

不同品种大豆抗旱性能比较研究

孙继颖¹, 高聚林¹, 薛春雷¹, 李 曼¹, 翟丽健²

(1. 内蒙古农业大学 农学院, 内蒙古 呼和浩特 010019; 2. 解放军防化指挥工程学院 三系, 北京 102205)

摘要: 多年生产实践表明, 在众多影响内蒙古大豆生产发展的因素中, 干旱是极为重要的障碍因子, 大豆品种的抗旱性也成为大豆高产的重要性状。本试验着眼于内蒙古大豆旱作生产实际, 选用 21 个大豆品种(系), 对开花结荚期不同品种大豆的叶绿素含量、保护酶活性、相对含水量及质膜透性等与抗旱性有关的生理生化指标进行了测试, 并利用抗旱隶属函数法对供试大豆品种的抗旱性能进行分析, 判断抗旱性强弱, 为大豆生产提供理论指导和技术支持。结果表明: 供试品种根据抗旱性能可分为 4 类, 强抗旱品种为半野生大豆、秣食豆、吉育 39 号及晋豆 15, 抗旱类型为吉育 30、吉育 70、九农 20、兴抗线 1 号、兴 00-5091、吉育 55、吉育 35、吉育 47、王中王和吉育 56, 中抗旱类型的品种有抗线 4 号、CK125、开育 10 号和吉育 62 号, 弱抗旱品种有吉育 38、中作 962 及中作引 1 号。

关键词: 大豆; 抗旱性能; 生理指标; 隶属函数

中图分类号: S565.101 文献标识码: A 文章编号: 1000-7091(2007)06-0091-07

Comparative Experiment on Drought Resistant Characters of Different Soybean Varieties

SUN Ji-ying¹, GAO Ju-lin¹, XUE Chun-lei¹, LI Man¹, ZHAI Li-jian²

(1. Agronomy College Inner Mongolia Agriculture University, Huhhot 010019, China; 2. The Third Department Defending and Chemical Engineering Institute of PLA, Beijing 102205, China)

Abstract: According to many years soybean producing experiment, among many factor affecting soybean development, drought resistance is the most important one, drought resistant characters of different soybean varieties became the most important index in soybean high yield produce. In the trial, 21 soybean varieties were selected in flowering-podding stage and the chlorophyll content, POD, SOD, RWC, relative electric conductivity and MDA of leaves were measured in the trial, and the drought resistance were analyzed by dependence function method. According to the dependence function analysis, the soybean varieties show four types: high drought resistance are semi-wild soybean, Moshi soybean, Jiyu 39 and Jindou 15; general drought resistance are Jiyu 30, Jiyu 70, Jiunong 20, Xingkangxian 1, Xing 00-5091, Jiyu 55, Jiyu 35, Jiyu 47, Wangzhongwang and Jiyu 56; middle drought resistance are Kangxian 4, CK 125, Kaiyu 10 and Jiyu 62; low drought resistance are Jiyu 38, Zhongzuo 962 and Zhongzuoyin 1.

Key words: Soybean; Drought resistant characters; Physiological indices; Dependence function

在我国大豆产区, 大豆生长期间均会遭遇不同程度的干旱, 尤其是在北方旱作区, 因干旱产生的水分胁迫效应对大豆产量的降低作用大于其他自然灾害的总和。在绝大多数年份, 大豆生产都是处于相对的胁迫条件之下, 正常的丰产潜力难以得到表现, 只是年度间影响程度不同而已。在严重干旱条件

下, 大豆的减产幅度可达 71% 以上; 在一般干旱年份, 大豆减产在 30%~60%; 较为湿润年份减产 0~20%^[1]。内蒙古自治区地处祖国北部边疆, 是典型的旱地农业区, 大豆的生产在我区的农业生产中起到重要的作用, 但长期以来, 大豆单产的提高十分缓慢。干旱是影响大豆产量的重要障碍因子^[2], 抗旱

收稿日期: 2007-05-15

基金项目: 内蒙古自然科学基金项目(00508010309); 教育部新世纪优秀人才支持计划(NCET040264); 内蒙古自然科学基金(200408020302)

