

油葵不同品种抗旱性能比较

胡树平¹,高聚林¹,马捷²,张玮³,安玉麟⁴,于海峰⁴

(1.内蒙古农业大学农学院,内蒙古呼和浩特 010019; 2.内蒙古巴彦淖尔农科院,内蒙古陕坝 015400;
3.内蒙古赤峰农牧业科学院,内蒙古赤峰 024031; 4.内蒙古农牧业科学院,内蒙古呼和浩特 010031)

摘要:在油葵灌浆期,采用25% PEG-6000对从内蒙古油葵主产区搜集到的30个杂交油葵品种(系)叶片进行模拟干旱胁迫处理,测定分析与抗旱性有关的叶片相对电导率(REC)、叶片相对含水量(RWC)、超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)、过氧化氢酶(CAT)、游离脯氨酸(Pro)等6项生理生化指标,综合比较其抗旱性能,运用隶属函数法分类,并通过聚类分析加以验证,隶属函数与聚类分析分类相同程度为76.67%。抗旱型共分为四类:强抗型、抗旱型、中抗型、弱抗型。强抗型共有5个品种,分别为:康地5号、AGR、内蒙杂3号、澳葵62和白葵杂9号。

关键词:油葵;抗旱性能;生理指标;隶属函数;聚类分析

中图分类号:S565.5 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-7601(2010)04-0094-08

向日葵是世界第四大油料作物,向日葵产业是一个朝阳产业^[1],其在国民经济中的地位越来越凸显重要。内蒙古是我国最大的向日葵优势产区,种植面积约占全国向日葵总面积的30%左右,总产量占全国向日葵总产量的39%,均列全国首位^[2]。

干旱是影响我国及世界农作物稳产的重要环境因子^[3],内蒙古自治区是典型的旱作农业区,旱害频繁发生,因此,筛选作物水分高效利用基因型,培育水资源节约型的新品种已成为该区农业生产的迫切要求和抗旱育种的重要目标^[4]。本试验以在内蒙古自治区向日葵主产区搜集的30个油葵品种(系)为材料,在油葵灌浆期,采用25% PEG-6000处理叶片模拟干旱胁迫,测定分析与抗旱性有关的REC、RWC、SOD、POD、CAT、Pro等6项生理生化指标,综合比较其抗旱性能,从而为筛选油用向日葵水分高效利用基因型品种提供依据。

1 材料与方 法

1.1 试验地及肥力状况

试验于2008年在内蒙古农牧科学院试验农场进行。土壤为壤土,有机质含量为17.2 g/kg,全氮1.10 g/kg,速效磷25.95 mg/kg,速效钾138.4 mg/kg,pH值为7.6。

1.2 供试材料

选择从内蒙古油葵主产区搜集到的不同基因型杂交油葵品种(系)30个(见表1)。

1.3 试验设计

将30个油葵品种每个品种种植两行,行长6 m,行距为60 cm,等行距种植,种植密度为60 000株/hm²,品种随机排列,两次重复。试验于2008年5月13日播种,每公顷施磷酸二铵225 kg作种肥,尿素300 kg作追肥,前茬为玉米。其它管理同大田生产。

1.4 取样时间及方法

在油葵灌浆期,于8月13~14日对各品种油葵进行人工模拟干旱胁迫处理,具体方法是:取各品种油葵功能叶片(展开叶片中从上往下数第3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% PEG-6000液体浸泡处理24 h,再测量抗旱生理指标作为经历了水分胁迫后的数值。

1.5 测定指标及方法

叶片相对电导率的测定(REC):采用相对电导率仪法^[5];叶片相对含水量测定(RWC):采用饱和称重法^[5];超氧化物歧化酶活性(SOD):参照Stewart和Bewley^[6]抑制NBT光化还原法;过氧化物酶(POD):愈创木酚法^[5];过氧化氢酶(CAT):紫外吸收法^[5];游离脯氨酸(Pro):茚三酮法^[5]。

1.6 数据分析

试验数据采用SPSS13.0及Excel数理统计分析软件进行处理。

收稿日期:2009-08-04

基金项目:国家公益性行业(农业)科研专项经费项目(nyhyz07-016)

