

大豆种质的倒伏性调查及其相关农艺性状分析

周 蓉,涂赣英,沙爱华,王贤智,张小娟,周新安

(中国农业科学院油料作物研究所,武汉 430062)

摘要 倒伏是大豆高产的主要限制因子之一。以60份大豆地方品种和育成品种为材料,调查和分析了大豆倒伏性及其与茎秆性状和产量性状的关系。结果表明,不同品种间倒伏性存在显著差异,倒伏的严重程度与茎秆性状有关。大豆品种的倒伏级别与株高、主茎节数、节间长、分枝数等性状的相关系数均达1%显著水平,茎秆性状与单株籽粒产量、单株荚数和单株粒数等呈极显著正相关,但与百粒重呈负相关。不同倒伏级别组之间产量性状表现显著差异,2级倒伏组是具有轻度倒伏和高产潜力的种质资源。

关键词 大豆;倒伏性;农艺性状;相关分析

中图分类号 S 565.1 **文献标识码** A **文章编号** 1000-9841(2007)01-0041-04

ANALYSIS OF LODGING AND SOME RELATED AGRONOMIC CHARACTERS IN SOYBEAN GERMPLASM

ZHOU Rong, TU Gan-ying, SHA Ai-hua, WANG Xian-zhi, ZHANG Xiao-juan, ZHOU Xin-an

(Oil Crops Research Institute of Chinese Academy of Agricultural Sciences, Wuhan 430062)

Abstract Lodging strongly affects both seed yield and quality of soybean [*Glycine max* (L.) Merr.]. The objective of this study was to investigate lodging score of 60 soybean cultivars and analyze some traits correlated with lodging. The results showed that significant differences of lodging were found among various cultivars ($P < 0.01$). The correlation analysis indicated that lodging score was positively correlated ($P < 0.01$) with soybean stem characters, such as plant height, node number of main stem, internode length and branch number. There was a significant positive relation between stem characters and seed yield per plant, pod number per plant and seed number per plant, and also there was a negative relation between the stem characters and 100-seed weight. It was suggested that the stem characters affected both the resistance of soybean to lodging and yield. The variance analysis indicated that there were significant differences of yield characters among different lodging scores. In addition, some accessions with higher yield and low lodging score were from 2nd group of lodging score.

Key words Soybean; Lodging; Agronomic characters; Correlation analysis

倒伏是农作物生产中普遍存在的现象,大豆生产也常遇到倒伏问题。随着大豆产量水平的提高,

倒伏不仅对产量的影响越来越大,也严重影响大豆的品质性状,因此研究大豆倒伏性状对于实现大豆

高产优质目标有着重要意义。关于作物的抗倒伏研究,禾本科作物中,如水稻、小麦、玉米等有大量的研究和报道^[1~4],相对而言大豆的抗倒伏研究报道较少^[5~7]。本研究是在大豆种质资源繁种试验基础上,针对不同种质倒伏性状的差异,初步分析大豆倒伏与植株茎秆性状的关系以及不同倒伏性种质的产量表现等,为抗倒伏性的间接选择以及进一步开展大豆倒伏研究等提供参考和基础资料。

1 材料和方法

随机选取贵州省和湖北省大豆地方品种和育成品种 60 份作为试验材料(表 1)。试验设在中国农业科学院油料作物研究所试验农场(武昌),2004 年夏播种植,顺序排列,5 行区,行长 3.3 m,行距 0.5 m,株距 0.1 m,栽培管理同一般大田。田间调查和室内考种项目及标准均按照中国农业科学院作物科学研究所制定的“大豆种子繁殖和记录规范”进行,成熟期测定品种倒伏性。田间倒伏分级标准:1 级

为小区全部植株直立;2 级为轻度倒伏(植株倾斜 $<15^{\circ}$);3 级为重倒伏(植株倾斜 $15^{\circ}\sim44^{\circ}$);4 级为严重倒伏(植株倾斜 $>45^{\circ}$)。利用 SPSS(9.0 版)软件对试验测定的茎秆性状和产量性状数据进行方差分析和相关分析。

