

盖玉红, 兰 兰, 董宝池, 等. 不同生长环境对栽培大豆叶片某些生理指标的影响[J]. 江苏农业科学, 2014, 42(5): 111–115.

# 不同生长环境对栽培大豆叶片某些生理指标的影响

盖玉红<sup>1</sup>, 兰 兰<sup>2</sup>, 董宝池<sup>3</sup>, 李宏博<sup>2</sup>, 牛 陆<sup>4</sup>, 魏 健<sup>2</sup>

(1. 吉林农业大学农学院, 吉林长春 130118; 2. 长春师范大学生命科学学院, 吉林长春 130032;

3. 吉林省农业科学院, 吉林长春 130033; 4. 东北师范大学, 吉林长春 130024)

**摘要:**在苗期(V4)、花期(R2)、结荚期(R4)和鼓粒期(R6)对不同生长环境下的 8 个栽培大豆品种的某些生理指标的测定结果表明:叶绿素含量随生育期的推进呈升高趋势;可溶性糖、可溶性蛋白含量的变化趋势一致,在 V4 至 R2 期升高,R2 至 R4 期下降,R4 至 R6 期又升高,其中 R4 期的值最低;超氧化物歧化酶(SOD)活性在 V4 至 R6 期呈持续下降趋势,V4 期最高,R6 期最低;过氧化物酶(POD)活性呈持续增加趋势,V4 期最低,R6 期最高;过氧化氢酶(CAT)活性在 V4 期最低,V4 至 R2 期升高,在 R2 期的活性达最高,R2 至 R6 期呈下降趋势。研究还发现,黑钙土中各大豆品种的各项指标均高于沙黄土。

**关键词:**大豆;生长环境;生理指标;生育期

**中图分类号:** S565.101 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002–1302(2014)05–0111–05

大豆产业的发展,对于解决世界性植物蛋白短缺、改善食物结构、发展有机农业、减少能源消耗和环境污染具有战略意义。大豆的生产对我国人民生活水平的提高和国民经济的发展都有着十分重要的意义<sup>[1]</sup>。近年来,大豆的单位面积产量得到了大幅度提高,除了生产条件的改善和栽培技术的提高外,大豆品种的遗传改良也是主要原因<sup>[2–5]</sup>。国内外许多学者研究表明,无论是古代的自然选择进化,还是现代的科学培育进化,表面上是对作物株型的改善与发展,但最终目的还是增加作物的生物产量,进而提高产量并改善品质。大豆单位面积产量的提高主要是栽培技术改进和遗传改良共同作用的结果<sup>[6–8]</sup>,因此探索遗传改良过程中产量提高的生理基础,对未来大豆高产育种和栽培具有重要意义。在产量提高的同时,大豆的农艺性状和生理性状也发生了明显的变化<sup>[9–10]</sup>,Buttery 等研究发现,大豆产量、光合速率、收获指数、气孔导度、叶绿素含量、比叶质量等均随着大豆育成年代的推进而增加<sup>[11–12]</sup>;于龙凤等对不同大豆品种叶片中的叶绿素含量变化研究表明,上层功能叶片的叶绿素含量随着生育期的推进呈不断增加变化趋势,在鼓粒期达到最大值<sup>[13]</sup>;王晓慧等对半野生、半栽培和栽培大豆的研究表明,随着大豆的进化,其叶片中的可溶性糖、可溶性蛋白含量以及过氧化物酶(POD)和超氧化物歧化酶(SOD)活性均表现出随品种的进化而增加的变化趋势<sup>[14]</sup>。此外,关于大豆在各种胁迫下的生理指标变化报道也很多,但是对于不同栽培大豆品种在不同生长环境中的叶片生理特性报道较少。本研究根据不同生育期、不同栽培大豆品种在黑钙土和沙黄土中的叶片叶绿素、可溶性糖和可溶性蛋白含量,以及 SOD、POD 和过氧化氢酶(CAT)活

