

大豆种质倒伏性遗传及其与主要农艺性状的相关分析

钟开珍, 梁江, 韦清源, 陈文杰, 曾维英, 汤复跃, 陈渊

(广西农业科学院 玉米研究所, 广西南宁 530227)

摘要:以 270 个南方夏大豆种质资源为材料, 分析大豆倒伏性的遗传规律及其与农艺性状的相关性。结果表明, 倒伏级别同时受加性和显性效应的作用, 且以显性效应为主, 其狭义遗传率和广义遗传率分别是 14.3% 和 90.3%。相关分析表明, 大豆倒伏级别与株高、底荚高、主茎节数和分枝数呈极显著正相关, 与单产显著负相关, 与百粒重和单株粒重极显著负相关。由于株高的遗传率较高, 因此可以在早代对株高进行选择能间接改良大豆的倒伏性。利用与大豆倒伏性相关的农艺性状进行抗倒伏性聚类分析, 将材料划分为 4 类, 其中第 4 类材料倒伏程度轻且具有高产潜力。

关键词:大豆; 种质资源; 倒伏性; 遗传; 农艺性状

中图分类号:S565.1

文献标识码:A

文章编号:1000-9841(2012)05-0703-04

Heredity of Lodging and Its Correlation with Agronomic Traits in Soybean Germplasm

ZHONG Kai-zhen, LIANG Jiang, WEI Qing-yuan, CHEN Wen-jie, ZENG Wei-ying, TANG Fu-yue, CHEN Yuan

(Maize Research Institute, Guangxi Academy of Agricultural Sciences, Nanning 530227, Guangxi, China)

Abstract: This experiment analyzed the genetic regularity of soybean lodging and the correlations with main agronomic characters, using 270 soybean germplasm collected from south of China. The results indicated that both additive effect and dominance effect were significant, and dominance effect was more important than additive effect. The narrow-sense heritability and broad-sense heritability of lodging were 14.3% and 90.3%, respectively. The correlation analysis showed that lodging was positively correlated ($P < 0.01$) with plant height, bottom pods height, nodes on main stem and branch number, and negatively with yield per unit area ($P < 0.05$), 100-seed weight and grain weight per plant ($P < 0.01$), respectively. The improvement of lodging would be effective by selecting plant height at early generation, which had higher narrow and broad sense heritability. The germplasm was divided into four groups according to the correlated agronomic traits with lodging resistance, using the method of cluster analysis. And the materials of the fourth group had weak lodging and higher seed yield potential.

Key words: Soybean; Germplasm; Heredity; Agronomic traits

倒伏是农作物生产中普遍存在的现象, 是指由于外界因素引发的农作物茎秆从自然直立状态到永久错位的现象^[1]。生长条件和栽培措施等恶劣条件也会引发或加重倒伏程度。大豆倒伏可分为根部倒伏和茎部倒伏两种类型, 南方地区主要表现为根倒。倒伏对大豆产量和品质有较大影响。根据倒伏时期和倒伏程度的不同, 大豆减产幅度也不相同, 一般为 10% ~ 50% 不等。开花期严重倒伏可使大豆减产 60% 以上, 结荚期严重倒伏可使大豆减产 50% 以上。大豆严重倒伏造成花、荚脱落, 瘪荚率、瘪粒率大幅度升高, 百粒重下降, 从而显著降低大豆产量。同时, 倒伏也容易引发病虫草害, 进而影响大豆的品质^[2]。因此研究大豆的倒伏性对于实现高产优质有重要的意义。近 20 年来, 一些学者对大豆倒伏性评价方法^[3], 倒伏性与农艺性状和

产量的相关性^[4,6]及利用相关农艺性状和综合指标进行抗倒伏 QTL 定位^[7-8]进行了研究。种质资源是育种的基础, 然而有关大豆种质资源倒伏性遗传规律研究的报道甚少。本研究分析了大豆种质资源倒伏性的遗传规律, 寻找与之相关的农艺性状, 并进行聚类分析, 旨在为大豆高产抗倒伏育种提供材料和理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

