

紫花苜蓿苗期抗旱性鉴定指标筛选及综合评价

翟春梅^{1,2}, 王赞¹, 邓波², 李源³, 高洪文^{1*}

(1. 中国农业科学院北京畜牧兽医研究所, 北京 100094; 2. 吉林农业大学动物科技学院, 吉林 长春 130118;

3. 河北省农林科学院旱作农业研究所, 河北 衡水 053000)

摘要: 以21份紫花苜蓿种质为研究材料, 通过室内盆栽试验, 在苗期反复干旱胁迫下, 测定了与抗旱性有关的8项形态指标, 通过主成分分析法筛选出了叶片长度、叶片宽度、根冠比胁迫指数、地下生物量胁迫指数、干物质含量胁迫指数等5个与存活率密切相关的指标作为紫花苜蓿苗期抗旱性鉴定的指标; 并运用隶属函数法对21份紫花苜蓿种质进行综合评价, 确定了苗期抗旱性较强的种质为: ZXY04P-44、ZXY04P-10、ZXY04P-32。

关键词: 紫花苜蓿; 苗期; 抗旱性; 鉴定指标; 隶属函数法; 综合评价

中图分类号: S551+.7 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2008)06-0167-06

紫花苜蓿(*Medicago sativa* L.)是世界也是我国种植面积最大的豆科牧草^[1]。我国紫花苜蓿栽培主要在北方广大地区, 干旱是限制紫花苜蓿生产的主要因素, 为了解决这一问题, 除了继续提高水分的利用效率外, 旱区苜蓿产业化所面临的首要问题就是发掘抗旱种质材料和选育抗旱品种^[2,3]。

植物在逆境来临时往往会在形态上做出一些最直观反应, 以使个体能存活下去。所谓抗旱形态指标就是胁迫对作物形态指标的改变程度或一定的植株生长状况或形态学特征对干旱的抵抗能力^[4]。苜蓿抗旱育种中, 形态学指标和标记采用最多最早, 并且至今仍占重要地位, 是广大育种者在长期育种过程中积累的宝贵经验, 具有简单、实用性强的特点。而且许多学者认为, 植株的根、茎、叶等形态器官都可用来估测品种的抗旱能力^[5,6]。由于抗旱性是多种因素综合作用的结果, 不同苜蓿种质在形态结构等诸多方面形成的抗旱机制和对干旱胁迫的反应不同, 因此, 探讨紫花苜蓿抗旱指标, 分析比较不同种质资源的抗旱性强弱是十分必要的。

本研究以国外引进的21份野生紫花苜蓿种质为试验材料, 采用盆栽反复干旱法, 于苗期测定多项形态指标, 应用多指标进行抗旱性的综合间接评价; 以存活率直接评价为依据, 对上述间接评价的结果进行判别分析, 从而验证试验中通过主成分分析法筛选出来并被采用的指标及其方法的准确性和可靠性。同时对供试21份紫花苜蓿种质做出科学的、系统的抗旱评价, 为筛选出简单高效的抗旱指标提供

依据, 也为抗旱新品种的选育提供基础。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验材料为自国外引进的21份野生紫花苜蓿种质材料(见表1)。

1.2 试验方法

试验于2007年3~5月进行, 采用温室盆栽反复干旱法, 选用无孔塑料花盆(高12.5 cm, 底径12.0 cm, 口径15.5 cm), 取试验田表层土, 混合均匀, 等量放入每盆中。每盆播种30粒, 出苗期间, 定期定量供水, 浇水量为最大田间持水量的75%~80%(最大田间持水量为25.17%)。等苗齐后间苗, 每盆留长势均匀的健苗10株。

