

盐胁迫下苜蓿品种的生理特性变化

黄俊轩¹, 田瑞娟², 李双跃¹, 李建科¹, 王晓亮¹

(1. 天津农学院园艺系 300384; 2. 西南大学园艺园林学院, 重庆 400716)

摘要: 研究选取国内外较耐盐的 10 个苜蓿品种, 进行了耐盐性试验及其耐盐性生理指标(细胞膜透性、丙二醛和游离脯氨酸含量、株高、鲜重和干重)的测定。各指标的综合分析结果表明: 龙苜、w1323 为 1 级, 耐盐性最强; 其次是青昧、劳博、宁苜为 2 级, 耐盐性较强; 创新、苜蓿王为 3 级, 耐盐性中等; 保丰、中苜为 4 级, 耐盐性较差; 皇后为 5 级, 耐盐性最差。

关键词: 苜蓿; 耐盐性; 生理指标; 盐胁迫

中图分类号: S 551⁺. 7 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001 - 0009(2007)06 - 0143 - 04

土壤盐渍化是影响农业生产和生态环境的严重问题。在盐胁迫下, 植物生长缓慢, 代谢受抑制, 严重时出现盐斑、叶子萎蔫, 甚至死亡。目前, 全世界的盐渍地约占陆地面积的 30%, 而中国的盐渍地比例明显高于世界平均水平。天津东部滨海平原区土壤盐渍化尤其严重。另外, 日光温室的大面积生产使土壤盐渍化的问题也越来越明显。

苜蓿是一种较抗盐的作物^[1~4], 其分布遍及五大洲, 在美国畜牧种植业的 70% 是苜蓿, 苜蓿中蛋白质含量可达 80%, 营养价值丰富, 而且再生性强, 是改良土壤的绿肥^[1~3], 因而被称为“牧草之王”。如果能在盐碱地上种植苜蓿, 既可以起到绿化作用, 又可创造经济价值, 还可以改良土壤, 兼顾社会效益, 经济效益, 生态效益三方面, 真可谓一举三得。国内外在盐碱土改良方面做了大量研究工作^[5~10], 但进行耐盐苜蓿品种筛选和改良盐碱地的研究较少^[11]。

因此, 研究通过苜蓿耐盐性试验, 选用具有一定耐盐性差异的 10 个品种, 研究盐胁迫前后叶片细胞膜透性、丙二醛和游离脯氨酸含量的变化, 以及盐胁迫下各苜蓿品种株高、鲜重、干重的差异, 最后进行综合评价, 选出最耐盐的苜蓿品种, 为耐盐基因的转化和培育耐盐转基因苜蓿新品种奠定良好基础。

1 材料与方法

1.1 材料

第一作者简介: 黄俊轩(1973-), 男, 广东河源人, 讲师, 从事园林植物教学与研究工作, E-mail: huangjunxuan@sina.com。

基金项目: 天津市自然科学基金项目(023614211), 抗旱抗寒高产油树工程育种(05YFJMJC14400), 天津市科技发展规划项目(05ZLZLT01600), 天津市农业科技成果转化与推广项目(0504018), 天津农学院青年重点科技项目。

收稿日期: 2007 - 03 - 28

供试苜蓿品种中苜 1 号、w1323、创新、青昧、劳博、保丰来源于中国农科院畜牧研究所; 龙苜来源于黑龙江畜牧研究所; 皇后来源于北京百绿有限公司; 苜蓿王来源于北京金元易生态工程技术中心; 宁苜、来源于宁夏绿洲草业有限公司。

1.2 方法

将上述各品种进行盆栽, 基质用蛭石和腐殖土, 待植株长到 20cm 左右高度后进行耐盐试验。分别设浇盐(NaCl)浓度 0.4%、8%, 每个处理 10 株, 重复 3 次。20d 后, 取样测定各项指标。

用外渗液电导率法测定植株细胞膜透性, 硫代巴比妥酸(TBA)比色法测定丙二醛含量, 茚三酮比色法测定游离脯氨酸含量^[12], 测定植株株高、鲜重、干重。

利用模糊数学中求隶属函数的方法^[13]进行各指标抗性综合评价。其公式为:

$$A: \hat{x}_{ij} = \frac{x_{ij} - x_{jmin}}{x_{jmax} - x_{jmin}} \quad B: \hat{x}_{ij} = 1 - \frac{x_{ij} - x_{jmin}}{x_{jmax} - x_{jmin}}$$

x_{ij} 表示 i 种类 j 指标的抗盐隶属函数值, x_{min} 和 x_{max} 分别表示各种类指标的最大和最小测定值, 如果抗性指标测定值与抗性呈正相关用 A 式, 反之用 B 式。