性的变化规律,以期为研究更适合栽培大豆生长的土壤环境提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试的 8 个大豆品种分别为:吉育 59、吉育 89、吉育 66、吉育 101、吉育 104、吉林小粒 4 号、吉林小粒 6 号、吉林小粒 7 号,由吉林省农业科学院大豆研究中心提供。这 8 个大豆新品种是吉林省农业科学院前期研究的结果,其中吉育 59 是具有盐腺的盐生野生大豆为父本培育出的抗盐大豆新品种,获得了显著的社会效益和经济效益。

### 1.2 试验设计

试验于 2010 年在吉林农业大学和东北师范大学的试验田(43.53°N,125.1°E)内进行,试验田近年的年平均降水量为 567 mm,≥10℃的积温为 2 860℃,年平均温度为 4℃,无霜期 140 d 左右。吉林农业大学试验田土壤为黑钙土(pH 值 7.01),东北师范大学试验田土壤为沙黄土(pH 值 8.02)。

于 2010 年 5 月 1 日播种,施 150 kg/hm<sup>2</sup> 磷酸氢二铵,人工点播,各品种于苗期定苗,密度 20 万株/hm<sup>2</sup>,按常规管理。每个大豆品种种植 3 行,行距 0.65 m,行长 5 m,按随机区组设计,设 3 次重复。生育时期按照 Fehr 等的分级标准划分<sup>[15]</sup>,分为苗期(V4,指营养生长期的 4 复叶时期)、花期(R2)、结荚期(R4)和鼓粒期(R6)。

### 1.3 测定指标及方法

于各个生育期的 07:00–08:00 采样,取植株上部第 2 片完全展开的复叶作为试验材料。叶绿素含量采用乙醇–丙酮混合液浸泡法测定,可溶性糖含量采用蒽酮法测定,可溶性蛋白含量采用考马斯亮蓝 G–250 法测定,POD 活性采用愈创木酚法测定,SOD 活性采用氯化硝基四氮唑蓝(NBT)光化还原法测定,CAT 活性采用紫外吸收法测定。以上各项指标测定方法均参照《植物生理学实验指导》<sup>[16]</sup>。

### 1.4 数据分析

用 Excel 进行图像分析处理,所有数据均为 5 次重复的

收稿日期:2013–12–27

基金项目:吉林省教育厅项目(编号:2012059)。

作者简介:盖玉红(1980—),女,吉林长春人,博士,实验师,主要从事植物生理与遗传研究。Tel:(0431)84532849;E-mail:gyh0214@qq.com。

通信作者:魏 健,男,吉林长春人,博士,讲师,主要从事植物遗传转化研究。E-mail:148050459@qq.com。

平均值 ± 标准误差。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同生长环境对不同大豆叶片叶绿素含量的影响

不同时期的大豆叶片总叶绿素含量测定结果(图 1)表明:随着生育期的推进,各个品种大豆叶片的叶绿素含量均呈

升高趋势,以营养生长阶段的 V4 期叶绿素含量最低,R6 期叶绿素含量最高,说明营养生长期的光合能力较弱,鼓粒期的光合能力达到最大。对不同栽培条件的比较发现,各个时期黑钙土的叶绿素含量均高于沙黄土。此外还可以看出,不同品种间的叶绿素含量不同,吉育 59 含量最高,吉林小粒 7 号最低,表明吉育 59 的光合能力较强。