出苗三周开始进行胁迫试验, 干旱处理当天浇足水, 设正常供水和水分胁迫两组, 每组每份材料3次重复, 称重法控制水分。每天早晨9点称重补水, 正常供水的土壤含水量控制在19%~20%(占最大田间持水量的75%~80%), 水分胁迫为10%~11%(占最大田间持水量的40%~45%)(10 d), 对紫花苜蓿进行连续10 d重度干旱胁迫之后浇水1次, 而后再次干旱胁迫。连续胁迫3个周期, 第30 d进行各项指标的测定。

1.3 测定内容

1.3.1 植株高度 测定植株的绝对高度(cm), 5次重复(下同)。

1.3.2 叶片长度 测定紫花苜蓿三小叶中间叶片

收稿日期: 2008-02-25

基金项目: 中国农科院基本科研业务费(ywf-td-3); 科技部国际合作重点“新型蛋白牧草资源引进、评价鉴定及开发利用研究”(2005DFBA0007)

作者简介: 翟春梅(1982-), 女, 吉林长春人, 硕士, 主要研究方向为牧草种质资源抗逆性评价。E-mail: zhaichunmei321@163.com。

* 通讯作者: 高洪文(1957-), 研究员, 博士生导师, 主要从事牧草种质资源研究。E-mail: gaohongwen@263.net。

(功能叶)的长度(cm)。

(功能叶)的最宽处(cm)。

1.3.3 叶片宽度 测定紫花苜蓿三小叶中间叶片

表 1 试验材料及来源

Table 1 The germplasm materials and their origins

序号 No.	编号 Accession No.	来源 Origin	序号 No.	编号 Accession No.	来源 Origin
1	ZXY04P-10	阿根廷 Argentina	12	ZXY04P-450	坦桑尼亚 Tanzania
2	ZXY04P-32	阿根廷 Argentina	13	ZXY04P-467	坦桑尼亚 Tanzania
3	ZXY04P-44	阿根廷 Argentina	14	ZXY04P-475	坦桑尼亚 Tanzania
4	ZXY04P-63	埃及 Egypt	15	ZXY04P-512	土库曼 Tucuman
5	ZXY04P-81	埃及 Egypt	16	ZXY04P-517	土库曼 Tucuman
6	ZXY04P-91	埃及 Egypt	17	ZXY04P-532	叙利亚 Syria
8	ZXY04P-310	利比亚 Libya	18	ZXY04P-556	叙利亚 Syria
9	ZXY04P-330	利比亚 Libya	19	ZXY05P-603	西班牙 Spain
10	ZXY04P-424	苏丹 Sudan	20	ZXY05P-857	西班牙 Spain
11	ZXY04P-433	苏丹 Sudan	21	ZXY05P-1369	西班牙 Spain
7	ZXY04P-230	乌兹别克斯坦 Uzbekistan			

表 2 干旱胁迫下紫花苜蓿的存活率及其隶属函数平均值和各指标的隶属函数值

Table 2 The seedling survival among sativa, its mean of subordinate function values and subordinate function values of different indexes

