

# 晋早 125×(昔野×501)杂交后代保护酶与抗旱性关系的研究

郭数进, 李贵全  
(山西 农业大学 农学院, 太谷 030801)

**摘要:** 选用晋早 125×(昔野×501)杂交组合的亲本及后代所产生的有代表性的四个特殊类型 73-1(尖叶白花)、73-2(圆叶紫花)、73-3(圆叶白花)、73-4(尖叶紫花)为试验材料, 分别在正常供水和干旱胁迫的条件下, 测定苗期和花荚期的 POD、SOD、CAT 等与抗旱性相关的保护酶指标, 并对株高、株荚数、百粒重等农艺性状进行综合分析, 还对亲本和子代的抗旱性差异情况用抗旱性隶属函数值(D 值)进行了综合的测评, 结果表明: 干旱胁迫下, 不同品系的保护酶活性均有所变化, 且在不同时期, 各种酶的变化程度不同; 在大豆对水分最为敏感的花荚期对 SOD、POD、CAT 的活性进行测定和分析, 采用抗旱隶属函数值的方法综合测评, 认为这一群体中抗旱性从强到弱的次序为: 晋早 125、73-2(圆叶紫花)、昔野×501、73-1(尖叶白花)、73-3(圆叶白花)、73-4(尖叶紫花)。  
**关键词:** 大豆; 保护酶系; 抗旱性  
**中图分类号:** S565.1      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1002-2767(2008)02-0023-04

## Research on Relationship between Protecting Enzyme and Drought Resistance of Hybrid Descendents of Jinhan125×(Xiye×501)

GUO Shu-jin, LI Gui-quan  
(Agronomy College of Shanxi Agricultural University, Taigu 030801)

**Abstract:** In this paper, four special representative types from a cross between Jinhan125(Xiye 501) were selected as test materials, they were 73-1(sharp leaf and white flower), 73-2(round leaf and purple flower), 73-3(round leaf and white flower), 73-4(sharp leaf and purple flower). In the study, in the condition of normal water supply and drought stress, indexes of protecting enzyme relevant to drought-resistance in the periods of young plant and flower-podding were determined. The indexes were activities of POD, SOD, CAT. Additionally, agricultural characters such as height of plant, total pods, hundred-seed weight and so on were comprehensively analyzed. Also, drought-resistant difference between parents and descendants was comprehensively evaluated by subordinate function value, the results showed: In the condition of drought stress, activity of protecting enzymes of various varieties changed and the changing extents of enzymes were distinct in different periods. So, activity of protecting enzyme could be utilized as one of the indexes compressively evaluating drought-resistance of soybeans. During the breeding period, the flower-podding period was the most sensitive to water content, in this period, activities of POD, SOD and CAT were determined and analyzed. Simultaneously, the method of drought-resistant subordinate function value was employed to assess comprehensively. The order of drought-resistance of the group was considered as following: Jinhan125, 73-2(round leaf and purple flower), (Xiye 501), 73-1(sharp leaf and white flower), 73-3(round leaf and white flower), 73-4(sharp leaf and purple flower).  
**Key words:** soybean; protecting enzyme; drought-resistance

大豆高产抗旱材料的筛选是大豆抗旱育种的基

本环节, 而对不同生态类型大豆抗旱性鉴定方法的研究更是迫切需要解决的问题<sup>[1]</sup>。保护酶活性即可作为抗旱性鉴定指标来使用。研究表明: 干旱胁迫能够直接影响植物体内酶的活性。超氧化物酶、过氧化物酶、过氧化氢酶是植物体内清除自由基的化合物, 这三种酶的活性与抗旱性密切相关。而且

收稿日期: 2007-12-26  
基金项目: 山西农业大学科技创新基金项目(育种基金)(2006057)  
第一作者简介: 郭数进(1979-), 男, 山西太谷人, 硕士, 助教, 主要从事大豆遗传育种研究。E-mail: williamletter@163.com.

