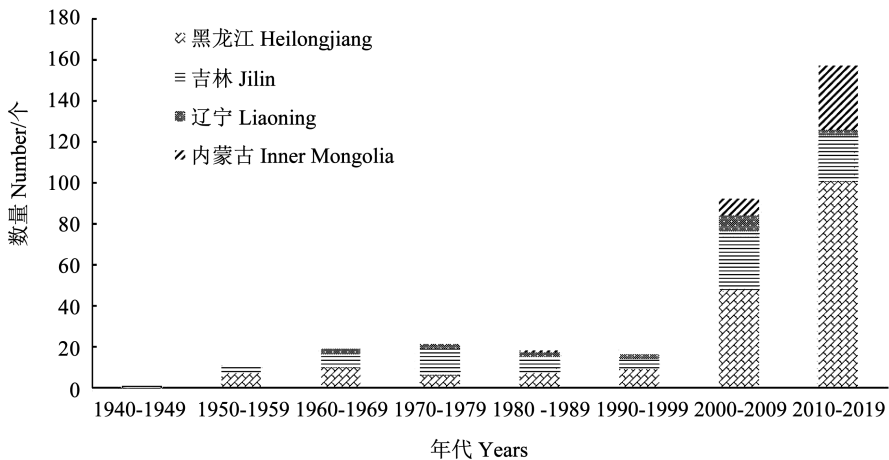


图 1 东北春大豆区各年代育成品种数量统计

Fig. 1 Statistics on the varieties number released in northeast spring soybean area in different years

1.2 数据分析

采用 Excel 2007 进行数据整理并计算平均值、标准差及变异系数,采用 SPSS 26.0 进行显著性检验和相关性分析。

2 结果与分析

2.1 东北春大豆区不同年代育成品种主要性状演变趋势

2.1.1 分枝数 由表 1 可知,育成品种分枝数平均值在 1940s 最高,为 3.5 个,在 2010s 最低,为 0.86 个。变异系数与此相反,最大值出现在 2010s,为 1.01,最小值在 1940s,为 0.00。分枝数在 1940s ~ 1960s 之间呈下降趋势,在 1960s ~ 1970s 之间上升,在 1970s 之后各年代间均呈下降趋势。

2.1.2 株高 东北春大豆区不同年代育成品种的平均株高为 73.5 ~ 88.00 cm(表 1)。1950s 育成品种平均株高最低,为 81.79 cm。2010s 育成品种的平均株高最高,为 88.00 cm。变异系数随着年代的推近逐渐变小。在 1940s ~ 1950s 之间呈下降趋势,在 1950s ~ 1970s 之间明显上升,接着在 1970s ~ 1980s 之间下降,之后各年代间虽然均呈上升趋势,

但变化幅度较小(表 1)。

2.1.3 生育期 东北春大豆区不同年代育成品种的平均生育期为 116.67 ~ 123.86 d,1970s 育成品种的平均生育期最长,为 123.86 d。2010s 育成品种的平均生育期最短,为 116.67 d,与 2000s 育成品种的平均生育期接近。在 1960s ~ 1970s 之间,东北春大豆区不同年代育成品种的平均生育期呈现上升趋势,在 1970s ~ 1980s 之间下降,在其他相邻年代间虽有波动,但幅度较小(表 1)。

2.1.4 结荚习性 在统计品种中有限结荚习性品种为 24 个,占育成品种总数的 7.14%。亚有限结荚习性品种 222 个,占育成品种总数的 66.07%。无限结荚习性品种 90 个,占育成品种总数的 26.79%。不同年代选育品种的生长习性如图 2 所示,1940s ~ 1980s 大豆育成品种结荚习性以无限结荚习性为主。90 年代以后,亚有限结荚习性明显增加,在 1990s、2000s 和 2010s,占比达到 80% 左右。有限结荚习性在各个年代间占比较低。上述结果表明育种家对东北春大豆结荚习性的选育由原本的以无限结荚习性为主,转变为以亚有限结荚习性为主。

表 1 东北春大豆区不同年代育成品种的主要性状平均表现

Table 1 Main characters of varieties released in different years in northeast spring soybean area						
性状 Trait	年代 Years	极小值 Min.	极大值 Max.	均值 Mean	标准差 Standard deviation	变异系数 Coefficient of variation
分枝数 Branch number	1940—1949	3.50	3.50	3.50	0.00	0.00
	1950—1959	1.50	5.30	3.11	1.13	0.36
	1960—1969	1.50	4.50	2.34	0.83	0.35
	1970—1979	1.50	5.00	2.78	1.45	0.52
	1980—1989	0.00	3.50	1.81	0.88	0.48
	1990—1999	0.50	4.00	1.50	0.83	0.55
	2000—2009	0.00	5.00	1.41	0.88	0.63
	2010—2019	0.00	4.70	0.86	0.87	1.01
株高 Plant height/cm	1940—1949	75.00	95.00	85.00	14.14	0.17
	1950—1959	65.00	105.00	73.50	12.48	0.17
	1960—1969	55.00	100.00	78.68	12.12	0.15
	1970—1979	70.00	100.00	86.19	10.71	0.12
	1980—1989	50.00	100.00	81.66	13.66	0.17
	1990—1999	75.00	110.00	84.62	9.95	0.12
	2000—2009	64.00	130.00	85.32	12.11	0.14
	2010—2019	50.00	125.00	88.20	11.13	0.13
生育期 Growth period/d	1940—1949	120.00	125.00	122.50	3.54	0.03
	1950—1959	116.00	138.00	121.90	6.05	0.05
	1960—1969	108.00	141.00	118.47	9.99	0.08
	1970—1979	110.00	135.00	123.86	6.82	0.06
	1980—1989	98.00	135.00	117.83	9.13	0.08
	1990—1999	103.00	133.00	119.50	7.36	0.06
	2000—2009	85.00	133.00	116.81	9.77	0.08
	2010—2019	88.00	130.00	116.67	7.45	0.06