由华南农业大学提供的 270 份夏大豆种质资源, 主要来源于福建、广东、广西、海南、江西、湖南和四川等南方地区。

1.2 田间试验和性状调查

试验于 2011 年 7 月 8 日在广西玉米研究所试

收稿日期: 2012-06-06

基金项目: 国家农转资金(2011GB2E100015)。

第一作者简介: 钟开珍(1983-), 女, 硕士, 研究实习员, 主要从事大豆种质资源研究。E-mail: zkg0804@yeah.net。

通讯作者: 陈渊(1971-), 男, 副研究员, 主要从事大豆育种和栽培研究。E-mail: chenyan500@yahoo.com。

验田种植。随机区组设计,3行区,行距0.5 m,行长2.2 m,3次重复。生长期进行田间观察记载。在大豆生长发育中后期,根据邱丽娟等^[9]的方法计算种质的倒伏性,计算倒伏(主茎与地面斜角度小于30°)植株占全小区植株的比率。所有小区植株无倒伏为1级;0<倒伏植株比率≤25%为3级(轻倒);25%<倒伏植株比率≤50%为5级(中倒);50%<倒伏植株比率≤75%为7级(重倒);倒伏植株比率>75%为9级(严重倒)。

成熟后在每个小区中间行中部连续取10株进行考种,测定株高、底荚高、主茎节数、分枝数、单株荚数、单株粒数、单株粒重和百粒重等,小区计产折合成单位面积产量($\text{kg} \cdot 667 \text{ m}^{-2}$)。

1.3 数据统计与分析

采用SAS 8.1对试验数据相关分析和聚类分析,应用软件QGASation 1.0(朱军,浙江大学)估算遗传方差分量和遗传率。

2 结果与分析

2.1 夏大豆种质资源的倒伏性

在270份大豆种质资源中,有50份种质抗倒伏,占所有种质资源的18.5%;轻微倒伏的种质115份,占42.6%;中等倒伏的种质45份,占16.7%;倒伏重的种质26份,占9.6%;严重倒伏的种质34份,占12.6%。

2.2 倒伏性遗传参数的估计

应用软件QGASation 1.0估算倒伏性各项遗传方差分量及占表型方差的比例。倒伏级别的加性方差为0.32,显性方差为1.72,机误方差为0.22,并且都达到极显著水平。其中显性方差占表型方差的比例最大,为76.2%,加性方差占表型方差的比例较小,为14.3%(表1)。倒伏级别的狭义遗传率是14.3%,广义遗传率为90.3%(表2)。表明大豆种质倒伏性的遗传以显性效应为主,遗传率较高,加性效应和其他效应也起一定作用。

表1 大豆种质资源倒伏性的遗传方差分量估计值

Table 1 Estimates of genetic variance components of lodging scores

性状 Trait	V_A	V_D	V_e	V_P	$V_A/V_P/\%$	$V_D/V_P/\%$	$V_e/V_P/\%$
倒伏级别 LS	0.32 **	1.72 **	0.22 **	2.26 **	14.3 **	76.2 **	9.5 **

LS为倒伏级别, V_A 为加性方差, V_D 为显性方差, V_e 为机误方差, V_P 为表型方差。**表示在0.01水平上显著差异。

LS:Lodging scores, V_A :Additive variance, V_D :Dominant variance, V_e :Error variance, V_P :Phenotype variance. ** Significant at 0.01 probability level.

表2 倒伏性与主要农艺性状的遗传率

Table 2 Estimates of heritability of lodging scores and main agronomic traits(%)

性状 Traits	株高 PH	底荚高 BPH	主茎节数 NMS	分枝数 BN	百粒重 HSW	单产 YUA	单株粒重 GWP	倒伏级别 LS
$h^2\%$	81.7 **	33.5 **	70.6 **	28.9 **	93.8 **	34.2 **	49.0 **	14.3 **
$H^2\%$	98.0 **	92.6 **	96.7 **	92.1 **	99.3 **	92.7 **	94.3 **	90.3 **

$h^2\%$ 为狭义遗传率, $H^2\%$ 为广义遗传率。**表示在0.01水平上显著差异。

$h^2\%$:Narrow sense-heritability, $H^2\%$:Broad sense-heritability. ** Significant at 0.01 probability level. PH:Plant height, BPH:Bottom pods height, NMS:Nodes number of main stem, BN:Branch number, HSW:100-seed weight, YUA:Yield per unit area, GWP:Grain weight per plant;the same below.