作者简介: 孙继颖(1972-), 女, 内蒙古兴安盟人, 在读博士, 讲师, 主要从事作物抗旱生理方面的研究

通讯作者: 高聚林(1964-), 男, 内蒙古鄂尔多斯人, 博士, 教授, 博士生导师, 主要从事作物生理生态及决策系统研究。

性也成为大豆高产和稳产的重要性状^[3]。大豆是我国五大作物之一,在我国有丰富的栽培大豆资源,收集保存栽培大豆资源 20000 余份,居世界首位。我国大豆产区的生态条件复杂,在长期的人工选择和自然选择条件下,不同地理来源的大豆品种具有不同的抗旱性,本研究着眼于内蒙古大豆旱作生产实际,对大豆开花结荚期不同品种大豆的抗旱生理指标进行了探讨,并利用抗旱隶属函数法对供试大豆品种的抗旱性能进行评价,为大豆生产提供理论指导和技术支持。

1 材料和方法

1.1 试验地及肥力状况

试验于 2005– 2006 年在内蒙古农业大学教学农场进行。土壤为壤土,有机质含量为 25.1 g/kg;

表 1 供试品种名称、类型、来源及形态特征

Tab.1 Name, type, source and biological characters of different trial varieties								
序号 Code	材料名称 Name	叶型 Leaf type	结荚习性 Podding type	茸毛色 Hair color	胚色 Embryo color	花色 Flower color	类型 Type	来源 Source
1	抗线 4 号	卵圆	亚有限	棕	无色	白	LV	呼和浩特
2	半野生大豆	卵圆	无限	棕	褐色	紫	SW	阿荣旗
3	秣食豆	卵圆	无限	棕	黑色	紫	W	呼和浩特
4	吉育 38 号	卵圆	无限	灰	无色	白	I	吉林
5	吉育 30 号	卵圆	无限	灰白	无色	白	I	吉林
6	吉育 70 号	卵圆	无限	灰白	无色	白	I	吉林
7	CK125	卵圆	无限	灰白	无色	白	LV	呼和浩特
8	吉育 39 号	圆	有限	白	无色	紫	I	吉林
9	开育 10 号	尖	亚有限	灰	无色	紫	I	通辽
10	中作 962	卵圆	亚有限	棕	红色	紫	I	中国农业科学院
11	九农 20	尖	亚有限	灰白	无色	白	I	通辽
12	兴抗线 1 号	卵圆	亚有限	白	无色	白	I	兴安盟
13	兴 00-5091	卵圆	有限	白	无色	白	I	兴安盟
14	吉育 55 号	圆	有限	棕	无色	紫	I	吉林
15	吉育 35 号	卵圆	有限	灰白	无色	紫	I	通辽
16	晋豆 15 号	圆	无限	棕	黑色	紫	I	山西
17	中作引 1 号	卵圆	无限	棕	红色	紫	I	中国农业科学院
18	吉育 62 号	尖	无限	灰白	无色	白	I	吉林
19	吉育 47 号	卵圆	亚有限	灰白	无色	白	I	通辽
20	王中王	尖	有限	灰白	浅褐	紫	I	通辽
21	吉育 56 号	卵圆	有限	灰白	无色	白	I	通辽

注: W. 野生大豆;SW. 半野生大豆;LV. 地方品种;I. 引进品种
Note: W. Wild soybean; SW. Semi-wild soybean; LV. Local variety; I. Introduced variety

1.4 测定指标及方法

在大豆花荚期(8 月中旬)对各品种大豆进行人工模拟干旱胁迫处理,具体方法如下:取各品种大豆功能叶片(从上往下数第 5 个节位的叶片),用冰桶带回室内,洗净,并将每个品种叶片分为 2 份,一份直接测量抗旱生理指标,作为水分胁迫前的数值;另一份用足量的 25% PEG6000 液体浸泡,在散射光下、25℃的智能培养箱内处理 24 h,再测量抗旱生理指

全氮 1.32 g/kg,碱解氮 79.5 mg/kg;速效磷 28.1 mg/kg;有效钾 148.9 mg/kg;pH 值为 7.6。田间最大持水量为 21%。当年生育期内降水 186.3 mm。

1.2 供试材料

本试验选取了具有代表性的野生种 1 份,半野生种 1 份,当地品种 2 份,引进品种 17 份作为试验材料(表 1)。

1.3 试验设计

将 21 份大豆材料于 2005 及 2006 年在内蒙古农业大学教学农场种植,密度 33 万株/hm²。小区面积 30 m²,每个小区种植 12 行,随机区组排列,重复 2 次,2005 年为 4 月 22 日播种,2006 年为 4 月 28 日播种,带种肥磷酸二铵 150 kg/hm²。小区面积 30 m²,随机区组排列,重复 3 次。