2 结果与分析

2.1 不同苜蓿品种叶片细胞膜透性

随着处理盐浓度的增高, 各品种苜蓿细胞膜透性呈逐渐上升趋势(见图 1)。其中在 0.4% 盐浓度胁迫下, 青昧苜蓿细胞膜透性增加最快为 79%, 其余差异不大。在 0.8% 盐浓度胁迫下, 青昧细胞膜透性达 89%; 最低的是龙苜、劳博分别为 38% 和 42%。0.8% 盐浓度胁迫下各品种叶片细胞膜透性差异较大。

从表 1 可以看出在 0.8% 盐浓度胁迫下, 各苜蓿品种叶片细胞膜透性差异显著和极显著, 其次序为青昧 > 宁苜 > 中苜皇后 > 苜蓿王 > w1323、创新、保丰 > 劳博 > 龙苜。龙苜和劳博的叶片细胞膜透性最低, 变化最小。

w1323、创新、保丰之间差异不显著。

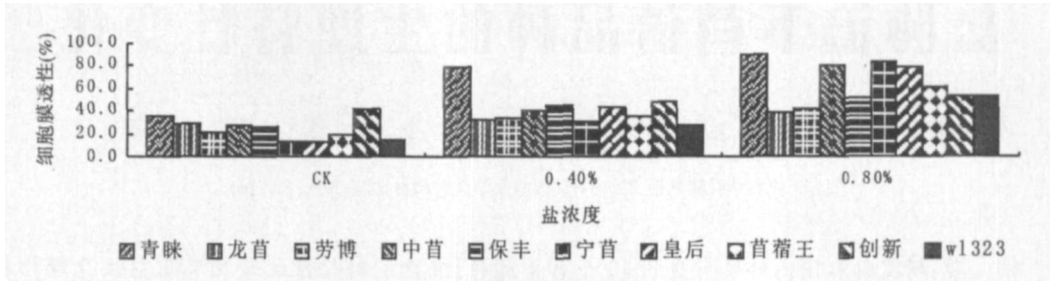


图1 不同苜蓿品种叶片细胞膜透性

表 1

0.8%盐浓度下不同苜蓿品种叶片细胞膜透性显著性分析

膜透性/品种	青咪	宁苜	中苜	皇后	苜蓿王	w1323	创新	保丰	劳博	龙苜
平均值(%)	89.4	84.1	79.9	79.7	60.7	53.7	53.0	52.0	42.0	38.2
P(0.05)	a	b	c	c	d	e	fe	fe	h	i
P(0.01)	A	B	C	C	D	E	FE	FE	H	I

2.2 不同苜蓿品种盐胁迫下叶片丙二醛含量

随着处理盐浓度的增高,各品种苜蓿丙二醛含量呈逐渐上升趋势(见图2)。在0.4%盐浓度处理下,苜蓿品种的丙二醛含量较少。在0.8%盐浓度胁迫下,各品种丙二醛含量增加较快,差异较大。从表2可以看出在0.8%盐浓度下,各苜蓿品种叶片丙二醛含量均差异显著和极显著,皇后和龙苜丙二醛含量增加最快,其次序为皇后>龙苜>劳博>青咪>w1323>创新>宁苜>保

丰>苜蓿王>中苜。



图2 不同苜蓿品种盐胁迫下叶片丙二醛含量

表 2

0.8%盐浓度下不同苜蓿品种叶片丙二醛含量差异显著性分析

丙二醛含量/品种	皇后	龙苜	劳博	青咪	w1323	创新	宁苜	保丰	苜蓿王	中苜
平均值(μmol/L)	0.076	0.045	0.030	0.028	0.027	0.023	0.022	0.018	0.015	0.010
P(0.05)	a	b	c	cd	cd	de	def	hf	hf	h
P(0.01)	A	B	C	CD	CD	DE	DEF	HF	HF	H