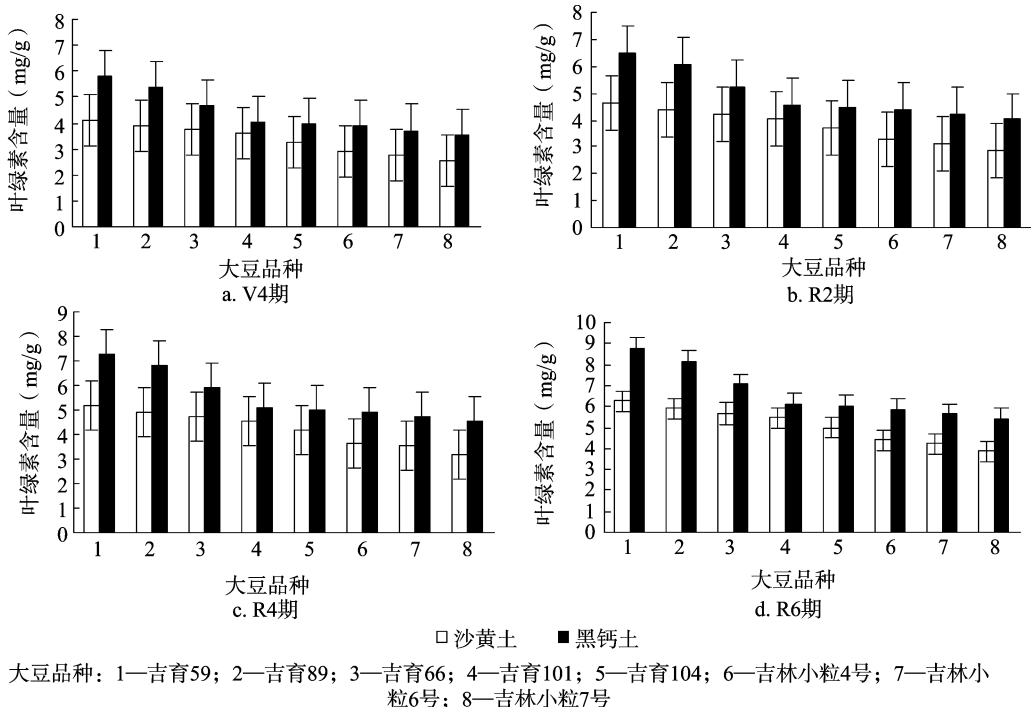


图1 不同生长环境下不同生育期的大豆叶片叶绿素含量

### 2.2 不同生长环境对不同大豆叶片中可溶性糖和可溶性蛋白含量的影响

由图 2、图 3 可以看出,在不同生长环境下,不同大豆叶片中的可溶性糖、可溶性蛋白含量均从 V4 期到 R2 期表现出增加趋势,从 R2 期到 R4 期表现出降低趋势,从 R4 期到 R6 期表现出增加趋势,其中 R4 期的含量最低,R2 期的含量最高。各个时期黑钙土试验田大豆叶片的可溶性糖、可溶性蛋白含量均高于沙黄土试验田,以吉育 59 的含量最高,吉林小粒 7 号的含量最低。

### 2.3 不同生长环境对不同大豆叶片中 SOD、POD、CAT 活性的影响

对 SOD、POD、CAT 活性的测定结果表明:SOD 活性随着生育期的推进表现出下降趋势,在 V4 期的活性最高,在 R6 期的活性最低;从 V4 到 R6 期,POD 活性呈现出持续升高的趋势,在 V4 期的活性最低,R6 期的活性最高;CAT 活性在 V4 期最低,从 V4 至 R2 期表现出升高的趋势,在 R2 期活性达到最高值,在 R2 至 R6 期表现出下降趋势(图 4 至图 6)。还可以看出,在不同生育期内,黑钙土试验田中大豆的 3 种酶活性均高于沙黄土试验田,其中吉育 59 的酶活性均为最高,吉林小粒 7 号的酶活性最低。

### 2.4 不同大豆品种的各项生理指标与生长环境的方差比较分析

对不同大豆品种的各项生理指标与生长环境进行方差比

较分析,结果(表 1)表明:吉育 59、吉林小粒 7 号的叶绿素含量与生长环境具有显著相关性,其他品种的叶绿素含量则与生长环境无相关性;不同大豆品种的可溶性糖含量、可溶性蛋白含量、POD 活性与生长环境无相关性;吉林小粒 4 号、吉林小粒 6 号、吉林小粒 7 号的 SOD 活性与生长环境呈显著相关关系;吉林小粒 4 号、吉林小粒 6 号的 CAT 活性与生长环境存在显著相关性。

