

## 芽用大豆品种材料的种皮性状及生理特性

康玉凡 王丽艳 肖伶俐 刘腾飞 刘红开

(中国农业大学 农学与生物技术学院,北京 100193)

**摘要** 测定了前期筛选出的22个芽用大豆品种种皮性状和百粒重等物理特性、种子生理特性以及芽用特性指标,分析了各项物理生理特性指标与芽用特性指标的相关性。结果显示:所用大豆品种种子百粒重为8.1~22.3 g,种皮亮度值为38.6~55.1,种子与豆芽产出比为1:5.12~1:6.95,下胚轴长和下胚轴粗分别为6.60~11.42和0.24~0.32 cm。种皮亮度与单根豆芽质量及豆芽下胚轴粗呈正相关( $P<0.05$ );豆芽产出比与种子百粒重呈极显著负相关( $P<0.01$ ),与种子活力呈极显著正相关( $P<0.01$ );豆芽的感官品质与种子吸水量呈显著负相关( $P<0.05$ ),与豆芽下胚轴长呈显著正相关( $P<0.05$ )。分析评价推选S-08-93、S-08-97及S-08-145为综合性状较好的芽用大豆品种。

**关键词** 大豆;种皮性状;生理特性;芽用特性

中图分类号 S 565.1

文章编号 1007-4333(2011)04-0016-08

文献标志码 A

## Analysis on seed coat trait and physiology characteristics of soybean varieties which was used for sprout production

KANG Yu-fan, WANG Li-yan, XIAO Ling-li, LIU Teng-fei, LIU Hong-kai

(College of Agriculture and Biotechnology, China Agricultural University, Beijing 100193, China)

**Abstract** Twenty-two soybean varieties which were selected by previous study were used to determine the seed coat traits such as color and weight proportion of seed coat; physical characteristics such as 100-grain weight of seed; physiological characteristics such as the changes of biomass during germination, water absorption and seed vigor; sprouts characteristics such as sprout production, sprout morphological and sensory quality. This article analyzed the seed coat traits and the relationships between the physiological characteristics and the sprouts characteristics. The results showed that the ranges of 100-grain weight were 8.1 – 22.3 g. The ranges of brightness value were 38.6 – 55.1. The ranges of seed input-sprout output ratio were 1 : 5.12 – 1 : 6.95 and the ranges of hypocotyl length and diameter were 6.60 – 11.42 and 0.24 – 0.32 cm respectively. The brightness of seed coat had significant positive correlations with single sprout weight and hypocotyl length ( $P<0.05$ ). The sprouts output ratio had an extremely significant negative correlations with 100-grain weight of seeds ( $P<0.01$ ) and an extremely significant positive correlation with seed vigor ( $P<0.01$ ). The sensory quality had a significant negative correlations with the water absorption ( $P<0.05$ ) and a significant positive correlation with hypocotyl length ( $P<0.05$ ). The study also selected S-08-93, S-08-97 and S-08-145 that were suitable for sprouts production.

**Key words** soybean; seed coat trait; physiological characteristic; sprout characteristic

大豆芽白嫩清爽、芽体粗壮、外形美观,各种营养价值较高<sup>[1-3]</sup>,且具有多种保健功能成分<sup>[3-4]</sup>,是深受国内外人们喜爱的芽类蔬菜。随着社会经济的发

展和人民生活水平的提高,大豆芽需求量逐渐加大,规模化、程序化、机械化、自动化的工厂化的生产方式逐渐取代了家庭作坊式的生产方式,对原料豆的

收稿日期:2010-10-27

基金项目:国家食用豆现代产业技术体系建设专项资金资助(nycytx-18)

第一作者:康玉凡,教授,博士,主要从事豆类芽种质资源评价、食用豆加工产品、现代芽菜产业发展理论与技术等研究,

E-mail:yfkang@cau.edu.cn

选择有了新的更高的要求,相关研究亦随之为学术领域所关注<sup>[5]</sup>。目前关于大豆种皮性状与种子发芽特性的系统性研究报道较少。王汉中等对大豆种皮色泽的研究表明其深浅主要由栅栏层细胞中沉积的色素种类和量的多少决定<sup>[6]</sup>;张存信研究表明大豆种皮色泽对种子的生活力也具有影响,种皮色泽越深,其生活力越能保持长久,黑色大豆保持发芽力的期限较黄色种皮大豆长<sup>[7]</sup>。在其他作物中,对油菜种子的研究表明不同颜色籽粒在种皮厚度、皮壳率、种籽含油量、根活力和苗重等方面有差异,而发芽率、发芽势、总糖含量、苗长等无明显的差异<sup>[8-9]</sup>。目前关于大豆种子种皮性状和种子生理特性对生产的大豆芽产量、品质等芽用特性的影响研究尚未见报道。本试验模拟工厂化豆芽生产工艺条件,采用人工气候箱培养技术,系统地研究了大豆的芽用特性与大豆种质种皮特性、生理特性的关系,以期为优异芽用大豆种质资源材料的筛选提供理论基础和技术支持。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

