

大豆萌发期对 6°C 低温的反应^{*}

李育军 赵玉田 常汝镇 梁博文 孙建英

(中国农业科学院品种资源所)

摘 要

1987—1988年,利用人工气候箱对我国东北春大豆品种(系)1910份进行了萌发期抗冷的筛选与研究,温度控制于6°C,恒温,并以25°C发芽实验作对照。(1)不同品种(系)在6°C下发芽率变化很大,其范围从0—100%;(2)黑龙江大豆在6°C下发芽速率最快;(3)确定了6°C下发芽时的最佳调查时间为13—14天;(4)两年共筛选出358个高抗冷材料,占参试材料的18.7%;(5)黑种皮,深褐脐,肾状、扁椭圆形,种皮无光泽表现出较强的抗冷性;(6)百粒重与抗冷呈极显著的负相关;(7)种子的蛋白质含量与抗冷性关系不大,粗脂肪含量、脯氨酸含量与抗冷性呈极密切的负相关,亚油酸与油酸的比值与抗冷性呈极显著的正相关。

关键词 栽培大豆;萌发期;相对发芽率;抗冷性

植物低温冷害是一种全球性的自然灾害,禾谷类、油料、园艺和绿肥等类作物都发生冷害或冻害^[1,2,11,13,17]。对大豆低温冷害的研究,各国学者从萌发期、幼苗期、花芽分化期、开花期、结荚鼓粒期及成熟期进行了研究^[1,3,7,14,16]。克里科夫(1952)指出萌发缓慢的种子也能在低温条件下发芽^[10];Littljohns 和 Tanner(1976)以生长箱对32个大豆栽培种进行不同温度(10、20、30°C)下的出苗实验,结果发现,不同栽培品种在10°C下出苗不同,由此可把栽培品种分为抗冷,中抗和不抗三个类型^[15];Szyrmer 和 Szczepanska(1982)对不同来源的25个大豆基因型萌发期的抗冷性进行了室内和田间试验,筛选出S-78/TE这一抗冷品系^[18];郑光华等(1981)报道齐齐哈尔品种在5°C下冷浸4小时,降低发芽率达50°C以上等^[3]。

根据我国东北三省尤其黑龙江地处北疆,纬度高,早春温度低,土地化冻晚,早播的大豆易受低温及病菌的为害,本试验试图筛选低温条件下发芽速度快、发芽率高的大豆遗传资源,以供生产直接利用或为育种家提供抗冷性强的育种亲本。

^{*} 本文于1988年12月5日收到。This paper was received on Dec. 5, 1988.

本文是大豆抗冷性研究的一部分。

刘芳、张晓玲、彭海晨和李植良参加了部分工作,孙雨珍同志提供了25°C发芽测定资料,谨致谢忱。

材料和方法

1. 材料来源:实验分两年进行。1987 年参试材料 986 份中,黑龙江 305 份,吉林 360 份,辽宁 321 份,每品种取 20 粒;1988 年参试材料共 924 份,其中黑龙江 308 份,吉林 428 份,辽宁 188 份,每品种取种子 50 粒。

2. 发芽前处理:把种子浸于 5% 的次氯酸钠溶液中 30 秒,然后以无菌蒸馏水冲洗二次,置于消毒的培养皿中,加入适当的蒸馏水,培养皿事先放入两层滤纸,常温下吸胀 12 小时左右。

3. 低温处理与调查:吸胀后换蒸馏水,放入 SD—150 生物低温气候试验箱中,温度控制于 6℃,恒温,无光照,每隔三天冲洗并换蒸馏水一次,以防止发霉。一旦发现发霉,立即去掉霉丝并冲洗。一周以后,每隔 3-6 天调查一次发芽数。当参试材料的一半发芽率达 50% 以上时,则把这一天确定为最佳的调查时间。相同材料在 25℃ 恒温下培养,三次重复,作为对照。按下式计算相对发芽率(R. G. R.):

$$\text{相对发芽率(\%)} = \frac{\text{6℃ 下发芽率}}{\text{25℃ 下发芽率}} \times 100$$

相对发芽率的抗性分级如下:

- (1) 相对发芽率 $\geq 85\%$, 高抗类型(H. R.);
- (2) 相对发芽率 50%—84.9%, 中抗类型(M. R.);
- (3) 相对发芽率 $< 50\%$, 敏感类型(S.)