作者简介:胡树平(1964—),男,内蒙古包头人,在读博士,高级农艺师,主要从事向日葵栽培生理研究。E-mail:bthsp88@163.com。

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。

1.7 抗旱性能评价

不同油葵品种的抗旱性采用隶属函数法进行分析。

1.7.1 隶属函数的计算方法

隶属函数值(正相关)的计算公式:

$$R(X_i) = (X_i - X_{\min}) / (X_{\max} - X_{\min})$$

反隶属函数值(负相关)的计算公式:

$$R(X_i) = 1 - (X_i - X_{\min}) / (X_{\max} - X_{\min})$$

式中, X_i 为指标测定值; X_{\min} 、 X_{\max} 为所有参试材料某一指标的最小值和最大值。

1.7.2 计算每个品种各个性状抗旱隶属函数平均值

根据隶属函数平均值的大小分为四级:1级, $0.8 < x \leq 1$, 强抗旱型;2级, $0.6 < x \leq 0.8$, 抗旱型;3级, $0.3 < x \leq 0.6$, 中抗型;4级, $0 < x \leq 0.3$, 弱抗型。

表1 供试品种名称、育成单位来源及生育期

Table 1 Name, source and growth period of the tested cultivars

序号 Code	品种名称 Name	供试品种整齐度 Uniformity of the tested cultivars	育成单位及来源 Breeding source	生育期 Growth period(d)
1	康地 115 KD115	良 Good	新疆康地 Xinjiang Condy	110
2	康地 1035 KD1035	良 Good	新疆康地 Xinjiang Condy	99 ~ 102
3	康地 5号 KD5	优 Best	新疆康地 Xinjiang Condy	95
4	康地 G101 KDG101	优 Best	美国迪卡布 American Deklb	102
5	MCS	良 Good	澳大利亚 Australia	95
6	S49	优 Best	澳大利亚 Australia	98
7	S40	良 Good	澳大利亚 Australia	110 ~ 117
8	AGR	优 Best	澳大利亚 Australia	115
9	IS6111	优 Best	澳大利亚 Australia	110
10	S31	优 Best	澳大利亚 Australia	100 ~ 105
11	S47	良 Good	澳大利亚 Australia	110
12	S67	优 Best	澳大利亚 Australia	98 ~ 100
13	F128	良 Good	法国 France	100
14	JT110	良 Good	瑞士先正达 Switzerland Syngenta	108
15	KWS203	优 Best	瑞士塞梅纳 Switzerland Samena	91 ~ 103
16	内蒙杂3号 NKZ3	良 Good	内蒙古农科院 Inner Mongolia AAS	100
17	LG9023G	优 Best	法国利马格兰 France Limagrain	101
18	澳葵 62 AK62	优 Best	中种集团公司 China National Seeds Co. Ltd	100
19	TK333	良 Good	内蒙天葵 Inner Mongolia Tiankui	100
20	YKMS01	良 Good	内蒙古农科院 Inner Mongolia AAS	100
21	矮大头 ADT	良 Good	美国胜利公司 American Shengli	95 ~ 100
22	YKZQ207	良 Good	内蒙古农科院 Inner Mongolia AAS	100
23	白葵杂9号 BKZ9	优 Best	安徽华夏 Anhui Huaxia Agri. Science Co. Ltd	90
24	巴葵杂2号 BKZ2	优 Best	巴彦淖尔农科院 Bayannaer AAS	96
25	T012244	优 Best	瑞士先正达 Switzerland Syngenta	100 ~ 110
26	美 562 M562	良 Good	荷兰赛贝科 Holland Cebece Seeds Group	90 ~ 100
27	赤葵杂2号 CKZ2	良 Good	吉林 Jilin	108
28	S510	优 Best	澳大利亚 Australia	105
29	YKM001	良 Good	内蒙古农科院 Inner Mongolia AAS	100
30	C17	良 Good	澳大利亚 Australia	116