2 结果与分析

2.1 供试大豆品种的倒伏性

成熟期对 60 个供试大豆品种倒伏级别的测定表明,倒伏性表现为 1 级(不倒伏)的有 32 个品种;表现为 2 级(轻度倒伏)的有 4 个品种;表现为 3 级(重倒伏)的有 11 个品种;表现为 4 级(严重倒伏)的有 13 个品种(表 1)。方差分析显示品种间存在极显著差异($P<0.01$)。针对不同的倒伏级别,进一步分析不同倒伏性材料的茎秆性状(株高、茎粗、主茎节数、节间长、分枝数、株高与茎粗的比值)和产量性状(单株产量、单株荚数、单株粒数、百粒重),结果表明除了茎粗性状外,其余性状均达到极显著或显著水平。

表 1 不同大豆种质材料的倒伏性

Table 1 Lodging score of various soybean cultivars

| 统一编号 | 材料名称 | 倒伏级别 | 统一编号 | 材料名称 | 倒伏级别 | 统一编号 | 材料名称 | 倒伏级别 |
|----------|----------|---------------|----------|----------|---------------|----------|--------------|---------------|
| Code | Cultivar | Lodging score | Code | Cultivar | Lodging score | Code | Cultivar | Lodging score |
| ZDD6549 | 小黄豆 | 4 | ZDD14953 | 茶豆-3 | 1 | ZDD11581 | 82-24(中豆 24) | 1 |
| ZDD6575 | 六月黄豆 | 4 | ZDD15000 | 白黄豆-2 | 1 | ZDD5515 | 黄陂蜂子窝 | 4 |
| ZDD6577 | 灰黄豆 | 3 | ZDD15035 | 黑脚黄-1 | 3 | ZDD5530 | 武昌黄豆 | 4 |
| ZDD6588 | 细细豆 | 3 | ZDD15056 | 大爪豆-1 | 1 | ZDD5545 | 荆 234 | 4 |
| ZDD6593 | 细黄豆 | 3 | ZDD15067 | 白毛豆 | 1 | ZDD5556 | 沔阳长大豆 | 4 |
| ZDD6599 | 滚山豆 | 3 | ZDD15098 | 细黄豆-2 | 1 | ZDD5561 | 京山黄豆 | 4 |
| ZDD6601 | 八月黄 | 1 | ZDD15099 | 细黄豆-3 | 3 | ZDD5576 | 孝感黄豆 1 | 4 |
| ZDD6604 | 白豆 | 1 | ZDD15103 | 大黄豆-4 | 1 | ZDD5577 | 谷城绵羊尾巴 | 3 |
| ZDD6613 | 大白豆 | 4 | ZDD15107 | 白水豆-1 | 1 | ZDD5581 | 应山天鹅蛋 | 4 |
| ZDD6616 | 大白豆 | 1 | ZDD15121 | 黑豆-16 | 1 | ZDD5583 | 应山黄豆 | 4 |
| ZDD6660 | 六月黄豆 | 1 | ZDD15138 | 大猫豆-5 | 1 | ZDD5586 | 黄陂扇子白 | 1 |
| ZDD6664 | 八月黄 | 1 | ZDD20432 | 86-305 | 1 | ZDD5587 | 沔阳小粒鸡母豆 | 2 |
| ZDD6675 | 青皮豆 | 4 | ZDD20436 | Aug-85 | 1 | ZDD5588 | 京山牛毛黄 | 1 |
| ZDD6700 | 虎皮豆 | 3 | ZDD20448 | 油 1184 | 1 | ZDD5589 | 应山母猪窝 | 2 |
| ZDD6703 | 茶豆 | 3 | ZDD5503 | 鄂豆 1 号 | 1 | ZDD5591 | 云梦白毛豆 | 1 |
| ZDD6710 | 泥巴豆 | 1 | ZDD5504 | 鄂豆 2 号 | 1 | ZDD5592 | 沔阳无名单株 | 3 |
| ZDD6722 | 红茶豆 | 1 | ZDD5505 | 油 70-23 | 1 | ZDD5593 | 荆 1026 | 3 |
| ZDD6726 | 花脸豆 | 1 | ZDD11576 | 中豆 3 号 | 1 | ZDD5594 | 荆 757 | 4 |
| ZDD14865 | 晚黄豆-5 | 1 | ZDD11577 | 中豆 4 号 | 1 | ZDD5596 | 咸宁冬黄豆甲 | 2 |
| ZDD14925 | 细黄豆-5 | 1 | ZDD11578 | 中豆 5 号 | 1 | ZDD5598 | 汉川粉青黄豆 | 2 |