## 3 结论与讨论

大豆叶绿素含量的高低表明其光合作用能力的强弱<sup>[13]</sup>,植物地上干物质的 90% ~ 95% 来自光合作用<sup>[17]</sup>,因此光合产物的转运和分配影响着植株的生长发育和产量形成<sup>[18]</sup>。可溶性糖和蛋白不仅是植物的主要光合产物,而且是植物体内碳水化合物转化、储藏和再利用的主要形式,植物体内可溶性糖和蛋白含量反映了叶缘端的同化物供应能力及端库籽粒对同化物的转化、利用能力<sup>[7,19-21]</sup>。笔者通过研究发现,在不同生育期内,大豆中的叶绿素含量随生育期的推进表现出持续增加的变化,表明从苗期到鼓粒期光合速率强弱与叶绿素含量具有一定的相关性。本研究还发现:黑钙土试验田中的大豆叶绿素含量在各个生育期内均高于沙黄土试验田,黑钙土试验田中各大豆品种的叶片光合作用更强;黑钙土和沙黄土试验田中可溶性糖、可溶性蛋白含量的变化特点为从 V4 至 R2 期升高,从 R2 至 R4 期下降,从 R4 至 R6 期升高,表明

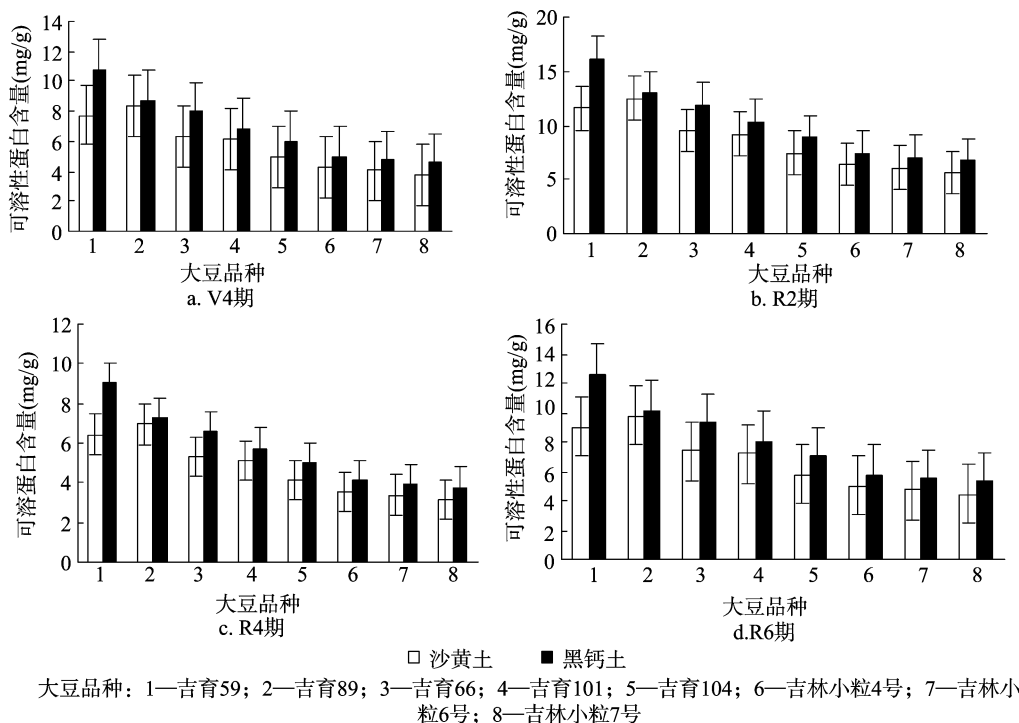


