

早熟大豆发芽期和苗期耐寒性鉴定^{*}

宋 友¹ 王继安^{2 *}

(1. 黑龙江省大豆工程技术研究中心, 哈尔滨 150001; 2. 东北农业大学大豆研究所, 哈尔滨 150030)

摘要 对9个大豆品种的发芽和苗期的耐寒性进行了鉴定,在常温(25℃)和低温(10℃)胁迫下分别测定了种子发芽特性及幼苗素质的各项指标,以各性状低温与常温下测定值的比值(相对值)作为耐寒性评价指标。结果表明,在低温逆境下,苗比根对低温更敏感,耐寒品种的根和幼苗总干重未下降。通过聚类分析,解决了由于性状相对值差异微小而难以评价大豆耐寒性的问题,将品种分成了耐寒、中等耐寒和低温敏感3类。相关性分析表明,相对发芽率、相对幼苗全长、相对地上部苗高、相对地上部苗干重及相对根干重之间显著正相关,是较好的耐寒性评价指标。

关键词 大豆;耐寒性鉴定;聚类分析;相关性分析

中图分类号 S 565.1 文献标识码 A 文章编号 1000-9841(2006)03-299-05

选育耐寒大豆品种是减少低温危害的有效途径,而大豆耐寒性鉴定是选育耐寒品种的基础。以往这方面的报道,特别是幼苗耐寒性鉴定的报道不多。田间鉴定不仅成本高,并且由于不同年份早春温度的变化,试验结果不够准确^[1],而室内鉴定成本低,温度容易控制,结果更稳定可靠。耐寒性鉴定的关键是选择合适的低温,温度过高则不能对大豆幼苗产生足够的选择压,而温度过低幼苗则会停止生长。前人报道,在9℃低温下,大豆常在出苗前就死亡,而出苗率与>10℃积温高度正相关,因此,很多试验选择10℃为低温逆境温度^[2]。

在耐寒性鉴定中,常将各性状低温与常温下测定值的比值(相对值)作为耐寒性强弱的评价指标^[3],但由于相对值之间常差异微小,因此难以评价大豆间耐寒性的强弱^[4]。聚类分析是一种数值分类法,可以有效地解决分类问题。结合聚类分析对大豆进行耐寒性鉴定的研究尚未见报道。本试验通过种子低温发芽和幼苗低温生长试验对9个北部寒区种植的大豆品种进行耐寒性鉴定,并通过聚类分析,从中筛选出不同耐寒性的大豆,以期为大豆耐寒性的鉴定提供理论基础和有效方法。

1 材料与方法

1.1 材料

试验选用9个大豆品种(东农36、东农40、东农44、东农45、东大1号、东大2号、黑河14、内豆4号和丰收22)为材料。种子来自东北农业大学大豆所。

1.2 方法

1.2.1 种子低温发芽试验

用0.5%次氯酸钠溶液消毒种子5 min,在发芽箱中8℃恒温纸卷发芽。第4d起每天记录发芽种子数,38d后统计发芽率和平均发芽时间。试验重复3次,每重复30粒种子。对照在25℃常温下发芽,7d后统计发芽率和平均发芽时间^[5]。

1.2.2 幼苗低温生长试验

将消毒后的种子置于砂床内,在光照发芽箱中,每天光照12h,25℃恒温发芽5d,然后转入低温10℃生长25d(至第一片复叶展开期)。试验重复3次,每重复30粒种子。对照在25℃常温下发芽,25℃恒温生长13d(至第一片复叶展开期)。随机选取10株幼苗,测定幼苗全长、苗高(地上部高)和根长。将幼苗在80℃下烘干24h,测定幼苗总干重、苗干重(地上部干重)和根干重。

1.2.3 大豆耐寒性评价指标的计算

为消除不同材料遗传背景的差异,采用性状相对值作为评价大豆耐寒性的指标^[4]。性状相对值

^{*} 收稿日期:2006-05-08

作者简介:宋友(1953-),男,高级农艺师,研究方向农作物育种。

通讯作者:王继安, Tel: 0451-55190692

= x_L / x_N 。式中, x_L 为低温下测得的各性状值, x_N 为常温下测得的各性状值。

1.3 统计分析

结果的百分率数据以公式 $y = \arcsin[\sqrt{(x / 100)}]$ 经过反正弦转化。应用 SAS 统计软件 GLM 模块进行邓肯氏新复极差显著性分析。应用皮尔逊积差相关进行相关性分析^[6]。应用 STATISTICA 统计软件, 根据欧氏距离, 用离差平方和法进行聚类分析^[7]。