2 结果与分析

2.1 干旱胁迫对叶片相对电导率(REC)、相对含水量(RWC)的影响

由表 2 可见,油葵受到水分胁迫后,叶片相对电导率明显升高,且变化幅度较大,其中,相对电导率

变化幅度较大的有 S49、S67、YKZQ207 等品种,处理前后分别相差 5.95、6.20、6.57 倍;变幅较小的品种有康地 5 号、AGR、澳葵 62 等,处理前后分别相差 3.76、4.29、3.98 倍;PEG 处理后,叶片相对含水量则出现不同程度的下降,相对含水量变化幅度较小的品种有康地 5 号、JT110、S47、内葵杂 3 号等品种。

表 2 PEG 处理前后不同基因型油葵品种叶片相对电导率及相对含水率的变化

Table 2 Changes of REC and RWC indexes in different oil sunflower varieties between fresh tissue and PEG treatment

序号 Code	品名 Name	相对电导率 REC (%)			相对含水量 RWC (%)		
		处理前 REC1 Before treatment	处理后 REC2 After treatment	REC2/ REC1	处理前 RWC1 Before treatment	处理后 RWC2 After treatment	REC1/ REC2
1	康地 115 KD115	15.72	86.49	5.50	77.19	57.12	1.35
2	康地 1035 KD1035	14.79	72.65	4.91	95.34	73.90	1.29
3	康地 5 号 KD5	23.24	57.12	3.76	96.39	86.71	1.11
4	康地 G101 KDG101	14.99	79.11	5.28	97.31	81.21	1.20
5	MGS	19.01	88.04	4.63	95.68	77.86	1.23
6	S49	12.64	75.23	5.95	99.69	64.73	1.54
7	S40	15.89	82.52	5.19	82.51	65.51	1.26
8	AGR	17.99	77.25	4.29	80.11	69.82	1.15
9	IS6111	14.54	88.17	6.06	96.89	82.98	1.17
10	S31	17.07	84.81	4.97	86.54	76.45	1.13
11	S47	16.65	87.40	5.25	91.80	84.13	1.09
12	S67	12.72	78.92	6.20	96.20	62.47	1.54
13	F128	14.13	84.10	5.95	97.00	67.45	1.44
14	JT110	14.82	85.71	5.78	91.33	88.67	1.03
15	KWS203	20.15	87.09	4.32	94.51	69.94	1.35
16	内葵杂 3 号 NKZ3	18.55	84.34	4.55	90.77	83.97	1.08
17	LG9023G	16.20	87.31	5.39	95.28	79.51	1.20
18	澳葵 62 AK62	19.13	76.23	3.98	91.62	73.94	1.24
19	TK333	15.60	84.08	5.39	89.12	76.99	1.16
20	YKMS01	17.03	86.52	5.08	94.08	74.70	1.26
21	矮大头 ADT	15.31	84.67	5.53	93.25	77.16	1.21
22	YKZQ207	12.87	84.56	6.57	88.47	74.46	1.19
23	白葵杂 9 号 BKZ9	16.06	70.31	4.38	95.13	83.29	1.14
24	巴葵杂 2 号 BKZ2	16.25	88.50	5.45	90.59	79.31	1.14
25	T012244	18.03	87.55	4.86	94.57	80.29	1.18
26	美 562 M562	17.60	86.45	4.91	91.85	76.00	1.21
27	赤葵杂 2 号 CKZ2	15.44	89.29	5.78	94.58	67.94	1.39
28	S510	17.96	84.18	4.69	96.11	84.14	1.14
29	YKM001	16.83	82.67	4.91	94.73	69.58	1.36
30	C17	16.37	85.93	5.25	92.23	75.68	1.22

2.2 干旱胁迫对油葵叶片保护酶 SOD、POD 的影响

由表 3 可见,油葵受到水分胁迫后,叶片 SOD 活性明显升高,升高幅度较大的有康地 5 号、AGR、内葵杂 3 号、澳葵 62、YKZQ207 等品种;叶片 POD 活

性也明显升高,升高幅度较 SOD 活性升高幅度大,升高幅度较大的有内葵杂 3 号、澳葵 62、白葵杂 9 号等品种,结果表明,POD 活性对水分胁迫反应较 SOD 活性敏感。

