

# 黑龙江省育成大豆品种性状演变分析

薛永国, 魏 峡, 唐晓飞, 刘丽君

(黑龙江省农业科学院 大豆研究所, 黑龙江 哈尔滨 150086)

**摘 要:**依据大豆品种志和选育报告(1941~2011年)登记的黑龙江省育成大豆品种的育种方法和各性状数据,应用统计学方法对所育成大豆品种的育种方法、产量、蛋白质含量、脂肪含量、结荚习性、种植密度、植株高度、百粒重、叶形、花色等性状演化进行分析。结果表明:黑龙江省大豆的育种方法以系谱法为主,呈多元化发展。系谱法育成品种占有品种的90.4%,其余为整理单株、辐射育种、花粉管通道等方法育成。大豆品种产量呈持续增加趋势,植株增高是构成产量增加重要因素之一;叶型和结荚习性发生了定向变化,亚有限结荚习性和披针叶形品种明显增多;花色以紫花居多,紫花与白花的品种符合自然分配比例;脂肪增加明显,蛋白基本无变化。

**关键词:**黑龙江大豆品种;大豆性状;育种策略

**中图分类号:**S565.1      **文献标识码:**A      **DOI:**10.11861/j.issn.1000-9841.2015.03.0361

## Analysis and Evolution on Different Traits of Soybean Varieties from Heilongjiang Province

XUE Yong-guo, WEI Lai, TANG Xiao-fei LIU Li-jun

(Soybean Research Institute of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086, China)

**Abstract:** Statistical method was used to analyze the variation and evolution of breeding method and traits of soybean in Heilongjiang province. The traits included yield, protein content, oil content, pod hearing habits, planting density, plant height, 100-seed weight, leaf shape and flower color of soybean. The results showed that pedigree method still was the main method, more and more other methods were used to assistant breeding. The yield of soybean varieties presented continuous increasing in Heilongjiang, and the rising of plant height was one of the important factors to yield increasing. The average planting density had no obvious change, but the changes of the cultivation pattern made it more reasonable. The directive selection happened accidentally in long leaf and pod hearing habit soybean varieties. The flower color mostly was purple, and the varieties with purple and white flower conformed to the natural allocation proportion. Owing to the breeding objective, the fat content increased obviously whereas the protein content had no difference.

**Keywords:** Soybean varieties of Heilongjiang; Soybean traits; Breeding strategy

大豆是黑龙江省主栽作物之一,1941~2011年已育成大豆品种457个,与早期审定的品种相比,出现了一些新的育种方法,同时其产量、花色、叶型、株高、百粒重、脂肪和蛋白质含量等性状都发生了很大变化。株高、主茎节数、单株荚数、单株粒数、百粒重等性状关系到大豆产量<sup>[1-5]</sup>,蛋白质和脂肪含量关系到大豆品质。研究这些性状的演变,分析其演变规律和原因,对于提高大豆产量和育种趋势的认识具有重要作用。

### 1 材料与方法

#### 1.1 材料

黑龙江省1941~2011年审定的大豆品种的选育方法、产量、生育期、花色、叶型、结荚习性、蛋白质含量、脂肪含量、审定年份等数据,均从中国作物种质资源信息网(www.cgris.net),张子金主编中国大豆品种志,胡明祥、田佩占主编中国大豆品种志(1978~1992),邱丽娟、王曙明主编中国大豆品种

志(1993~2004)<sup>[6-9]</sup>及黑龙江省大豆品种选育报告获得。产量以审定时生产试验的产量为标准进行产量统计。对于品种志和选育报告中缺失数据,不做统计。

#### 1.2 方法

将各品种的育成方法作整体分类分析。将各品种的性状以10年为一节点,数量性状以平均值统计,质量性状以所占百分比统计。同时将所有性状数据用Excel 2007折线图或散点图表示,油分和蛋白含量采用软件SPSS 13.0做相关和回归分析。

### 2 结果与分析

#### 2.1 育种方法的变化

1941~2011年,黑龙江育成的457个品种中,选育方法由最初的单株提纯演变为目前的系谱法为主、辐射育种为辅,各种方法相结合。育成的457个品种中,通过选择整理单株提纯培育而成的有15个,占总品种的3.3%。这多是早期的品种,如合丰