试验用 22 个大豆品种材料是中国农业大学芽菜研究中心 2008 年对来源于北京和黑龙江省黑河市的 65 个大豆品种的芽用特性进行比较分析,依据其百粒重、豆芽产出量及感官品质、生化成分等的优

劣筛选出的重要芽用大豆品种资源材料,品种编号分别为 S-08-03、S-08-82、S-08-83、S-08-84、S-08-85、S-08-86、S-08-89、S-08-93、S-08-97、S-08-98、S-08-108、S-08-110、S-08-118、S-08-119、S-08-121、S-08-133、S-08-135、S-08-142、S-08-143 和 S-08-145;采用北京工厂化豆芽生产用大豆品种为对照,即 S-08-CK。鉴于试验材料编号较长,文中表述仅以尾号示出。

### 1.2 大豆芽培育方法

模拟工厂化豆芽产品的培育工艺与条件,将 22 个大豆品种精选后置于发芽盒中,每个品种 3 个重复,每个重复 15.0 g 种子。发芽盒置于 23 ℃ 恒温条件下避光培养,培育期 6 d,每 6 h 淋水 1 次。大豆芽产出量为培育结束后的群体质量,折算为投入种子与豆芽产出比。从每个发芽盒中随机取 25 根豆芽,称重并测量单根大豆芽质量、下胚轴粗和下胚轴长。

### 1.3 指标测定

种皮色泽用 CR-200 色度仪测定;大豆种子泥膜特征采用 Moticam1300 连续变倍体视显微镜观察;种皮质量比、吸水速率及吸水量用常规方法测定,种子活力测定用 TTC 法<sup>[10-11]</sup>。

感官评价根据赵镛<sup>[12]</sup>感官指标体系建立原则,制定能反映出豆芽的特征感官品质指标,并对感官指标进行量化。感官指标体系及评分标准见表 1。

表 1 大豆芽感官性状鉴定评分指标

Table 1 Marking standard of sensory quality of soybean sprout

豆 芽	指 标	分 值				
		1	2	3	4	5
鲜食豆芽	香味	很差	差	一般	较好	香甜
	芽体长		细短	细长	较长	适中
	色泽			稍暗	正常	正常、有光泽
	形态	不一致		基本一致		一致
	豆腥味	很浓	浓	淡	很淡	无
	脆度	非常差	很差	较差	较好	好
	手感	差	一般	好	很好	
熟食豆芽	香味	无	很淡	淡	浓	很浓
	鲜味	很淡	淡	浓	很浓	
	豆腥味	较浓	淡	很淡	无	
	苦涩味	较浓	淡	很淡	无	

## 1.4 数据处理

数据均在 Excel 中进行初步整理,并采用 SPSS 16.0 统计软件进行方差分析、多重比较和相关分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同大豆品种的物理特性

22 个大豆品种种子的外观性状、百粒重及种皮

色度见表 2。

从粒型上分,品种 83、84、86、119 和 135 为扁圆形,品种 89 为椭圆形,其余均为圆形;种脐颜色上分,品种 119、135 和 145 为深褐色,品种 84、110 和 133 为淡褐色,其余 16 个品种材料均为黄褐色;在本试验中有 3 个品种 82、83、84 有泥膜;选用种质材料粒色为黄色和淡黄色 2 类。

表 2 22 个大豆品种种子的来源及物理性状

Table 2 Source, 100-grain weight, appearance characters and seed color of different soybean varieties