4. 种子化学成分及农艺性状资料引自吉林省农业科学院大豆研究所等编著的《东北地区大豆品种资源鉴定与评价》。

结果与讨论

一、大豆 6℃ 下发芽最佳调查时间的确定

1987 年大豆 6℃ 下发芽试验于 7 月 23 日下午 6:00 时开始,并于 8 月 1 日(8 天),3 日(11 天),6 日(14 天),11 日(19 天),17 日(25 天)各调查一次发芽数。结果,根据 8 月 6 日(14 天)调查的发芽数计算发芽率,共有 521 份材料发芽率达 50% 以上,占参试材料的 52.8%,这与 50% 参试材料发芽率达 50% 以上的相吻合,而其它日期调查的结果都与之相差甚远(见表 1)。故可以确定大豆 6℃ 下发芽的最佳调查时间为低温处理 13—14 天。这与赵玉田—胡荣海(1986)鉴定玉米芽期抗冷时采用的调查时间 13 天相一致。

二、大豆 6℃ 低温发芽率与抗冷性

实验表明:大豆 6℃ 下发芽,来源不同地区的不同品种(系)发芽率变化很大,变幅范围从 0—100%,表现出不同程度的抗冷性。1987 年,6℃ 低温下 8 天,有 30 份材料发芽率达 50% 以上,占参试材料的 3.0%(如表 1),它们不但发芽速度快,而且发芽率高,如黑龙江的压破车(ZDD 0219),发芽率 85%,宝清压破车(ZDD 0220),发芽率 75%,黄粮黑豆

表1 大豆在6°C下不同时间发芽率达50%以上的品种数

Table 1 Variety number germinated up to 50% at 6°C for different days

省 份 Province	品 种 份 数 No. of varieties	8 天 8 days	11 天 11 days	14 天 14 days	19 天 19 days	25 天 25 days
		份数 百分比 No. %	份数 百分比 No. %	份数 百分比 No. %	份数 百分比 No. %	份数 百分比 No. %
黑 龙 江 Heilongjiang	305	12 3.9	100 32.8	185 60.7	237 77.7	278 91.1
吉 林 Jilin	360	13 3.6	91 25.3	171 47.5	252 70.0	291 80.8
辽 宁 Liaoning	321	5 1.6	67 20.9	165 51.4	249 77.6	281 87.5
合 计 Total	986	30 3.0	258 26.2	521 52.8	738 74.8	850 86.2

(ZDD 0304),发芽率70%,吉林的小金黄(ZDD 0449),发芽率80%,黄株食豆(ZDD 0713),发芽率80%,黑豆(ZDD 0685),发芽率70%,以及辽宁的平顶香(ZDD 0956),发芽率70%等,都属此类。从表1可见,6°C下发芽8天和11天,黑龙江材料达到50%以上的百分比最高,其次为吉林、辽宁,说明低温下发芽以黑龙江大豆发芽速率最快。1987年6°C低温下发芽14天,有93份材料发芽率达85%以上,占总参试材料的9.4%,其中,黑龙江、吉林和辽宁分别有22、43和28份,各占其参试材料的7.2%、11.9%和8.7%(表2),以吉林材料所占的百分率最高。1988年,6°C下发芽10天(低温处理的第七天凌晨1:00--6:00断水停电,温度升高,萌发提前,故调查提前),发芽率达85%以上的有247份,占参试材料的26.7%,其中黑龙江、吉林和辽宁分别有53、180和14份发芽率在85%以上,各占其参试材料17.2%、42.1%和7.4%,也以吉林为最高(表2)。