2 结果与分析

2.1 低温逆境下大豆种子发芽特性的变化

表 1 低温逆境下大豆种子发芽特性的变化

Table 1 Change of germination characteristics in soybean varieties under low temperature stress

品种 Varieties	发芽率(%) Germination percentage		平均发芽时间(d) Average gemination days			
	常温 Room tem perature	低温 Low tem perature	相对发芽率(%) Relative gemination percentage	常温 Room tem perature	低温 Low tem perature	相对平均发芽时间(d) Average germination day s
东农 36	96.3	69.3	0.72	5.5	17.3	3.15
东农 40	95.4	66.8	0.70	5.1	19.5	3.82
东农 44	98.2	84.5	0.86	4.8	15.1	3.15
东农 45	97.5	79.0	0.81	5.1	19.7	3.86
东大 1 号	95.8	70.9	0.74	5.1	17.8	3.49
东大 2 号	99.3	79.5	0.80	5.4	20.6	3.81
黑河 14	95.7	67.9	0.71	5.5	21.0	3.82
内豆 4 号	96.5	81.1	0.84	5.3	16.5	3.11
丰收 22	98.2	34.4	0.35	5.6	23.2	4.14

表 2 低温逆境下大豆幼苗各部分干重的变化

Table 2 Change of dry weight in different seedling parts of soybean varieties under low temperature stress

品种 Varieties	10 株幼苗总干重(g) Dry weight of ten plants			10 株苗干重(g) Dry weight of ten seedlings			10 株根干重(g) Dry weight of ten roots		
	常温 Normal temperature	低温 Low temperature	相对干重 Relative dry weight	常温 Normal temperature	低温 Low temperature	相对干重 Relative dry weight	常温 Normal temperature	低温 Low temperature	相对干重 Relative dry weight
东农 36	0.83	0.61	0.73	0.57	0.31	0.54	0.32	0.29	0.91
东农 40	1.08	0.63	0.58	0.67	0.45	0.67	0.41	0.36	0.89
东农 44	1.02	0.88	0.86	0.68	0.51	0.75	0.34	0.32	0.94
东农 45	0.93	0.76	0.82	0.60	0.45	0.75	0.33	0.30	0.91
东大 1 号	1.03	0.63	0.61	0.60	0.42	0.70	0.43	0.41	0.96
东大 2 号	0.78	0.54	0.69	0.45	0.29	0.64	0.33	0.26	0.78
黑河 14	0.77	0.59	0.77	0.51	0.23	0.45	0.36	0.31	0.87
内豆 4 号	0.80	0.66	0.83	0.46	0.35	0.76	0.38	0.36	0.95
丰收 22	0.86	0.45	0.52	0.59	0.27	0.55	0.27	0.20	0.74

在 25℃下,9 个大豆品种的发芽率均达 95%以上(表 1)。10℃低温逆境降低了各大豆的发芽率,延长了平均发芽时间。从相对发芽率看,东农 44、东农 45 和内豆 4 号的耐寒性较强,而丰收 22 耐寒性最弱。就相对平均发芽时间而言,内豆 4 号耐寒性最强,丰收 22 的耐寒性最弱。

2.2 低温逆境下大豆幼苗素质的变化

低温逆境下,各大豆幼苗总干重都减少,其中丰收 22 的幼苗总干重仅为对照的 52%(表 2)。就相对幼苗总干重、相对苗干重和相对根干重而言,东农 44、东农 45 和内豆 4 号耐寒性较强,而丰收 22 耐寒性最弱。同一大豆的相对根干重均大于相对苗干重,表明苗比根对低温更敏感。低温下,大豆间幼苗

表 3 低温逆境下大豆幼苗全长、苗高和根长的变化

Table 3 Change of seedling length, shoot height and root length in soybean varieties under low temperature stress