SOD 酶活性与抗旱性呈正相关<sup>[2]</sup>。

1 材料与方法

1.1 试验材料

选取山西农业大学农学院李贵全教授培育的大豆品种(系), 大田试验分 2 a 实施, 二因素裂区设计, 主因素为水分, 设正常浇水、水分胁迫两个处理, 副区因素为品种, 3 次重复。盆栽试验用 35 cm×35 cm 花盆, 每盆装土 9.5 kg, 留苗 5 株, 每处理 3 次重复。称重法控制水分, 每次水分胁迫土壤含水量为 9%~11%(7 d), 对照组为 17%~19%。各个时期分别进行干旱处理, 取上面起第 5 叶片(R5)测定指标。

1.2 试验方法

过氧化物酶(POD)活性采用愈创木酚法; 超氧化物歧化酶(SOD)活性采用 NBT 发光还原法; 过氧化氢酶(CAT)活性按照 Thomas Brennan and Chain Frenkel 方法测定<sup>[3]</sup>。

各指标的数据转换按隶属函数判断抗旱性强弱, 具体方法: 求出每个品种各特征性状的具体隶属函数值, 在计算各类隶属函数的均值, 进行综合评价, 实质上是育种的精确化。

当指标性状值与抗旱性呈正相关时,  $X_{ij}(u)$  =  $\frac{X_{ij} - X_{j\min}}{X_{j\max} - X_{j\min}}$

当指标性状值与抗旱性呈负相关时,  $X_{ij}(u)$  =  $1 - \frac{X_{ij} - X_{j\min}}{X_{j\max} - X_{j\min}}$

其中,  $X_{ij}(u)$  为  $i$  品种  $j$  性状的隶属函数值,  $X_{ij}$  为  $i$  品种  $j$  性状值,  $X_{j\min}$  为各品种  $j$  性状最小值,  $X_{j\max}$  为各品种  $j$  性状的最大值。

然后把每个品种各个性状具体抗旱隶属值进行累加, 并求平均值;  $n$  为指标性状数量,  $\bar{X}_i$  为品种抗旱隶属函数平均值, 平均值越大, 抗旱性越强。

$$\bar{X}_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n X_{ij}$$

抗旱性通常分为 5 级, 根据指标值的大小分别为 1 级—高抗旱型, 2 级—中抗旱型, 3 级—中间型, 4 级—干旱较敏感型, 5 级—干旱敏感型。

2 结果与分析

2.1 保护酶活性的生理机理

超氧化物歧化酶(SOD)是膜脂过氧化防御系统的主要保护酶, 它催化活性氧发生歧化反应, 产生无毒分子氧和水, 从而避免植物遭受伤害, 较高的 SOD 活性是植物抵抗逆境胁迫的生理基础。干旱胁迫条件下, SOD 活性在干旱处理前期增高后期降低; 过氧化物酶(POD)可除去干旱胁迫条件下植物

体生理系统中累积的H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>。干旱胁迫条件下, POD 酶活性的变化趋势与 SOD 的一致, 即先上升而后下降。但 POD 活性升至最高的时间早, 这表明 POD 比 SOD 对干旱更为敏感, 干旱处理后期, SOD 仍有较高活性, POD 则在干旱后期活性明显降低; 而过氧化氢酶(CAT)是过氧化物酶体的标志酶, 约占过氧化物酶体酶总量的 40%, 也具有在干旱胁迫下清除 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>的作用。

2.2 不同品种在苗期和花英期保护酶活性的差异

在正常供水和干旱胁迫条件下, 分别对不同大豆品种苗期和花英期的 POD、SOD 和 CAT 活性进行测定(见表 1, 表 2)。

表 1 苗期保护酶活性的变化

品系	POD 活性		SOD 活性		CAT 活性	
	对照	胁迫	对照	胁迫	对照	胁迫
晋旱 125	0.686	0.478	187.32	201.03	137.78	214.36
昔野×501	0.610	1.070	200.63	216.45	136.56	217.64
73-1	0.765	0.852	210.32	204.12	152.98	247.22
73-2	0.517	0.770	158.11	205.94	175.23	232.78
73-3	0.814	0.488	187.31	138.87	137.78	275.31
73-4	0.581	0.585	184.64	190.32	159.46	217.78

表 2 花英期保护酶活性的变化

品系	POD 活性		SOD 活性		CAT 活性	
	对照	胁迫	对照	胁迫	对照	胁迫
晋旱 125	0.857	0.808	174.23	188.03	86.11	304.23
昔野×501	1.562	1.621	195.81	184.96	133.52	402.26
73-1	0.808	0.996	113.59	187.99	166.11	412.30
73-2	1.037	1.296	133.06	202.34	290.56	386.18
73-3	0.923	0.958	186.07	197.96	197.84	222.13
73-4	0.825	1.018	175.25	177.24	191.67	262.74