表2 大豆在6°C下的发芽率

Table 2 Germination percentage of soybean seeds treated at 6°C

省 份 Province	1987		1988	
	品种份数 No. of varieties	85%以上 85% above 份 数 %	品种份数 No. of varieties	85%以上 85% above 份 数 %
黑 龙 江 Heilongjiang	305	22 7.2	308	53 17.2
吉 林 Jilin	360	43 11.9	428	180 42.1
辽 宁 Liaoning	321	28 8.7	188	14 7.4
合 计 Total	986	93 9.4	924	247 26.7

大豆发芽的最低临界温度从2--8°C,说法不一^[2]。本试验看出在6°C下有的不发芽,有的虽发芽但发芽率很低,而有的发芽率高达100%。在6°C下发芽率达不到50%者,其

发芽最低临界温度可能在6°C以上;而发芽率超过85%者,其发芽最低临界温度很可能在6°C以下,需要进一步实验才能确定。试验还表明无论1987年还是1988年,发芽率在85%以上的材料中,均以吉林材料所占的比率为高,说明吉林品种较抗冷。另外,值得指出的是,由1988年低温处理的第七天缺水停电5小时,温度升高,萌发提早,即使提前调查,发芽率仍较1987年高,对实验结果有所影响,但总的趋势还是一致的。同时也说明,在低温处理过程中升温一段时间,即使几个小时也能使发芽提前,达到减少低温处理时间的目的。

三、相对发芽率与抗冷性

以相对发芽率作为抗冷指标,1987年与1988年分别获得92和266份高抗材料,各占其参试材料的9.3%与28.8%;中抗类型分别为428和534份,为参试材料的43.4%和57.8%;敏感类型则分别为465和124份,占参试材料的47.2%和13.4%。高抗材料中两年都以吉林居多,分别占其参试材料的11.9%和45.1%;中抗类型则都以吉林为少;敏感材料,1987年以吉林为多,1988年则以吉林为少(见表3)。

表3 大豆抗冷类型及其百分比

Table 3 Number and percentage of degree of tolerance to cold in soybean

省 份 Province	1987			1988		
	高 抗 H·R·	中 抗 M·R·	敏 感 S·	高 抗 H·R·	中 抗 M·R·	敏 感 S·
	份数 百分比 No. %	份数 百分比 No. %	份数 百分比 No. %	份数 百分比 No. %	份数 百分比 No. %	份数 百分比 No. %
黑 龙 江 Heilongjiang	22 7.2	163 53.4	120 39.3	55 17.9	173 56.2	80 26.0
吉 林 Jilin	43 11.9	128 35.6	189 52.5	193 45.1	222 51.9	13 3.0
辽 宁 Liaoning	24 8.7	137 42.8	156 48.6	18 9.6	139 73.9	31 16.5
合 计 Total	92 9.3	428 43.4	465 47.2	266 28.8	534 57.8	124 13.4

实验表明采用相对发芽率作为抗冷指标,可增加实验结果的准确性,减少由品种本身引起的误差,但同时也增多了一个对照实验(25°C);低温发芽率虽也可直接作为抗冷指标,且省去一个对照实验,但由于没有与正常温度下的发芽试验相比较而影响了准确性。至于其它指标,如萌发指数,活力指数以及其它生理生化指标等有待继续研究。

四、籽粒外观性状与抗冷性的关系

不同粒色的品种抗冷性强弱差异很大,两年都以黑大豆抗性最强,其相对发芽率平均值分别为65.98%和82.31%;黄大豆抗性最弱,相对发芽率平均值分别为47.37%和65.96%。最高与最低相差分别为18.6%和16.35%,同时看出抗冷性强弱的顺序为黑大豆>双色或褐大豆>青大豆>黄大豆(表4和图1)。Tully(1981)报道黑色种皮大豆的种子吸