标作为经历了水分胁迫后的数值。

处理前和处理后测定抗旱生理指标及方法如下:

1.4.1 叶绿素含量的测定 采用丙酮乙醇混合液提取法。剪取大豆功能叶片 0.2 g(不取中间叶脉部分),用乙醇、丙酮和水的混合液(4.5:4.5:1.0)在黑暗处浸提叶绿素约 12 h,直至叶片变成白色为准。然后取出叶片,将剩余液体在 645 和 663 nm 波长下测吸光度值,计算出叶绿素的含量。

1.4.2 内源保护酶活性及膜质过氧化作用的测定

取 1 g 鲜样剪碎加入 10 mL 50 mmol/L、pH 值为 7.0 的磷酸缓冲液, 在冰浴条件下研磨, 以 4 000 r/min 离心, 取上清液为酶的粗提液, 用于过氧化物酶(POD)的测定。取 10 mL 粗提液冷冻离心, 用于测定超氧化物歧化酶(SOD)活性和丙二醛(MDA)含量。

过氧化物酶活性: 采用愈创木酚法测定。

丙二醛含量: 参照 Heath 等^[4] 的硫代巴比妥酸(TAB)比色法测定。

超氧化物歧化酶活性: 参照 Stewert 和 Bewley^[5] 抑制 NBT 光化还原法测定。

相对电导率的测定: 采用相对电导率仪法。

取出叶片洗净, 剪碎分别放入干净的三角瓶中, 加入 10 mL 蒸馏水, 将试管放入真空干燥器内抽气 10 min, 除去水与细胞表面间隙中的空气, 使叶组织内电解质易渗出, 取出试管间隔几分钟振荡一次。在室温下保持 30 min, 用 DDS-11A 型电导仪测定外渗液的电导值, 然后将三角瓶放入沸水中煮 5 min 以杀死组织, 使细胞膜完全破坏, 待冷却至室温, 再次测定外渗液的电导值。细胞膜的相对透性以两次电导值的百分比表示(细胞膜的相对透性(%) = 煮沸前的电导值/煮沸后的电导值 × 100%)。

1.4.3 大豆叶片相对含水量测定 采用饱和称重法。取 1 片鲜叶, 迅速称质量, 然后浸入蒸馏水中, 在散射光下照射 6 h, 使组织吸水达到饱和状态, 用吸水纸吸去表面的水分, 立即放在已知质量的称量器皿中称饱和鲜质量, 随即在 150℃ 温度下杀死叶片, 然后在 65℃ 下烘干至恒质量。相对含水量(RWC) = (自然鲜质量 - 干质量)/(饱和鲜质量 - 干质量) × 100%。

1.4.4 抗旱性能评价 不同大豆品种的抗旱性采用隶属函数法进行分析。用隶属函数判断抗旱性强弱。具体抗旱生理指标综合评价方法如下^[3,6,7]:

(1) 各品种的各项生理指标的隶属函数值:

$$X_j = \begin{cases} 0 & X_j \leq X_{j\min} \\ (X - X_{j\min}) / (X_{j\max} - X_{j\min}) & X_{j\min} < X < X_{j\max} \\ 1 & X \geq X_{j\max} \end{cases}$$

式中 X 是表示干旱条件下指标值与对照的值之比。当指标性状值与抗旱性呈负相关时, $\hat{x}_{ij} = 1 - \frac{X_{ij} - X_{j\min}}{X_{j\max} - X_{j\min}}$, 其中, \hat{x}_{ij} 为 i 品种 j 性状的隶值函数值, 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。

(2) 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 $\bar{x}_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \hat{x}_{ij}$ 。n 为指标性状数量, x_i 为 i 品种抗旱隶属函数平均值, 平均值越大, 抗旱性越强^[6,7]。抗旱性通常分为 4 级, 根据抗旱指标隶属函数平均值的大小分别为 1 级 $1 < x < 0.8$ 强抗旱型, 2 级 $0.6 < x < 0.8$ 抗旱型, 3 级 $0.3 < x < 0.6$ 中抗型, 4 级 $0 < x < 0.3$ 弱抗型。

2 结果与分析

2.1 不同大豆品种叶片叶绿素含量

叶绿素是作物吸收太阳能进行光合作用的重要物质。在一定范围内, 叶绿素含量越高, 光合作用就越强。叶绿素作为光合作用的主要参与者, 如果叶片缺水, 不但影响其生物合成, 而且促进已形成叶绿素的分解。