表 1( 续)

性状 Trait	年代 Years	极小值 Min.	极大值 Max.	均值 Mean	标准差 Standard deviation	变异系数 Coefficient of variation
蛋白质含量 Protein content/%	1940—1949	40.00	42.60	41.30	1.84	0.04
	1950—1959	36.80	44.10	40.12	2.09	0.05
	1960—1969	37.30	42.70	39.71	1.74	0.04
	1970—1979	34.40	43.20	38.95	2.57	0.07
	1980—1989	38.80	42.80	40.96	1.34	0.03
	1990—1999	38.05	43.16	40.65	1.45	0.04
	2000—2009	34.00	47.94	40.14	2.15	0.05
	2010—2019	33.43	45.49	39.48	1.97	0.05
脂肪含量 Fat content/%	1940—1949	21.80	22.00	21.90	0.14	0.01
	1950—1959	19.90	21.80	20.69	0.69	0.03
	1960—1969	19.40	23.20	21.32	1.11	0.05
	1970—1979	18.60	23.80	21.37	1.39	0.06
	1980—1989	18.30	22.50	20.72	1.05	0.05
	1990—1999	16.36	22.07	20.15	1.36	0.07
	2000—2009	17.30	22.88	20.61	1.21	0.06
	2010—2019	16.40	24.13	21.03	1.35	0.06
百粒重 100-seed weight/g	1940—1949	19.00	19.50	19.25	0.35	0.02
	1950—1959	17.00	22.00	19.00	1.47	0.08
	1960—1969	12.50	24.00	18.67	2.80	0.15
	1970—1979	16.00	22.00	18.89	1.70	0.09
	1980—1989	16.00	24.00	20.22	2.36	0.12
	1990—1999	19.00	26.00	21.03	1.72	0.08
	2000—2009	8.90	26.00	19.91	2.27	0.11
	2010—2019	8.50	29.00	19.17	2.69	0.14
产量 Yield/ ( kg·hm <sup>-2</sup> )	1960—1969	1770.00	1770.00	1770.00		
	1970—1979	1641.70	2437.50	2156.18	446.21	0.21
	1980—1989	1500.00	3015.00	2243.81	570.70	0.25
	1990—1999	2149.50	2862.00	2481.84	177.30	0.07
	2000—2009	1635.00	3380.40	2567.86	373.97	0.15
	2010—2019	1732.80	3628.50	2857.06	373.69	0.13

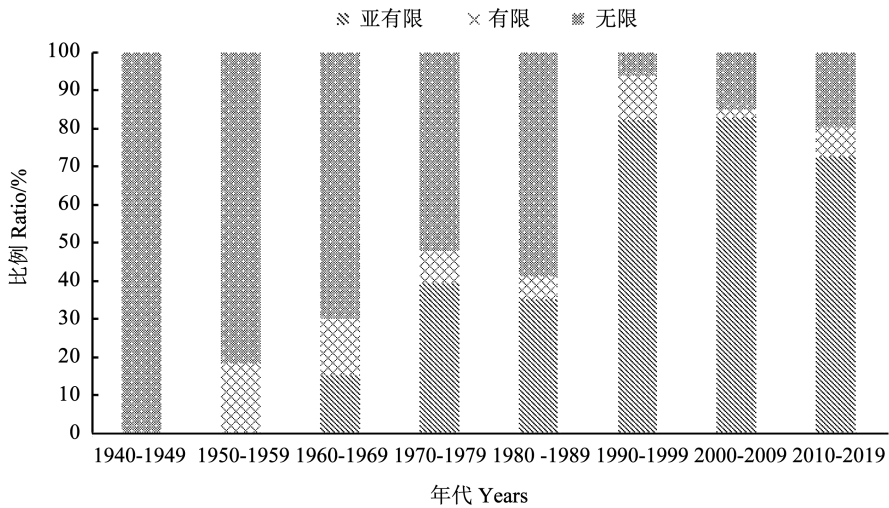


图 2 东北春大豆区育成品种结荚习性统计

Fig. 2 Statistics on pod bearing habits of the spring soybean varieties in Northeast China

2.1.5 品质性状演变趋势 东北春大豆区不同年代育成品种的平均蛋白质含量在 1940s 最高,为 41.30%,最低点在 1970s,为 38.95%,同时变异系数在该时期最高,为 0.07。在 1940s~1970s 之间呈现下降趋势,在 1970s~1980s 之间呈上升趋势,在之后的年代间均呈现下降趋势(表 1)。本研究还统

计蛋白质含量在 43% 以上的品种共 18 个,其中 1950s 育成 1 个,1970s 育成 2 个,1990s 育成 1 个,2000s 育成 7 个,2010s 育成 7 个。根据地域划分,黑龙江育成 12 个,吉林育成 3 个,辽宁育成 2 个,内蒙古育成 1 个(表 2)。

表 2 东北春大豆区不同年代高蛋白品种统计  
Table 2 Statistics of high protein varieties in northeast spring soybean region in different years

年代 Years	品种 Variety	省份/自治区 Province/ Autonomous region	蛋白含量 Protein content/%	年代 Years	品种 Variety	省份/自治区 Province/ Autonomous region	蛋白含量 Protein content/%
1950—1959	丰收 2 号	黑龙江	44.10	2000—2009	晨环 1 号	黑龙江	43.78
1970—1979	吉林 10 号	吉林	43.20		垦丰 20	黑龙江	44.01
	吉林 9 号	吉林	43.00		东农 55	黑龙江	44.33
1990—1999	合丰 36	黑龙江	43.16	2010—2019	沈农 17	辽宁	44.59
2000—2009	蒙豆 36	内蒙古	45.49		润豆 1 号	黑龙江	43.61
	黑河 34	黑龙江	44.92		圣豆 43	黑龙江	44.15
	东农 48	黑龙江	44.53		五芽豆 2 号	黑龙江	44.70
	辽选 2 号	辽宁	43.59		中龙 608	黑龙江	44.26
	吉育 101	吉林	47.94		黑农芽豆 2 号	黑龙江	43.36