2.2.1 品种间保护酶活性的差异 从表 1 和表 2 可以看出, 无论在苗期还是花英期, 各大豆品种受到水分胁迫后, POD、SOD 和 CAT 酶均发生了变化, 而且整体的趋势都是上升的, 这是由于干旱条件下, 大豆植株体内积累了一定数量的自由基, 而且品种自身具有较强的清除自由基的能力。从三种保护酶活性整体考察, 抗旱性强的品种, 干旱胁迫下具有较强的保护酶活性, 如晋旱 125、73-2(圆叶紫花)和昔野×501; 而 73-3(圆叶白花)、73-4(尖叶紫花)这样的品种, 保护酶活性相对较低, 说明其抗旱性较弱。

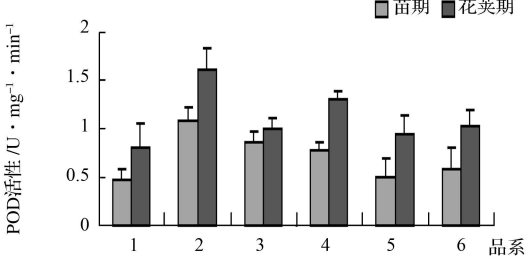


图 1 苗期和花英期 POD 活性比较

个别品系变化不大甚而减弱, 这正说明了品系具有不同的抗旱机制。

2.2.2 不同生育期品种保护酶活性变化趋势 对不同生育期保护酶活性变化趋势作图分析(见图 1, 图 2 和图 3), 可以看出: 苗期 SOD 酶活性变化较大, POD 和 CAT 酶变化较小; 花英期 POD 和 CAT 酶变化较大, 而 SOD 酶变化较小, 说明在这两个生育时期, 起主要作用的酶不同。

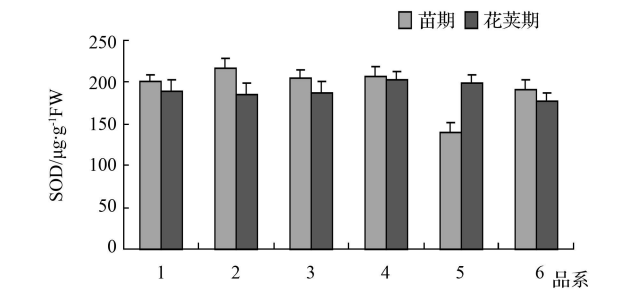


图 2 苗期和花英期 SOD 活性比较

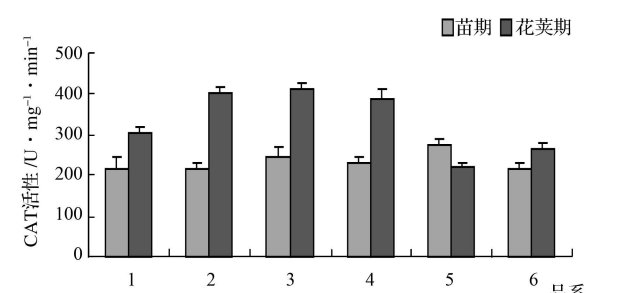


图 3 苗期和花英期 CAT 活性比较

2.3 不同品种抗旱农艺性状的差异

在测定上述保护酶活性外, 为了直观鉴别不同大豆品种(系)的抗旱性差异, 对与产量有关的主要农艺性状进行了分析(见表 3)。

表 3 不同大豆品种主要农艺性状

指标	晋早 125	昔野 × 501	73-1 (尖白)	73-2 (圆紫)	73-3 (圆白)	73-4 (尖紫)
株重/g	108.2	102.0	103.8	105.4	102.3	98.3
株高/cm	102.3	108.6	81.3	80.5	79.4	78.9
主茎节数/个	22.6	24.0	23.1	24.7	23.1	23.4
分枝数/个	4.5	4.2	3.7	4.2	4.2	3.1
有效分枝数/个	4.5	4.2	3.7	4.2	4.2	3.1
主茎英数/个	34.4	40.7	36.5	30.2	34.4	39.3
总英数/个	111.4	66.6	35.8	36.1	34.7	32.6
单株粒重/g	61.7	58.9	59.8	60.7	59.3	59.0
粒数/粒	278.6	271.4	274.4	275.0	272.8	271.8
百粒重/g	19.3	20.0	19.3	20.6	19.5	17.8

2.3.1 株高与分枝 大豆植株高度与抗旱性呈显著的正相关, 相关系数达 0.5810。高度抗旱的大豆品种主要生态特点是植株高大, 分枝多, 能形成较多的结英部位<sup>[1]</sup>。由表 3 可以看出, 晋早 125、昔野×501、73-2(圆叶紫花)株高都在 80 cm 以上, 分枝数