品种编号	百粒重/g	种皮色度			品种编号	百粒重/g	种皮色度		
		亮度	红度	黄度			亮度	红度	黄度
S-08-CK	17.5	39.6	3.7	23.9	S-08-108	16.6	47.0*	4.3*	24.7*
S-08-03	21.3	49.2*	4.8*	27.8*	S-08-110	14.9	39.9	3.8	24.1
S-08-82	20.5	42.3*	4.0	21.3*	S-08-118	22.3	49.2*	3.5	26.2*
S-08-83	17.0	39.7	3.4	19.1*	S-08-119	17.3	49.2*	4.2*	26.0*
S-08-84	18.4	42.2*	4.1	23.4*	S-08-121	18.5	38.1*	3.7	21.8*
S-08-85	18.0	53.6*	3.2*	23.2*	S-08-133	9.2	38.6*	3.8	22.6*
S-08-86	18.4	53.7*	3.6	25.9*	S-08-135	15.0	39.7	1.8*	20.4*
S-08-89	20.8	45.8*	3.6	26.0*	S-08-141	16.9	38.6*	4.5*	24.0
S-08-93	16.9	55.1*	3.4	32.9*	S-08-142	8.1	42.2*	4.7*	26.6*
S-08-97	18.5	39.6	3.6	22.8*	S-08-143	21.2	47.9*	2.0*	25.8*
S-08-98	15.7	41.8*	3.2*	25.4*	S-08-145	15.4	39.9	2.1*	24.0*

注:\*, 品种与对照 0.05 水平差异显著,下表同。

种皮色度是由 3 方面因素分析得到的,即种皮亮度、红度和黄度。通过色度仪对不同大豆种质材料的色泽进行量化,种皮亮度值较大的有品种 93、86、85、03、181、191、143 等,品种 03、82、84、85、86、89、93、98、108、118、119、142 和 143 在种皮亮度上显著大于 CK ( $P < 0.05$ ), 121、133 和 141 显著小于 CK ( $P < 0.05$ )。

种子红度值较大的有 03、108、141、142 等,品种 03、108、119、141 和 142 显著大于 CK ( $P < 0.05$ ),

85、98、135、143 和 145 显著小于 CK ( $P < 0.05$ )。

种子黄度值较大的有品种 93、03、86、89、98、118、119 及 142 等。品种 03、86、89、93、98、108、118、119、142 和 143 显著大于 CK ( $P < 0.05$ ), 82、83、84、85、97、121、133 和 135 显著小于 CK ( $P < 0.05$ )。

种皮质量比是研究大豆芽用特性的主要种子性状之一。22 个大豆品种的种皮质量比为 6.0%~8.7% (表 3), 其中, 142 种皮质量比最大, 为 8.7%,

表 3 不同大豆品种的种皮质量比

Table 3 Seed coat proportion of different soybean varieties

品种编号	种皮质量比/%	品种编号	种皮质量比/%	品种编号	种皮质量比/%
S-08-142	8.7 a	S-08-119	7.3 ab	S-08-82	6.8 ab
S-08-03	8.6 a	S-08-121	7.3 ab	S-08-84	6.6 ab
S-08-83	7.9 ab	S-08-133	7.3 ab	S-08-135	6.6 ab

续表

品种编号	种皮质量比/%	品种编号	种皮质量比/%	品种编号	种皮质量比/%
S-08-118	7.8 ab	S-08-141	7.3 ab	S-08-85	6.5 ab
S-08-CK	7.3 ab	S-08-143	7.3 ab	S-08-145	6.1 b
S-08-93	7.3 ab	S-08-98	7.2 ab	S-08-86	6.0 b
S-08-97	7.3 ab	S-08-89	7.2 ab	S-08-108	6.0 b
S-08-110	7.3 ab				