由表 2 可见, 叶绿素 a, b 及叶绿素总量在经过 PEG 胁迫后其含量均减少。说明植株组织在经过渗透胁迫后, 叶绿素受到破坏, 自身的光合作用受到阻碍, 不同品种的叶绿素含量下降幅度不同, 下降幅度较小的品种可以在水分胁迫的条件下保持较好的光合作用, 可以缓解水分胁迫带来的不利影响。

2.2 不同大豆品种叶片保护酶活性

植物在遭受逆境后, 组织将发生代谢紊乱, 细胞膜系统受到破坏, 生理上代谢失调。自由基的大量积累是引发这一系列伤害的重要原因。而超氧化物歧化酶及过氧化物酶是植物体内的自由基清除剂, 这两种酶的活性与植物的抗旱性有密切的关系。

从表 3 可见, 在 21 个供试材料中, 在相同的 PEG 胁迫条件下, 半野生大豆、秣食豆、晋豆 15 及九农 20 的 SOD 含量变化幅度较大, 处理后的 SOD 含量分别为处理前的 3.10, 3.59, 3.29 及 2.87 倍; 半野生大豆、秣食豆、吉育 39 号、开育 10 号、晋豆 15、王中王等品种 POD 含量变化幅度较大, 处理后的 POD 含量分别是处理前 5.54, 5.92, 5.00, 5.00, 6.50 及 5.50 倍。

2.3 不同大豆品种叶片相对含水量(RWC)

RWC 是反映植株水分状况的敏感性指标^[8]。植物受到干旱胁迫后叶片的相对含水量的多少, 常用来表示叶片的持水能力的强弱。

由表 4 可见, 大豆在 PEG 胁迫后, 其叶片相对含水量都明显减少, 在相同的 PEG 胁迫条件下, 不同的供试大豆品种叶片相对含水量的减少程度不同。相对含水量下降程度较小的大豆品种叶片具有较好的持水能力, 能有效缓解干旱对植物细胞结构造成的不利影响, 维持正常生命活动的时间相对较长, 具有较好的抗旱能力。

表 2 PEG 处理前后大豆不同品种叶绿素含量的变化

Tab.2 The changes of chlorophyll content of leaves between fresh tissue and after PEG treatment in different soybean varieties

序号 Code	品名 Name	处理前 Before treatment			处理后 After treatment			Chla1/ Chla2	Chlb1/ Chlb2	Chl1/ Chl2
		Chla1	Chlb1	Chl1	Chla2	Chlb2	Chl2			
1	抗线 4 号	1. 51	1. 14	2. 64	0. 27	0. 15	0. 42	5. 50	7. 54	6. 22
2	半野生大豆	1. 52	1. 05	2. 57	0. 76	0. 51	1. 27	2. 00	2. 06	2. 02
3	秣食豆	1. 30	0. 50	1. 80	0. 51	0. 48	0. 99	2. 53	1. 04	1. 81
4	吉育 38 号	4. 38	4. 11	8. 50	0. 50	0. 46	0. 97	8. 68	8. 94	8. 80
5	吉育 30 号	1. 05	0. 35	1. 40	0. 53	0. 34	0. 87	1. 98	1. 04	1. 61
6	吉育 70 号	1. 22	0. 40	1. 62	0. 52	0. 38	0. 90	2. 34	1. 06	1. 80
7	CK125	1. 07	0. 35	1. 43	0. 55	0. 35	0. 90	1. 94	1. 02	1. 59
8	吉育 39 号	1. 27	0. 43	1. 70	0. 74	0. 37	1. 11	1. 71	1. 16	1. 53
9	开育 10 号	0. 44	0. 79	1. 23	0. 06	0. 13	0. 19	6. 84	6. 08	6. 33
10	中作 962	3. 82	3. 59	7. 41	0. 48	0. 47	0. 96	7. 87	7. 57	7. 72
11	九农 20	1. 59	1. 44	3. 03	0. 51	0. 36	0. 87	3. 11	4. 01	3. 48
12	兴抗线 1 号	1. 15	0. 36	1. 51	0. 56	0. 32	0. 88	2. 06	1. 11	1. 72
13	兴 00- 5091	0. 99	0. 31	1. 31	0. 52	0. 30	0. 82	1. 90	1. 04	1. 59
14	吉育 55 号	0. 54	0. 16	0. 70	0. 54	0. 15	0. 69	1. 00	1. 07	1. 02
15	吉育 35 号	1. 59	1. 44	3. 03	0. 52	0. 40	0. 92	3. 06	3. 60	3. 30
16	晋豆 15 号	1. 29	0. 45	1. 75	0. 51	0. 34	0. 85	2. 52	1. 34	2. 05
17	中作引 1 号	3. 91	2. 56	6. 47	0. 54	0. 30	0. 85	7. 22	8. 40	7. 65
18	吉育 62 号	1. 40	0. 54	1. 95	0. 55	0. 38	0. 93	2. 55	1. 44	2. 10
19	吉育 47 号	1. 18	1. 16	2. 33	0. 38	0. 31	0. 69	3. 07	3. 78	3. 39
20	王中王	1. 82	1. 37	3. 19	0. 55	0. 36	0. 92	3. 29	3. 76	3. 48
21	吉育 56 号	1. 51	0. 61	2. 12	0. 48	0. 47	0. 96	3. 11	1. 28	2. 21