东北春大豆区不同年代育成品种的平均脂肪含量在 20.15%~21.90% 之间,在 1940s 脂肪含量最高,在 1990s 脂肪含量最低。在 1940s~1950s 之间呈现降低趋势,1950s~1960s 之间呈现上升趋势,在 1960s~1970s 之间变化不明显,1970s~1990s 之间下降,之后各年代间均呈现上升趋势。本研究统计到的脂肪含量在 22% 以上的品种共 69 个,其中

1940s 育成 1 个,1960s 育成 5 个,1970s 育成 9 个,1980s 育成 1 个,1990s 育成 2 个,2000s 育成 12 个,2010s 育成 39 个,根据地域划分,黑龙江育成 37 个、吉林育成 15 个、内蒙古育成 14 个、辽宁育成 3 个(表 3)。以上可以看出蛋白质和脂肪含量较高品种多在 2000 年后育成,黑龙江品种占多数。

表 3 东北春大豆区不同年代高脂肪含量品种统计  
Table 3 Statistics of high fat varieties in northeast spring soybean region in different years

年代 Years	品种 Variety	省份/自治区 Province/ Autonomous region	脂肪含量 Fatty content/%	年代 Years	品种 Variety	省份/自治区 Province/ Autonomous region	脂肪含量 Fatty content/%
1940—1940	满仓金	吉林	22.00	2010—2019	垦豆 33	黑龙江	22.17
1960—1969	合交 8 号	黑龙江	22.10		吉育 405	吉林	22.29
	合交 6 号	黑龙江	22.50		蒙科豆 2 号	内蒙古	24.09
	吉林 1 号	吉林	23.20		蒙科豆 1 号	内蒙古	23.66
	吉林 6 号	吉林	22.60		中黄 70	内蒙古	23.45
	合交 13	黑龙江	22.70		抚豆 24	内蒙古	23.04
1970—1979	公交 5610—2	吉林	23.80		垦豆 39	黑龙江	22.36
	公交 5610—1	吉林	23.00		绥农 36	黑龙江	22.12
	公交 5601—1	吉林	22.50		长豆 28	内蒙古	22.26
	黑农 10 号	黑龙江	22.40		合农 75	黑龙江	22.92
	吉林 10 号	吉林	22.00		辽豆 46	辽宁	22.52



表 3 (续)

年代 Years	品种 Variety	省份/自治区 Province/ Autonomous region	脂肪含量 Fatty content/%	年代 Years	品种 Variety	省份/自治区 Province/ Autonomous region	脂肪含量 Fatty content/%
1980—1989	吉林 9 号	吉林	22.00		合农 92	黑龙江	22.20
	吉林 8 号	吉林	22.00		蒙科豆 3 号	内蒙古	22.43
	嫩丰 2 号	黑龙江	23.50		龙垦 305	黑龙江	23.34
	黑农 23 号	黑龙江	22.24		合丰 85	黑龙江	22.60
	红丰 3 号	黑龙江	22.50		吉育 362	吉林	23.23
1990—1999	垦农 4 号	黑龙江	22.00		鑫丰 16	内蒙古	23.70
2000—2009	吉林 35	吉林	22.07		蒙科豆 4 号	内蒙古	22.79
	合丰 40	黑龙江	22.02		登科 13	内蒙古	22.19
	垦丰 9 号	黑龙江	22.81		合农 77	黑龙江	24.13
	蒙豆 12	辽宁	22.88		合农 72	黑龙江	23.42
	垦农 20	黑龙江	22.67		龙垦 317	黑龙江	22.88
	东农 49	黑龙江	22.57		中龙 606	黑龙江	22.70
	蒙豆 19	内蒙古	22.39		佳欣 1 号	黑龙江	22.35
	蒙豆 21	内蒙古	22.38		黑农 81	黑龙江	22.18
	吉农 20	吉林	22.22		登科豆 5 号	内蒙古	23.75
	蒙豆 26	内蒙古	22.77		佳豆 6 号	黑龙江	22.79
	天源二号	内蒙古	22.25		佳豆 25	黑龙江	22.48
	沈农 11 号	辽宁	22.44		合农 80	黑龙江	22.33
	北豆 26	黑龙江	22.54		益农豆 510	黑龙江	22.30
	合农 60	黑龙江	22.25		合农 74	黑龙江	22.23
	抗线虫 7 号	黑龙江	22.42		龙垦 348	黑龙江	22.08
2010—2019	黑农 68	黑龙江	22.33		长农 45	吉林	22.38
	合农 63	黑龙江	23.27		德豆 12	吉林	22.32
	绥农 34	黑龙江	22.41				

2.1.6 产量性状 各个年代中,1990s 育成的品种平均百粒重最高,为 21.03 g;1960s 育成的品种的平均百粒重最低,为 18.75 g。其中 2017 年育成的大豆品种绥农 52,百粒重最大,为 29 g。百粒重在 1970s 之前变化趋势不明显,在 1970s ~ 1990s 之间呈上升趋势,在 1990s ~ 2010s 之间呈下降趋势。

不同年代品种产量在 1 770.00 ~ 2 857.06 kg·hm<sup>-2</sup> 之间变化。变异系数在 20 世纪 90 年代最小,为 0.07;在 20 世纪 80 年代变异系数最大,为 0.25。从 20 世纪 60 年代开始,随年代持续上升(表 1)。说明单位面积产量是东北春大豆区育种的最主要目标。本研究统计了单产在 3 000 kg·hm<sup>-2</sup> 的大豆品种,共 69 个。除 1980s 年代育成品种白农 2 号外,其他品种均为 2000 年后育成。其中 2000s 育成 11