品种 Varieties	全长 (cm) The total length of plant			苗高 (cm) The height of seedling			根长 (cm) Length of root		
	常温	低温	相对全长	常温	低温	相对全长	常温	低温	相对全长
	Normal temperature	Low temperature	Relative length	Normal temperature	Low temperature	Relative length	Normal temperature	Low temperature	Relative length
东农 36	47.42	31.81	0.67	25.31	15.19	0.60	22.12	16.62	0.75
东农 40	52.91	33.27	0.63	26.37	15.14	0.57	26.54	18.13	0.68
东农 44	61.16	45.90	0.75	27.90	20.93	0.75	33.26	24.97	0.75
东农 45	42.15	34.89	0.82	23.52	16.35	0.70	25.13	18.51	0.74
东大 1 号	41.25	22.49	0.55	19.66	9.61	0.49	21.59	12.88	0.60
东大 2 号	36.01	18.62	0.52	20.10	9.54	0.47	15.91	9.08	0.57
黑河 14	51.36	26.77	0.52	22.70	11.43	0.50	28.67	15.34	0.54
内豆 4 号	32.62	24.57	0.75	16.75	12.44	0.74	15.87	12.13	0.76
丰收 22	50.77	20.67	0.41	23.22	8.29	0.36	27.56	12.38	0.45

各部分长度差异明显(表 3)。低温抑制了苗和根的生长,且苗比根对低温更敏感。相对苗全长、相对苗高和相对根长表明,内豆 4 号、东农 45 和东农 44 的耐寒性较强,由此可见,大豆品种间的耐寒性存在着很大差异。

2.3 不同耐寒力大豆品种的聚类分析

以各大豆在低温与对照下的发芽率、平均发芽

时间、幼苗总干重、苗和根干重、苗全长、苗高和根长,及上述各性状的相对值共 16 个指标,进行聚类分析。当遗传距离阈值取 27 时,结果可分为 3 类(图 1)。

类 I 为耐寒大豆内豆 4 号、东农 45 和东农 44,在低温逆境下发芽率高,平均发芽时间短,幼苗总干重受影响较小,植株变矮,但长势壮(表 4)。类 II 为

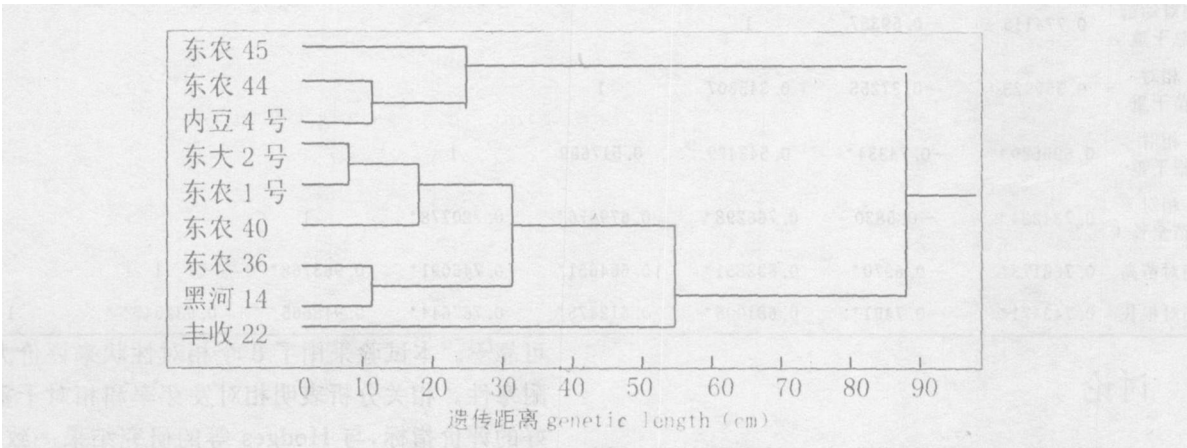


图 1 9 个大豆品种耐寒性聚类树状图

Fig.1 The dendrogram of clusters for nine soybean varieties

中等耐寒大豆,包括东农 40、东农 36、黑河 14、东大 1 号、和东大 2 号。低温下发芽率较高,平均发芽时间较短,根和苗的生长发育受到抑制。类 II 的丰收 22 为低温敏感型,低温下发芽率极低,平均发芽时间长,幼苗干重下降多,生长受到极大抑制,植株矮小瘦弱。