1~6号、东农1号、西比瓦、新四粒黄、紫花4号、克霜等。80年代之后这种方法就鲜有应用,只有牡丰7号和绥农28通过整理变异单株育成。通过辐射育种育成品种占总体的5.9%。辐射育种从60年代早期的直接辐射诱变选育,有黑农4~8号。到70年代以后辐射与杂交相结合。用到的射线有X射线、Co $\gamma$ 射线、热中子和快中子,辐射的材料从亲本材料,到F<sub>1</sub>~F<sub>5</sub>各世代均有。利用外源DNA无载体介导法育成的大豆新品种2个,占育成品种的0.4%。育种方法的发展中辐射诱变方法的增多,同时出现花粉管通道法、分子标记辅助和转基因技术等新的育种方法,如黑生101通过花粉管通道法培育而成。虽然大豆培育方法越来越多,但主要育种方法仍是以常规的系谱法为主,占有育成品种的90.4%,系谱法中包含改进的混合处理法或摘荚法,

也包含多种杂交方式和回交方式。

2.2 育成品种产量的变化

大豆产量在各阶段一直处于增加趋势,而且近20年增加更明显。从最初的1460 kg·hm<sup>-2</sup>增加到2011年的2600 kg·hm<sup>-2</sup>以上。为了减少生育日数对产量的影响,消除各积温带品种数量不同对产量带来的影响,采用各品种产量/生育期作为对单产的衡量,从而更真实地展现单产的变化趋势,(图1)。结果表明大豆单产一直处于增加趋势,尤其是80年代后期开始,增加趋势明显加大。产量/生育期的平均值从最初的13 kg·hm<sup>-2</sup>·d<sup>-1</sup>到80年代的18 kg·hm<sup>-2</sup>·d<sup>-1</sup>,目前达到22 kg·hm<sup>-2</sup>·d<sup>-1</sup>。大豆审定品种产量的持续增加,是育种家对大豆产量性状持续选择的结果,也说明育种方法的有效性。

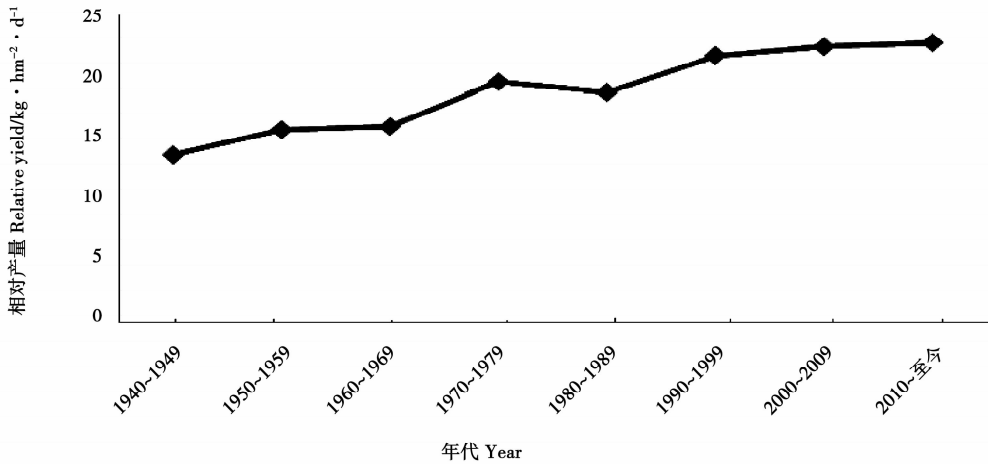


图1 不同年代大豆品种(产量/生育期)的变化

Fig. 1 Changes of soybean (yield / growth period) in different years

2.3 大豆品种脂肪含量与品种育成年代的趋势关系

大豆品种脂肪含量与品种育成年代的趋势关系明显。黑龙江省大豆品种从建国初期开始,就不乏高油大豆品种,因为高寒气候条件利于大豆脂肪累积。由图2可以看出,1960~1980年,品种脂肪含量出现一个峰值,达到22%以上,因为当时亲本资源有限,常采用的亲本的脂肪含量相对较高,例如当时的主要亲本资源满仓金、元宝金、紫花4号,脂肪含量都达到21%以上。同时这期间育成审定的品种数量较少,为57个,占全部品种的12.6%。而1990~2010年,油分平均值为20.1%~20.93%,审定品种为288个,占全部品种的63%,其中油分达到23%以上的品种有21个。用SPSS 13.0对1990~2010年的育成大豆品种油分与品种审定年份做相关回归分析,呈显著相关,相关系数为R<sup>2</sup> = 0.54 (P<0.01),这与90年代开始国家提倡高油大豆育种的科技政策有关。