个品种,2010s 育成 56 个品种。按照熟期组划分,早熟品种只有中黄 70 产量超过 3 000 kg·hm<sup>-2</sup>,中早熟期组共有 36 个品种;中熟品种 30 个;中晚品种 2 个。根据省份划分,黑龙江品种 36 个,吉林品种 21 个,内蒙古品种 11 个,辽宁品种 1 个(表 4)。可以看出,高产品种基本都在 2000 年后育成,集中在中早和中晚熟期,黑龙江品种占总数的一半以上。

以上可以看出,随时间变化不断升高的性状只有单位面积产量,这是不断选择的结果,说明东北大豆育种首要目标还是以高产为主。分枝数除在 20 世纪 60 年代升高外,在其他年代间均呈现下降趋势,与产量变化趋势相反。此外,进入 21 世纪以来,随着育种理论和育种技术的提高,育成品种数量大幅增多的同时,品种质量也不断提升。

表 4 东北春大豆区不同年代高产品种统计

Table 4 Statistics of high yielding varieties in northeast spring soybean region in different years

年代 Years	品种 Variety	省份/自治区 Province/ Autonomous region	熟期组 Maturity group	产量 Yield/ (kg·hm <sup>-2</sup> )	年代 Years	品种 Variety	省份/自治区 Province/ Autonomous region	熟期组 Maturity group	产量 Yield/ (kg·hm <sup>-2</sup> )
1980 – 1989	白农 2 号	吉林	中早	3015.0	2010 – 2019	垦豆 43	黑龙江	中早	3153.0
2000 – 2009	九农 27	吉林	中	3000.0		绥农 41	黑龙江	中早	3118.4
	九农 30	吉林	中	3132.5		棱豆 3 号	黑龙江	中早	3066.7
	吉林农 14	吉林	中	3031.5		吉林农 48	吉林	中	3454.5
	吉林农 13	吉林	中	3019.3		吉林农 47	吉林	中	3344.4
	吉林育 74	吉林	中晚	3380.4		绥农 44	黑龙江	中早	3311.8
	垦丰 16	黑龙江	中早	3150.5		佳密豆 6 号	黑龙江	中早	3299.0
	吉林农 24	吉林	中晚	3351.1		吉林农 46	吉林	中	3287.4
	丰交 2004	吉林	中	3172.4		省原豆 1 号	吉林	中	3269.4
	丰交 2004	吉林	中	3116.3		垦豆 57	黑龙江	中早	3037.5
	吉林农 20	吉林	中早	3082.2		绥农 52	黑龙江	中早	3282.9
	吉林育 97	吉林	中	3350.4		吉林育 381	吉林	中	3271.3
	合农 60	黑龙江	中早	3608.9		蒙科豆 4 号	内蒙古	中	3196.5
2010 – 2019	垦豆 25	黑龙江	中早	3153.9		绥农 48	黑龙江	中早	3172.2
	黑龙江农 68	黑龙江	中早	3118.5		垦豆 58	黑龙江	中早	3099.4
	辽豆 36	辽宁	中	3160.5		黑龙江农 81	黑龙江	中	3157.2
	黑龙江农 69	黑龙江	中	3043.7		佳欣 1 号	黑龙江	中	3131.6
	农菁豆 2 号	黑龙江	中	3013.5		合农 72	黑龙江	中早	3125.9
	长农 28	内蒙古	中	3484.0		天赐 153	黑龙江	中早	3041.5
	吉林农 33	吉林	中	3423.4		合农 77	黑龙江	中早	3006.3
	蒙科豆 1 号	内蒙古	中早	3411.0		德豆 12	吉林	中	3532.6
	农菁豆 3 号	黑龙江	中	3309.9		九农 43B	吉林	中	3466.7
	中黄 70	内蒙古	早	3306.0		长农 45	吉林	中	3352.9
	垦农 23	黑龙江	中早	3147.0		合农 76	黑龙江	中早	3311.9
	抚豆 24	内蒙古	中早	3112.5		佳豆 6 号	黑龙江	中早	3268.8
	希豆 5 号	内蒙古	中	3628.5		合农 80	黑龙江	中早	3257.0
	辽豆 44	内蒙古	中	3232.5		黑龙江龙芽豆 1 号	黑龙江	中早	3251.4
	长豆 28	内蒙古	中	3210.0		合农 135	黑龙江	中早	3185.0
	长农 31	内蒙古	中	3182.6		垦豆 48	黑龙江	中早	3177.1
	晋豆 47 号	内蒙古	中	3171.0		绥农 53	黑龙江	中早	3099.5
	长农 29	内蒙古	中	3142.6		佳密豆 8 号	黑龙江	中早	3098.1
	垦豆 38	黑龙江	中早	3461.9		田友 2986	黑龙江	中早	3078.5
	东生 77	黑龙江	中早	3407.1		黑龙江农芽豆 2 号	黑龙江	中早	3055.0
	绥中作 40	黑龙江	中早	3331.1		吉林育 761	吉林	中早	3015.2
	合农 76	黑龙江	中早	3311.9					

2.2 不同生育期间主要农艺性状变化趋势分析

本研究在分析东北大豆育成品种主要农艺性状随时间如何演变的基础上,还对其在不同生育期之间的变化趋势进行了分析。从表 5 可以看出,分枝数平均值随着生育期的延长,整体呈升高趋势,中晚熟品种平均分枝数最多,2.51 个。平均株高总体上也是随着生育期的延长呈现升高趋势,极早熟