2.4 大豆品种耐寒性评价指标的相关性分析

相关性分析表明,相对幼苗全长与相对苗高、相对根长这三个性状间两两正相关,相关系数达极显

著水平,说明由这 3 个指标得到的耐寒性强弱结果基本一致(表 5),可以只测定一项指标。相对发芽率与相对发芽时间显著正相关,相对发芽率与相对根干重、相对苗全长、相对苗高、相对根长正相关性达 5%显著水平,而相对发芽时间与相对根干重、相对苗高、相对根长呈显著负相关,说明发芽率强的大豆发芽时间一般也短,而相对根干重、相对苗高、相对根长与二者都显著相关,一正一负,说明这三个指标在发芽率和发芽时间中起重要作用。相对幼苗总

干重、相对苗干重及相对根干重均与相对苗全长、相对苗高、相对根长具有显著的正相关,也就是株体长、高干重也高。

由相对发芽率和各部分幼苗相对干重得到的结

果表明, 内豆 4 号、东农 45 和东农 44 为耐寒性强, 而丰收 22 为低温敏感型, 与聚类分析结果基本一致。因此, 发芽率与幼苗各部分干重的相对值是评价大豆耐寒性强弱较好的指标。

表 4 聚类后 3 类不同耐寒力大豆各性状的平均相对值

Table 4 The mean relative values of traits in three groups of soybean varieties with different chilling tolerance after cluster

类别 Type	相对发芽率 Relative germination percentage	相对平均发芽时间 Relative average germination days	相对幼苗总干重 Relative total dry weight of plant	相对苗干重 Relative dry weight of seedling	相对根干重 Relative dry weight of root	相对苗全长 Relative total length of seeding	相对苗高 Relative shoot height	相对根长 Relative root length
I	0. 84	3. 37	0. 84	0. 75	0. 93	0. 77	0. 73	0. 75
II	0. 73	3. 62	0. 63	0. 60	0. 88	0. 58	0. 53	0. 63
III	0. 35	4. 14	0. 52	0. 55	0. 74	0. 41	0. 36	0. 45

表 5 大豆各性状相对值之间的相关系数

Table 5 Correlation coefficient s among relative values of various traits in soybean

性状 Chara ctenstic	相对发芽率 Relative germination percentage	相对平均发芽时间 Relative average germination days	相对幼苗总干重 Relative total dry weight of plant	相对苗干重 Relative dry weight of seedling	相对根干重 Relative dry weight of root	相对苗全长 Relative total length of seeding	相对苗高 Relative shoot height	相对根长 Relative root length
相对发芽率	1							
相对平均发芽时间	- 0. 62493 *	1						
相对幼苗总干重	0. 774115	- 0. 59357	1					
相对苗干重	0. 559923	- 0. 37255	0. 345307	1				
相对根干重	0. 695689 *	- 0. 74334 *	0. 543479	0. 517669	1			
相对苗全长	0. 734224 *	- 0. 5830	0. 766298 *	0. 679676 *	0. 720778 *	1		
相对苗高	0. 768173 *	- 0. 6970 *	0. 832851 *	0. 664651 *	0. 746091 *	0. 963768 * *	1	
相对根长	0. 743471 *	- 0. 7491 *	0. 681006 *	0. 612475 *	0. 767644 *	0. 945665 * *	0. 932547 * *	1

3 讨论

大豆苗期冷害程度主要取决于低温及处理时间的长短,但不同组织器官对冷害的敏感程度存在差异。据报道,幼苗的中胚轴是较易受害的部位^[8],而幼苗初生根生长区受低温的影响较小^[9]。本试验结果表明,含中胚轴在内的苗比根更易受到低温的伤害,与 Stewart 等的研究结果一致^[10],因此在对大豆幼苗进行耐寒性鉴定时以苗为主要研究部位为好,能比较客观准确地反映耐寒性。

大豆耐寒性受环境影响较大,当仅采用单个指标鉴定耐寒性时,结果往往不够准确,而应该观察这两个时期的各种性状,以使耐寒性的鉴定结果更加

可靠^[2]。本试验采用了 8 个相对性状来评价大豆的耐寒性。相关分析表明相对发芽率和相对干重是较好的评价指标,与 Hodges 等的研究结果一致^[4~11]。试验结果同时也表明并非所有的性状均适于大豆耐寒性的鉴定。如相对平均发芽时间就不是太合适的耐寒性评价指标。