在 4.2 左右, 所以其抗旱性较强; 而 73-4(尖叶紫花)这样的品种, 株高为 78.9 cm, 分枝数 3.1 个, 故而其抗旱性较差。大豆植株的高度是经过生长发育全过程最后的定值。它不仅与生育期长短有关, 而且与发育速度和遗传特性(如抗旱性等)密切相关。

2.3.2 单株英数与株粒重 不同大豆品种的株英数、株粒重与抗旱性之间呈高度正相关, 相关系数达 0.9428。有研究表明, 产量高、抗性强的品种株英数多, 株粒重也高, 每节英数决定每英粒数, 结英节数决定结实粒数。从表 3 也可看出, 晋早 125 的总英数达到 111.4 个, 可见其抗旱性相比于其他供试品种之强, 同时也使我们相信结英数可作为主要产量性状来衡量, 即以株英数的多少来评论抗旱性强弱。

2.3.3 百粒重 百粒重也是抗旱性状之一, 但百粒重与抗旱性呈负相关, 相关系数为-0.5219。在本试验中, 品种晋早 125 和 73-1(尖叶白花)的百粒重均为 19.3 g, 在所供试的 6 个品种(系)中仅比 73-4(尖叶紫花)稍重, 结合其他性状数据及保护酶活性分析, 仍可确定晋早 125 的抗旱性强于 73-1(尖叶白花)。

2.4 隶属函数值(D)值及抗旱性综合评定

由表 4 可知, 对供试品种(系)的保护酶活性及农艺性状利用隶属函数值进行综合分析, 可以对其抗旱性强弱分级鉴定, 即抗旱性由强到弱顺序为: 晋早 125、73-2(圆叶紫花)、昔野×501、73-1(尖叶白花)、73-3(圆叶白花)、73-4(尖叶紫花)。

表 4 花英期大豆不同品种(系)隶属函数值(D)值及抗旱性综合评定

指标	晋早 125	昔野 × 501	73-1 (尖白)	73-2 (圆紫)	73-3 (圆白)	73-4 (尖紫)
POD 活性	0	1.000	0.231	0.600	0.185	0.258
CAT 活性	0.432	0.947	1.000	0.863	0	0.214
SOD 活性	0.430	0.308	0.428	1.000	0.825	0
株重	1.00	0.357	0.558	0.719	0.399	0
株高	0.788	1.00	0.081	0.054	0.017	0
主茎节数	0	0.625	0.250	1.000	0.250	0.375
分枝数	1.000	0.200	0.400	0.600	0.600	0
有效分枝数	1.000	0.200	0.400	0.600	0.600	0
主茎英数	0.400	1.000	0.600	0	0.400	0.867
总英数	1.000	0.432	0.400	0.368	0.242	0
粒重	1.000	0	0.317	0.630	0.136	0.028
粒数	1.000	0	0.411	0.492	0.194	0.056
百粒重	0.538	0.769	0.538	1.000	0.615	0
D 值	0.651	0.526	0.434	0.533	0.343	0.138
抗旱性评定	1	3	4	2	5	6

3 讨论

3.1 综合以上分析可以看出, 大豆的抗旱性是一个受多种因素影响的复杂数量性状, 即受遗传和环境

双重的影响,所以在大豆抗旱育种工作中,单一性状指标是不能够准确全面地反映抗旱性强弱的,必须结合多种性状指标,也就是说从生理、生态和遗传方面综合考虑,进行综合评价和选择。

3.2 花英期是大豆需水量最高和对水分最为敏感的时期。在干旱条件胁迫下,SOD、POD、CAT 等酶的活性都会发生变化,采用综合评价体系对抗旱性指标进行分析能比较全面准确地反映品种的抗旱性强弱,所以可以作为大豆抗旱育种的选择指标。本试验中测定的 6 个品种(系)的 3 项保护酶指标可以体现出抗旱性强弱的不同,整体来看,抗旱性强的品种(系)被测指标也比较好,且能够与后期的农艺性状指标一致。这些指标若与产量相结合,有助于选育出产量高、抗性强、品质优良、适应性广泛的大豆新品种。

3.3 抗旱隶属函数值可以反映一个新品种的抗旱性强弱,是对抗旱性进行综合评价的定值。用隶属函数值对各品种进行综合评价可以可靠地分析各种指标,有利于抗旱性品种的选育。