2.2 茎秆性状与倒伏性的关系

茎秆性状是影响倒伏的主要因素,为进一步了解影响大豆倒伏的有关性状,试验以株高、茎粗、主茎节数、节间长、分枝数、株高与茎粗的比值等茎秆性状与倒伏级别进行相关分析。结果表明(表 2),株高、主茎节数、节间长、分枝数、株高/茎粗等与倒

伏级别的相关系数均达 1%显著水平,说明大豆倒伏的严重程度受株高、主茎节数、节间长、分枝数等性状的显著影响。大豆植株越高、主茎节数越多、节间越长、分枝数越多的品种,倒伏级别就越高,即倒伏性越严重;另外,株高与茎粗的比值与倒伏级别呈显著正相关,比值越高倒伏越严重,这些结果同前人

的研究基本相同^[5~7]。本研究中还发现茎粗与倒伏级别呈负相关,表明茎秆越粗植株越抗倒伏,但是相关性未达到显著性水平,其与前人研究有所不同^[7],有待于进一步研究。

表 2 大豆种质倒伏性与茎秆性状和产量性状的相关系数

| 性状 Characteristics | 倒伏级别 Lodging score | 株高 Plant height | 茎粗 Stem diameter | 主茎节数 Node number of main stem | 分枝数 Branch number | 株高/茎粗 Plant height/ Stem diameter | 节间长 Internode length |
|----------------------------------|-----------------------|--------------------|---------------------|----------------------------------|----------------------|---|-------------------------|
| 株高 Plant height | 0.481** | — | — | — | — | — | — |
| 茎粗 Stem diameter | —0.043 | 0.436** | — | — | — | — | — |
| 主茎节数 Node number of main stem | 0.467** | 0.813** | 0.387** | — | — | — | — |
| 分枝数 Branch number | 0.412** | 0.461** | 0.279* | 0.508** | — | — | — |
| 株高/茎粗 Plant height/Stem diameter | 0.563** | 0.875** | — | 0.680** | 0.341** | — | — |
| 节间长 Internode length | 0.353** | 0.851** | 0.332** | 0.400** | 0.258* | 0.788** | — |
| 单株荚数 Pod number per plant | — | 0.551** | 0.429** | 0.528** | 0.682* | 0.351** | 0.357** |
| 单株粒数 Seed number per plant | — | 0.540** | 0.420** | 0.514** | 0.617** | —0.303* | 0.356** |
| 单株产量 Seed yield per plant | — | 0.454** | 0.645** | 0.394** | 0.524** | 0.153 | 0.340** |
| 百粒重 100-seed weight | — | —0.153 | 0.291** | —0.230 | —0.259* | —0.303* | —0.015 |

进一步方差分析表明,1 级倒伏(植株直立)品种与 2 级倒伏(轻度倒伏)品种比较,其株高、主茎节数、分枝数、节间长和株高与茎粗比值等,均表现极显著差异,而 2 级倒伏与 4 级倒伏(严重倒伏)比较,大部分性状差异不显著,仅节间长和株高与茎粗比值表现差异显著或极显著(表 3)。这些结果说明,2

级倒伏品种的植株较为高大,枝叶繁茂,有较高的生物产量,为获得较高的经济产量奠定了物质基础;而 4 级倒伏品种虽然具有与 2 级倒伏差异不大的植株生长态势或更高的形态指标,但由于品种抗倒伏性能差,严重的倒伏会影响生殖生长和获得经济产量。