表3 PEG处理前后不同基因型油葵品种叶片SOD活性及POD活性的变化

Table 3 Changes of SOD and POD indexes in different oil sunflower varieties between fresh tissue and 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	康地 115 KD115	248.98	426.25	1.71	20.81	80.26	3.86
2	康地 1035 KD1035	143.51	381.31	2.66	14.86	61.69	4.15
3	康地 5号 KD5	181.57	624.60	3.44	18.03	105.83	5.87
4	康地 G101 KDG101	106.88	330.26	3.09	15.96	83.49	5.23
5	MGS	160.88	474.60	2.95	18.99	116.13	6.12
6	S49	196.76	495.84	2.52	10.72	21.87	2.04
7	S40	148.17	250.41	1.69	15.67	86.59	5.53
8	AGR	261.72	900.32	3.44	16.67	101.12	6.07
9	IS6111	141.87	426.74	3.01	9.38	28.35	3.02
10	S31	118.87	270.90	2.28	10.37	48.14	4.64
11	S47	236.15	474.43	2.01	11.62	49.95	4.30
12	S67	278.85	408.66	1.47	17.43	64.65	3.71
13	F128	140.23	141.63	1.01	14.52	52.43	3.61
14	JT110	128.41	413.99	3.22	19.63	121.01	6.16
15	KWS203	140.23	187.07	1.33	37.89	194.50	5.13
16	内葵杂 3号 NKZ3	238.27	838.95	3.52	15.05	104.60	6.95
17	LG9023G	258.74	806.23	3.12	23.81	151.45	6.36
18	澳葵 62 AK62	188.43	693.99	3.68	21.75	139.42	6.41
19	TK333	157.66	465.73	2.95	19.26	115.89	6.02
20	YKMS01	102.96	234.65	2.28	12.71	57.76	4.54
21	矮大头 ADT	140.07	421.33	3.01	11.65	62.66	5.38
22	YKZQ207	284.19	1031.33	3.63	11.63	39.71	3.41
23	白葵杂 9号 BKZ9	222.69	711.94	3.20	16.49	106.51	6.46
24	巴葵杂 2号 BKZ2	149.87	487.23	3.25	13.99	72.50	5.18
25	T012244	320.25	1188.13	3.71	21.12	129.16	6.12
26	美 562 M562	216.74	657.81	3.04	13.58	50.37	3.71
27	赤葵杂 2号 CKZ2	196.80	645.11	3.28	11.96	66.68	5.58
28	S510	199.36	556.61	2.79	13.93	85.87	6.16
29	YKMQ01	384.93	1396.91	3.63	19.53	98.34	5.04
30	C17	240.07	813.84	3.39	19.83	117.37	5.92

2.3 干旱胁迫对油葵叶片 Pro、CAT的影响

由表4可见,油葵叶片受到水分胁迫后,Pro含量明显升高,升高幅度较大的有康地5号、AGR、内葵杂3号、白葵杂9号、S510等品种。

由表4可见,油葵受到水分胁迫后,叶片CAT活性明显升高,升高幅度较大的有AGR、S31、澳葵62、矮大头、白葵杂9号等品种。

2.4 抗旱性综合评价

通过隶属函数法将供试的30个油葵品种分为

4类(表5),分别为强抗型、抗旱型、中抗型和弱抗型。其中强抗型品种为:康地5号、AGR、内葵杂3号、澳葵62和白葵杂9号共5个品种;抗旱型品种为康地G101、MGS、S31、JT110、LG9023G、TK333、矮大头、巴葵杂2号、T012244、美562、S510、YKMQ01和C17共13个品种;中抗型品种有康地115、康地1035、S40、IS6111、S47、KWS203、YKMS01、YKZQ207和赤葵杂2号共9个品种;弱抗型品种有S49、S67和F128共3个品种。

表 4 PEG 处理前后不同基因型油葵品种叶片 CAT 活性及游离脯氨酸的变化

Table 4 Changes of CAT and proline indexes in different oil sunflower varieties between fresh and PEG treatments