2.4 大豆品种蛋白质含量与育成年代的趋势关系

大豆品种蛋白质含量随年代无明显变化。黑龙江省大豆蛋白质在20世纪90年代之前有大的起

伏,原因是当时品种数量少,个别品种的变化就会严重影响蛋白质平均值的变化,因此品种数量成为一个影响平均值的主要因素。在90年代之后,大豆蛋白质含量基本没有变化,因为黑龙江处于高寒地区,气温环境利于脂肪积累,而脂肪与蛋白质呈负相关,所以脂肪含量的增加会降低蛋白质含量。但大豆品种蛋白质含量最高值差异在40.28%~46.85%,与推广年份间相关关系为R = 0.178,没有表现出显著相关。同时说明,脂肪和蛋白质这种多基因控制的复杂代谢的产物,其相互之间变化独立性大于其相关性(图4)。

2.5 大豆品种植株高度的变化

大豆品种植株高度一直在增高。大豆育种对产量的选择,多是以选择单株性状为目标。而株高是单株产量的重要构成因素,长期选择的结果使大豆株高一直在增加。统计发现,株高与产量有比较一致的明显的正相关,相关系数R<sup>2</sup> = 0.689。所以近年来大豆产量的增加,株高是重要的因素。但是株高增加必然增加倒伏风险,今后的育种理念应把株高控制在一定范围内。同时株高容易受环境因素影响<sup>[10]</sup>,所以育种选择株高时采用统一水肥条件和多地点重复来消