生育期组株高最低,72.95 cm;中熟生育期组平均株高最高,92.56 cm。单位产量变化趋势与株高相似,整体呈现升高趋势,极早熟组平均单位产量最低,为 2 114.36 kg·hm<sup>-2</sup>;中熟组平均单位产量最高,为 2 914.42 kg·hm<sup>-2</sup>。平均百粒重、蛋白含量、脂肪含量变化趋势不明显。

表 5 东北春大豆区不同生育期主要农艺性状统计

Table 5 Statistics of main agronomic characters at different growth stages in northeast spring soybean region						
生育期	分枝数	株高	百粒重	蛋白含量	脂肪含量	产量
Growth period	Branch number	Plant height/cm	100-seed weight/g	Protein content/%	Fatty content/%	Yield/ (kg·hm <sup>-2</sup> )
极早熟	1.25	72.95	19.65	40.10	20.38	2114.36
早熟	1.59	78.45	19.40	39.54	20.94	2412.08
中早熟	1.14	84.03	19.34	39.66	21.00	2762.83
中熟	1.76	92.56	19.61	39.93	20.80	2914.42
中晚熟	2.51	91.11	20.49	41.16	20.45	2724.14

2.3 育成品种性状间相关性分析

为了解性状间的关系,本研究对收集到的性状进行了相关性分析。育成品种的生育期与株高、分枝数和平均产量呈极显著性正相关,相关性系数分别为 0.40 \*\*,0.23 \*\* 和 0.46 \*\*;分枝数与平均产量呈极显著性负相关,相关性系数为 -0.22\*;株高与平均产量呈极显著性正相关,相关性系数为 0.37 \*\*;百粒重与产量呈显著性正相关,相关性系数为

0.13 \*\*;蛋白质含量与脂肪含量呈极显著性负相关,相关性系数为 -0.53 \*\*;平均产量与蛋白质含量呈显著性负相关,相关性系数为 -0.15\*(表 6)。可以看出,产量性状与其他性状之间具有显著相关性(除脂肪含量性状);品质性状中蛋白质含量与产量呈显著负相关,与其他性状无显著相关性,而脂肪含量和蛋白质含量性状之间呈现负相关性。

表 6 东北春大豆区育成品种主要性状间的相关性

Table 6 Correlation analysis of main characters of varieties released in Northeast Spring soybean							
项目	生育期	分枝数	株高	百粒重	蛋白质含量	脂肪含量	产量
Item	Growth period	Branch number	Plant height	100-seed weight	Protein content	Fat content	Yield
生育期 Growth period	1						
分枝数 Branch number	0.23 **	1					
株高 Plant height	0.40 **	-0.09	1				
百粒重 100-seed weight	0.05	-0.09	0.09	1			
蛋白质含量 Protein content	0.07	0.06	-0.07	0.05	1		
脂肪含量 Fat content	-0.02	0.07	0.07	0.01	-0.53 **	1	
产量 Yield	0.46 **	-0.22 **	0.37 **	0.13 *	-0.15 *	0.12	1

注: \* 和 \*\* 分别代表  $P<0.05$  和  $P<0.01$  水平显著和极显著相关。  
Note: \* and \*\* represent significant and extremely significant correlations at  $P<0.05$  and  $P<0.01$  levels, respectively.

3 讨论

大豆生产布局是作物生产布局的重要内容,大豆生产优势区域分布在东北及西南各省(区),东北地区是我国最大的大豆产区<sup>[33]</sup>。本研究发现东北春大豆区品种分布是不均衡的,黑龙江省大豆品种

在东北春大豆区各个年代间均占据较大比重。李奇峰等<sup>[34]</sup>以农作区分区为基本研究单元,指出东北地区大豆种植重心北移。刘珍环等<sup>[35]</sup>研究 1980—2010 年东北地区种植结构的时空变化特征,发现大豆种植由散布在三省的格局迅速北移集中于黑龙江。因此得益于东北大豆种植业重心北移,黑龙江



省大豆育种得到快速发展。本研究还发现内蒙古自治区大豆品种在2010—2019年间,相比上一个十年,数量增长迅速(275%)。有研究指出内蒙古自治区2018年大豆总产量相比2002年增长了86.2%,内蒙古自治区大豆产业发展迅速<sup>[12]</sup>,以上说明了大豆品种与大豆的产业发展及生产布局紧密相关。

高产是现代农业对作物品种性状的基本要求。许多研究表明,大豆单位面积产量在近几十年来有了大幅度的增加<sup>[18-19]</sup>。本研究发现东北春大豆区育成大豆品种的平均单位面积产量不断提高,与四十年代相比,2010s增长了61.40%。2000s~2010s平均单产提升较其他相邻年份间更高。这与大豆栽培育种技术的提高及优异资源的有效利用密切相关。随着技术的不断革新,东北春大豆区育成大豆品种的产量水平还将会继续升高。百粒重是大豆产量性状的重要组成部分,张桂茹<sup>[36]</sup>研究了黑农号大豆品种农艺性状的遗传改进,认为20世纪70年代育成品种单株产量的增加主要是由百粒重的提高实现的。本研究发现百粒重与大豆单位产量显著正相关。但百粒重在1970s~1990s一直呈上升趋势,之后持续缩短,与单位产量变化趋势不相符。说明大豆产量构成要素复杂,需要多性状协同发展才能取得高产。

优质是现代农业对作物品种性状的又一基本要求。本研究选择蛋白质含量和脂肪含量这两个大豆主要品质性状进行演化趋势分析。研究表明蛋白质含量除在20世纪70年代有所上升外,其余年代间均呈下降趋势,脂肪含量在早期处于波动状态,90年代之后呈持续上升趋势。与前人研究结果相似,徐永华等<sup>[37]</sup>对建国以来黑龙江省选育的148个大豆品种的蛋白质、脂肪含量变化及其地理分布进行了研究,结果显示育成品种的脂肪含量有所提高,蛋白质含量有明显的下降。同时本研究还发现蛋白质含量与单产显著负相关,与脂肪含量极显著负相关。因此推测品质性状的这一演化趋势与人们不断追求高产有关。未来大豆在满足量的前提下,相信人们会更加注重质的提升。