2.3 茎秆性状与产量构成因素的关系

表 3 大豆种质材料不同倒伏级别的茎秆性状和产量性状表现

| Table 3 Stem and yield characteristics of soybean cultivars with different lodging | | | | | | |
|--|------------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|--------------------|-------------|
| 级别 | Score | 1 | 2 | 3 | 4 | F=4.669 * * |
| 品种数 | Number | 32 | 4 | 11 | 13 | |
| 株高 Plant height (cm) | 64.62(33.80—107.20)A | 91.45(71.40—108.00)B | 86.50(59.30—146.00)B | 92.00(54.00—142.80)B | 76.36 F=6.698 * * | |
| 茎粗 Stem diameter (mm) | 6.76(4.40—8.30) | 7.65(7.40—8.00) | 6.74(5.60—9.40) | 6.67(4.70—8.00) | 6.79 F=1.246 | |
| 主茎节数 Node number of main stem | 17.41(12.90—23.60)A | 21.07(19.30—22.80)B | 20.98(16.20—31.50)B | 20.75(15.90—26.80)B | 19.03 F=6.815 * * | |
| 分枝数 Branch number | 4.93(2.30—7.40)A | 5.28(2.40—6.70)B | 5.40(2.50—8.30)B | 6.53(5.00—8.00)B | 5.39 F=4.431 * * | |
| 株高/茎粗 Plant height/ Stem diameter | 9.58(5.45—16.75)A | 12.01(8.93—14.21)B | 12.71(9.26—16.92)B | 13.98(8.18—19.24)C | 11.25 F=8.897 * * | |
| 节间长 Internode length (cm) | 3.70(2.19—4.94)A | 4.32(3.57—4.96)B | 4.07(3.31—5.02)B | 4.38(2.97—6.10)C | 3.96 F=3.131 * | |
| 单株荚数 Pod number per plant | 92.40(50.70—149.30)A | 133.40(72.40—201.50)B | 103.72(40.90—176.10)A | 150.64(73.70—279.90)C | 109.83 F=6.822 * * | |
| 单株粒数 Seed number per plant | 162.62(102.30—284.90)A | 225.93(142.70—274.60)B | 184.74(77.10—297.70)A | 270.55(126.70—519.30)C | 194.28 F=6.734 * * | |
| 单株产量 Seed yield per plant (g) | 18.64(9.50—31.20)A | 23.15(16.80—28.90)B | 18.16(8.80—29.00)A | 24.46(9.90—42.80)B | 20.11 F=2.764 * | |
| 百粒重 100—seed weight | 13.78(8.70—21.40)A | 14.63(12.80—16.40)A | 13.11(9.30—17.00)A | 11.19(8.40—16.60)B | 13.16 F=3.154 * | |

茎秆性状与大豆产量和产量构成因素关系密切。相关分析表明,株高、主茎节数、分枝数和节间

长等性状均与单株籽粒产量、单株荚数和单株粒数等呈极显著正相关,但与百粒重呈负相关,其中除分

枝数与百粒重的负相关达显著水平外,其他均未达显著水平。这些结果说明植株增高、节多、分枝多有利于增加单株荚数和粒数,进而增加籽粒产量,但易造成籽粒不饱满而使百粒重下降。值得注意的是,茎粗与单株籽粒产量、单株荚数、单株粒数和百粒重等均呈极显著正相关,说明茎秆粗壮抗倒伏是提高大豆产量的一个重要因素。

2.4 不同倒伏程度种质的产量表现

由于气候因素影响,试验材料多表现生长后期倒伏。试验对田间表现不同倒伏程度的种质材料进行产量性状的统计分析,结果表明不同倒伏级别组之间的单株荚数、单株粒数、单株产量和百粒重等性状平均值均表现差异极显著(表3)。其中,2级倒伏(轻度倒伏)组种质比3级倒伏(重倒伏)和1级倒伏(植株直立)组种质的单株荚数和粒数多,单株籽粒产量高,百粒重也较高,除百粒重差异不显著外,其他产量性状差异均达极显著水平。说明2级倒伏组表现植株轻度倒伏,但具有较高的经济产量,即高产品种具有较强的抗倒性才能获得较高的经济产量。然而,将2级倒伏组与4级倒伏(严重倒伏)组种质比较,4级倒伏组比2级倒伏组的单株荚数和粒数多,单株产量增加1.31g,百粒重却减少3.44g,因此,虽然单株荚数和粒数的差异达极显著水平,但是单株籽粒产量的差异并不显著。说明本试验中部分4级倒伏组种质虽有较好的产量潜力,但抗倒伏能力差,单株荚数和粒数过多,遇到风雨易引起严重倒伏,影响百粒重,最终导致籽粒产量不高。需要说明的是,由于本试验采用人工收获,其倒伏造成的产量损失小于生产实际或机械收获,但是倒伏对百粒重的影响是极显著的。从不同倒伏级别组的产量变幅可以看到,严重倒伏的材料中有高产(>25.0g/株)种质也有低产(<15.0g/株)种质,同样,不倒伏的材料中既有低产种质也有高产种质,表明植株倒伏性存在明显基因型差异,大豆种质资源中蕴藏着具有高产潜力和抗倒伏性能的优良基因型。