2.3 大豆种质资源农艺性状与植株倒伏性的相关性

为明确影响大豆倒伏的有关性状,对调查的10个农艺性状与倒伏级别进行相关性分析,结果显示(表3),株高、底荚高、主茎节数和分枝数与倒伏级别呈极显著正相关;单位面积产量与倒伏级别呈显著负相关,百粒重和单株粒重与倒伏级别呈极显著负相关;生育期、单株荚数和单株粒数与倒伏级别

相关性不显著。说明大豆倒伏的严重程度受株高、底荚高、主茎节数和分枝数等性状的显著影响。大豆植株株高、底荚高越高,主茎节数、分枝数越多的品种越容易倒伏,从而使百粒重减小,产量降低。同时还分析了与倒伏性相关的农艺性状的遗传率,株高的狭义遗传率和广义遗传率都较高,分别为81.7%和98.0%,因此品种选育时,在早代通过选择株高间接改良大豆的倒伏性是有效的。

表 3 大豆种质资源倒伏性与农艺性状的相关性

Table 3 The correlation coefficients between agronomic traits and lodging scores of soybean germplasm

性状 Traits	生育期 GP	株高 PH	底荚高 BPH	主茎节数 NMS	分枝数 BN	单株荚数 PNP	单株粒数 GNP	百粒重 HSW	单产 YUA	单株粒重 GWP
倒伏级别 LS	0.107	0.478 **	0.223 **	0.343 **	0.186 **	0.026	0.033	-0.388 **	-0.145 *	-0.320 **

* 表示在 0.05 水平上显著; ** 表示在 0.01 水平上显著。
* Significant at 0.05 probability level; ** Significant at 0.01 probability level.

2.4 大豆种质资源抗倒伏相关性状的聚类分析

株高、底荚高、主茎节数、分枝数、百粒重、单产和单株粒重与倒伏性显著相关,因此选用这些指标进行抗倒伏聚类分析。根据聚类结果将 270 份夏大豆种质资源分为 4 类(表 4):第一类包括 35 份材料,其品种株高和底荚高度较高,主茎节数多,百粒重小,单株粒重轻,单产中等,倒伏重;第二类包括 223 份材料,其品种株高、底荚高较低,主茎节数和分枝数较少,百粒重、单产中等,单株粒重轻,轻微倒伏;第三类包括 20 份材料,其品种株高、底荚高较低,主茎节数较少,分枝数中等,百粒重较大,单

产和单株粒重中等,抗倒伏;第四类包括 1 份材料,该品种株高中等,底荚高较高,主茎节数和分枝数较多,百粒重大,单产和单株粒重高,轻微倒伏。从分类结果看,第一种类型的品种株高、底荚高较高,主茎节数多,导致植株倒伏,从而影响百粒重和产量;第二、第三类型的材料,其株高、底荚高、主茎节数和分枝数接近,但第二类型的植株倒伏较重,使得百粒重降低,从而影响单株粒重和产量;而第四类型的株高中等,单株粒重和单产较高,表现轻度倒伏,表明大豆种质资源中存在着株高、倒伏和产量等性状达到协调一致的可能性。

表 4 大豆种质资源抗倒伏相关性状的聚类分析

Table 4 The cluster analysis of correlated traits with lodging resistance in soybean germplasm

类别 Category	株高 PH	底荚高 BPH	主茎节数 NMS	分枝数 BN	百粒重 HSW	单产 YUA	单株粒重 GWP	倒伏级别 LS
I	112.8	23.4	16.8	3.3	10.0	138.0	9.1	6.4
II	65.0	17.7	13.8	2.6	14.4	137.9	10.5	3.8
III	61.4	18.4	13.5	3.6	22.2	146.2	18.9	2.6
IV	80.6	22.0	15.6	6.5	29.2	194.8	37.0	3.0

3 讨 论

3.1 大豆倒伏性的遗传规律

关于倒伏性的遗传研究,小麦、水稻开展的较多,大豆较少。在小麦的研究中普遍认为倒伏性遗传受加性和非加性效应共同控制,但对加性与非加性的相对重要性尚有分歧^[10-12]。梁康迳等^[13]研究表明,水稻抗倒伏性受加性效应、显性效应、上位性及基因与环境互作效应的影响,其中以显性效应及其与环境互作效应为主,表现为复杂的数量性状遗传。在大豆的研究中普遍认为倒伏性是可遗传的数量性状,遗传率较高,约在 0.6~0.9 之间。本研究利用大豆种质资源进行遗传分析,倒伏级别的加性方差为 0.32,显性方差为 1.72,机误方差为 0.22,各遗传方差分量占表型方差的比率依次为 $V_D/V_P > V_A/V_P > V_e/V_P$,狭义遗传率是 14.3%,广义遗传率为 90.3%。表明大豆的倒伏性是一个多基因控制的数量性状,同时受加性效应和显性效应作用,以