株型是大豆高产稳产的一个重要因素,也是大豆育种中重要的选择指标之一。本研究对大豆株型性状分枝数、株高、结荚习性进行了分析。研究表明分枝数总体呈下降趋势(只在1960s~1970s间有提高)。株高在80年代以后一直平稳增加,但增幅较小。随着时间的推移,东北春大豆区育成大豆

品种由以无限结荚习性为主转变为以亚有限结荚习性为主,这一结果与前人研究相符。王金陵<sup>[5]</sup>在对东北地区大豆株型进行演变的研究中指出:大豆的稳产高产株型,明显由高大分枝多的无限结荚习性向主茎型的亚有限结荚习性方向变化。Diers等<sup>[38]</sup>认为各时间段育成品种单产的提高是由于品种株高和百粒重的同时提高及对应的有效分枝数减少实现的。本研究还发现大豆单产与株高显著正相关,与分枝数显著负相关。所以推测株型性状的演变趋势成因与品质性状类似,都与人们对于高产稳产的追求有关。此外,株型性状的演变还可能与种植模式调整,栽培条件优化、适应机械化有关。

生育期是决定大豆生产布局的重要因素,对其他农艺性状具有重要影响<sup>[39-40]</sup>。本研究发现育成品种平均生育期在1980s之后持续降低。这可能与我国东北春大豆种植区域持续向高纬度推进有关。如20世纪80年代育成的超早熟品种东农36突破了高纬度、高寒山区的大豆栽培禁区,生育期仅有80~90 d<sup>[41]</sup>。本研究还分析了主要农艺性状在不同生育期间的变化趋势。发现平均株高、单位面积产量和分枝数随着生育期的延长,整体呈升高趋势,这与上文中主要性状相关性分析结果相符。原因可能是随着生育期的延长,获取的外界物质及能量增多,大豆生物量积累也随之升高,株高和产量相应增高,同时在保证种植密度的同时,增加分枝数能够充分发挥大豆品种的生产潜力。

## 4 结论

东北春大豆区大豆品种随着年代增加,平均单位面积产量持续增加。平均百粒重在1970s~1990s年代间一直呈上升趋势,之后持续降低。蛋白质含量只在1960s~1970s年代间有所升高,其他相邻年代间均呈下降趋势,平均脂肪含量在早期处于波动状态,20世纪90年代之后呈持续上升趋势。平均分枝数随年代推移而不断减少。平均株高在20世纪80年代之前呈先降低后升高的趋势,之后平稳上升。结荚习性由以无限结荚为主转变为以亚有限结荚为主。平均生育期20世纪80年代之后整体呈下降趋势。研究还发现平均分枝数、株高、单位面积产量随生育期的延长,整体均呈升高趋势。相关性分析发现育成品种的产量与生育期、株高、百粒重呈显著正相关,与分枝数、蛋白质含量呈显著负相关。

参考文献

[1] 侯荣娜,戴旭宏. 中美贸易战视角下振兴东北地区大豆产业发展的政策选择[J]. 农村经济, 2019(12): 26-32. (HOU R N, DAI X H. Policy choice of revitalizing soybean industry in northeast China from the perspective of Sino - US trade war [J]. Rural Economy, 2019(12): 26-32. )

[2] 金剑, 刘晓冰, 王光华, 等. 美国大豆品种改良过程中生理特性变化的研究进展[J]. 大豆科学, 2003, 22(2): 137-141. (JIN J, LIU X B, WANG G H, et al. Research advance on physiological changes from genetic improvement of American soybean cultivars [J]. Soybean Science, 2003, 22(2): 137-141. )

[3] 王振民, 康波, 邓劭华, 等. 吉林省不同年份主推大豆品种性状演变规律的初步分析[J]. 吉林农业大学学报, 1993(S1): 92-95. (WANG Z M, KANG B, DENG S H, et al. Preliminary analysis on evolution rule of main soybean varieties in different years in Jilin province [J]. Journal of Jilin Agricultural University, 1993(S1): 92-95. )

[4] 胡国华. 大豆高产基因拓宽与改良的途径与方法[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. )

[5] 王金陵. 东北地区大豆株型的演变[J]. 大豆通报, 1996(1): 5-7. (WANG J L. Evolution of soybean plant type in northeast China[J]. Soybean Bulletin, 1996(1): 5-7. )

[6] 徐冉, 张礼凤, 王彩洁, 等. 山东省审定大豆品种的产量、品质及株型演变[J]. 中国油料作物学报, 2007(3): 242-247. (XU R, ZHANG L F, WANG C J, et al. Yield, quality and plant type evolution of certified soybean varieties in Shandong province [J]. Chinese Journal of Oil Crops, 2007(3): 242-247. )

[7] 陈应志, 武婷婷, 白岩, 等. 浅谈中国大豆品种改良与更新换代百年史[J]. 大豆科技, 2022(1): 1-5. (CHEN Y Z, WU T T, BAI Y, et al. Discussion on the hundred years history of soybean variety improvement and renewal in China [J]. Soybean Science and Technology, 2022(1): 1-5. )

[8] 任海红, 任小俊, 马俊奎, 等. 1973-2017 年山西省审定大豆品种的系谱分析[J]. 中国油料作物学报, 2019, 41(4): 550-558. (REN H H, REN X J, MA J K, et al. Pedigree analysis of soybean cultivars approved in Shanxi Province from 1973 to 2017 [J]. Chinese Journal of Oil Crops, 2019, 41(4): 550-558. )