注：不同小写字母表示 0.05 水平差异显著。

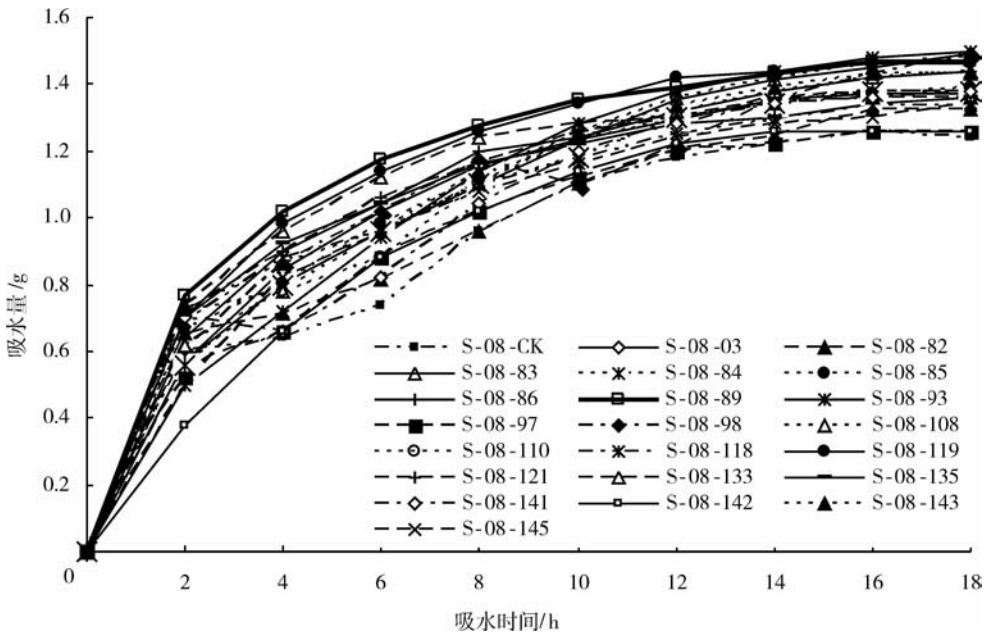
03 次之,且与 86、108、145 差异显著( $P < 0.05$ )。

### 2.2 不同大豆品种的生理特性

#### 2.2.1 种子吸水速率比较

根据大豆种子吸水过程中的质量变化计算 1 g 大豆的吸水量,再根据吸水量绘制 22 个大豆品种的

吸水曲线(图 1)。22 个大豆品种的吸水曲线线型基本一致,均表现为发芽前 2 h 内吸水速率最快,以后逐渐减慢至趋于平缓。但是,由于品种不同,其吸水速率和吸水量存在差异。在前 2 h 内吸水最快的品种是 89,最慢的是 142。



吸水量, 1 g 大豆种子的吸水量。

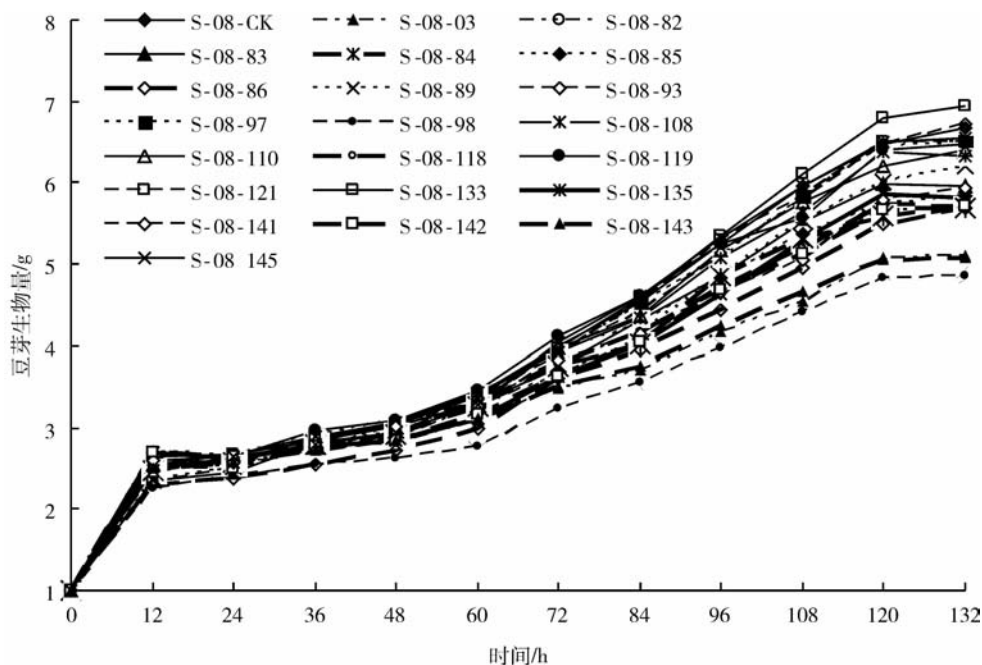
图 1 不同品种大豆种子的吸水量曲线

Fig. 1 Water absorption curve of different soybean varieties

#### 2.2.2 种子发芽过程中生物量的变化

根据大豆种子发芽后的生物量变化将 1 g 大豆种子随发芽时间生物量变化绘成曲线(图 2),不同品种大豆发芽过程中生物量变化曲线形状相似,0~12 h 各个品种生物量均呈直线增加,品种间的变化范围不大,而品种 142 生物量的增长量较其他品种

