

利用隶属函数值法评价苜蓿抗旱性

魏永胜¹, 梁宗锁^{1,2}, 山仑², 张辰露¹

(1 西北农林科技大学生命科学学院, 陕西 杨陵 712100; 2 中国科学院水利部水土保持研究所, 陕西 杨陵 712100)

摘要: 通过测定 9 个不同苜蓿 *Medicago sativa* 品种的保水力、水势、细胞膜相对透性、脯氨酸含量等生理指标, 对 9 个不同苜蓿品种的抗旱隶属函数值进行计算, 对不同苜蓿品种的综合抗旱适应性进行评价。抗旱性排序为: 保丰 > 超级 13R > 路宝 > 牧歌 > 爱博 > 爱林 > 新疆大叶 > 巨人 > 全能。同时表明, 抗旱性是一个综合指标, 不应由单一指标决定。

关键词: 苜蓿; 抗旱适应性; 隶属函数值

中图分类号: S551+1 703.4

文献标识码: A

文章编号: 1002-0629(2005)06-00332-04

退耕还林还草是西部大开发及生态环境建设的关键和切入点, 而退耕后正确地选择草种是人工草地建设的核心问题。目前, 苜蓿 *Medicago sativa* 是世界上栽培利用最广泛的牧草, 也是我国西北干旱半干旱地区种植最广的牧草品种。在众多的牧草品种中, 苜蓿占有无可比拟的优势: 豆科, 多年生, 产量高, 品质好, 耐频繁刈割, 持久性好, 清除田间原有杂草, 改土增肥, 经济效益高等特点, 因此, 它不仅是家畜的主要优良饲草, 而且可以改良土壤, 保持水土, 被称为“牧草之王”^[1]。但不同的苜蓿品种有不同的抗旱适应性, 选择抗旱适应性强的品种对于以水分限制因子的干旱半干旱地区的人工草地建设, 尤其是基于土壤水分的人工草地建设极其重要^[2]。研究通过测定 9 个苜蓿品种的抗旱生理指标, 对其抗旱适应性进行了评价, 以期干旱半干旱地区苜蓿品种的引进和推广提供科学的参考依据。

1 试验材料与方法

1.1 地点及材料来源 试验地设在陕西杨陵西北农林科技大学农作一站。参试品种 9 个。所有品种在 2001 年 5 月 4 日播种, 每个品种播 5 个小区, 小区面积 2 m @ 10 m, 行距 30 cm, 播量为 11.5 g/m², 拌沙后条播, 土壤系土娄土 20~60 cm, 土层平均含水量为 13.6% (相当于田间持水量的 45%)。材料为二年生苜蓿, 由西北农林科技大学干旱半干旱农业研究中心提供(表 1)。

1.2 试验内容及方法 所有指标的测定均在刈割后 15 d 开始, 测定叶片为中上部成熟叶片。

苜蓿叶片组织水势、细胞膜相对透性、离体叶片保水力(以脱水 24 h 后相对含水量表示)、叶片游离脯氨酸含量等指标的测定参照植物生理学试验技术^[3]进行, 同时计算 60 e 热风处理 45 min 对离体叶片的伤害率。气孔扩散阻力用 LD1600 型稳态气孔计测定。

抗旱性评价应用模糊数学中的隶属函数值法^[4,5], 以细胞膜伤害率、相对含水量、叶片游离脯氨酸含量等指标进行综合评价。

隶属函数值计算公式:

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

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。

如果为负相关, 则用反隶属函数进行转换, 计算公式为:

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

2 结果与分析

2.1 不同苜蓿品种细胞膜相对透性比较

植物在脱水时, 常因伤害细胞膜结构而引起细胞膜透性增大, 细胞内含物不同程度外渗, 使外渗液电导值增大; 膜透性变化愈大, 表示受伤越重, 抗性越弱。因此, 质膜相对透性常被作为衡量植物