表4 大豆籽粒性状与抗冷性的关系

Table 4 Relationship between seed character and tolerance to cold

项 目 Item		1987		1988	
		品 种 份 数 No. of varities	相对发芽 率平均值 Mean of R. G. R	品 种 份 数 No. of varieties	相对发芽 率平均值 Mean of R. G. R
种 皮 色 Seed coat colour	黄 大 豆 Yellow	784	47.37	710	65.96
	青 大 豆 Green	52	54.20	69	67.54
	褐 大 豆 Brown	37	56.73	64	74.25
	黑 大 豆 Black	49	65.98	66	82.31
	双色大豆 Saddle and tigers spot	13	59.6	9	70.84
脐 色 Hilum colour	黄 色 Yellow	168	48.24	128	71.49
	淡 褐 色 Light brown	163	45.60	189	70.29
	褐 色 Brown	369	48.51	339	62.03
	深 褐 色 Deep brown	100	52.34	133	72.94
	兰 色 Blue	26	43.00	19	78.10
	黑 色 Black	105	59.08	110	70.14
粒 形 Seed shape	圆 Circular	279	43.54	339	64.24
	扁 圆 Oblate	16	57.27	9	51.59
	椭圆形 Ellipse	431	49.55	413	67.85
	扁 椭 Flat ellipse	99	58.24	49	71.50
	长 椭 Long ellipse	82	46.92	61	73.46
	肾 状 Kidney	27	78.27	48	88.10
子 叶 色 Cotyledon colour	黄 色 Yellow	120	52.40	149	68.54
	绿 色 Green	35	52.92	31	68.65

种皮光泽 Seed coat lustre	无	71	51.15	154	79.25
	Not				
	微	190	47.16	185	69.89
	Slight				
	强	170	42.52	478	65.61
	Strong				

收水分比无色素种皮的大豆慢,且在0℃下具有较高的活力,显示了较高的抗冷性^[19]。种脐颜色不同,抗冷性表现也不一样,深褐色的抗冷性较黄色、淡褐色以及褐色都强(表4)。

粒形不同的基因型抗冷性差异也很大,其中肾状、扁椭粒抗性较强,椭圆居中,圆粒最弱(表4)。黄、绿子叶色抗冷性差异很小。不同种皮光泽的抗冷大小顺序为无>微>强(表4)。由表5和图2可见,百粒重与抗冷性呈极显著的负相关,且成线性关系。说明小粒品种相对发芽率高,较抗冷;大粒品种相对发芽率低,较不抗冷。许爱娜等(1978)曾报道在20℃、25℃、30℃及35℃下,大豆发芽率与发芽势有如下大小趋势:小粒>中粒>大粒^[6]。李福山等(1983)在中国大豆属植物的研究中曾指出:从原始的野生大豆到高度进化的栽培大豆的演变过程中,籽粒由小变大,种皮色由深变浅,泥膜消失,粒形由扁椭圆变为椭圆或近圆形^[9]。本试验结果表明黑种皮,深色脐,肾状、扁椭粒,种皮无光泽及小粒品种抗冷性较强,这说明原始类型的品种表现出较强的抗冷性。

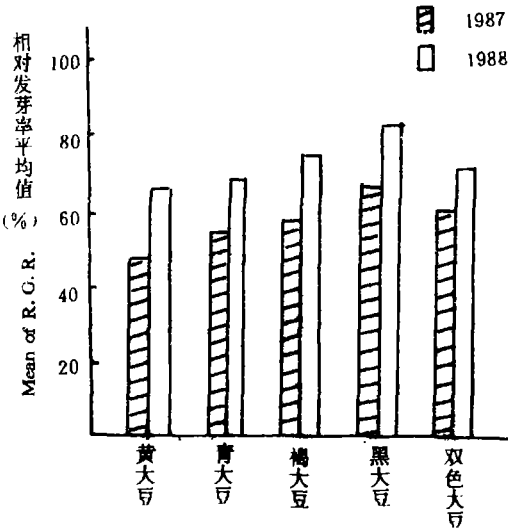


图1 粒色与抗冷性的关系
Fig. 1 Relationship between seed coat colour and tolerance to cold

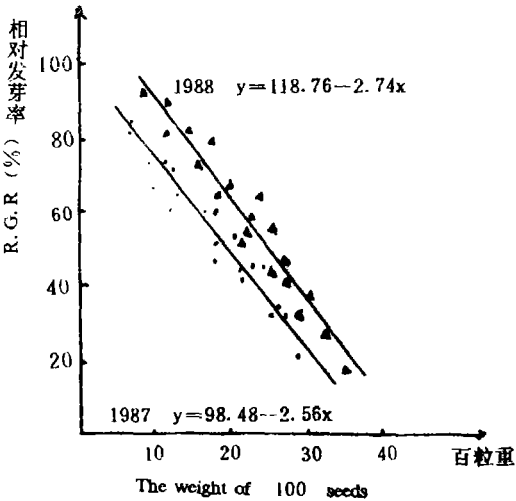


图2 百粒重与抗冷性的关系
Fig. 2 Relationship between the weight of 100 seeds and tolerance to cold