除环境影响。再配合栽培模式,注重株型选择,通过增加群体优势来达到增产(图5)。

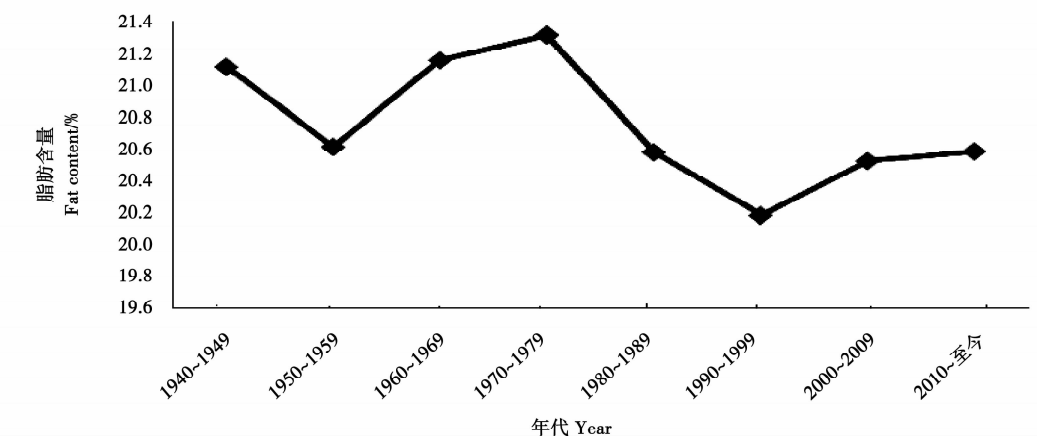


图3 不同年代大豆品种脂肪含量变化  
Fig. 3 Changes of soybean fat content in different years

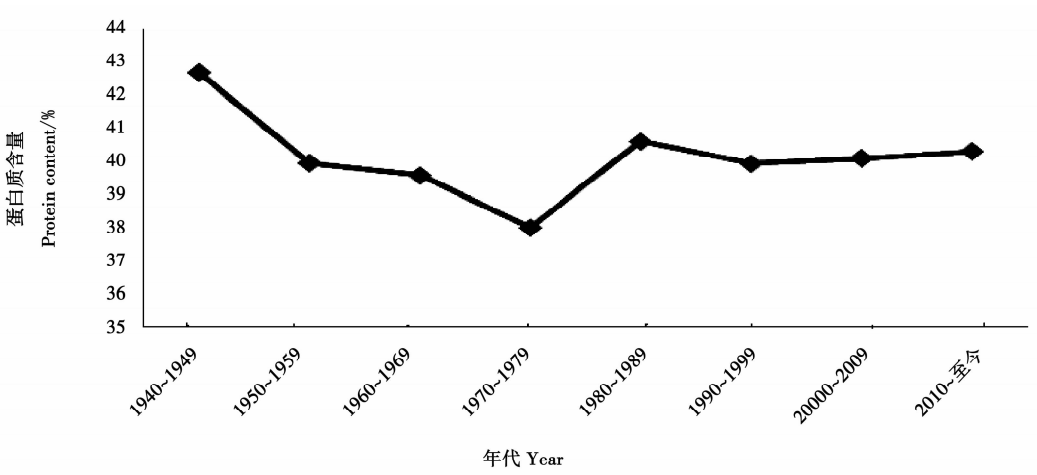


图4 不同年代大豆品种蛋白含量变化  
Fig. 4 Changes of soybean protein content in different years

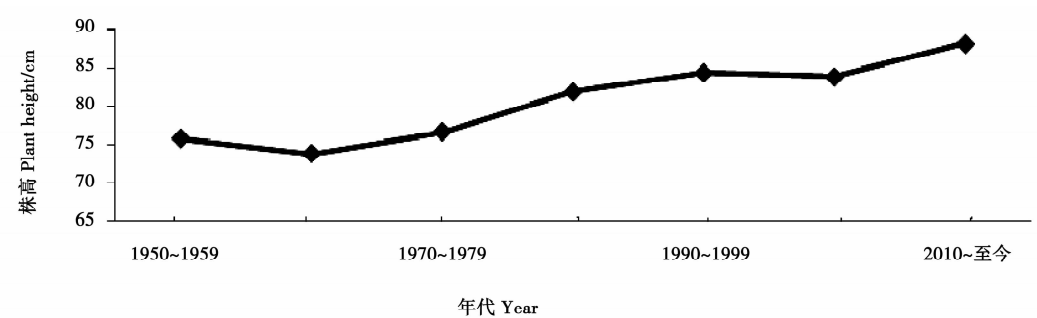


图5 不同年代大豆株高变化  
Fig. 5 Changes of soybean plant height in different years

2.6 大豆品种百粒重的变化

大豆品种百粒重基本没有变化,只是在一定范围内波动,平均 20 g 左右。实际上百粒重也是构成单株产量的重要性状,但其没出现一致性的增长或者减少,很明显能看出其与随年代一直增加的产量的相关性不大(图6)。但大豆百粒重属于重要的外观经济性状,能够改变大豆的市场价值,受市场需求的影响,因此近年来出现了许多百粒重明显不同的特用型大豆,如:菜用豆、毛豆、纳豆等。

2.7 大豆品种结荚习性的变化

大豆品种结荚习性变化明显。大豆品种结荚习性经历了无限品种由少到多,再到少,然后逐渐增多的过程,类似“几”字的过程,而亚有限品种则正好相反。20 世纪 50 年代的无限品种由很少上升到 80% 以上,然后逐渐减少,到 90 年代为 30% 左右,随后 20 年间稳定中略有升高,而其亚有限结荚习性正好相反。只有极个别的为有限结荚习性,目前为止黑龙江所有审定品种,有垦农 4 号、龙黑大豆

1 号、合农 60 和庆鲜豆 1、2 号 5 个品种为有限结荚习性。大豆结荚习性随年代的明显变化趋势是与环境和栽培条件相适应的。早期亲本资源材料有限,无限结荚习性占据大多数,所以培育品种中相应的无限结荚习性也多,而且,当时农业生产条件较差,适应性强的无限结荚习性品种更有优势,所以 50 ~ 70 年代,无限品种一直占据 80% 以上。80 年代开始,农业耕作水平和土壤水肥条件都有所提升,大豆亲本资源的类型也增多,随着高产品种合丰 25 的出现,大豆育种提出半矮秆、亚有限结荚习性类型的大豆育种方向,便出现大量的亚有限结荚习性品种,持续至今(图 7)。

大豆结荚习性明显影响大豆产量<sup>[11]</sup>。有限结

荚习性类型品种植株分枝多、植株粗壮、荚多、粒大,但每荚粒少,需要大的生长量,一般生育周期较长,所以黑龙江缺少这类品种。无限结荚习性类型的品种,植株上中下三个部位所结的荚约为3:6:1,分布较为均匀,下部不过于空虚,而且由于主茎是“无限”生长习性,当条件好时,上部结荚可以多一些,条件差时,上部结荚可以少一些,自身调节能力较强,适宜多种环境,产量优势明显。而亚有限类型一半以上的荚集中在植株上部的 5 个节,其中最顶端的一节上的荚占全株荚数的 1/5,这一节的荚能否保住,对于产量的影响极大,因此,无限类型的适应范围应当更广泛一些,而亚有限类型则应当种在水肥条件较好的地方。