表 3 PEG 处理前后不同大豆品种叶片 SOD 活性及 POD 活性的变化

Tab.3 Changes of SOD and POD indexes of different soybean varieties leaves between fresh tissue and after PEG treatment

序号 Code	品名 Name	SOD/ (U/ g)			POD/ (U/ (min• g))		
		处理前 SOD1 Before treatment	处理后 SOD2 After treatment	SOD2/ SOD1	处理前 POD1 Before treatment	处理后 POD2 After treatment	POD2/ POD1
1	抗线 4 号	186. 26	271. 37	1. 46	9. 6	14. 40	1. 50
2	半野生大豆	199. 18	617. 15	3. 10	15. 6	86. 40	5. 54
3	秣食豆	214. 78	770. 43	3. 59	144	852. 00	5. 92
4	吉育 38 号	125. 66	170. 22	1. 35	48	60. 00	1. 25
5	吉育 30 号	250. 42	294. 98	1. 18	120	132. 00	1. 10
6	吉育 70 号	165. 76	312. 81	1. 89	24	72. 00	3. 00
7	CK125	179. 13	192. 50	1. 07	84	108. 00	1. 29
8	吉育 39 号	256. 22	393. 01	1. 53	12	60. 00	5. 00
9	开育 10 号	156. 85	210. 32	1. 34	24	120. 00	5. 00
10	中作 962	370. 74	687. 11	1. 85	48	180. 00	3. 75
11	九农 20	223. 69	642. 55	2. 87	36	180. 00	5. 00
12	兴抗线 1 号	161. 75	175. 56	1. 09	456	876. 00	1. 92
13	兴 00- 5091	218. 79	357. 37	1. 63	108	492. 00	4. 56
14	吉育 55 号	268. 25	290. 53	1. 08	72	96. 00	1. 33
15	吉育 35 号	205. 86	593. 53	2. 88	36	192. 00	5. 33
16	晋豆 15 号	180. 02	592. 20	3. 29	24	156. 00	6. 50
17	中作引 1 号	201. 41	401. 93	2. 00	24	84. 00	3. 50
18	吉育 62 号	317. 26	361. 82	1. 14	48	108. 00	2. 25
19	吉育 47 号	201. 41	526. 69	2. 62	24	108. 00	4. 50
20	王中王	201. 41	535. 61	2. 66	24	132. 00	5. 50
21	吉育 56 号	134. 57	268. 25	1. 99	36	144. 00	4. 00

2.4 不同大豆品种叶片质膜透性指标(相对电导率及 MDA)

植物细胞膜对维持细胞的微环境和正常的代谢起着重要的作用。在正常情况下, 细胞膜对物质具

有选择透性能力。但当作物受干旱胁迫时, 细胞膜透性增大, 细胞内含物渗漏, 以致细胞浸提液的电导率值增大。膜透性增大的程度除了与干旱胁迫强度有关外, 还与植物抗旱性的强弱有关。所以, 众学者

表 4 PEG 处理前后大豆不同品种叶片
相对含水率(RWC)的变化

Tab. 4 Changes of RWC of different soybean varieties leaves
between fresh tissue and after PEG treatment