序号 Code	品名 Name	CAT [U/(g·min)]			Pro (μg/g)		
		处理前 CAT1 Before treatment	处理后 CAT2 After treatment	CAT2/ CAT1	处理前 Pro1 Before treatment	处理后 Pro2 After treatment	Pro2/ Pro1
1	康地 115 KD115	16.80	79.82	4.75	144.74	518.31	3.58
2	康地 1035 KD1035	19.60	123.45	6.30	226.08	777.17	3.44
3	康地 5 号 KD5	25.20	234.26	9.30	271.53	1686.20	6.21
4	康地 G101 KDG101	47.60	391.86	8.23	242.82	950.79	3.92
5	MGS	11.20	93.29	8.33	168.66	741.02	4.39
6	S49	33.60	65.42	1.95	218.90	532.76	2.43
7	S40	61.60	435.64	7.07	223.68	993.45	4.44
8	AGR	8.40	84.59	10.07	245.22	1264.94	5.16
9	IS6111	14.00	71.93	5.14	235.65	1057.88	4.49
10	S31	8.40	85.40	10.17	221.29	1088.61	4.92
11	S47	25.20	88.05	3.49	228.47	1102.09	4.82
12	S67	19.60	64.69	3.30	218.90	480.44	2.19
13	F128	56.00	71.12	1.27	269.14	384.87	1.43
14	JT110	11.20	84.62	7.56	221.29	676.09	3.06
15	KWS203	30.80	235.69	7.65	474.88	1927.54	4.06
16	内葵杂 3 号 NKZ3	14.00	124.73	8.91	161.48	856.13	5.30
17	LG9023G	28.00	179.06	6.40	194.98	838.02	4.30
18	澳葵 62 AK62	11.20	114.95	10.26	154.31	692.73	4.49
19	TK333	11.20	75.96	6.78	168.66	603.97	3.58
20	YKMS01	42.00	244.23	5.81	171.05	718.82	4.20
21	矮大头 ADT	8.40	85.40	10.17	214.11	797.43	3.72
22	YKZQ207	5.60	33.65	6.01	216.51	796.02	3.68
23	白葵杂 9 号 BKZ9	11.20	122.53	10.94	297.85	1579.14	5.30
24	巴葵杂 2 号 BKZ2	14.00	103.07	7.36	204.55	849.82	4.15
25	T012244	33.60	224.62	6.69	171.05	784.23	4.58
26	美 562 M562	19.60	170.83	8.72	214.11	920.24	4.30
27	赤葵杂 2 号 CKZ2	30.80	235.69	7.65	149.52	321.02	2.15
28	S510	19.60	167.04	8.52	489.23	2757.50	5.64
29	YKM001	19.60	129.13	6.59	218.90	993.15	4.54
30	C17	19.60	104.50	5.33	154.31	537.83	3.49

2.5 不同油葵品种聚类分析

根据本试验所测定的不同基因型油葵品种在水分胁迫前后的叶片 RWC、REC 和 SOD、POD、CAT 活性及 Pro 含量共 6 项生理生化指标的水分胁迫前后变化情况,运用 SPSS13.0 分析软件对供试的 30 个油葵品种进行聚类分析,结果如表 6。

由表 6、表 7 可见,通过聚类分析,可把参试的 30 个不同基因型油葵品种聚为 4 类。其中, S49、S67、F128 共 3 个品种为一类;康地 115、康地 1035、S40、S31、S47、KWS203、YKMS01 共 7 个品种为一类;康地 5 号、MGS、AGR、内葵杂 3 号、澳葵 62、白葵杂 9

号、T012244、S510 共 8 个品种为一类;康地 G101、IS6111、JT110、LG9023G、TK333、矮大头、YKZQ207、巴葵杂 2 号、美 562、赤葵杂 2 号、YKM001、C17 共 12 个品种为一类。

表 8 给出了以分类结果为控制变量,检验 6 个指标的均值在不同类中是否存在显著差异,这也是对分类效果是否显著的检验,结果可以看出,针对 6 个变量的方差分析的 p 值均小于 0.05,说明 6 个指标确实存在显著差异,也说明该分类效果是比较显著的。

表 5 不同基因型油葵品种隶属函数值 $u(x)$ 值及抗旱性综合评价

Table 5 Comprehensive estimation of drought-resistant character and dependence function of different genotypes of oil sunflower