图2 不同生长环境下不同生育期的大豆叶片可溶性蛋白含量

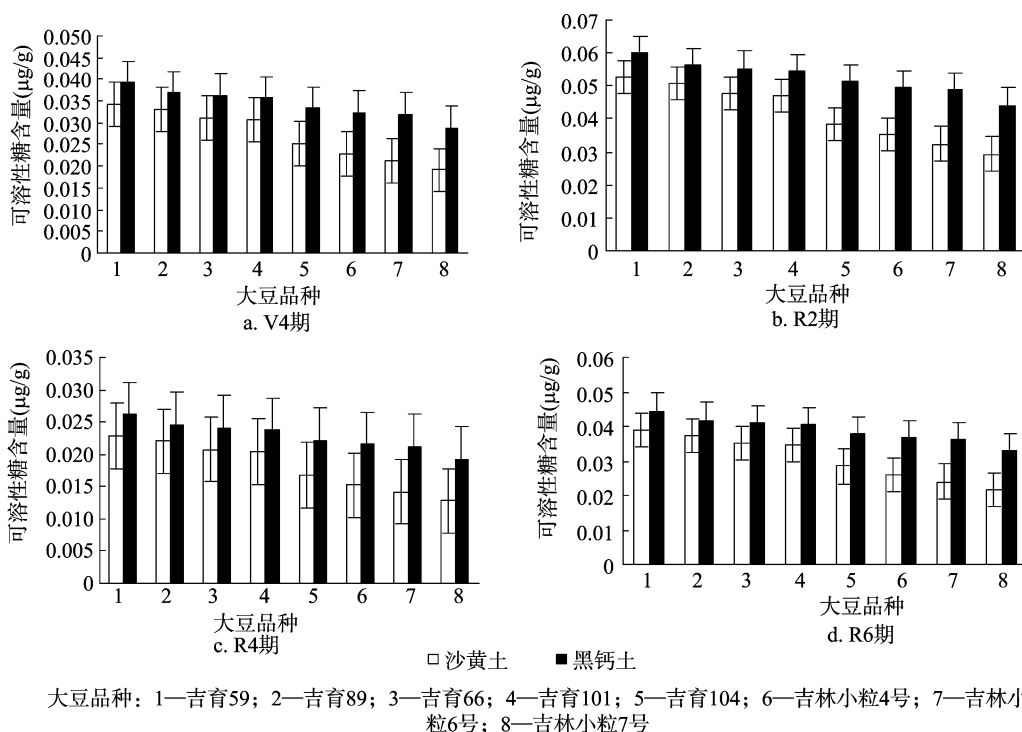


图3 不同生长环境下不同生育期的大豆叶片可溶性糖含量

随着生育期的推进,叶片储存更多的糖和蛋白,可能为更多地向荚果转运光合产物做准备。

李茂富等认为,大豆叶中的 POD 和 SOD 活性可作为评价叶片衰老程度、抗性大小和产量高低的指标<sup>[22]</sup>。傅金民等研究表明,叶片的衰老来自 SOD 活性的降低<sup>[23]</sup>。本研究表明,随生育期的推进,SOD 活性会持续下降,表明随着植株的生长,植株体内超氧阴离子自由基增加,SOD 活性降低,从而

加速了叶片衰老。POD 活性持续升高,表明植株在生长过程中的代谢强度不断增加。CAT 活性呈单峰曲线形变化,在 R2 期最高,苗期最低,说明在花期植物体内由于活性氧代谢而积累较多的  $H_2O_2$ ,因此 CAT 活性较强。本研究通过对不同栽培环境下各项指标的测定发现,黑钙土试验田的各项指标在各个时期均显著高于沙黄土试验田,说明黑钙土更适合栽培大豆的生长发育。