3.4 综合分析结果,大豆理想的抗旱性株型可确定为:无限结荚习性,植株高大,生育期长,百粒重一般为 17~18 g,适当分枝数,保持较多的结荚数和单株粒重。

上述分析表明,对于大豆抗旱性这样一个受多

种因素影响的复杂的数量性状,任何一个单一的指标都不可能准确地反映抗旱性的强弱,所以必须结合多种指标进行综合评价。干旱胁迫下,植物体内的自我解毒系统可使过氧化酶活性增强,使植物解除毒害<sup>[4-5]</sup>。也就是说,在干旱条件下,过氧化酶可间接地起保护质膜的作用,超氧化物歧化酶 SOD 也具有同样的功能<sup>[6]</sup>。干旱条件下大豆保护酶活性的变化是一种十分普遍的现象,且品种间存在着差异,所以酶活性的指标可以用作抗旱性的鉴定指标<sup>[7]</sup>。

参考文献:

[ 1 ] 李贵全,杜维俊,孔照胜 等.不同大豆品种抗旱生理生态的研究[ J ].山西农业大学学报,2001,20(3):197-200.

[ 2 ] 宋淑英,尹田夫.不同品种大豆的产量及质膜透性对水分胁迫的反应[ J ].大豆科学,1985,4(4):279-284.

[ 3 ] 山西农业大学植物生理教研室编.植物生理学实验指导[ M ].太谷:山西农业大学,1999.

[ 4 ] 孙祖东,陈怀珠,杨守臻.大豆抗旱性研究进展[ J ].大豆科学,2001,20(3):221-225.

[ 5 ] 王瑞云,王玉国,杨晓霞.大豆抗旱的生理生态基础[ J ].山西农业大学学报,2001,21(1):305-307.

[ 6 ] Ackerson R C. Comparative physiology and water relations of two com hybrids during water stress[ J ]. Crop Science, 1983, 23: 278.

[ 7 ] Bray E A. Molecular response to water deficit[ J ]. Plant Physiology, 1993, 103: 1035-1040.

(上接第 22 页)

迟,而且过多的水分导致徒长,致使整个生育期变长。光照不足时,光合速率降低,以致使籽粒中碳水化合物积累减少而降低产量<sup>[1-2]</sup>。

3.2 不同品种在不同气候条件下表现不同的特点。除了新克旱 9 号略高以外,2005 年其他品种产量均低于 2004 年,而且下降幅度较大;株高偏高,不同品种增加幅度也不同,新克旱 9 号增幅最小,克丰 10 号、龙辐麦 9 号增幅较大。这与小麦品种感光特性有关,感光性强的品种,苗期发育较慢,根冠比大,抗旱能力强,因此适应性广<sup>[3]</sup>。

3.3 在水分过大、低温、光照少的气候条件下小麦品质下降。水分多是影响小麦品质的重要气候因素<sup>[4]</sup>。大量研究表明,降雨量与小麦品质呈负相关。温度影响所有生化过程,进而影响小麦品质。小麦开花至成熟是籽粒产量和品质形成的关键时期,也是温度影响小麦品质的重要阶段。一般温度在 15~30℃范围内,随温度的提高,蛋白质含量增加,面团强度随之增强。

光照对籽粒蛋白质形成的影响在整个生育过程都存在,但不同时期影响不同。出苗至抽穗期间,高辐射强度下,小麦生长良好并吸收较多的氮素,所以提高籽粒蛋白质含量<sup>[5-6]</sup>。在试验中 2005 年的最大抗延阻力有所提高,是何因素起的作用有待于进一步研究。

参考文献:

[ 1 ] 张养才,何维勋,李世奎.中国农业气象灾害概论[ M ].北京:气象出版社,1991:261-288.

[ 2 ] 尚勋武,魏湜,侯立白.中国北方春小麦[ M ].中国农业出版社,2005:229-248.

[ 3 ] 辛文利,肖志敏,祁适雨 等.不同光温反应特性的春小麦品种产量稳定性分析[ J ].黑龙江农业科学,1994(1):8-12.

[ 4 ] 魏湜.春小麦优质高效实用生产技术[ M ].哈尔滨:黑龙江科学技术出版社,2004:117-123.

[ 5 ] 陈爱萍,赵玉山.影响小麦品质的因素及提高小麦品质对策[ J ].山西农业科学,2003,31(3):7-10.

[ 6 ] 林素兰.环境与栽培技术对小麦品质的影响[ J ].辽宁农业科学,1997(2):30-31.