编号 Accession No.	$R(0)^*$ (%)	$S(0)$	$R(1)$	$R(2)$	$R(3)$	$R(4)$	$R(5)$	$S(1)$
ZXY04P-10	93.33	0.95	0.81	0.83	1.00	0.74	0.74	0.88
ZXY04P-32	90.00	0.91	0.73	1.00	0.89	0.48	0.48	0.80
ZXY04P-44	96.67	1.00	1.00	0.77	0.93	1.00	1.00	0.94
ZXY04P-63	46.67	0.37	0.25	0.15	0.05	0.45	0.45	0.27
ZXY04P-81	50.00	0.41	0.38	0.28	0.34	0.20	0.20	0.31
ZXY04P-91	50.00	0.41	0.40	0.28	0.40	0.22	0.22	0.34
ZXY04P-230	73.33	0.70	0.62	0.46	0.64	0.46	0.46	0.56
ZXY04P-310	16.67	0.00	0.20	0.19	0.49	0.00	0.00	0.14
ZXY04P-330	36.67	0.25	0.26	0.26	0.52	0.21	0.21	0.28
ZXY04P-424	53.33	0.45	0.67	0.39	0.25	0.31	0.31	0.41
ZXY04P-433	56.67	0.50	0.11	0.05	0.58	0.64	0.57	0.39
ZXY04P-450	53.33	0.45	0.37	0.34	0.53	0.40	0.41	0.41
ZXY04P-467	53.33	0.45	0.56	0.49	0.40	0.15	0.15	0.35
ZXY04P-475	86.67	0.87	0.73	0.50	0.71	0.50	0.50	0.63
ZXY04P-512	60.00	0.54	0.20	0.18	0.49	0.69	0.69	0.45
ZXY04P-517	63.33	0.58	0.53	0.21	0.50	0.88	0.88	0.60
ZXY04P-532	23.33	0.08	0.33	0.21	0.28	0.05	0.05	0.19
ZXY04P-556	50.00	0.41	0.34	0.26	0.50	0.36	0.36	0.30
ZXY05P-603	56.67	0.50	0.46	0.44	0.51	0.40	0.40	0.30
ZXY05P-857	20.00	0.04	0.00	0.00	0.31	0.16	0.16	0.16
ZXY05P-1369	43.33	0.33	0.45	0.45	0.00	0.21	0.21	0.30

注:表中 $R(0)$ 表示存活率; $S(0)$ 、 $R(1)$ 、 $R(2)$ 、 $R(3)$ 、 $R(4)$ 、 $R(5)$ 分别表示存活率、叶片长度、叶片宽度、干物质含量胁迫指数、根冠比胁迫指数、地下生物量胁迫指数的隶属函数值; $S(1)$ 代表隶属函数平均值。

Note: $R(0)$ indicates the subordinate function values of Seedling survival; $S(0)$, $R(1)$, $R(2)$, $R(3)$, $R(4)$, $R(5)$ indicate the subordinate function values of Seedling survival, Leaf length, Leaf width, Dry weight stress index, Under/ Above biomass stress index, Under ground biomass stress index. $S(1)$ indicates the average value of subordinate function values.

1.3.4 地上生物量 收集每盆植株的地上部分,洗净、放入纸袋,80℃恒温下烘至恒重后称重(g)。

1.3.5 胁迫指数 包括干物质含量胁迫指数,根含水量胁迫指数,根冠比胁迫指数,地下生物量胁迫指数。胁迫指数=胁迫植株的测量值/对照植株测量值。

1.3.6 存活率 试验结束时记录干旱胁迫处理的每盆植株的存活苗数,计算存活率。

1.4 统计分析

利用 SPSS 13.0 软件进行方差分析、主成分分析,采用隶属函数对 21 份紫花苜蓿种质的抗旱性进行评价。

隶属函数的计算公式:

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

反隶属函数值计算公式:

$$R(X_i) = 1 - (X_i - X_{\min}) / (X_{\max} - X_{\min}) \quad (2)$$

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。

2 结果与分析

2.1 供试紫花苜蓿种质抗旱性的直接评价

反复干旱后的存活率可以反映水分胁迫后植物的生存能力^[7]。本研究利用盆栽反复干旱后的存活率作为各种实际抗旱性的评价依据。由表 2 可知,不同紫花苜蓿对干旱胁迫存在极显著差异($P < 0.01$),表现出不同的抗旱性。根据存活率可分为不同的抗旱等级,其中存活率大于 80% 的为抗旱性较强的种质包括: ZXY04P-44、ZXY04P-10、ZXY04P-32、ZXY04P-475; 存活率小于 40% 的为抗旱性较弱的种质包括: ZXY04P-330、ZXY04P-532、ZXY05P-857、ZXY04P-310; 其余为中间型。

2.2 以多个形态性状为抗旱指标的间接综合评价

2.2.1 方差分析 方差分析结果表明(表 3),21 份紫花苜蓿种质的 8 个指标中,试验材料间除根含水量胁迫指数差异显著($P < 0.05$)外,其它差异均达到极显著($P < 0.01$),重复间差异均不显著。选取 8