性状相对值差异微小的大豆,耐寒性强弱难以区分。采用聚类法将有关性状综合分析,根据聚类后大豆各性状的平均相对值将其划分为耐寒、中等耐寒和低温敏感 3 个类型,解决了因大豆性状相对值差异不明显而耐寒性难以评价的问题,可为大豆耐寒性鉴定提供有益的借鉴。

大豆耐寒性在不同时期受不同的基因控制,随着植株的生长发育,耐寒性会有所变化^[3]。本试验

仅对大豆的发芽期和苗期进行了耐寒性鉴定, 因此试验的结果只代表大豆在这两个时期的耐寒性。发芽期和苗期耐寒性强的大豆在低温逆境下发芽成苗好, 干物质积累多, 减少了低温对种子发芽和幼苗生长的伤害, 为后期的生长奠定了较好的基础。

参 考 文 献

- 1 McConnell R I, Gardner C. O. Selection for cold germinations in two corn populations[J]. Crop Science, 1979, 19: 765 – 768.
- 2 Hope H. J, White P R, Dwyer L M, et al. Low temperature emergence potential of short season soybean hybrids grown under controlled environment and plot conditions[J]. Canadian Journal of Plant Science, 1992, 72: 83 – 91.
- 3 Hodges D. M, Hamilton R. I, Charest C. A chilling resistant test for soybean[J]. Canadian Journal of Plant Science, 1994, 74: 687 – 691.
- 4 Hodges D M, Andrews C J, Johnson D A, et al. Sensitivity of maize hybrids to chilling and their combining abilities at two development stages[J]. Crop Science, 1997, 37: 850 – 856.
- 5 Yan Qichuan. Seed Science[M]. Peking: Chinese Agricultural Press, 2001, 430.
- 6 Hong Nan, Hou Jun. SAS for windows statistic analysis system Text[M]. Peking: Publishing House of Electronics Industry, 2001, 45 – 49.
- 7 Xu Haiming, Qiu Yingxiang, Hu Jin, et al. Methods of constructing core collection of crop germplasm by comparing different genetic distances[J]. Acta Agronomica Sinica, 2004, 30(9): 932 – 936.
- 8 Tan Zhenbo, Liu Xin, Cao Mingqing. Recent advances on mechanisms of maize chilling tolerance[J]. Crop Sciences, 2002, 10(2): 56 – 60.
- 9 Pahlavanian A. M, Silk W. K. Effect of temperature on spatial and temporal aspects of growth in the primary soybean root[J]. Plant Physiology, 1988, 87: 529 – 532.
- 10 Stewart C R, Martin B A, Linda R, et al. Seedling growth, mitochondrial characteristics, and alternative respiratory capacity of corn genotypes differing in cold tolerance[J]. Plant Physiology, 1990, 92: 761 – 766.
- 11 Hodges D. M., Hamilton R. I, Charest C. A chilling response test for early growth phase[J]. Agronomy Journal, 1995, 87: 970 – 974.

IDENTIFICATION OF CHILLING TOLERANCE IN EARLY SOYBEAN VARIETIES AT GERMINATION AND SEEDLING GROWTH STAGES

Song You¹ Wang Jian²

(1. Heilongjiang Engineering Center of Soybean, Harbin, 150001;
2. Soybean Institute of Northeast Agricultural University, Harbin 150030)

Abstract The chilling tolerance of nine soybean varieties at germination and seedling growth stages were investigated by determining traits of germination characteristics and seedling quality at normal temperature (25 °C) and low temperature (10 °C) stress. The ratios (relative values) of trait values at low temperature to those at normal temperature were used to assess chilling tolerance. The results showed that the seedling of soybean varieties was more sensitive than root to low temperature, dry weight of root and seedling in chilling tolerance lines were not reduced by low temperature stress. The cluster analysis was used to solve assessing difficulty of chilling tolerance due to small differences among relative values in soybean varieties. Nine soybean varieties were clustered into three groups: chilling tolerance, intermediate chilling tolerance and chilling sensitivity. The correlation analysis showed that the relative values of germination percentage, the height of seedling, dry weight of seedling shoot and root were significantly correlated with each other; they were suitable parameters for evaluating chilling tolerance.

Key words Soybean; Chilling tolerance identification; Cluster analysis; Correlation analysis