大,增长量较小的是 98。培养 12~48 h 各品种生物量的增加速度减慢,曲线上升平缓,在这一阶段生物量变化较快的是品种 133,变化最慢的仍然是 98。培养 48~120 h 生物量变化又快速增加,120 h 后曲线趋于平衡,各品种豆芽生物量基本不变,此时豆芽生物量最高的是 133,达 6.95 g,较对照高 0.27 g。



豆芽生物量, 1 g 大豆种子发芽后的质量。

图 2 不同品种大豆种子发芽过程中生物量的变化

Fig. 2 Changes of biomass during germination of different soybean varieties

### 2.2.2 种子活力比较

四唑测定种子活力是根据种子胚部对四唑盐类的染色情况判断其活力强弱的, 种子活力能较好的反映种子的内在特性。按整体染色图形分级评定种

子活力水平, 各个品种活力等级及评分见表 4。可知: CK、89、93、97、108、110、119、121、133 和 145 的活力较强, 其中 133 的活力最强; 而 82、83、84、85、86、118、135、141 和 142 的活力次之, 03 和 143 的活

表 4 不同品种大豆种子活力比较

Table 4 Comparing of seed vigor of different soybean varieties

品种编号	活力		品种编号	活力		品种编号	活力	
	等级	评分		等级	评分		等级	评分
S-08-CK	1	28	S-08-93	1	28	S-08-121	1	26
S-08-03	3	8	S-08-97	1	26	S-08-133	1	30
S-08-82	2	14	S-08-98	3	2	S-08-135	2	14
S-08-83	2	18	S-08-108	1	22	S-08-141	2	18
S-08-84	2	10	S-08-110	1	24	S-08-142	2	12
S-08-85	2	14	S-08-118	2	12	S-08-143	3	6
S-08-86	2	12	S-08-119	1	24	S-08-145	1	26
S-08-89	1	20						

力最差。

### 2.3 不同品种大豆的芽用特性

#### 2.3.1 豆芽产出比

22 个品种大豆的豆芽产出比见表 5。只有品种

93 和 133 产出比高于对照, 但差异不显著 ( $P > 0.05$ ); 品种 97、108、110、119、121、133、142 和 145 的产出比与对照差异也不显著 ( $P > 0.05$ ); 其余品种显著低于对照 ( $P < 0.05$ )。

表 5 不同大豆品种种子的豆芽产出比

Table 5 Output ratios of different soybean varieties

品种编号	产出比	品种编号	产出比	品种编号	产出比	品种编号	产出比
S-08-CK	1 : 6.68	S-08-86	1 : 5.70*	S-08-110	1 : 6.41	S-08-141	1 : 5.97*
S-08-03	1 : 5.15*	S-08-89	1 : 6.21*	S-08-118	1 : 5.71*	S-08-142	1 : 6.42
S-08-82	1 : 5.73*	S-08-93	1 : 6.71	S-08-119	1 : 6.47	S-08-143	1 : 5.12*
S-08-83	1 : 5.95*	S-08-97	1 : 6.51	S-08-121	1 : 6.50	S-08-145	1 : 6.56
S-08-84	1 : 5.69*	S-08-98	1 : 5.38*	S-08-133	1 : 6.95		
S-08-85	1 : 5.83*	S-08-108	1 : 6.33	S-08-135	1 : 5.81*		

2.3.2 豆芽感官特性

较好的有 CK、82、84、85、93、97 和 145，总分达到 44

对 22 个大豆品种豆芽进行感官评价，感官品质

分以上，而 98 和 119 在 30 分以下(表 6)。

表 6 不同大豆品种豆芽感官特性评价

Table 6 Evaluation of sensory quality of soybean sprouts

品种编号	感官评价			品种编号	感官评价		
	鲜食豆芽	熟食豆芽	总分		鲜食豆芽	熟食豆芽	总分
S-08-CK	30	14	44	S-08-108	30	10	40
S-08-03	24	14	38	S-08-110	26	13	39
S-08-82	31	13	44	S-08-118	15	15	30
S-08-83	19	16	35	S-08-119	19	10	29
S-08-84	30	16	46	S-08-121	21	11	32
S-08-85	29	15	44	S-08-133	30	7	37
S-08-86	28	12	40	S-08-135	19	13	32
S-08-89	25	14	39	S-08-141	24	16	40
S-08-93	30	14	44	S-08-142	25	15	40
S-08-97	30	14	44	S-08-143	18	14	32
S-08-98	18	9	27	S-08-145	29	16	45