序号 Code	品名 Name	uREC	uRWC	uSOD	uPOD	uCAT	uPro	$u(x)$ 平均值 Average	抗旱性评价 Complicated estimation
1	康地 115 KD115	0.38	0.37	0.26	0.37	0.36	0.45	0.36	中抗型 Middle drought resistance
2	康地 1035 KD1035	0.59	0.49	0.61	0.43	0.52	0.42	0.51	中抗型 Middle drought resistance
3	康地 5 号 KDS	1.00	0.84	0.90	0.78	0.83	1.00	0.89	强抗型 High drought resistance
4	康地 G101 KDG101	0.46	0.67	0.77	0.65	0.72	0.52	0.63	抗旱型 Drought resistance
5	MGS	0.69	0.61	0.72	0.83	0.73	0.62	0.70	抗旱型 Drought resistance
6	S49	0.22	0.00	0.56	0.00	0.07	0.21	0.18	弱抗型 Weak drought resistance
7	S40	0.49	0.55	0.25	0.71	0.60	0.63	0.54	中抗型 Middle drought resistance
8	AGR	0.81	0.77	0.90	0.82	0.91	0.78	0.83	强抗型 High drought resistance
9	IS6111	0.18	0.73	0.74	0.20	0.40	0.64	0.48	中抗型 Middle drought resistance
10	S31	0.57	0.80	0.47	0.53	0.92	0.73	0.67	抗旱型 Drought resistance
11	S47	0.47	0.88	0.37	0.46	0.23	0.71	0.52	中抗型 Middle drought resistance
12	S67	0.13	0.00	0.17	0.34	0.21	0.16	0.17	弱抗型 Weak drought resistance
13	F128	0.22	0.20	0.00	0.32	0.00	0.00	0.12	弱抗型 Weak drought resistance
14	JT110	0.28	1.00	0.82	0.84	0.65	0.34	0.66	抗旱型 Drought resistance
15	KWS203	0.80	0.37	0.12	0.63	0.66	0.55	0.52	中抗型 Middle drought resistance
16	内蒙杂 3 号 NKZ3	0.72	0.90	0.93	1.00	0.79	0.81	0.86	强抗型 High drought resistance
17	LG9023G	0.42	0.67	0.78	0.88	0.53	0.60	0.65	抗旱型 Drought resistance
18	澳葵 62 AK62	0.92	0.59	0.99	0.89	0.93	0.64	0.83	强抗型 High drought resistance
19	TK333	0.42	0.75	0.72	0.81	0.57	0.45	0.62	抗旱型 Drought resistance
20	YKMS01	0.53	0.55	0.47	0.51	0.47	0.58	0.52	中抗型 Middle drought resistance
21	矮大头 ADT	0.37	0.65	0.74	0.68	0.92	0.48	0.64	● 抗旱型 Drought resistance
22	YKZQ207	0.00	0.69	0.97	0.28	0.49	0.47	0.48	中抗型 Middle drought resistance
23	白葵杂 9 号 BKZ9	0.78	0.78	0.81	0.90	1.00	0.81	0.85	强抗型 High drought resistance
24	巴葵杂 2 号 BKZ2	0.40	0.78	0.83	0.64	0.63	0.57	0.64	抗旱型 Drought resistance
25	T012244	0.61	0.71	1.00	0.83	0.56	0.66	0.73	抗旱型 Drought resistance
26	美 562 M562	0.59	0.65	0.75	0.34	0.77	0.60	0.62	抗旱型 Drought resistance
27	赤葵杂 2 号 CKZ2	0.28	0.29	0.84	0.72	0.66	0.15	0.49	中抗型 Middle drought resistance
28	S510	0.67	0.78	0.66	0.84	0.75	0.88	0.76	抗旱型 Drought resistance
29	YKM001	0.59	0.35	0.97	0.61	0.55	0.65	0.62	抗旱型 Drought resistance
30	C17	0.47	0.63	0.88	0.79	0.42	0.43	0.60	抗旱型 Drought resistance