显性效应为主。说明在大豆抗倒伏育种中,杂交后代的抗倒伏性不仅受亲本数值的影响,而且也受等位基因间相互作用的影响。

3.2 高抗倒伏品种的间接选育

一般认为大豆的倒伏性与株高、主茎节数、茎秆强度、分枝数和茎粗等性状密切相关^[3-8]。明确倒伏性与主要农艺性状相关关系,对在大豆生长期间间接选育高产抗倒伏的品种具有重要的意义。在本研究中,与大豆倒伏性显著相关的性状有株高、底荚高、主茎节数、分枝数、百粒重、单产和单株粒重,其中株高、底荚高、主茎节数和分枝数为极显著正相关,单产为显著负相关,百粒重、单产和单株粒重为极显著负相关。这与育种实践是一致的。在抗倒伏聚类分析结果中,抗倒伏最差的是第一类品种,其株高和底荚高较高,主茎节数多,百粒重小,单株粒重和单产低。抗倒伏性较强的第二、三类品种,株高和底荚高较低,主茎节数和分枝数较少,因而产量也较低。而表现轻微倒伏的第四类品种,株

高中等,底荚高较高,分枝数较多,单株粒重和单产较高。所以在开展新品种选育时,可通过选择适中的株高来间接选育抗倒伏的品种。由于株高的狭义遗传率较高,为 81.7%,表明在育种早代通过株高的选择改良大豆的倒伏性是有效的。