五、种子化学成分与抗冷性的关系

实验还就种子(含水量13%以下)化学成分与抗冷性的关系进行了分析。结果表明种

子蛋白质含量与抗冷没有显著的关系;粗脂肪含量与抗冷呈显著或极显著的负相关;脯氨酸含量与抗冷性呈极显著的负相关;而亚油酸与油酸之比值(L/O)与抗冷呈极显著的正相关(表5)。

表5 大豆种子大小及化学成分与抗冷的关系

Table 5 Seed size and its chemical composition related to cold-tolerance

项 目 Item	1987		1988	
	自由度 F	相关系数 R	自由度 F	相关系数 R
蛋 白 质 Protein	500	0.037	867	-0.055
脂 肪 Fat	500	-0.110 *	866	-0.109 **
脯 氨 酸 Proline	500	-0.121 **	814	-0.092 **
亚油酸/油酸 L/O	500	0.205 **	500	0.227 **
百 粒 重 Weight of 100 seeds	500	-0.184 **	915	-0.242 **

注: * 5%显著水准 * up to 5% significant level

** 1% 显著水准 ** up to 1% significant level

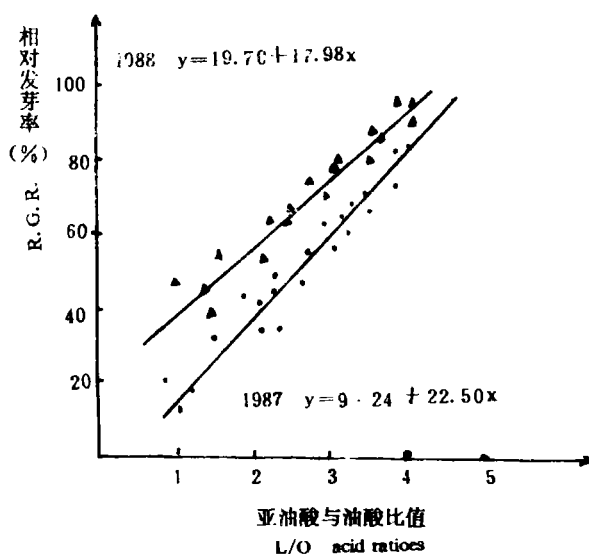


图3 亚油酸与油酸的比值与抗冷性的关系

Fig. 3 Relationship between L/O acid ratios and tolerance to cold

国内外很多学者都注意到植物蛋白质合成与降解与抗寒的关系,但种子蛋白质、脂肪含量对大豆抗寒性所起的作用研究较少。我们试验表明大豆种子蛋白质含量与萌发期抗冷关系不大,而粗脂肪含量却与之呈显著负相关。对于其它成分,Bartkowski等(1977)指出比马棉种子总类脂的不饱和与饱和脂肪酸的比值与芽期抗冷正相关^[12]。王洪春等(1980)发现水稻干胚线粒体膜脂肪酸不饱和指数、亚油酸与油酸含量与花期抗冷的相关

性^[6]。赵玉田和胡荣海(1986)也指出玉米籽粒干胚亚油酸与油酸的比值与芽期抗冷的相关是比值越大,低温下发芽力越强^[4]。我们的结果,大豆种子亚油酸与油酸的比值与萌发期抗冷呈极显著的正相关,且成线性关系(表 5 和图 3),与上述研究是一致的。另外,Lesaint—Onervel (1969)研究了不同器官的耐冷性与游离脯氨酸的关系,发现在经冷锻炼和未经冷锻炼的植物中可溶性脯氨酸含量与器官的耐冷性呈正相关^[8]、而我们的结果是大豆干种子脯氨酸含量与萌发期抗冷性呈极显著的负相关,为此,需要继续深入研究。