个指标用作主成分分析,见表 3。

表 3 干旱胁迫条件下 21 份种质资源的 8 个指标方差分析

Table 3 Variance analysis and *F* test of 8 indexes of 21 germplasm resources under drought stress

指标 Index	材料间 Among accessions	重复间 Among replication
存活率 Seedling survival	8.663**	0.315 ^{ns}
叶片长度 Leaf length	3.550**	1.014 ^{ns}
叶片宽度 Leaf thickness	3.020**	0.435 ^{ns}
植株高度 Plant height	5.308**	0.700 ^{ns}
地上生物量 Above ground biomass	16.047**	0.547 ^{ns}
干物质含量胁迫指数 Dry weight stress index	16.319**	0.215 ^{ns}
根含水量胁迫指数 Root water content stress index	1.847*	1.742 ^{ns}
根冠比胁迫指数 Under/Above biomass stress index	112.954**	0.176 ^{ns}
地下生物量胁迫指数 Underground biomass stress index	10.166**	0.176 ^{ns}

注: *F* 检验, * 表示差异显著($P < 0.05$); ** 表示差异极显著, ($P < 0.01$); ns 表示重复间差异不显著。

Note: *F* test, * indicates significant difference at 0.05 level;

** indicates significant difference at 0.01 level; ns indicates no significant different among replications.

2.2.2 主成分分析 主成分的特征根和贡献率是选择主成分的依据,将 8 个与抗旱性有关的形态指标转化为 3 个主成分。由表 4 看出,第一、第二、第三主成分的贡献率分别为 62.815%、13.626%、9.090%,三者的累计贡献率达 85.531%,基本代表了 8 个原始指标的绝大部分信息,因此可选取前三个主成分作为 21 份种质抗旱性评价综合指标。

由表 4、5 看出,第一主成分特征值是 5.025,贡献率为 62.815%,对应较大的特征向量有根冠比胁迫指数、地下生物量胁迫指数。这两个特征向量都反映了根系因子,说明根系越发达对植株抗旱性有较大影响。根系是植物吸收、转化和贮藏养分的器官,其生长发育状况直接影响地上部茎、叶的生长。

表 4 主成分分析结果

Table 4 Results of principal components analysis

主成分 Principal component	特征值 Eigenvalue	贡献率 Percentage(%)	累计贡献率 Accumulative percentage(%)
1	5.025	62.815	62.815
2	1.090	13.626	76.441
3	0.727	9.090	85.531

其符号为负,说明叶片越短、越窄越有利于抗旱。在干旱条件下,植物适应环境变异最直接的、最敏感的器官就是叶,尤其是功能叶,它可作为植株感受干旱胁迫的检测部位^[8,9],而叶片长度和宽度可以初步更简单、直接地判断这 21 份紫花苜蓿种质资源的抗旱性。

表 5 各因子载荷矩阵
Table 5 Component matrix

抗旱指标 Drought resistance index	主成分 Component		
	1	2	3
叶片长度 Leaf length	-0.058	-0.651	-0.314
叶片宽度 Leaf width	-0.188	-0.570	-0.089
植株高度 Plant height	0.076	0.082	0.122
地上生物量 Above ground biomass	-0.014	-0.103	0.416
干物质含量胁迫指数 Dry weight stress index	-0.234	-0.267	0.742
根含水量胁迫指数 Root water content stress index	0.057	-0.011	0.229
根冠比胁迫指数 Under/Above biomass stress index	0.535	-0.114	-0.165
地下生物量胁迫指数 Underground biomass stress index	0.535	-0.114	-0.165

第三主成分特征值为 0.727,贡献率为 9.09%,对应较大的特征向量是干物质含量胁迫指数。这个特征向量反映了苗期干物质的产量越大越有利于抗旱,在紫花苜蓿生产中干物质产量是其价值的最终