[9] 邱强, 赵婧, 张伟, 等. 北方春大豆审定品种的遗传进度分析[J]. 东北农业科学, 2016, 41(5): 11-16. (QIU Q, ZHAO J, ZHANG W, et al. Genetic progress analysis of approved varieties of spring soybean in North China [J]. Northeast Agricultural Sciences, 2016, 41(5): 11-16. )

[10] 胡国玉, 李杰坤, 王大刚, 等. 安徽省不同年代育成大豆品种的性状演变分析[J]. 大豆科学, 2020, 39(5): 657-666. (HU G Y, LI J G, WANG D G, et al. Character evolution analysis of cultivated soybean varieties in Anhui Province [J]. Soybean Science, 2020, 39(5): 657-666. )

[11] 吴昊, 任宏达, 刘仲阳. 2000-2020 年山东省审定大豆品种特

征特性和产量演变[J]. 中国种业, 2022(7): 75-80. (WU H, REN H D, LIU Z Y. Shandong province authorized soybean varieties in 2000-2020[J]. Chinese Seed Industry, 2022(7): 75-80. )

[12] 余忠浩, 周伟, 李志刚, 等. 2002—2021 年内蒙古自治区审定大豆品种主要性状演变分析[J]. 大豆科学, 2022, 41(1): 49-57. (Yu Z H, ZHOU W, LI Z G, et al. Evolution analysis of main traits of soybean varieties in Inner Mongolia autonomous region from 2002 to 2021 [J]. Soybean Science, 2022, 41(1): 49-57. )

[13] 李维平, 张文莉, 张密娥. 作物品种性状演变规律—逆序系数分析法[J]. 陕西农业科学, 1992(5): 40-42. (Evolution rule of crop variety traits—Reverse coefficient analysis [J]. Shanxi Province Journal of Agricultural Sciences, 1992(5): 40-42. )

[14] 傅蒙蒙, 王燕平, 任海洋, 等. 东北春大豆熟期组的划分与地理分布[J]. 大豆科学, 2016, 35(2): 181-192. (FU M M, WANG Y P, REN H X, et al. A Study on criterion, identification and distribution of maturity groups for spring-sowing soybeans in northeast China[J]. Soybean Science, 2016, 35(2): 181-192)

[15] 王燕平, 宗春美, 孙晓环, 等. 东北春大豆种质资源表型分析及综合评价[J]. 植物遗传资源学报, 2017, 18(5): 837-845, 859. (WANG Y P, ZONG C M, SUN X H, et al. Phenotype analysis and comprehensive evaluation of spring soybean germplasm resources in Northeast China [J]. Journal of Plant Genetic Resources, 2017, 18(5): 837-845, 859. )

[16] 郭天宝. 中国大豆生产困境与出路研究[D]. 长春: 吉林农业大学, 2017. (GUO T B. Study on dilemma and way out of China's soybean production [D]. Changchun: Jilin Agricultural University, 2017. )

[17] 张璟, 张振, 徐雪高, 等. 东北大豆供给侧结构性改革进展、问题与对策—基于黑龙江、吉林、内蒙古三省(区)的调研[J]. 新疆农垦经济, 2018(1): 10-14. (ZHANG J, ZHANG Z, XU X G, et al. Progress, problems and countermeasures of soybean supply side structural reform in northeast China—A based on Heilongjiang, Jilin and Inner Mongolia [J]. Xinjiang Farms Economy, 2018(1): 10-14. )

[18] 薛永国, 魏喙, 唐晓飞, 等. 黑龙江省育成大豆品种性状演变的分析[J]. 大豆科学, 2015, 34(3): 361-366. (XUE Y G, WEI L, TANG X F, et al. Analysis on the evolution of cultivated soybean varieties in Heilongjiang Province [J]. Soybean Science, 2015, 34(3): 361-366. )

[19] 张伟, 王曙明, 邱强, 等. 从品种志分析吉林省八十五年来大豆育成品种产量和品质的演变[J]. 大豆科学, 2009, 28(6): 970-975. (ZHANG W, WANG S M, QIU Q, et al. Analysis of yield and quality evolution of soybean cultivars in Jilin Province during the past 85 years from cultivar records [J]. Soybean Science, 2009, 28(6): 970-975. )

[20] 邱丽娟, 王曙明. 中国大豆品种志(1993—2004) [M]. 北京: 中国农业出版社, 2007. (QIU L J, WANG S M. Chinese soybean cultivar annals (1993-2004) [M]. Beijing: China Agricultural Press, 2007. )

[21] 邱丽娟, 王曙明. 中国大豆品种志(2005—2014) [M]. 北

京：中国农业出版社，2018. (QIU L J, WANG S M. Chinese soybean cultivar annals (2005-2014) [M]. Beijing: China Agricultural Press, 2018. )

[22] 张子金. 中国大豆品种志 [M]. 北京：中国农业出版社，1985. (ZHANG Z J. Soybean varieties in China [M]. Beijing: China Agricultural Press, 1985. )

[23] 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. (HU M X, TIAN P Z. Chinese soybean cultivar annals 1978—1992 [M]. Beijing: China Agricultural Press, 1993. )

[24] 孙明明，王萍，吕世翔，等. 2015 年黑龙江省审定推广的大豆品种 I [J]. 大豆科学，2015，34(5)：918-920. (SUN M M, WANG P, LYU S X. Soybean varieties I approved and promoted in Heilongjiang province in 2015[J]. Soybean Science, 2015, 34(5)：918-920. )

[25] 孙明明，王萍，吕世翔，等. 2015 年黑龙江省审定推广的大豆品种 II [J]. 大豆科学，2015，34(6)：1100-1102. (SUN M M, WANG P, LYU S X, et al. Soybean varieties II approved and promoted in Heilongjiang province in 2015[J]. Soybean Science, 2015, 34(6)：1100-1102. )