参考文献

- [1] 中国农业科学院科技情报研究所等,1978。农作物冷害专辑,国外农业科技资料 4 期。
- [2] 潘铁夫等,1983。农作物低温冷害及其防御,农业出版社。
- [3] 郑光华等,1981。大豆种子萌发过程中冷害问题的研究,中国农业科学(2):65—72。
- [4] 赵玉田,胡荣海,1986。玉米抗冷性鉴定 I 筛选方法和指标,中国农业科学(2):18—22。
- [5] 王洪春等,1981。植物抗性生理,植物生理学通讯(6):72—81。
- [6] 许爱娜等,1978。大豆幼芽生长特性之遗传育种研究,农林学报(27):23—43。
- [7] 张德荣、张学君,1988。大豆低温冷害试验研究报告,大豆科学 7(2):125—132。
- [8] 赵奠梅,1987。植物对零上低温的生理生化反应,黑龙江八一农垦大学学报(1):79—88。
- [9] 李福山、常汝镇、舒世珍,1983。中国的大豆属(*Glycine L.*)植物,大豆科学 2(2):109—116。
- [10] A. IL 克里科夫,1953。大豆在低温条件下发芽时的遗传变异,苏联农业科学(10):7—10。
- [11] And rews, C. J. 1987. Low—temperature stress in field and forage crop production——an overview. Can. J. Plant Sci. 67,1121—1133.
- [12] Bartkowski, E. J. et al. 1977. Dry seed fatty acid composition and seedling emergence of Pima cotton at low soil temperatures. Agron. J. 69,37—41.
- [13] Brown, D. M. and W. J. Blackburn 1987. Impacts of freezing temperatures on crop production in Canada. Can. J. Plant Sci. 67,1167—1180.
- [14] Hume, D. J. and A. KH. Jackson 1981. Pod formation in soybeans at low temperatures. Crop Sci. 21, 933—937.
- [15] Littlejohns D. A. and J. W. Tanner 1976. Preliminary studies on the cold tolerance of soybean seedlings. Can. J. Plant Sci. 56,371—375.
- [16] Orr, W. et al. 1983. Imbibitional chilling injury in cultivars of soybeans differing in temperature sensitivity to pod formation and maturation periods. Can. J. Bot. 61,2996—2998.
- [17] Quamme H. A. 1987. Low—temperature stress in canadian horticultural production——an overview. Can. J. Plant Sci. 67,1135—1149.
- [18] Szyrmer, J. and K. Szczepanska 1982. Screening of soybean genotypes for cold—tolerance during germination. Z. Pflanzenzuchtg. 88,255—269.
- [19] Tully, R. E. et al. 1981. The seed coat as a control of imbibitional chilling injury. Crop Sci. 21,312—317.

GERMINATION PHASE OF SOYBEAN RESPONSES
TO TEMPERATURE STRESS AT 6°C

Li Yujun Zhao Yutian Chang Ruzhen

Liang Bowen Sun Jiangying

(*Institute of Crop Germplasm Resources, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing*)

Abstract

Screening and study for tolerance to cold during germination at 6°C on soybean were conducted with controlled phytotron in 1987 and 1988. A total of 1910 varieties from the northeastern area of China were tested and the results are displayed as follow: (1), The germination percentages from different varieties varied greatly with the range from 0 to 100%. (2), 13—14 days treated under low temperature were considered as the best investigative date for germination at 6°C. (3), Tolerance to cold is different owing to the difference of seed coat colour, hilum colour, seed shape and lustre of seed coat. (4), The negative correlation coefficient between weight of 100 seeds and tolerance to cold is closely up to 1% significant level. (5), Fat %, Proline % and L/O acid ratios are related to cold tolerance except protein % in dry seed.

Key words *Glycine max* (L.) Merr.; Germination phase; Relative germination ratio; Tolerance to cold