体现,其大小是抗旱与否的重要指标。

2.2.3 隶属函数分析 根据主成分分析,筛选出贡献率较大的特征向量:叶片长度、叶片宽度、干物质含量胁迫指数、根冠比胁迫指数、地下生物量胁迫指数 5 个指标进行隶属函数分析,对各种质资源 5 个指标的隶属函数值进行计算并求平均值,以评价其抗旱性强弱的顺序。其中叶片长度、叶片长度胁迫指数采用反隶属函数公式计算,其它用隶属函数公式计算。

根据隶属函数平均值的大小对 21 份种质资源抗旱性进行鉴定(表 2),并根据张海燕、杨守萍^[10,11]的研究结果划分抗旱级别:其中隶属函数值大于 0.8 的为抗旱性较强的种质包括:ZXY04P-44、ZXY04P-10、ZXY04P-32;隶属函数值小于 0.3 的为抗旱性较弱的种质包括:ZXY04P-63、ZXY04P-330、ZXY04P-532、ZXY05P-857、ZXY04P-310;其余为中间型。

2.3 紫花苜蓿种质抗旱性鉴定方法的判别分析及抗旱指标的筛选

利用存活率评价紫花苜蓿的抗旱性与形态指标综合评价的紫花苜蓿的抗旱性的相关系数 $r = 0.949^{**}$,如图 1,表示存活率评价紫花苜蓿的抗旱性与形态指标综合评价的紫花苜蓿的抗旱性高度相关,即可把筛选的形态指标和抗旱排序用于生产实践中。

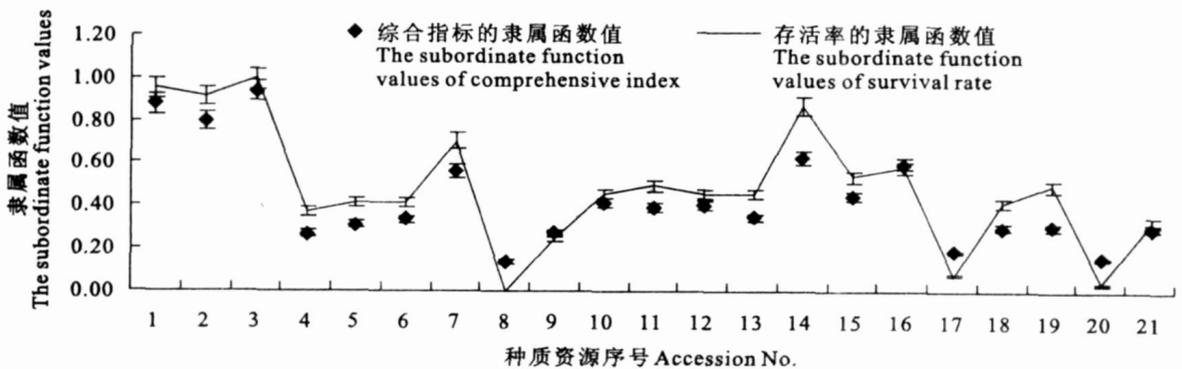


图 1 不同苜蓿的隶属函数均值的隶属函数

Fig. 1 The subordinate function of the average of the subordinate function among accessions

3 讨论

干旱胁迫直接影响苜蓿的存活率,只有能存活的苜蓿才能进行其它生理生化指标的测定,况且在干旱条件下存活的能力是抗旱鉴定最直接的指标。对于作物在干旱条件下,长势和形成产量的能力是鉴定抗旱性的最可靠指标,能反映一定的抗旱

性^[12,13]。苗期作为牧草生长发育的开始阶段,对干旱胁迫较敏感,此时干旱不仅威胁牧草幼苗的生存,且对其后期的生长、生物量形成以及越冬等都有一定影响^[12]。本试验中,通过以存活率为指标直接评定出紫花苜蓿抗旱顺序与以多个抗旱性为指标综合评定出紫花苜蓿抗旱顺序的相关度为 0.949,均达到判别吻合度的极显著水平,这表明在多个抗旱性