表 6 各类别组成

Table 6 Cluster membership

观测量 数目 Case number	品种名称 Variety name	各观察量 所属的类 Cluster	所属类中 心的距离 Distance
1	康地 115 KD115	2	0.389
2	康地 1035 KD1035	2	0.322
3	康地 5号 KD5	3	0.344
4	康地 G101 KDG101	4	0.156
5	MGS	3	0.280
6	S49	1	0.403
7	S40	2	0.243
8	AGR	3	0.119
9	IS6111	4	0.539
10	S31	2	0.482
11	S47	2	0.463
12	S67	1	0.207
13	F128	1	0.334
14	JT110	4	0.448
15	KWS203	2	0.439
16	内葵杂 3号 NKZ3	3	0.227
17	LG9023G	4	0.299
18	澳葵 62 AK62	3	0.308
19	TK333	4	0.245
20	YKMS01	2	0.129
21	矮大头 ADT	4	0.326
22	YKZQ207	4	0.541
23	白葵杂 9号 BKZ9	3	0.205
24	巴葵杂 2号 BKZ2	4	0.153
25	T012244	3	0.354
26	美 562 M562	4	0.410
27	赤葵杂 2号 CKZ2	4	0.521
28	S510	3	0.263
29	YKMQ01	4	0.439
30	C17	4	0.288

表 7 各分类包含样本数

Table 7 Number of cases in each cluster

聚类 Cluster	有效值 Valid	缺失值 Missing
1	3	0
2	7	0
3	8	0
4	12	0
合计 Total	30	0

表 8 方差分析

Table 8 Variance analysis

指标 Index	聚类 Cluster		误差 Error		F 测验 F	显著水平 Sig.
	均方 Mean square	自由度 df	均方 Mean square	自由度 df		
REC	0.369	3	0.021	26	17.740	0.000
RWC	0.356	3	0.028	26	12.860	0.000
SOD	0.587	3	0.020	26	29.433	0.000
POD	0.339	3	0.029	26	11.672	0.000
CAT	0.386	3	0.027	26	14.410	0.000
PRO	0.333	3	0.017	26	19.138	0.000

3 讨论

3.1 抗旱性与油葵叶片质膜透性、相对含水量的关系

叶片相对含水量是鉴定抗旱性的生理指标^[10]。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^[8]。侯建华等^[13]认为叶片相对含水量可作为贯穿植株全生育时期的耐旱鉴定指标。张彦芹等^[14]采用 PEG 模拟水分胁迫条件测定离体叶片保水力,认为该项指标可以作为苗期耐旱性评价指标之一。膜透性变化愈大,REC 上升越快,而 RWC 则下降越严重,表示受伤愈重,抗旱性愈弱,膜透性和 RWC 间有必然的因果关系^[12]。膜系统受损程度与叶片保水能力和抗旱性呈显著负相关^[9]。本试验结果表明:PEG 处理前后 REC、RWC 数值变化越大的品种越不抗旱,REC、RWC 与抗旱性呈负相关。

3.2 抗旱性与油葵叶片保护酶活性的关系

自由基引起的膜伤害学说认为^[11],活性氧引起膜脂过氧化,造成细胞膜系统破坏,影响细胞正常代谢。同时体内也存在能清除活性氧的抗氧化酶,如 SOD、POD、CAT 等,它们能有效地清除活性氧,维持活性氧生成与清除之间的动态平衡^[7]。

供试油葵品种叶片 PEG 处理后,叶片 SOD、POD、CAT 活性明显升高,不同基因型品种升高幅度不同,品种越抗旱,数值升高幅度越大。

3.3 抗旱性与油葵叶片游离脯氨酸的关系

目前,脯氨酸作为植物抗旱性鉴定指标存在争议,有的研究认为,水分胁迫下脯氨酸积累与抗旱性呈正相关,但品种间存在差异^[15];也有研究认为,脯氨酸积累是水分胁迫产生的结果,且积累量与品种的抗旱性无关^[16]。

供试油葵品种叶片 PEG 处理后,强抗型的康地

5号、内葵杂3号、白葵杂9号、AGR分别提高6.21、5.30、5.30、5.16倍;而弱抗旱型的F128、S49只提高1.41、2.43倍。本试验脯氨酸指标与其他保护酶指标变化趋势、规律一致,脯氨酸可作为油用向日葵鉴定抗旱性的指标。