2.3.3 种子特性及芽用特性相关性分析

对不同大豆品种各指标相关性进行分析，结果显示(表 7)：种皮色度与豆芽产出比无相关性，而种皮亮度与单株芽质量及豆芽下胚轴粗呈显著正相关( $P < 0.05$ )，种皮亮度与黄度呈极显著正相关( $P < 0.01$ )。种皮质量比与芽用特性及种子活力、吸水量等生理特性并不相关，豆芽产出比与种子百粒重呈极显著负相关( $P < 0.01$ )，与种子活力呈极显

著正相关( $P < 0.01$ )，相关系数达 0.925，与豆芽下胚轴长呈显著正相关( $P < 0.05$ )，与豆芽下胚轴粗呈显著负相关( $P < 0.05$ )。豆芽的感官品质与种子吸水量呈显著负相关( $P < 0.05$ )，与豆芽下胚轴长呈显著正相关( $P < 0.05$ )，而与种子的百粒重、种皮色度、种皮质量比及种子活力等并无相关性。豆芽的下胚轴长与下胚轴粗呈极显著负相关( $P < 0.01$ )。

表7 不同品种大豆种子特性及芽用特性相关性

Table 7 Correlations between seed and sprouts characteristics of different soybean varieties

指标	单根豆 芽质量	下胚 轴长	下胚 轴粗	感官 品质	百粒重	种皮 亮度	种皮 红度	种皮 黄度	种皮 质量比	种子 活力	18 h 吸水量
产出比	-0.380	0.444*	-0.470*	0.302	-0.543**	-0.289	0.137	-0.007	-0.065	0.925**	-0.310
单根豆芽质量		-0.151	0.529*	0.048	0.940**	0.427*	0.030	0.136	-0.233	-0.102	0.240
下胚轴长			-0.588**	0.477*	-0.228	0.033	0.104	0.086	-0.176	0.168	-0.030
下胚轴粗				0.060	0.596**	0.478*	0.167	0.384	0.099	-0.413	0.091
感官品质					-0.053	0.027	0.193	0.055	0.082	0.145	-0.426*
百粒重						0.384	-0.096	0.096	-0.104	-0.280	0.221
种皮亮度							0.032	0.673**	0.407	0.252	-0.112
种皮红度								0.203	0.410	0.064	-0.155
种皮黄度									0.217	0.051	0.254
种皮质量比										-0.139	-0.054
种子活力											-0.238

注:\*,0.05水平显著相关;\*\* ,0.01水平极显著相关。

### 3 讨论与结论

1) 豆芽特性指标的范围值。本试验所用的22个大豆种质材料百粒重为8.1~22.3 g,投入产出比为1:5.12~1:6.95。肖伶俐等用百粒重7.24~34.9 g的9个大豆品种,投入产出比为1:3.87~1:7.59<sup>[13]</sup>,Lee等用所用大豆品种的投入产出比为1:3.70~1:6.30,均与本试验相近<sup>[14]</sup>。豆芽形态指标方面,下胚轴长和下胚轴粗分别为6.60~11.42和0.24~0.32 cm,肖伶俐等所测定的9个大豆品种大豆芽下胚轴长为7.21~11.79 cm,下胚轴粗为0.245~0.353 cm<sup>[13]</sup>,与本试验相近;而Lee等对8个韩国大豆芽用品种用常规方法培育的豆芽下胚轴长为4.9~8.0 cm,下胚轴粗1.86~2.09 cm<sup>[15]</sup>,比本试验所获豆芽细短。这些差异可能是由于品种、发芽温度、湿度、发芽时间的不同等多种因素造成的。

2) 种子性状与豆芽特性的相关性。本试验中种子百粒重与大豆芽产出比呈极显著负相关( $r = -0.534, P < 0.01$ )。这与肖伶俐等研究结果吻合。程须珍研究发现绿豆籽粒大小与豆芽产量呈显著负相关<sup>[17]</sup>。Lee等发现豆芽产量与大豆种子百粒重呈显著负相关( $r = -0.763^{**}$ ),且大豆芽产量的4