状为指标综合评定中通过主成分分析法筛选出的叶片长度、叶片宽度、干物质含量胁迫指数、根冠比胁迫指数、地下生物量胁迫指数可作为紫花苜蓿抗旱鉴定的综合评价指标^[14~16]。这些指标代表性高、可操作性强,有一定区分能力又互相独立,且与生产实践结合较为一致,可在紫花苜蓿品种抗旱性鉴定上推广应用。

21份紫花苜蓿种质资源抗旱性鉴定结果表明,形态指标综合评价的紫花苜蓿的抗旱级别中抗旱性较强的材料为:ZXY04P-44、ZXY04P-10、ZXY04P-32,这与存活率评价紫花苜蓿的抗旱级别中抗旱性完全一致;利用形态指标综合评价的紫花苜蓿的抗旱级别中抗旱性较弱的编号为:ZXY04P-63、ZXY04P-330、ZXY04P-532、ZXY05P-857、ZXY04P-310;其它为中间型,比较两种方法的综合排序结果可以看出,两种评价结果高度相关,具有很好的一致性(如图1),所以利用形态指标综合评价的紫花苜蓿的抗旱性还是可靠、易行的。抗旱性是由多种因素(性状)相互作用而构成的一个较为复杂的综合性状,其中每个因素与抗旱性本质之间存在着一定联系^[17~19],众多学者做了大量的有关指标的研究。本研究与前人不同,主要是探索采用简单直接的形态指标的隶属函数平均值来评价抗旱性,这样有利于在苜蓿生育前期筛选具有优良性状的品种,而且在一些试验条件差的地区可通过形态特征考察出来,选育具有优良农业性状的抗旱品种。当然,如果要全面、系统、准确评价紫花苜蓿的抗旱性,最好还是采用存活率、形态指标、生理生化等指标综合评价。总之,在实践中要根据选育目的,选择不同的科学评价方法。

参考文献:

[1] 罗志成. 北方旱地农业研究的进展与思考[J]. 干旱地区农业研

究, 1994, 12(1): 4-13.

- [2] 康俊梅, 樊奋成, 杨青川. 41份紫花苜蓿抗旱鉴定试验研究[J]. 草地学报, 2004, 12(1): 21-23.
- [3] 陶玲, 任君. 牧草抗旱性综合评价的研究[J]. 甘肃农业大学学报, 1999, 34(1): 23-28.
- [4] 吴慎杰. 大豆抗旱育种生理和形态选择指标的应用研究[D]. 太谷: 山西农业大学, 2003. 21.
- [5] 耿华珠. 中国苜蓿[M]. 北京: 中国农业出版社, 1995.
- [6] 程伟燕, 张卫国, 哈斯其木格. 特莱克紫花苜蓿的形态解剖学观察[J]. 内蒙古民族大学学报, 2003, (6): 251-254.
- [7] 赵相勇. 高羊茅不同品种苗期抗旱性研究[D]. 贵阳: 贵州大学, 2006.
- [8] 韩德梁, 王彦荣. 紫花苜蓿对于旱胁迫适应性的研究进展[J]. 草业学报, 2005, 12(6): 7-13.
- [9] Turner N C. Further progress in crop water relations[J]. Advances in Agronomy, 1997, 58: 293-339.
- [10] 张海燕, 焦碧婵, 李贵全. 大豆抗旱性鉴定指标评价的研究[J]. 大豆科学, 2005, 24(3): 183-188.
- [11] 杨守萍, 陈加敏, 刘莹, 等. 大豆苗期耐旱性与根系性状的鉴定和分析[J]. 大豆科学, 2005, 24(3): 176-182.
- [12] 栗雨勤, 张文英, 王有增. 作物抗旱性鉴定指标研究及进展[J]. 河北农业科学, 2004, 8(1): 58-61.
- [13] 孙彩霞, 沈秀瑛. 作物抗旱性鉴定指标及数量分析方法的研究进展[J]. 中国农学通报, 2002, 18(1): 49-51.
- [14] 徐炳成, 山仓, 李凤民. 苜蓿与沙打旺苗期生长和水分利用对土壤水分变化的反应[J]. 应用生态学报, 2005, 16(12): 2328-2332.
- [15] 韩瑞宏, 卢欣石, 高桂娟, 等. 紫花苜蓿抗旱性主成分及隶属函数分析[J]. 草地学报, 2005, 14(2): 142-146.
- [16] 程积民, 万惠娥, 王静. 黄土丘陵区紫花苜蓿生长与土壤水分变化[J]. 应用生态学报, 2005, 16(3): 435-438.
- [17] 严美龄, 李向东. 不同花生品种的抗旱性比较鉴定[J]. 花生学报, 2004, 33(1): 8-12.
- [18] 张海燕, 李贵全. 大豆抗旱性与生理生态指标关系的研究[J]. 中国农学通报, 2005, 21(8): 140-142.
- [19] Slafer G A, Araus J L. Improving wheat responses to abiotic stress[A]. Slinkard A E. Proceedings of the 9th International Wheat Genetics Symposium [C]. Canada: University Extension Press, 1998. 201-203.