3.4 隶属函数与聚类分析

隶属函数与聚类分析结果相比较发现,隶属函数强抗型与聚类分析第三类相似,但隶属函数中的抗旱型MGS、T012244、S510,在聚类分析中被划为强抗型的;隶属函数抗旱型与聚类分析第四类相似,但隶属函数中的中抗型的IS6111、YKZQ207、赤葵杂2号,在聚类分析中被划为抗旱型;隶属函数中抗型与聚类分析第二类相似,但隶属函数中的抗旱型的S31在聚类分析中被划为中抗型;隶属函数弱抗性与聚类分析第一类相同。隶属函数与聚类分析相同程度为76.67%。可见,两种分类方法对抗旱性的分类具有较好的一致性。当两种分析方法所得一致性结果,其置信度将进一步提高。

参考文献:

- [1] 安玉麟.中国向日葵产业发展的问题与对策[J].内蒙古农业科技,2004,(4):1—4.
- [2] 张立华.内蒙古向日葵生产的现状及发展对策[D].呼和浩特:内蒙古农业大学,2006.
- [3] 路贵和,戴景瑞,张书奎.不同干旱胁迫条件下我国玉米骨干自交系的抗旱性比较研究[J].作物学报,2005,1284—1288.
- [4] 戴景瑞.发展玉米育种科学迎接21世纪的挑战[J].作物杂志,1998,(6):1—4.
- [5] 王学奎.植物生理生化实验原理和技术[M].北京:高等教育出版社,2006.
- [6] Stewart R C, Bewley J D. Lipid per oxidation associated with accelerated aging of soybean axes[J]. Plant Physiology, 1980,65:245—248.
- [7] 徐凯扬.PEG诱导水分胁迫下喜旱莲子草的生理适应性[J].浙江大学学报,2004,271—277.
- [8] 孙继颖,高聚林,薛春雷,等.不同品种大豆抗旱性能比较研究[J].华北农学报,2007,22(6):91—97.
- [9] 石晓霞.15份马蔺材料苗期抗旱性比较[J].草地学报,2007,(4):352—358.
- [10] 赵洪兵.不同玉米杂交种抗旱性比较及抗旱性鉴定指标的研究[J].华北农学报,2007,22:66—70.
- [11] Fridovich I. Superoxide dismutase[J]. Annual Review of Biochemistry, 1975,44:147—159.
- [12] 王忠.植物生理学[M].北京:中国农业出版社,2000:434.
- [13] 侯建华,张建华,陈静.玉米不同生育时期抗旱性鉴定指标的研究[J].内蒙古农牧学院学报,1996,17(4):19—22.
- [14] 张彦芹,贾玮玲,杨丽萍,等.不同玉米品种苗期抗旱性研究[J].干旱地区农业研究,2001,19(1):83—92.
- [15] Blum A, Ebercon A. Genotypic responses in sorghum to drought stress 3. Free proline accumulation and drought resistance[J]. Crop Science, 1976,(16):428—431.
- [16] Hanson A D, Nelsen C F, Everson E H. Evaluation of free proline accumulation as an index of drought resistance using two constructing barley cultivars[J]. Crop Science, 1977,(17):720—726.

Comparative experiment on drought – resistant characteristics of different oil sunflower varieties

HU Shu-ping¹, GAO Ju-lin¹, MA Jie², ZHANG Wei³, AN Yu-lin⁴, YU Hai-feng⁴

(1. Agronomy College, Inner Mongolia Agricultural University, Huhhot 010019, China;

2. Bayannaoer Academy of Agricultural Sciences, Shanba 015400, China;

3. Chifeng Academy of Agricultural Sciences, Chifeng 024031, China;

4. Inner Mongolia Academy of Agricultural Sciences, Huhhot 010031, China)

Abstract: 30 hybrid oil sunflower varieties (series) which were widely planted in Inner Mongolia's main producing area were used as materials in this experiment. At filling stage, 25% PEG6000 was used on leaves for drought stress simulation and 6 indexes (REC, RWC, SOD, POD, CAT and Pro) relating to drought-resistant characteristics were analyzed. The synthetical drought resistance was estimated by membership function method and validated by clustering analysis, and the similarity degree of these two methods was 76.67%. The drought-resistant types of the 30 cultivars were divided into 4 types in the estimated result, and they were separately strong resistance, resistance, middle resistance and weak resistance. There were 5 cultivars in the type of strong resistance, namely KD5, AGR, NKZ3, AK62 and BKZ9.

Keywords: oil sunflower; drought-resistant characteristic; physiological index; membership function method; clustering analysis