个QTLs位点与种子质量的QTLs连锁<sup>[15]</sup>,这支持了本试验的结论。

日本、韩国制作纳豆、豆芽的原料倾向于小粒大豆,这与豆芽的产量因素也有一定关系。本试验筛选的大豆种质材料以中小粒为主,百粒重20 g以上的品种仅4个。

种子活力是衡量种子质量状况的一个重要指标。种子活力表现为种子发芽与幼苗生长的速率、整齐度、不利环境下的出苗能力,贮藏后能保持较好发芽力的性能。大量研究资料表明,种子活力水平随着种子的发育而增高,至生理成熟时达最高。成熟度高的种子活力高,成熟度低的种子活力低。通常低位花序种子成熟度高,高位花序种子成熟度低。本试验表明种子活力与豆芽产出比呈极显著正相关( $r = 0.925, P < 0.01$ )。

种皮色泽与豆芽产出比及感官品质无显著相关性。程须珍研究表明,绿豆种皮色泽并不一定是影响豆芽质量的主要原因<sup>[16]</sup>。种皮亮度与单根豆芽质量和豆芽下胚轴粗呈显著正相关。因此,种皮亮度可以作为筛选生产特殊产品豆芽如粗短豆芽的指标。

大豆种子露白前的吸水量与豆芽产出比无显著相关性,而与豆芽的感官品质呈显著负相关,这对大

豆芽生产中控制种子浸种时间、改善豆芽感官品质有一定的指导意义。

3) 优异芽用品种材料的筛选。豆芽产出比较高的品种是 133、93 和 CK, 其次为 97、108、110、119、135、141、142 和 145, 与对照无显著差异。感官品质较好的有 CK、82、84、85、93、97 和 145, 总分达 44 分以上。

综合分析 22 个大豆品种种皮特性与生理特性及其芽用特性的相关关系, 推选出 S-08-93、S-08-97 和 S-08-145 为较好的芽用大豆品种材料, 而可否作为专用芽用大豆品种, 还需要考虑其品种的高产性、抗逆性、生育期等综合农艺性状。

### 参 考 文 献

[1] 郭鹅, 霍贵成. 发芽大豆生化特性及其营养变化[J]. 粮油食品科技, 2002, 10(4): 8-10

[2] 荀晓霖. 豆芽比原豆更有营养[J]. 求医问药, 2007(6): 40

[3] 庄乾竹. 小豆芽大营养[J]. 饮食科学, 2006(2): 24-25

[4] 郝一生. 豆芽菜: 益寿菜[J]. 湖南农机, 2006(6): 30

[5] 康玉凡, 陶礼明, 毛振宾, 等. 工厂化豆芽成为现代加工食品新宠[J]. 长江蔬菜, 2008(9): 73-76

[6] 王汉中, 刘后利. 甘蓝型油菜黄籽和黑籽皮壳中花色素、多酚、

苯丙烯酸含量和 PAL 酶活性的变异[J], 华中农业大学学报, 1996, 15(6): 509-513

[7] 张存信. 大豆种子综合贮藏技术[J]. 中国农学通报, 1991, 7(4): 46-48

[8] 张学昆. 甘蓝型黄籽油菜遗传多样性及其透明种皮对种子生理的影响[D]. 重庆: 西南农业大学, 2005

[9] 史仕军, 吴江生. 甘蓝型油菜黄籽粒色性状研究[J]. 华中农业大学学报, 2003, 22(6): 608-609

[10] 颜启传. 种子检验原理与技术[M]. 杭州: 浙江大学出版社, 2001

[11] 郑光华. 种子生理研究[M]. 北京: 科学出版社, 2004

[12] 赵镭, 刘文, 汪厚银. 食品感官评价指标体系建立的一般原则与方法[J]. 中国食品学报, 2008, 8(3): 121-124

[13] 肖伶俐, 康玉凡, 陶礼明, 等. 不同大豆品种芽用特性比较[J]. 大豆科学, 2008, 27(6): 955-959

[14] Lee S H, Park K Y, Lee H S, et al. Genetic mapping of QTLs conditioning soybean sprout yield and quality[J]. Theor Appl Genet, 2001, 103(5): 702-709

[15] Lee J D, Shannon J G, Jeong Y S, et al. A simple method for evaluation of sprout characters in soybean [J]. Euphytica, 2007, 153(1/2): 171-180

[16] 程须珍. 绿豆品种与豆芽产量质量关系的初步探讨[J]. 中国种业, 1990(1): 14-15

(责任编辑: 刘迎春)