序号 Code	品名 Name	处理前 RWC1/ % Before treatment	处理后 RWC2/ % After treatment	RWC1/ RWC2
1	抗线 4 号	87.60	57.08	1.53
2	半野生大豆	85.67	77.05	1.11
3	秣食豆	88.52	85.71	1.03
4	吉育 38 号	97.79	26.97	3.63
5	吉育 30 号	78.46	63.77	1.23
6	吉育 70 号	77.39	74.68	1.04
7	CK125	77.70	71.67	1.08
8	吉育 39 号	82.67	62.00	1.33
9	开育 10 号	90.60	71.93	1.26
10	中作 962	81.25	31.25	2.60
11	九农 20	77.03	58.23	1.32
12	兴抗线 1 号	94.38	47.06	2.01
13	兴 00-5091	78.61	72.12	1.09
14	吉育 55 号	84.81	63.40	1.34
15	吉育 35 号	81.63	54.00	1.51
16	晋豆 15 号	79.15	71.85	1.10
17	中作引 1 号	77.84	28.00	2.78
18	吉育 62 号	84.40	59.72	1.41
19	吉育 47 号	78.90	54.29	1.45
20	王中王	78.14	57.14	1.37
21	吉育 56 号	81.25	77.08	1.05

一致认为电导率可以作为抗旱性评价的生理指标^[9, 10]。

当植物受到干旱胁迫时, 细胞内积累大量的自由基, 诱导过氧化氢等有毒物质直接或间接地启动膜质过氧化作用, 导致细胞膜损害, 大量电解质外渗。丙二醛是膜脂过氧化作用的最终产物, 可以指示植物细胞膜受胁迫后的伤害程度, 含量越多表明植物受害越重。

由表 5 可见, 在大豆受到 PEG 胁迫后, 其叶片相对电导率值升高, 在相同的 PEG 胁迫程度下, 不同品种大豆叶片的相对电导率值升高程度不同, 升高的程度小的品种可降低水分胁迫对大豆叶片细胞膜的伤害程度, 保护细胞膜系统, 维持植株生长和代谢, 具有较好的抗旱能力。

水分胁迫后, 各品种大豆叶片丙二醛含量升高。升高程度小的品种, 细胞膜的破坏程度和膜质过氧化程度较轻, 具有较强的抗旱性。

2.5 供试大豆品种抗旱性能综合评价

目前, 抗旱性的评定仍无统一的指标, 人们多采用抗旱系数, 但其极差较小。给分级带来一定的困

表 5 PEG 处理前后大豆不同品种叶片相对电导率及 MDA 含量的变化

Tab. 5 Changes of relative electric conductivity and MDA of different soybean varieties leaves
between fresh tissue and after PEG treatment

序号 Code	品名 Name	相对电导率/ % Relative electric conductivity(REC)			MDA/(nmol/ g)		
		处理前 REC1 Before treatment	处理后 REC2 After treatment	REC2/ REC1	处理前 MDA1 Before treatment	处理后 MDA2 After treatment	MDA2/MDA1
1	抗线 4 号	47.62	73.08	1.53	45.94	92.65	2.02
2	半野生大豆	74.07	82.35	1.11	73.94	79.87	1.08
3	秣食豆	91.40	95.65	1.05	34.84	63.23	1.81
4	吉育 38 号	40.70	90.00	2.21	16.77	103.23	6.15
5	吉育 30 号	44.39	77.78	1.75	42.58	85.16	2.00
6	吉育 70 号	48.74	76.67	1.57	59.35	65.81	1.11
7	CK125	52.41	91.30	1.74	11.48	38.71	3.37
8	吉育 39 号	55.45	62.07	1.12	64.52	99.35	1.54
9	开育 10 号	86.49	90.48	1.05	67.10	130.32	1.94
10	中作 962	40.77	92.86	2.28	98.06	454.19	4.63
11	九农 20	44.44	62.50	1.41	37.94	99.74	2.63
12	兴抗线 1 号	86.75	95.45	1.10	58.06	100.65	1.73
13	兴 00- 5091	40.00	76.00	1.90	10.06	11.35	1.13
14	吉育 55 号	82.47	88.46	1.07	10.32	21.55	2.09
15	吉育 35 号	46.86	71.79	1.53	12.90	32.90	2.55
16	晋豆 15 号	82.89	88.89	1.07	27.10	27.35	1.01
17	中作引 1 号	41.11	88.89	2.16	10.19	34.84	3.42
18	吉育 62 号	35.38	69.23	1.96	10.06	49.03	4.87
19	吉育 47 号	53.25	73.08	1.37	46.45	129.03	2.78
20	王中王	38.00	55.56	1.46	73.55	193.55	2.63
21	吉育 56 号	61.29	90.32	1.47	58.06	100.65	1.73