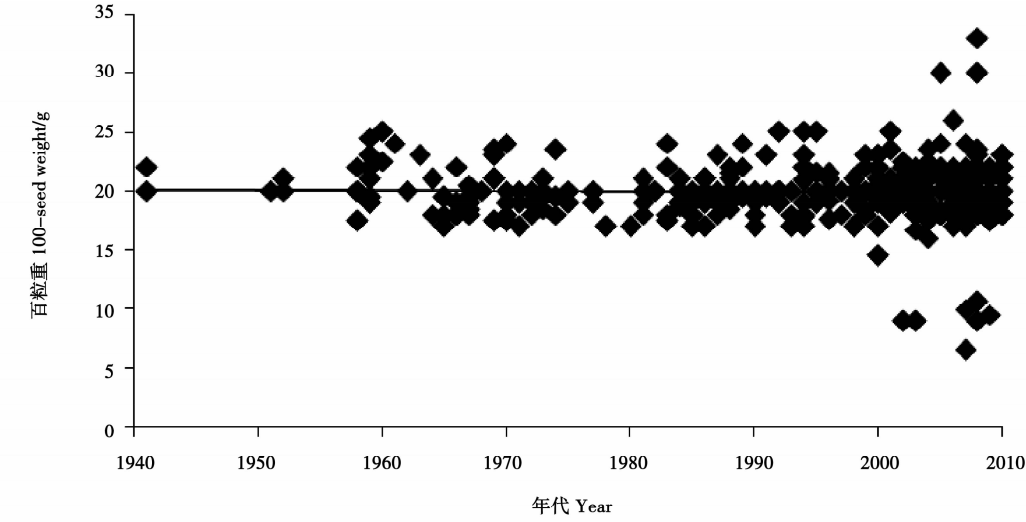


图 6 不同年代大豆品种百粒重的变化  
Fig. 6 Changes of soybean 100-seed weight in different years

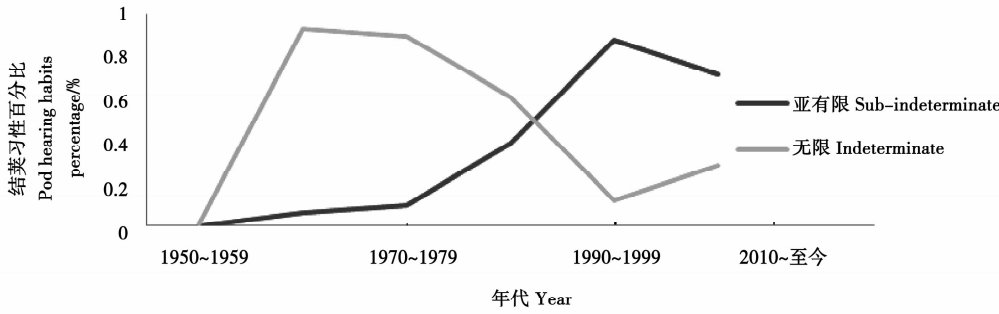


图 7 不同年代大豆品种结荚习性的变化  
Fig. 7 Changes of soybean pod hearing habit in different years

2.8 大豆品种花色和叶型的变化

20 世纪 50 ~ 80 年代,大豆品种花色早期以白花为主,到后期紫花逐渐变多,90 年代之后黑龙江育成大豆品种中,以紫花居多,占到60%~70%。最初白花大比例的出现是因为大豆育种早期品种少,品种数量对这种比例影响很大,有限的几个亲本中,满仓金、元宝金这样的白花品种应用较广。而后期以紫花为主是因为紫花为显性基因控制,所以自然界资源也是以紫花为主,占到60%~70%。若不针对花色进行选择的话,育成品种中紫花分布也应

该符合这个范围。这种花色演变趋势正说明花色一直没有作为育种选择因素(图 8)。

黑龙江育成大豆品种中叶型也是长叶越来越多,圆叶越来越少。因为任何高产的大豆品种,必然是群体光合效率比较高的,即光合面积大、透光性和通风性好。同时育种中增加单位面积株数,扩大光合面积和效率,这样小区测产中高产的一般都是这几个因素比较合理的,因而无意间使得株型和叶型被选择,长叶更有优势,因而使得目前育成大豆品种长叶越来越多(图 9)。叶型是影响群体产量