Study on screening of drought resistance assessment indices and comprehensive evaluation of alfalfas during seedling stage

ZHAI Chun-mei^{1,2}, WANG Zan¹, DENG Bo², LI Yuan³, GAO Hong-wen^{1*}

(1. Institute of Animal Science, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100094, China;

2. College of Animal Science and Technology, Jilin Agricultural University, Changchun 130118, China;

3. Dryland Farming Institute of Hebei Academy of Agricultural and Forestry Sciences, Hengshui 053000, China)

Abstract: Eight traits indices were used for the evaluation of drought resistance of alfalfa germplasms in green house during seedling stage under repeated drought stress. Through principal components analysis, five indices, leaf length, leaf width, root/shoot stress index, underground biomass stress index and dry weight content stress index, were screened, which had close relation to the survival rates under repeated drought condition during seedling stage. With the membership function method, the drought resistance of 21 accessions of alfalfa germplasms was evaluated. Based on the value of comprehensive evaluation, the germplasms with stronger drought resistance in seeding stage were: ZXY04P-44, ZXY04P-10 and ZXY04P-32.

Keywords: alfalfa; seedling stage; drought resistance evaluation index; membership function method; comprehensive evaluation

(上接第 166 页)

Effects of abscisic acid and salicylic acid on physiological characteristics of sesame seedlings under drought stress

YAN Han, XU Ben-bo, ZHAO Fu-yong, HE Yong, YAO Xiao-ding, TIAN Zhi-hong^{*}

(College of Life Sciences, Yangtze University, Jingzhou, Hubei 434025, China)

Abstract: The seedling of sesame Zhongzhi 10 was treated with abscisic acid and salicylic acid under drought stress of PEG 6000 (20%, 25%, 30%). The activities of super oxide dismutase (SOD), peroxidase (POD) and catalase (CAT), relative water content (RWC), content of malondialdehyde (MDA), soluble sugar (SS) and photosynthetic pigment of the seedling were studied. The results indicated that the activities of SOD, POD, CAT in the sesame seedling in the group with ABA or SA were higher than those of the control group. The ABA and SA could slowdown the reduction of RWC of the sesame seedling under drought stress. The malondialdehyde (MDA) content increased significantly and the content of soluble sugar increased at first and then decreased gradually, while the chlorophyll content always decreased and the chl_a/chl_b and car/chl increased gradually. The results demonstrated that there were some differences among effects on physiological characteristics of the sesame seedling under drought stress between ABA and SA.

Keywords: sesame; ABA; SA; drought stress; physiological characteristics