难, 本研究采用隶属函数法。采用抗旱隶属函数值对 21 个大豆品种进行抗旱性分级(表 6)。可将 21 个品种的大豆分为 4 类, 强抗旱品种为半野生大豆、

秣食豆、吉育 39 及晋豆 15, 抗旱类型的有吉育 30、吉育 70、九农 20、兴抗线 1 号、兴 00- 5091、吉育 55、吉育 35、吉育 47、王中王和吉育 56, 中抗旱类型的品

种有抗线 4 号、CK125、开育 10 号和吉育 62 号, 弱抗旱品种有吉育 38、中作 962 及中作引 1 号。

表 6 不同大豆品种隶属函数值 $u(x)$ 值及抗旱性综合评价

Tab. 6 Complicated estimation of character of drought resistance and dependence function for different soybean varieties											
序号 Code	品名 Name	Chl a	Chl b	Chl	SOD	POD	RWC	REC	MDA	$u(x)$ 平均值 Average	抗旱性评价 Complicated estimation
1	抗线 4 号	0.41	0.18	0.33	0.15	0.07	0.81	0.59	0.80	0.42	中抗型
2	半野生大豆	0.87	0.87	0.87	0.80	0.82	0.97	0.95	0.99	0.89	强抗型
3	秣食豆	0.80	1.00	0.90	1.00	0.89	1.00	1.00	0.84	0.93	强抗型
4	吉育 38 号	0.00	0.00	0.00	0.11	0.03	0.00	0.00	0.00	0.02	弱抗型
5	吉育 30 号	0.87	1.00	0.92	0.04	0.00	0.92	0.41	0.81	0.62	抗旱型
6	吉育 70 号	0.83	0.99	0.90	0.32	0.35	1.00	0.56	0.98	0.74	抗旱型
7	CK125	0.88	1.00	0.93	0.00	0.03	0.98	0.42	0.54	0.60	中抗型
8	吉育 39 号	0.91	0.98	0.93	0.18	0.72	0.88	0.94	0.90	0.81	强抗型
9	开育 10 号	0.24	0.36	0.32	0.11	0.72	0.91	1.00	0.82	0.56	中抗性
10	中作 962	0.10	0.17	0.14	0.31	0.49	0.40	0.41	0.30	0.29	弱抗型
11	九农 20	0.72	0.62	0.68	0.72	0.72	0.89	0.70	0.68	0.72	抗旱型
12	兴抗线 1 号	0.86	0.99	0.91	0.01	0.15	0.62	0.87	0.86	0.66	抗旱型
13	兴 00- 5091	0.88	1.00	0.93	0.22	0.64	0.98	0.29	0.98	0.74	抗旱型
14	吉育 55 号	1.00	0.99	1.00	0.01	0.04	0.88	0.98	0.79	0.71	抗旱型
15	吉育 35 号	0.73	0.67	0.71	0.72	0.78	0.81	0.59	0.70	0.72	抗旱型
16	晋豆 15 号	0.80	0.96	0.87	0.88	1.00	0.97	0.98	1.00	0.93	强抗型
17	中作引 1 号	0.19	0.07	0.15	0.37	0.44	0.33	0.34	0.53	0.30	弱抗型
18	吉育 62 号	0.80	0.95	0.86	0.03	0.21	0.85	0.24	0.25	0.52	中抗型
19	吉育 47 号	0.73	0.65	0.70	0.61	0.63	0.84	0.73	0.66	0.69	抗旱型
20	王中王	0.70	0.65	0.68	0.63	0.81	0.87	0.65	0.68	0.71	抗旱性
21	吉育 56 号	0.72	0.97	0.85	0.37	0.54	0.99	0.64	0.86	0.74	抗旱型

3 讨论

3.1 抗旱性与叶绿素的关系

当植物受到干旱胁迫时, 能否保持较高的光合能力是判断该品种抗旱性能的重要参数, 叶绿素含量是反映植物光合作用状况的重要参数, 当作物受到水分胁迫后, 叶绿素分解的量较少, 仍然能维持叶绿素含量较高的品种具有较强的抗旱性。从表 2 可见, 不同的大豆品种受到胁迫后, 叶绿素含量下降不同, 抗旱性强的品种半野生大豆、秣食豆、吉育 39 及晋豆 15 叶绿素含量在 PEG 处理后减少的量较少。而弱抗旱的品种(吉育 38、中作 962 及中作引 1 号) 叶绿素量减少量较多。胁迫后抗旱品种的叶绿素含量变化幅度介于以上两者之间。