2.3 不同苜蓿品种盐胁迫下叶片脯氨酸含量

随着处理盐浓度的增高,各苜蓿品种脯氨酸含量呈逐渐上升趋势(见图3)。在0.4%盐浓度处理下,各苜蓿品种脯氨酸含量增加较少;在0.8%盐浓度下,各苜蓿品种脯氨酸含量增加较快,差异较大。从表3可以看出在

0.8%的盐胁迫下多数苜蓿品种叶片脯氨酸含量差异显著和极显著,其次序为创新>苜蓿王>皇后、龙苜>中苜>宁苜。皇后、龙苜、青咪差异不显著,龙苜、青咪、劳博差异不显著,中苜、保丰、w1323 差异不显著。创新苜蓿脯氨酸含量增加最快;其次是苜蓿王;中苜和保丰变化最小。

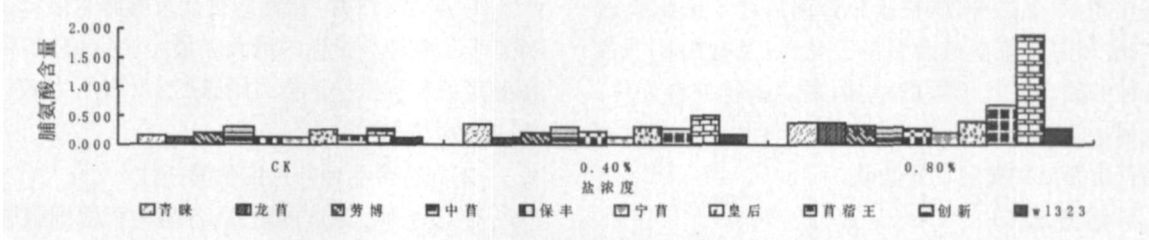


图3 不同苜蓿品种盐胁迫下叶片脯氨酸含量

表 3

0.8%盐浓度下不同苜蓿品种叶片脯氨酸含量差异显著性分析

Pro含量/品种	创新	苜蓿王	皇后	龙苜	青咪	劳博	中苜	保丰	w1323	宁苜
平均值	1.860	0.678	0.401	0.379	0.365	0.336	0.306	0.285	0.285	0.204
P(0.05)	a	b	c	cd	cde	def	f	gh	ghi	j
P(0.01)	A	B	C	CD	ECD	FE	FEG	GH	GHI	J

2.4 盐胁迫下不同苜蓿品种株高

由图4和表4可以看出,在不同盐浓度胁迫下,不同苜蓿品种的株高逐渐下降。在8%盐浓度胁迫下,不

同品种相对株高最高为青咪和龙苜,其它依次为宁苜、保丰、w1323、劳博、皇后、中苜和苜蓿王,最低为创新。

2.5 盐胁迫下不同苜蓿品种鲜重

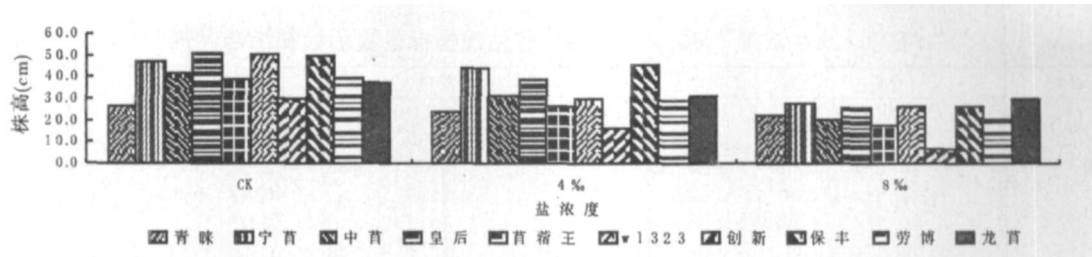


图 4 不同盐浓度胁迫下不同苜蓿品种株高

表 4

不同盐浓度胁迫下不同苜蓿品种相对株高

相对株高(%) /品种	青昧	宁苜	中苜	皇后	苜蓿王	w1323	创新	保丰	劳博	龙苜
4‰/CK	90.5	93.8	76.2	75.5	69.4	59.7	53.7	92.6	74.7	86.4
8‰/CK	85.7	57.8	49.9	50.5	45.0	52.1	22.3	52.9	51.2	82.3
P(0.01)	A	B	D	CD	E	C	F	C	CD	A