参考文献

- [1] 田保明,杨光圣,曹刚强,等.农作物倒伏及其影响因素分析[J].中国农学通报,2006,22(4):163. (Tian B M, Yang G S, Cao G Q, et al. The perform of lodging and root cause for lodging resistance in crops[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2006, 22(4):163.)
- [2] 王曙明.大豆倒伏问题应引起高度重视[J].大豆科技,2009(1):7. (Wang S M. The problem of soybean lodging should be paid attention[J]. Soybean Science & Technology, 2009(1):7.)
- [3] 周蓉,王贤智,张晓娟,等.大豆种质倒伏抗性评价方法研究[J].大豆科学,2007,26(4):484-489. (Zhou R, Wang X Z, Zhang X J, et al. Evaluation method of lodging resistance in soybean germplasm[J]. Soybean Science, 2007, 26(4):484-489.)
- [4] 谢甫绶,董钻,王晓光,等.大豆倒伏对植株性状和产量的影响[J].大豆科学,1993,12(1):81-85. (Xie F T, Dong Z, Wang X G, et al. Effect of lodging on soybean yield formation[J]. Soybean Science, 1993, 12(1):81-85.)
- [5] 周蓉,涂赣英,沙爱华,等.大豆种质的倒伏性调查及其相关农艺性状分析[J].大豆科学,2007,26(1):41-44. (Zhou R, Tu G Y, Sha A H, et al. Analysis of lodging and some related agronomic characters in soybean germplasm[J]. Soybean Science, 2007, 26(1):41-44.)
- [6] 谢甫绶,曹海潮,张惠君,等.大豆远缘杂交后代植株倒伏与农艺性状的关系[J].大豆科学,2009,28(5):795-800. (Xie F T, Cao H C, Zhang H J, et al. Relationship between lodging and agronomic traits of soybean progenies from distant pedigree[J]. Soybean Science, 2009, 28(5):795-800.)
- [7] 周蓉,王贤智,陈海峰,等.大豆倒伏性及其相关性状的 QTL 分析[J].作物学报,2009,35(1):57-65. (Zhou R, Wang X Z, Chen H F, et al. QTL analysis of lodging and related traits in soybean[J]. Acta Agronomica Sinica, 2009, 35(1):57-65.)
- [8] 黄中文,赵团结,喻德跃,等.大豆抗倒伏性的评价指标及其 QTL 分析[J].作物学报,2008,34(4):605-611. (Huang Z W, Zhao T J, Yu D Y, et al. Lodging resistance indices and related QTLs in soybean [J]. Acta Agronomica Sinica, 2008, 34(4):605-611.)
- [9] 邱丽娟,常汝镇.大豆种质资源描述规范和数据标准[M].北京:中国农业出版社,2006. (Qiu L J, Chang R Z. Descriptors and data standard for soybean (*Glycine* spp.) [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2006.)
- [10] 王勇,李斯深,元增军,等.小麦抗倒伏性状的基因效应和杂种优势分析[J].西北植物学报,1998,18(4):514-520. (Wang Y, Li S S, Qi Z J, et al. Gene effects and heterosis of lodging resistance traits in wheat [J]. Acta Botanica Boreali-occidentalia Sinica, 1998, 18(4):514-520.)
- [11] 姚金保,张平平,任丽娟,等.小麦抗倒伏指数遗传及其与茎秆特性的相关分析[J].作物学报,2011,37(3):452-458. (Yao J B, Zhang P P, Ren L J, et al. Inheritance of lodging resistance index and its correlations with culm traits in wheat [J]. Acta Agronomica Sinica, 2011, 37(3):452-458.)
- [12] Mavi G S, Nanda G S, Sohu V S, et al. Gene action and combining ability estimates for lodging resistance in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) [J]. Crop Improvement, 2003, 30:58-64.
- [13] 梁康迳,王雪仁,章清杞,等.基因型×环境互作效应对水稻茎秆抗倒性杂种优势的影响[J].福建农业大学学报,2000,29(1):12-17. (Liang K J, Wang X R, Zhang Q Q, et al. Effect of genotype × environment interaction on heterosis for lodging resistance of the culm in rice [J]. Journal of Fujian Agricultural University, 2000, 29(1):12-17.)
- [9] Pal P, George S V. Genetic variability and correlation studies in chrysanthemum[J]. Horticultural Journal, 2002, 15(2):75-81.
- [10] Sirohi P S, Behera T K. Genetic variability in chrysanthemum[J]. Journal of Ornamental Horticulture (New Series), 2000, 3(1):34-36.
- [11] 张飞,房伟民,陈发棣,等.菊花观赏性状的配合力分析[J].园艺学报,2010,37(4):589-596. (Zhang F, Fang W M, Chen F D, et al. Combining ability analysis on ornamental characters of chrysanthemum [J]. Acta Horticulturae Sinica, 2010, 37(4):589-596.)
- [12] 梁慧珍,李卫东.大豆柱头外露突变体及其遗传规律[J].大豆科学,2005,24(4):256-259. (Liang H Z, Li W D. Exserted stigma of twin stylus and its genetic basis of heterogeneity in soybean [J]. Soybean Science, 2005, 24(4):256-259.)
- [13] 曹颖妮,梁慧珍,李卫东,等.大豆花器与产量性状关系的研究[J].大豆科学,2007,26(3):322-326. (Cao Y N, Liang H Z, Li W D, et al. correlation analysis between yield component and floral characters in soybean [J]. Soybean Science, 2007, 26(3):322-326.)
- [14] 曹颖妮.栽培、半野生和野生大豆花器性状的遗传及相关研究[D].杨凌:西北农林科技大学,2007. (Cao Y N. Research on genetic and correlation in cultivated, semi-cultivated and wild soybean [D]. Yangling: Northwest Agriculture and Forestry University, 2007.)
- [15] 唐启义,冯明光.实用统计分析及其 DPS 数据处理系统[M].北京:科学出版社,2002:43-49. (Tang Q Y, Feng M G. DPS' data processing system for practical statistics [M]. Beijing: Science Press, 2002:43-49.)
- [16] Virmani S S, Athwal D S. Genetic variability in floral characters influencing out crossing in *Oryza sativa* L. [J]. Crop Science, 1973, 13:66-67.
- [17] Hyde H A, Adams K F. An atlas of air borne pollen grains[M]. Oxford: Macmillan, 1958:56-57, 74-75.
- [18] Bahadur B, Laxmi S B, Swamy N R. Pollen morphology and heterostyly. A systematic and critical account[J]. Advances in Pollen-Spore Research, 1984, 7:45-78.

(上接第 702 页)