3.2 抗旱性大豆品种叶片保护酶活性的关系

植物在遭受水分胁迫逆境后, 组织将发生代谢紊乱, 细胞膜系统受到破坏, 生理上代谢失调。自由基的大量积累是引发这一系列伤害的重要原因。而超氧化物歧化酶(SOD) 及过氧化物酶(POD) 是植物体内的自由基清除剂, 这两种酶的活性与植物的抗旱性有密切的关系。SOD 活性强弱直接影响产量的高低。SOD 活性强, 能有效清除由于水分胁迫引起的活性氧和自由基对膜脂的过氧化作用, 从而保护植株组织的细胞膜不变或者少受破坏, 提高大豆的抗旱性; POD

在植物体内主要担负清除 H_2O_2 的功能。在 21 个供试品种中, 抗旱性强的品种半野生大豆、秣食豆及晋豆 15 在 PEG 处理后, 叶片的 SOD 活性增强, 分别比处理前增强了 3. 10、3. 59 及 3. 29 倍, 而弱抗旱的品种吉育 38、中作 962 及中作引 1 号则变化较小, 分别比处理前增强了 1. 35、1. 85 及 2. 00 倍。各品种大豆的 POD 活性变化也表现出统一规律。

3.3 抗旱性与大豆品种叶片相对含水量的关系

在植物受到干旱胁迫前后, 叶片 RWC 的变化幅度反映了作物叶片的持水能力高低, 如 RWC 变化幅度较小, 说明植物在受到干旱胁迫后叶片仍然可以保持适当的水分, 以维持正常的生命活动进行, 有利于植物缓解逆境造成的伤害。由表 4 可见, 在 PEG 处理后, 抗旱性强的品种半野生大豆、秣食豆及晋豆 15 叶片的 RWC 变化幅度很小, 叶片依然保持较高的水分含量。而弱抗旱的品种吉育 38、中作 962 及中作引 1 号 RWC 的变化幅度很大, 叶片含水量大大降低, 严重影响了植株正常的生理代谢功能。

3.4 抗旱性与大豆叶片质膜透性的关系

当植物受到干旱胁迫时, 细胞膜透性增大, 细胞内含物渗漏, 以致细胞浸提液的电导率值增大, 同时细胞内积累大量的自由基, 诱导过氧化氢等有毒物质直接或间接地启动膜质过氧化作用, 产生丙二醛。相对电导率值越高, 或丙二醛含量越大, 说明细胞膜

的破坏程度越大,即水分胁迫对大豆造成的伤害程度越强。由表 5 可见,在 PEG 处理后,抗旱性强的品种半野生大豆、秣食豆及晋豆 15 叶片的相对电导率及 MDA 含量变化幅度均较小,细胞内维持了相对稳定的微环境,保证了正常代谢功能的进行;而弱抗旱型的品种吉育 38、中作 962 及中作引 1 号叶片相对电导率及 MDA 含量变化幅度均较大,说明细胞膜遭到严重破坏,对植物造成严重影响。

参考文献:

[1] 孔照胜. 不同大豆品种抗旱性综合分析[D] . 太原: 山西农业大学, 2000.

[2] 杨庆凯. 目前大豆生产面临的挑战及对策[J] . 大豆通报, 1999(6): 7- 8.

[3] 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- 226.

[4] Heath R L, Parker L. Photoperititation in isolated chloroplasts kinetics and stoichimetry of fat acid per oxidation[J] . Arch Bio Physics, 1986, 25: 189- 198.

[5] Stewart R C, Bewley J D. Lipid per oxidation associated with accelerated aging of soybean axes[J] . Plant Physiology, 1980, 65: 245- 248.

[6] 孔照胜,武云帅, 邱爱琴, 等. 不同大豆品种抗旱生理指标综合分析[J] . 华北农学报, 2001, 16(3): 40- 45.

[7] 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, 2000, 20(3): 197- 200.

[8] 张岁岐,山 仑. 土壤干旱条件下磷素营养对春小麦水分状况和光合作用的影响[J] . 西北植物学报, 1997, 17(1): 20- 27.

[9] 李秧秧,邵明安. 小麦根系对水分和氮肥的生理生态反应植物[J] . 营养与肥料学报, 2000, 6(4): 383- 388.

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