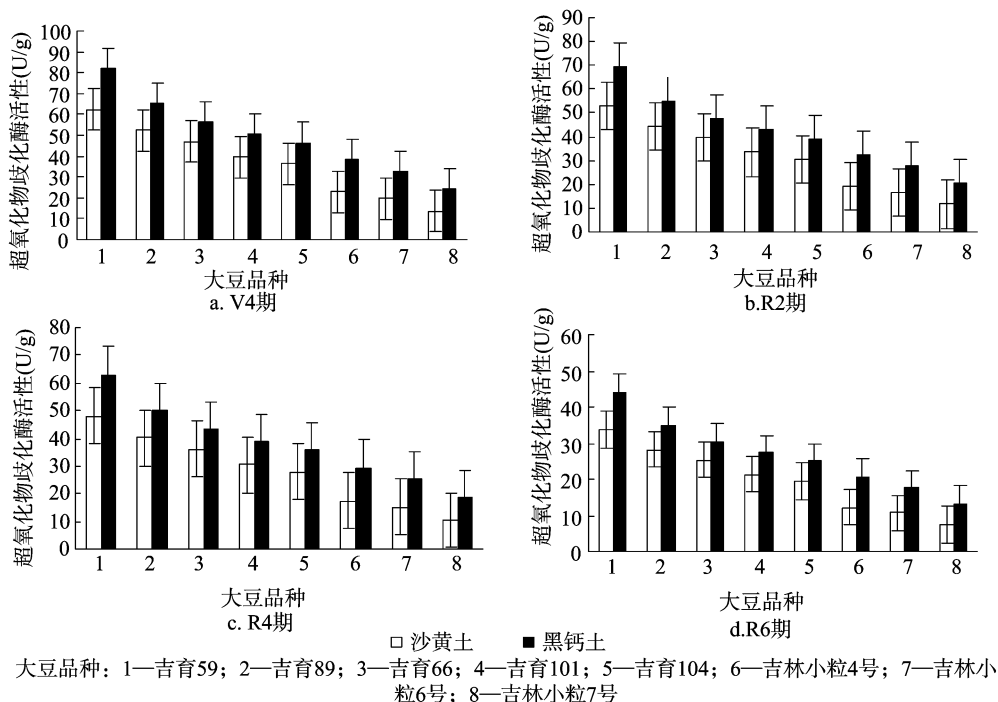


图4 不同生长环境下不同生育期的大豆叶片SOD活性

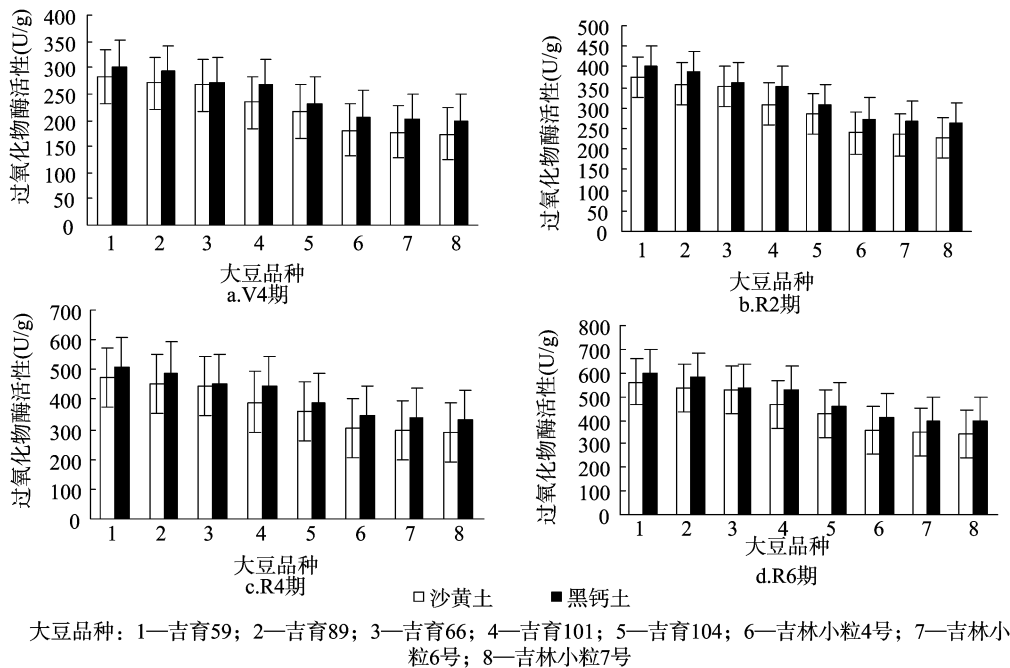


图5 不同生长环境下不同生育期的大豆叶片POD活性

## 参考文献:

- [1] 康小湖, 富玉清, 杜丽梅. 大豆栽培与病虫害防治[M]. 北京: 金盾出版社, 1991: 1-2.
- [2] Cui Z L, Carter T E, Burton J W. Genetic base of 651 Chinese soybean cultivars released during 1923 to 1995[J]. Crop Science, 2000, 40(5): 1470-1481.
- [3] Wilcox J R, Schapaugh W T, Bernard R L, et al. Genetic improvement of soybeans in the midwest[J]. Crop Science, 1979, 19(6): 803-805.
- [4] Boerma H R. Comparison of past and recently developed soybean cultivars in maturity groups VI, VII and VIII[J]. Crop Science, 1979, 19(5): 611-613.
- [5] Voldeng H D, Cober E R, Hume D J, et al. Fifty-eight years of genetic improvement of short-season soybean cultivars in Canada[J]. Crop Science, 1997, 37(2): 428-431.
- [6] 赵团结, 盖钧镒, 李海旺, 等. 超高产大豆育种研究的进展与讨论[J]. 中国农业科学, 2006, 39(1): 29-37.
- [7] Kumudini S, Hume D J, Chu G. Genetic improvement in short season soybeans[J]. Crop Science, 2001, 41(2): 391-398.
- [8] Ustun A, Allen F L, English B C. Genetic progress in soybean of the U. S. Midsouth[J]. Crop Science, 2001, 41(4): 993-998.