收稿日期: 2004-06-21

基金项目: 国家自然科学基金(90302005)、中科院知识创新项目(KZCX026)资助

作者简介: 魏永胜(1972), 男, 天津市人, 副教授, 在读博士生。

表1 不同苜蓿品种名录、来源及特性

品种	产地	特性
1 爱林	美国	针对抗旱性高产选育, 年刈割 5 次, 种苗活力高, 抗虫, 越冬能力强。
2 牧歌 401+ Z	美国	耐践踏力是常规的 151%, 耐频繁刈割, 可每 21 d 刈割 1 次, 种苗活力强。
3 巨人 201+ Z	美国	具有发达的根颈和根系, 使其更抗旱和耐践踏, 可每 21 d 刈割 1 次, 种苗活力高, 抗病性高, 越冬能力强。
4 路宝	美国	持久性好, 返青早, 再生快, 耐频繁大强度刈割, 适合干草生产, 越冬力强, 基因克隆成果。
5 全能+ Z	美国	种苗抗病性出色, 多叶型, 产量持续性好, 对不良环境抗性好。
6 新疆大叶	新疆	产量表现极高, 茎秆细, 蛋白含量高, 抗病性强。
7 爱博	美国	产量表现极高, 茎秆细, 蛋白含量高, 抗病性强。
8 超级 13R	美国	品质更好, 再生迅速, 使用最广泛的不休眠型苜蓿品种, 使用年限极长。
9 保丰	北京	干草产量高, 再生性强, 抗寒性好。

注: 美国品种引自赛贝科美国国际种子公司。

受伤害程度的指标之一^[6], 可反映牧草干旱条件下有一定的调节适应能力^[7]。表 2 的试验结果表明, 在相同的土壤水分条件下, 爱博的细胞膜相对透性最高, 为 101.1%; 爱林的细胞膜相对透性最低, 为 31.8%; 而其余 7 个品种的细胞膜相对透性较为接近, 为 51.4%~81.3%。干热风(模拟大气干旱)处理后, 细胞膜相对透性发生明显变化, 其伤害程度也不同, 其中爱博受伤害率最大, 而超级 13R 与保丰伤害率为负值, 其余品种均受到不同程度的伤害。对于超级 13R 与保丰 2 个品种在受到干热风处理后, 细胞膜透性下降的原因有待进一步研究。

2.2 不同苜蓿品种叶片组织含水量 (OWC)、相对含水量(RWC)及水势比较

Levitt^[8]认为不同环境胁迫作用于植物时能对植物造成水分胁迫, 植物会出现脱水现象。相对含水量(RWC)是反映植物水分状况的参数, 植物叶片相对含水量的大小可部分反映植物抗逆性的能力。表 3 为不同苜蓿品种组织含水量、离体时的 RWC 及饱和后脱水 24 h 时的 RWC。尽管样品均采自连阴雨后的第 3 天, 但不同品种的苜蓿 OWC 与离体时 RWC 已显示出了明显差异。路宝、巨人、全能、牧歌及爱林 5 个品种, 离体时 RWC 均在 74% 以上, 而新疆大叶、爱博、超级 13R 及保丰则为 70.16%~72.34%。

由于, 组织含水量 = $\frac{m_r - m_d}{m_d} \times 100$, 而相对含

水量 = $\frac{m_r - m_d}{m_t - m_d} \times 100$, 其中, m_r 为鲜质量, m_d 为干质量, m_t 为饱和质量。因此, $\frac{\text{组织含水量}}{\text{相对含水量}} =$

$\frac{m_t - m_d}{m_d}$, 可用来表示植物组织的吸水能力, 但只是用来表示吸水容量, 而不能表示强度。从表 3 结果可看出, 保丰、新疆大叶、超级 13R 相对较高, 而爱林、巨人、路宝相对较低。差异产生的原因还需要深入研究。

表2 干热风处理对苜蓿离体叶片的伤害 %

品种	处理前细胞膜 相对透性	处理后细胞膜 相对透性	伤害率
超级 13R	71.1	31.7	0(-31.7)
保丰	61.6	31.4	0(-31.4)
路宝	51.4	8.9	31.7
爱林	31.8	9.0	51.4
牧歌	81.3	14.8	71.1
全能	71.8	15.0	71.8
新疆大叶	71.9	15.3	81.0
巨人	71.4	15.0	81.2
爱博	101.1	19.3	101.2

植物组织水势是目前使用最广泛的水分度量指标, 在土壤水分亏缺条件下, 较高的水势有利于植物生长与代谢。表 3 结果显示, 不同苜蓿品种的叶水势均在 -0.180 MPa 以下, 以爱博最低, 为 -1.10 MPa, 路宝最高, 为 -0.180 MPa。