[26] 孙明明，王萍，吕世翔，等. 2016 年黑龙江省审定推广的大豆品种 [J]. 大豆科学，2016，35(5)：875-880. (SUN M M, WANG P, LYU S X, et al. Soybean varieties approved and promoted in Heilongjiang province in 2016[J]. Soybean Science, 2016, 35(5)：875-880. )

[27] 王萍，武琦，孙明明，等. 2017 年黑龙江省审定推广的大豆品种 [J]. 大豆科学，2017，36(5)：824-830. (WANG P, WU Q, SUN M M, et al. Soybean varieties approved and promoted in Heilongjiang province in 2017[J]. Soybean Science, 2017, 36(5)：824-830. )

[28] 孙明明，武琦，王萍，等. 2017 年黑龙江审定推广的大豆品种 II [J]. 大豆科学，2017，36(6)：980-986. (SUN M M, WU Q, WANG P, et al. Soybean varieties II approved and promoted in Heilongjiang province in 2017[J]. Soybean Science, 2017, 36(6)：980-986. )

[29] 吕世翔，武琦，王萍，等. 2018 年黑龙江审定推广的大豆品种 I [J]. 大豆科学，2018，37(5)：820-828. (LYU S X, WU Q, WANG P, et al. Soybean varieties approved and promoted in Heilongjiang province in 2018 [J]. Soybean Science, 2018, 37(5)：820-828. )

[30] 王萍，武琦，吕世翔，等. 2018 年黑龙江审定推广的大豆品种 II [J]. 大豆科学，2018，37(6)：989-998. (WANG P, WU Q, LYU S X, et al. Soybean varieties II approved and promoted in Heilongjiang province in 2018 [J]. Soybean Science, 2018, 37(6)：989-998. )

[31] 孙明明，武琦，吕世翔，等. 2019 年黑龙江省审定推广的大豆品种 [J]. 大豆科学，2019，38(5)：821-835. (SUN M M, WU Q, LYU S X, et al. Soybean varieties approved and promoted in Heilongjiang province in 2019 [J]. Soybean Science, 2019, 38(5)：821-835. )

[32] 吕世翔，武琦，孙明明，等. 2019 年黑龙江省审定推广的大豆品种 II [J]. 大豆科学，2019，38(6)：1003-1018. (LYU S X, WU Q, SUN M M, et al. Soybean varieties II approved and promoted in Heilongjiang province in 2019 [J]. Soybean Science, 2019, 38(6)：1003-1018. )

[33] 潘晓卉. 东北地区大豆生产布局变化及影响因素分析 [D]. 长春：中国科学院大学(中国科学院东北地理与农业生态研究所)，2019. (PAN X H. Spatio-temporal variation of soybean production in northeast China and its influencing factors [D]. Changchun: University of Chinese Academy of Sciences (Northeast Institute of Geography and Agroecology, Chinese Academy of Sciences), 2019. )

[34] 李奇峰，张海林，陈阜. 东北农作区粮食作物种植格局变化的特征分析 [J]. 中国农业大学学报，2008，13(3)：74-79, 84. (LI Q F, ZANG H L, CHEN G. Changes in spatial distribution and planting structure of major crops in northeast China [J]. Journal of China Agricultural University, 2008, 13(3)：74-79, 84. )

[35] 刘珍环，唐鹏钦，范玲玲，等. 1980—2010 年东北地区种植结构时空变化特征 [J]. 中国农业科学，2016，49(21)：4107-4119. (LIU Z H, TANG P Q, FAN L L, et al. Spatio-temporal changes of cropping types in northeast China during 1980-2010 [J]. Journal of China Agricultural University, 49(21)：4107-4119. )

[36] 张桂茹. 黑农号大豆品种的基因源及农艺性状的遗传改进 [J]. 大豆科学，1998，17(4)：62-67. (ZHANG G R. Gene source of Heilong series of soybean and genetic improvement of major agronomic traits [J]. Soybean Science, 1998, 17(4)：62-67. )

[37] 徐永华，何志鸿. 黑龙江省大豆化学品质生态地理分布：育成品种化学品质的遗传改进与生态分布 [J]. 大豆科学，1997，16(2)：11. (XU Y H, HE Z H. Genetic improvement and ecological distribution of chemical contents of soybean varieties released in Heilongjiang of PRC [J]. Soybean Science, 1997, 16(2)：11. )

[38] DIERS B W, SPECHT J, RAINEY K M, et al. Genetic architecture of soybean yield and agronomic traits [J]. G3:Genes Genomes Genetics, 2018, 8(10)：3367-3375.

[39] 胡国玉，李杰坤，黄志平，等. 不同结荚习性夏大豆种质的农艺表现及其与产量的相关分析 [J]. 植物遗传资源学报，2014，15(2)：417-422. (HU G Y, LI J K, HUANG Z P, et al. Agronomic performance of summer soybean germplasm with different pod habit and its correlation with yield [J]. Journal of Plant Genetic Resources, 2014, 15(2)：417-422. )

[40] 周勋波，吴海燕，姜德锋，等. 不同结荚习性大豆株型特征与产量表现 [J]. 中国油料作物学报，2004，26(2)：61-64. (ZHOU X B, WU H Y, JIANG D F, et al. Plant type characteristics and yield performance of soybean with different pod habit [J]. Chinese Journal of Oil Crops, 2004, 26(2)：61-64. )

[41] 王源才. 超早熟、高蛋白大豆新品种“东农 36” [J]. 种子，1983(3)：84. (WANG Y C. ‘Dongnong 36’, a new soybean variety with super early maturity and high protein [J]. Seed, 1983(3)：84. )