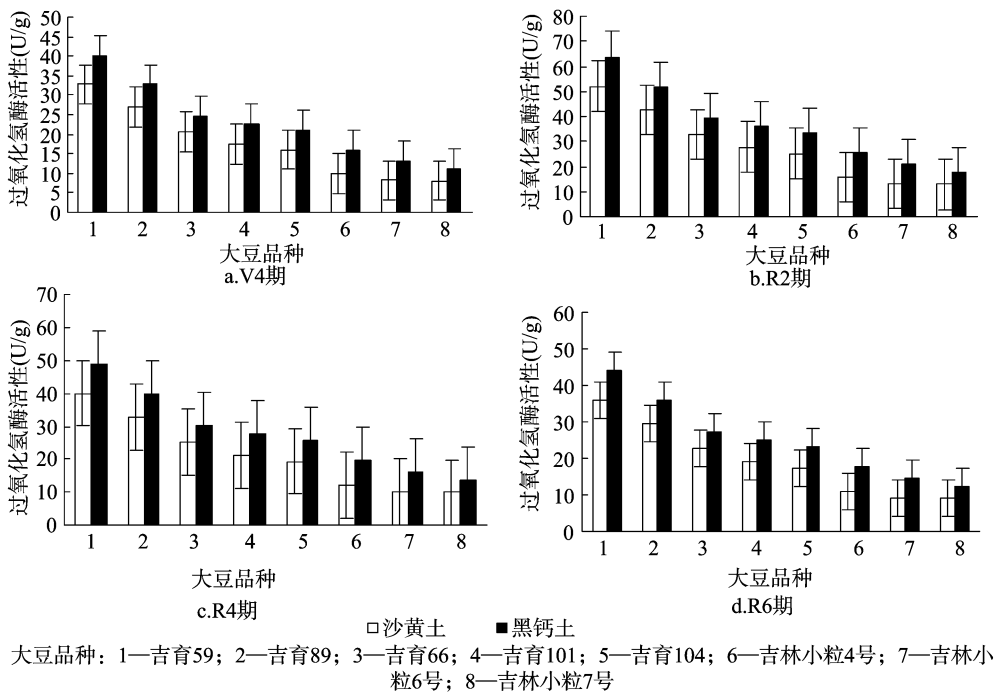


图6 不同生长环境下不同生育期的大豆叶片CAT活性

表 1 不同大豆品种的各项生理指标与生长环境的方差比较分析

品种	生理指标与环境的 <i>F</i> 值					
	叶绿素含量	可溶性糖含量	可溶性蛋白含量	SOD 活性	POD 活性	CAT 活性
吉育 59	6.639 *	0.312	3.349	2.424	0.107	1.867
吉育 89	5.995	0.254	0.054	1.578	0.160	1.716
吉育 66	2.867	0.381	1.529	1.027	0.007	1.516
吉育 101	0.833	0.420	0.412	1.959	0.414	3.011
吉育 104	2.181	1.290	1.044	2.012	0.108	3.611
吉林小粒 4 号	4.932	2.164	0.711	8.076 *	0.454	9.654 *
吉林小粒 6 号	5.009	2.704	0.701	7.645 *	0.381	9.586 *
吉林小粒 7 号	6.691 *	2.917	1.095	9.545 *	0.467	4.356

注:表中数值为 *F* 值,“\*”表示 *P* < 0.05,与环境显著相关。

[9]郑洪兵,徐克章,赵洪祥,等. 吉林省大豆品种遗传改良过程中主要农艺性状的变化[J]. 作物学报,2008,34(6):1042-1050.

[10]Morrison M J,Voldeng H D,Cober E R. Agronomic changes from 58 years of genetic improvement of short-season soybean cultivars in Canada[J]. Agronomy Journal,2000,92(4):780-784.

[11]Buttery B R,Buzzell R I,Findlay W I. Relationships among photosynthetic rate,bean yield and other characters in field-grown cultivars of soybean[J]. Canadian Journal of Plant Science,1981,61(2):190-197.

[12]Morrison M J,Voldeng H D,Cober E R. Physiological changes from 58 years of genetic improvement of short-season soybean cultivars in Canada[J]. Agronomy Journal,1999,91(4):685-689.

[13]于龙凤,孙海桥,安福全. 不同大豆品种叶片叶绿素变化规律的研究[J]. 黑龙江农业科学,2009(2):32-34.

[14]王晓慧,李大勇,徐克章,等. 3种进化类型大豆叶片的某些生理特性比较[J]. 植物生理学通讯,2006,42(2):191-194.

[15]Fehr W R,Caviness C E,Burmood D T,et al. Stage of development descriptions for soybeans, *Glycine max* (L.) Merrill[J]. Crop Science,1971,11(6):929-931.

[16]高俊凤. 植物生理学实验指导[M]. 北京:高等教育出版社,2006.

[17]Mann C C. Genetic engineers aim to soup up crop photosynthesis[J]. Science,1999,283(540):314-316.

[18]胡梦芸,张正斌,徐萍. 植物光合产物转运蛋白及其生物学功能[J]. 植物生理学通讯,2008,44(1):1-6.

[19]Wilcox J R. Sixty years of improvement in publicly developed elite soybean lines[J]. Crop Science,2001,41(6):1711-1716.

[20]赵江涛,李晓峰,李航,等. 可溶性糖在高等植物代谢调节中的生理作用[J]. 安徽农业科学,2006,34(24):6423-6425,6427.

[21]王芳,刘鹏,朱靖文. 镁对大豆游离脯氨酸、可溶性糖和可溶性蛋白质含量的影响[J]. 河南农业科学,2004(6):35-38.

[22]李茂富,李绍鹏,赵维峰. 壳聚糖提高香蕉幼苗抗冷性的效应[J]. 植物生理学通讯,2005,41(4):464-466.

[23]傅金民,张庚灵,史春余,等. 大豆开花后叶片衰老规律的研究[J]. 西北植物学报,2000,20(5):796-801.