表3 不同苜蓿品种组织含水量、离体时 RWC 及饱和后脱水 24 h 时 RWC

项目	爱林	全能	路宝	牧歌	爱博	保丰	巨人	超级 13R	新疆大叶
离体时 OWC	751 14	821 55	801 72	791 62	791 03	811 78	791 47	801 59	821 9
离体时 RWC	741 19	751 67	771 54	751 33	711 86	701 64	771 28	711 89	721 34
OWC/RWC	11 01	11 09	11 04	11 06	11 10	11 16	11 03	11 12	11 15
饱和后脱水 24 h RWC	721 48	751 32	761 19	771 78	811 03	821 4	821 57	841 22	851 12
水势 MPa	- 01 85	- 01 90	- 01 80	- 01 85	- 11 10	- 01 85	- 01 85	- 11 00	- 01 90

2.1.3 不同苜蓿品种离体叶片保水力比较

离体叶片的保水力与植物的抗性密切相关,叶片失水速率慢,保水力越强,抗旱性也越强。从图 1 可以看出,如果将脱水 24 h 后 9 个苜蓿品种的 RWC 高低划分保水能力,可分为 3 组,RWC 维持在 80% 以上的高保水力组有超级 13R、新疆大叶、爱博、巨人和保丰;RWC 维持在 75%~80% 的中保水力组有全能、路宝、牧歌;RWC 在 75% 以下的低保水力组有爱林。

2.1.4 不同苜蓿品种叶片脯氨酸比较

植物体内的游离脯氨酸是主要的渗透调节物质,一般认为,脯氨酸在植物抗旱适应方面的作用主要是参与渗透调节、减少氨毒害及保护生物大分子,因此,植物体内脯氨酸含量越高,植物的抗旱性越强。表 4 的结果显示,爱博、爱林、牧歌脯氨酸含量较高,路宝、全能的脯氨酸含量较低,巨人、新疆大叶、超级 13R、保丰脯氨酸含量居中。结合保水力结果可知,新疆大叶、超级 13R 脯氨酸含量居中,但保水能力很强,路宝、全能的脯氨酸含量最低,其保水力也最差。脯氨酸含量对植物保水力有影响,脯氨酸含量低,保水力差,但并不是脯氨

酸含量越多越好。

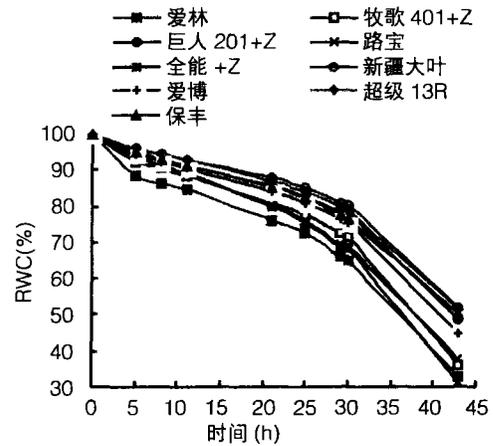


图 1 不同苜蓿品种间保水力差异

2.1.5 不同苜蓿品种抗旱性的隶属函数值法评价

以细胞膜伤害率、叶片水饱和后脱水 24 h 的 RWC、叶水势及脯氨酸含量 4 个指标为依据,计算各指标的隶属函数值,并进行综合评价,结果见表 5。抗旱性由大到小排列顺序为:保丰>超级 13R>路宝>牧歌>爱博>爱林>新疆大叶>巨人>全能。

表 4 不同苜蓿品种叶片脯氨酸含量比较

项目	爱林	牧歌	巨人	路宝	全能	新疆大叶	爱博	超级 13R	保丰
脯氨酸含量	01 886	01 804	01 717	01 481	01 474	01 689	01 923	01 614	01 604

表 5 不同苜蓿品种隶属值

品种	伤害率	RWC	叶水势	脯氨酸	平均	抗旱性排序
保丰	11 00	01 78	01 67	01 57	01 76	1
超级 13R	11 00	01 93	01 33	01 58	01 71	2
路宝	01 64	01 29	01 83	01 87	01 66	3
牧歌	01 31	01 42	01 67	11 00	01 60	4
爱博	01 00	01 68	01 83	01 71	01 56	5
爱林	01 47	01 00	01 83	01 87	01 54	6
新疆大叶	01 21	11 00	01 83	01 00	01 51	7
巨人	01 20	01 80	11 00	01 03	01 51	8
全能	01 23	01 22	01 00	01 85	01 33	9