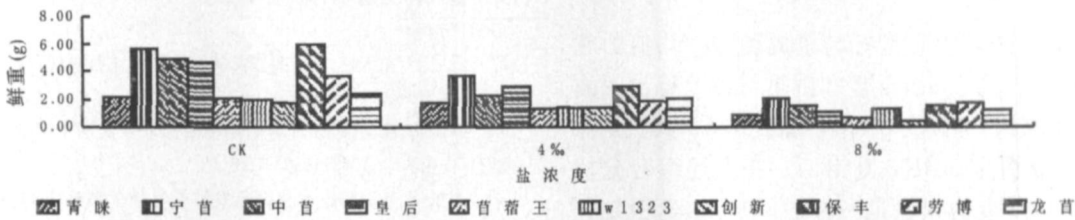


图 5 不同盐浓度胁迫下不同苜蓿品种鲜重

表 5

不同盐浓度胁迫下不同苜蓿品种相对鲜重

相对鲜重(%) /品种	青昧	宁苜	中苜	皇后	苜蓿王	w1323	创新	保丰	劳博	龙苜
4‰/CK	84.5	64.7	48.4	61.2	58.2	69.8	91.2	47.3	51.1	86.5
8‰/CK	41.3	36.6	31.9	22.1	31.5	62.3	27.5	25.2	48.9	48.5
P(0.01)	C	D	E	G	E	A	F	F	B	B

由图 5 和表 5 可以看出, 在不同盐浓度胁迫下, 不同苜蓿品种的鲜重逐渐下降。在 8‰盐浓度胁迫下, 不同品种相对鲜重最高为 w1323, 其它依次为劳博、龙苜、青昧、宁苜、中苜、苜蓿王, 最低为创新、保丰和皇后。

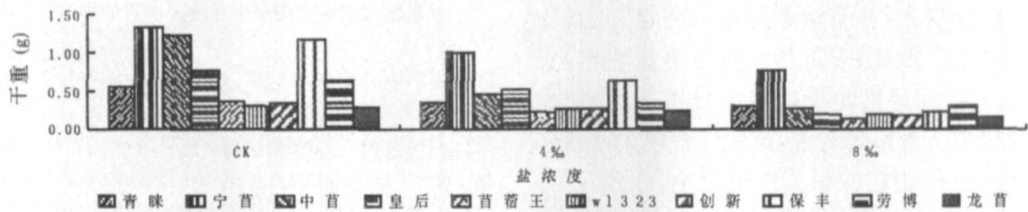


图 6 不同盐浓度胁迫下不同苜蓿品种干重

表 6

不同盐浓度胁迫下不同苜蓿品种相对干重

相对干重(%) /品种	青昧	宁苜	中苜	皇后	苜蓿王	w1323	创新	保丰	劳博	龙苜
4‰/CK	63.9	75.1	37.5	66.4	63.6	88.6	70.0	55.1	58.3	87.6
8‰/CK	54.3	58.8	22.6	25.3	40.3	64.0	51.4	20.2	49.8	60.8
P(0.01)	C	B	G	F	E	A	CD	G	D	B

2.6 盐胁迫下不同苜蓿品种干重

由图 6 和表 6 可以看出, 在不同盐浓度胁迫下, 不同苜蓿品种的干重逐渐下降。在 8‰盐浓度胁迫下, 不同品种相对干重最高为 w1323、龙苜, 其它依次为宁苜、青昧、创新、劳博和苜蓿王, 最低为皇后、中苜和保丰。

2.7 各苜蓿品种抗逆性综合评价

在测定的 6 项指标中, 根据大量研究表明: 植物在逆境胁迫条件下, 干物质积累量的多少应最能反映植物

的抗逆性强弱, 为最可信的指标之一; 鲜重和株高与干物质的积累有一定的关系。细胞膜透性、丙二醛含量和脯氨酸含量, 也能在一定程度反映植物的抗逆性。因此考虑最终将权值定为干重 0.3、鲜重 0.2、株高 0.2; 细胞膜透性、丙二醛含量、脯氨酸含量均为 0.1。由表 7 综合分析结果可以看出, 龙苜、w1323 为 1 级, 耐盐性最强; 其次是青昧、劳博、宁苜为 2 级, 耐盐性较强; 创新、苜蓿王为 3 级, 耐盐性中等; 保丰、中苜为 4 级, 耐盐性较差; 皇