的一个因素,今后如何在大豆育种过程引入,从叶型、叶角,株高等多种因素综合考虑,选出大豆高产

的理想株型,有待进一步探讨。

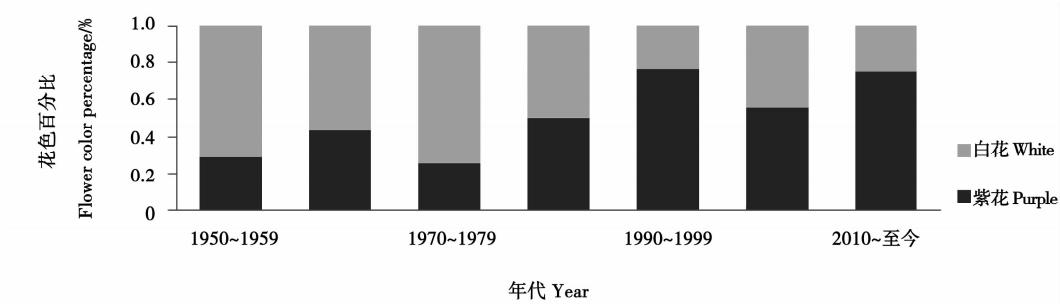


图 8 不同年代大豆品种花色的变化  
Fig. 8 Changes of soybean flower color in different years

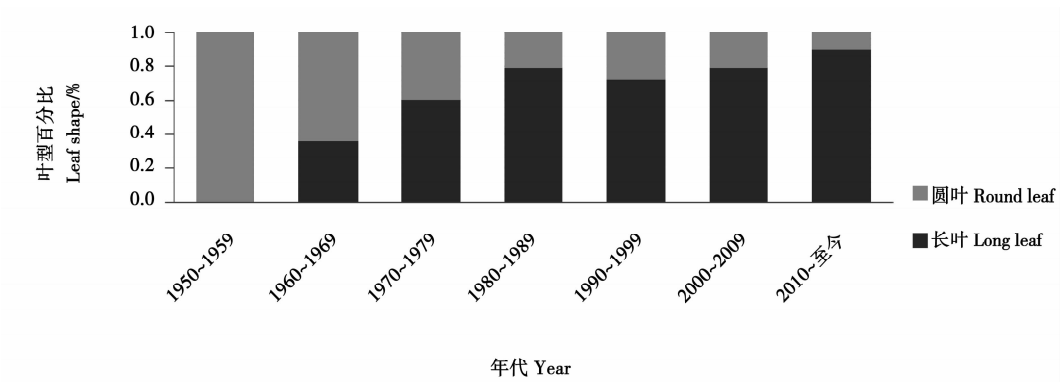


图 9 不同年代大豆品种叶型的变化  
Fig. 9 Changes of soybean leaves' shape in different years

3 讨 论

对黑龙江省育成大豆品种各性状的统计发现,各品种性状随年代变化明显。性状之间相互关联,密切复杂<sup>[13]</sup>。引起这些变化的原因有亲本资源的丰富,有针对某个性状选择而引起牵一发动全身的效果,也有科技政策的影响以及栽培水平的提高等。正确分析这种变化的原因,可以为大豆育种提供参考,预测育种方向和趋势。

品种产量随年代的增长而持续增加,是构成产量因素的各性状综合的结果<sup>[14]</sup>。但品种产量需要同一生育期内的品种对比才有意义,所以用产量除以生育期,则能反映除生育期外的其余产量因素引起的增产。研究发现株高是产量增加的最重要因素,相关系数达 0.689。但株高又是受环境影响最大的性状之一,所以育种过程中如何排除环境因素,避免依靠株高增产引起的倒伏隐患,恰当地把株高当作选种指标值得进一步探讨<sup>[15-16]</sup>。

对于黑龙江省所有育成大豆品种的蛋白质和脂肪含量分析表明,在一定阶段内出现众多高脂肪的品种,且高油品种与推广年份间存在显著相关,但蛋白质含量与推广年份相关不显著,与前人的研究基本一致<sup>[12]</sup>。这与 20 世纪 90 年代国家科技政策支持培育高油大豆密不可分。黑龙江省农业科

学院育成大豆品种脂肪大于 22% 的品种 75 个以上,最大值为 23.4%,最小为 16.11%,极值差为 7.3 个百分点,脂肪的方差为 1.74。根据品种资源的脂肪变异范围和方差值,脂肪育种还有很大的潜力可挖掘。因此品质育种材料的搜集整理,也显得非常重要<sup>[17]</sup>。而作为与脂肪有负相关的蛋白质含量,多年来却无明显变化,则说明蛋白质含量除与脂肪负相关外,也存在明显的独立性,育种中蛋白质与脂肪含量同时提高是可行的。