3 讨论

许多研究都认为植株过高是引起倒伏的主要因素,本试验结果也表明大豆株高与倒伏程度呈极显著正相关($r = 0.481, P < 0.01$)。从有利于抗倒伏方面考虑,育种上应选择较矮的茎秆,但是如果仅以降低株高来增加抗倒伏能力,必然会减少生物产量,进而影响经济产量的提高。近年大量研究和生产实践证明,适当增加株高是提高群体物质生产能力、增加生物产量和经济产量的基础^[1,5,6,8],本研究

结果也显示大豆株高与单株产量呈极显著正相关,主要与产量构成因子的单株荚数和单株粒数呈极显著正相关,表明株高既影响植株倒伏也影响籽粒产量。从不同倒伏级别材料的株高变幅可以看到,不倒伏或轻度倒伏的材料中有矮株也有较高的植株,严重倒伏的材料中同样有矮秆也有高秆植株,其中株高71.4~108.0 cm组材料表现较抗倒伏或轻度倒伏,并且籽粒产量较高,反映大豆种质资源中存在着株高、倒伏和产量等性状达到协调的可能性。

实际上,大豆倒伏问题是诸多性状和因素影响的综合体现,虽然株高是决定抗倒伏的重要因素,但株高也受到其他茎秆性状如茎粗、主茎节数、节间长和分枝数等影响,茎秆性状与大豆产量和产量构成因素也关系密切(表2)。有关植株茎秆强度研究表明,茎秆基部的直径和基部节间长度对植株抗倒伏能力的影响较大^[1,8],由于大豆倒伏性与茎秆性状和产量性状均有关,因此有必要进一步研究分析大豆高秆材料抗倒伏的因素及机理。

大豆倒伏及与相关性状的研究已有一些报道,对倒伏的评价主要采用田间直观评价方法,即依据植株倾斜程度划分倒伏级别,本试验也是采用这种方法,其在自然条件下作初步筛选具直观、简便等特点,但容易受到气候条件(风、雨)的影响,也受到施肥管理水平的影响,存在不精确性和局限性,特别是在未发生倒伏时难以对品种抗倒伏性作出科学评价。因此有待于进一步开展大豆抗倒伏的相关性状指标的评价方法和综合指标评价方法研究,探讨适宜大豆抗倒伏或茎秆强度的鉴定方法,为大豆育种选择抗倒伏性状提供参考资料。

参 考 文 献

- [1] 马均, 马文波, 田彦华, 等. 重穗型水稻植株抗倒伏能力研究[J]. 作物学报, 2004, 30(2): 143-148.
- [2] 徐正进, 张树林, 周淑清, 等. 水稻穗型与抗倒伏性关系的初步分析[J]. 植物生理学通讯, 2004, 40(5): 561-563.
- [3] 蒲定福, 周俊儒, 李邦发, 等. 根倒伏小麦抗倒性评价方法研究[J]. 西北农业学报, 2000, 9(1): 58-61.
- [4] 李得孝, 员海燕, 周联东. 玉米抗倒伏性指标及其模拟研究[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2004, 32(5): 53-56.
- [5] 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): 81-85.
- [6] 谢甫绶, 胡凤新, 赵庆祥, 等. 不同倒伏程度对大豆生育性状和产量性状的影响[J]. 辽宁农业科学, 1994, 5: 43-46.
- [7] 贺春林, 李卫东, 薛应离. 夏大豆品种抗倒伏性的遗传研究[J]. 河南农业大学学报, 1993, 27(2): 196-200.
- [8] 肖世和, 张秀英, 闫长生, 等. 小麦茎秆强度鉴定方法研究[J]. 中国农业科学, 2002, 35(1): 7-11.