3 讨论

植物的抗旱性是植物在干旱环境中生长、繁殖或生存以及在干旱解除后迅速恢复生长的能力。抗旱鉴定就是按作物品种(品系)的抗旱能力进行筛选、评价和归类的过程。通过抗旱鉴定可以为抗旱育种提供优异种质^[9], 如何对植物抗旱适应进行评价是一个较复杂的问题, 难以用单一指标进行评价, 这不仅与植物对干旱适应方式的不同有关, 也与人们对植物栽培的目的有关。从植物对干旱的适应方式上看, 可分避旱性和抗旱性, 抗旱性又分为御旱性和耐旱性。避旱性是指植物的整个生育期或对水分最敏感的时期不与干旱相遇; 御旱性是指在干旱条件下, 植物体内仍能保持一定的水分, 使细胞处于正常的微环境中, 各种生理过程仍保持正常状态, 如根系发达、输导组织发达、根冠比高、气孔下陷、气孔关闭、蒸腾表面积减少、蒸腾降低、组织器官内贮水、体内产生代谢水等都具有防御植物脱水的作用; 植物的耐旱性是指植物在干旱条件下, 能通过产生保护性物质降低对干旱的敏感性, 或产生一系列生理生化变化使干旱解除后各种生理功能能迅速恢复正常。从人们对植物利用的目的看, 生态学上强调植物的生存, 农业上注重经济效益, 理论研究上则偏爱对生理生化指标的探讨。因此, 隶属函数分析也不可能是绝对的抗旱分析方法, 但它提供了一条在多指标测定基础上对材料特性进行综合评

价的途径, 可以克服仅利用少数指标对一两个品种进行评价的不足, 但在苜蓿生长发育的整个过程中, 不同品种耐旱机制可能不同。所以, 对品种进行综合评价时, 可以充分利用多个指标, 去揭示不同植物或同种植物不同品种间对水分反应特性的实质, 提高抗旱鉴定的准确性。

参考文献:

- [1] 华珠1 中国苜蓿[M] 北京: 中国农业出版社, 1995
- [2] 魏永胜, 梁宗锁, 山仑1 草地退化的水分因素[J] 草业科学, 2004, 21(10): 13218
- [3] 高俊凤1 植物生理学试验技术[M] 西安: 世界图书出版公司, 2000
- [4] 陶向新1 模糊数学在农业科学中的初步应用[J] 沈阳农业大学学报, 1982, (2): 96107
- [5] 龚明1 作物抗性鉴定方法与指标及其综合评价[J] 云南农业大学学报, 1989, 4(1): 73
- [6] 赵昕, 李玉霖1 高温胁迫下冷地型草坪草几项生理指标的变化特征 [J] 草业学报, 2001, 10(4): 8688
- [7] 钱吉, 任文伟, 郑师章1 不同地理种群羊草苗期电导、电阻的比较研究[J] 植物生态学报, 1997, 21(1): 4243
- [8] Levitt A D Responses of plant to environmental stresses[M] New York: Academic Press, 1990
- [9] 辛国荣, 董美玲, 宋淑明1 牧草抗旱性研究))) 0 水分胁迫下 8 种燕麦品种的抗旱性综合评价[J] 草业科学, 1996, 13(6): 30341

Comprehensive evaluation on alfalfa drought resistance traits by subordinate function values analysis

WEI Yongsheng¹, LIANG Zongshuo^{1,2}, SHAN Lun², ZHANG Chenlu¹

(11 College of Life Science, Northwest SciTech University of Agriculture and Forestry,

Yangling 712100, China; 21 State Key Laboratory of Soil Erosion and Dryland

Farming on Loess Plateau, Institute of Soil and Water Conservation,

Chinese Academy of Science, Yangling 712100, China)

Abstract: the study was conducted on nine alfalfa varieties with different drought resistance under semiarid conditions 4 physiological drought resistance characteristics, water retention capabilities, water potential, cell membrane stability and proline content, were measured and a comprehensive evaluation on drought resistance of different alfalfa varieties was given based on subordinate function values analysis Results indicated that the order of drought resistance from high to low was: BaoFeng> 13R supreme> Lobo> AmeriGraze401+ Z> Arriba> Abilene+ Z> Xingjiang big leaf> Ameristand201+ Z> Total+ Z

Key words: alfalfa; drought resistance; subordinate function values