本文统计发现品种培育过程中不加选择压力的一些农艺性状,最终也产生了定向的改变,例如叶型和结荚习性比例。说明这些性状与增加选择压力的性状存在明显关联。目前大豆的选育方式是以产量为主要指标的选育方式,说明叶型和结荚习性也最终影响着品种产量。如针对黑龙江西部干旱地区育种的黑龙江省农业科学院齐齐哈尔分院所育成的大豆品种中,无限结荚习性的占 82%<sup>[18]</sup>。目前各种极端气候现象增多,今后适应多气候条件的品种应是育种趋势,育种早世代在多点多气候条件下进行育种选择,注重产量结果,参考结荚习性、叶的形状,并细化这些与逆境条件相关的性状<sup>[19-20]</sup>,阐释其与更多农艺性状的关系<sup>[21-22]</sup>,可进一步为多环境育种提供参考。

大豆百粒重前人已经做了大量的研究,其属于重要的产量构成因素<sup>[7-9]</sup>,但本文研究发现其对育

成品种产量的提高一直没有起到多大贡献,而百粒重又作为大豆收购的一个直观性状,根据市场需求出现了多元化的变化。例如专生豆芽和作纳豆的小粒豆,作菜豆的大粒豆。

花色作为大豆育种中不加选择的中性指标,符合基因分布规律,说明统计的大豆育成品种的数据来源没有取样偏差,受到取样干扰,符合统计规律。

参考文献

[1] 崔文馥. 黑龙江大豆育成品种的回顾[J]. 农业系统科学与综合研究,1998,14(1):78-80. (Cui W F. The review of Heilongjiang soybean cultivars[J]. System Sciences and Comprehensive Studies in Agriculture, 1998,14(1):78-80.)

[2] 辛秀君,于凤瑶,张代军,等. 黑龙江省近二十年来育成大豆品种品质性状变化分析[J]. 大豆科学,2010,29(1):56-60. (Xin X J, Yu F Y, Zhang D J, et al. Changes on quality characters of soybean cultivars released during 1988 to 2007 in Heilongjiang province[J]. Soybean Science, 2010,29(1):56-60.)

[3] 张伟,王曙明,邱强,等. 从品种志分析吉林省大豆八十五年来育种方法及农艺特性演变[J]. 大豆科学,2010,29(1):18-21. (Zhang W, Wang S M, Qiu Q, et al. Changes of breeding method and agronomic traits of released soybean cultivars during past 85 years in Jilin province[J]. Soybean Science, 2010,29(1):18-21.)

[4] 田志刚,范杰英,康立宁,等. 我国东北地区大豆品种油脂与蛋白质含量现状分析[J]. 吉林农业科学,2009,34(5):7-9. (Tian Z G, Fan J Y, Kang L N, et al. Analysis of oil and protein content of soybean varieties in Northeast China[J]. Journal of Jilin Agricultural Sciences, 2009,34(5):7-9.)

[5] Stephen J H,刘晓冰, Gurkirat B, 等. 早熟无限结荚习性大豆籽粒生长特征[J]. 作物学报,2010,36(3):496-501. (Stephen J H, Liu X B, Gurkirat B, et al. Seed growth characteristics of some short soybean indeterminate soybeans[J]. Acta Agronomica Sinica,2010,36(3):496-501.)

[6] 万超文,邵桂花,吴存祥,等. 中国大豆育成品种品质性状的演变[J]. 大豆科学,2004,23(4):289-294. (Wan C W, Shao G H, Wu C X, et al. Evolution of quality traits of developed soybean varieties in China[J]. Soybean Science, 2004,23(4):289-294.)

[7] 李传仁,王芳. 大豆百粒重与主要农艺性状的关联度及相关性分析[J]. 现代农业科技,2008(13):202,208 (Li C R, Wang F. Correlation degree and correlation analysis of soybean yield and main agronomic traits[J]. Anhui Agriculture, 2008(13):202,208.)

[8] 宋继娟,柳金来,滕文星,等. 大豆百粒重与气象要素之间关系的初步分析[J]. 农业与技术,2000,20(2):31-34. (Song J J, Liu J L, Teng W X, et al. Analysis of relationship between 100-seed weight and meteorological factors in soybean[J]. Agriculture and Technology, 2000,20(2):31-34.)

[9] 王占廷,索素荣. 大豆百粒重与产量的相关分析[J]. 大豆通报,1997(2):9-10. (Wang Z T, Luan S R. Correlation analysis of 100-seed weight and yield of soybean[J]. Soybean Bulletin, 1997(2):9-10.)

[10] 程宝荣,金英深,李颖. 大豆株高与气象条件和产量的关系[J]. 黑龙江气象,1996(2):46. (Cheng B R, Jin Y S, Li Y. The relationship between soybean plant height and yield and meteorological conditions[J]. Journal of Heilongjiang Meteorology, 1996(2):46.)

[11] 温学发,王海英,张惠君,等. 不同结荚习性大豆品种综合生

产力的分析评价[J]. 沈阳农业大学学报,2005,36(2):143-147. (Wen X F, Wang H Y, Zhang H J, et al. Evaluation on comprehensive productivities of soybean varieties with different growth habits through gray correlation degree analysis[J]. Journal of Shenyang Agricultural University, 2005,36(2):143-147.)

[12] 滕卫丽,卢双勇,高阳,等. 黑龙江省1986-2010年大豆审定品种的品质性状分析[J]. 作物杂志,2011(2):105-108. (Teng W L, Lu S Y, Gao Y, et al. Analysis of quality traits of soybean cultivars authorized in Heilongjiang province from 1985 to 2010[J]. Crops, 2011(2):105-108.)

[13] 王茹芳,卢思慧,曹金峰,等. 大豆育成品种品质性状和农艺性状的相关性研究[J]. 华北农学报,2007,22(增刊):131-134. (Wang R F, Lu S H, Cao J F, et al. Analysis and comparison of main agronomic characters and quality characters of summer soybean varieties[J]. Acta Agriculturae Boreali-Sinica, 2007,22(S1):131-134.)

[14] 苏黎,宋书宏,孙满柱,等. 不同结荚习性大豆主要农艺性状与单株产量的比较研究[J]. 辽宁农业科学,1997(3):11-12. (Su L, Song S H, Sun M Z, et al. A comparative study on soybean agronomic traits of different podding habits[J]. Liaoning Agriculture Science, 1997(3):11-12.)

[15] 黄中新,王伟,徐新娟,等. 大豆重组自交家系群体动态株高及其相对生长速率与产量的关系[J]. 作物学报,2011,37(3):559-562. (Huang Z X, Wang W, Xu X J, et al. Relationship of dynamic plant height and its relative growth rate with yield using recombinant inbred lines of soybean[J]. Acta Agronomica Sinica, 2011,37(3):559-562.)

[16] 闫昊,刘宝泉,王博,等. 矮秆大豆株高遗传及主茎节间长度相关分析[J]. 大豆科学,2009,28(4):595-599. (Yan H, Liu B Q, Wang B, et al. Inheritance of plant height and its correlation with inter-node length in dwarf soybean[J]. Soybean Science, 2009,28(4):595-599.)

[17] 申惠波. 黑龙江省农业科学院大豆育种现状分析及育种方向探讨[J]. 黑龙江农业科学,2012(4):131-133. (Sheng H B. Analysis on current status and directions of soybean breeding in Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences[J]. Heilongjiang Agricultural Sciences, 2012(4):131-133.)

[18] 王淑荣. 黑龙江省西部干旱地区大豆结荚习性与产量关系的分析[J]. 黑龙江农业科学,1994(3):46-47. (Wang S R. Analysis the relationship between soybean pod habits with yield arid area in West Heilongjiang province[J]. Heilongjiang Agricultural Sciences, 1994(3):46-47.)

[19] 崔永实,李光发,李福林. 大豆非正常叶的观察[J]. 大豆通报,2007,90(5):45-46. (Cui Y S, Li G F, Li F L. Abnormal soybean leaf[J]. Soybean Bulletin, 2007,90(5):45-46.)

[20] 张湘,谢甫绶,刘永涛. 大豆不同叶型近等位基因系的比较[J]. 沈阳农业大学学报,2006,37(5):698-702. (Zhang X, Xie F T, Liu Y T. Comparison of near-isolines of soybeans with narrow and broad leaflets[J]. Journal of Shenyang Agricultural University, 2006,37(5):698-702.)

[21] 杨秀红,吴宗璞,张国栋. 无限结荚习性与亚有限结荚习性大豆品种根系性状的比较研究[J]. 大豆科学,2001,20(3):231-234. (Yang X H, Wu Z P, Zhang G D. A comparative study on characteristics of root system between indeterminate and sub-indeterminate soybean varieties[J]. Soybean Science, 2001,20(3):231-234.)

[22] 宋书宏,董钻. 不同大豆品种开花结荚习性比较[J]. 中国农业科学,2002,35(11):1420-1423. (Song S H, Dong Z. Comparative study on blooming sequence and podding habit of soybeans[J]. Scientia Agricultura Sinica, 2002,35(11):1420-1423.)