表 7 在 0.8‰盐浓度下 10 个苜蓿品种各生理指标隶属函数和综合评价											
品种	青昧	龙苜	劳博	中苜	保丰	宁苜	皇后	苜蓿王	创新	W1323	正负相关
膜透性	0	1	0.926	0.186	0.731	0.104	0.189	0.561	0.711	0.697	-
×0.1	0	0.1	0.093	0.019	0.073	0.010	0.019	0.056	0.071	0.070	
MDA 含量	0.727	0.470	0.697	1	0.879	0.818	0	0.924	0.803	0.742	-
×0.1	0.073	0.047	0.070	0.1	0.088	0.082	0	0.092	0.080	0.074	
Pro 含量	0.097	0.106	0.079	0.062	0.049	0	0.119	0.287	1	0.049	+
×0.1	0.010	0.011	0.008	0.006	0.005	0	0.012	0.029	0.1	0.005	
株高	1	0.947	0.455	0.435	0.482	0.560	0.445	0.358	0	0.470	+
×0.2	0.2	0.189	0.091	0.087	0.096	0.112	0.089	0.072	0	0.094	
鲜重	0.478	0.657	0.667	0.244	0.077	0.361	0	0.234	0.134	1	+
×0.2	0.096	0.131	0.133	0.049	0.015	0.072	0	0.047	0.027	0.2	
干重	0.779	0.927	0.676	0.055	0	0.881	0.116	0.459	0.712	1	+
×0.3	0.234	0.278	0.203	0.017	0	0.264	0.035	0.138	0.214	0.3	
隶属函数平均值	0.102	0.127	0.099	0.046	0.046	0.090	0.026	0.073	0.082	0.124	
耐盐性等级	2	1	2	4	4	2	5	3	3	1	

后为 5 级,耐盐性最差。

3 讨论

通过对各生长和生理指标与隶属函数平均值的相关系数可以看出(见表 8),干重和鲜重与试验得出的耐盐性相关系数最大,分别为 0.9344 和 0.8715。其次是株高和电导率,分别为 0.4138、0.4057。在上述综合分析中,株高和植株鲜重的权值是一样的,均为 0.2,但是株高与综合评价中的隶属函数平均值的相关性低于鲜重。所以,在研究中,干重和鲜重与耐盐性相关性最好,为正相关。MDA 和脯氨酸的相关性最差 分别为 0.1469、0.0216。虽然在综合分析中,MDA、脯氨酸和电导率的权值是相同的,但是电导率与耐盐性的相关性最好。

表 8 各生理指标与隶属函数平均值的相关性分析						
	电导率	MDA	脯氨酸	株高	鲜重	干重
相关系数	0.4057	0.1469	-0.0216	0.4138	0.8715	0.9344

植株在盐胁迫下其干物质的积累多,干重和鲜重也较大,说明其耐盐性强,而且干重和鲜重的测定方法较简单,试验误差较小。因此,干重和鲜重与耐盐性相关性最好。3 个生理指标虽然也能间接反映植株的耐盐性,但是由于测定中所受影响较多,试验误差较大,会影响结果的准确性,与耐盐性的相关性也较小。因此,干重和鲜重对于反映植株的耐盐性比较可靠,生理指标也有一定的意义可作为参考。

参考文献

[1] 盛学斌.大渤海区海水入侵态势与防治构想[J].生态学报,1996,16(4):418-426.

[2] 武之新,翟玉柱,杨连台,等.滨海盐渍土壤苜蓿保苗技术的研究[J].草业科学,1994,11(6):61-63.

[3] 刘春华,张文淑.69 个苜蓿品种耐盐性及其两个耐盐生理指标的研究[J].草业科学,1993,10(6):16-22.

[4] 李景信.盐碱胁迫对苜蓿萌发种子呼吸代谢的影响[J].草业科学,1993,10(1)24-26.

[5] 刘文辉.陇东紫花苜蓿的经济性状及其发展前景的研究[J].草业科学,1992,9(3):71-72.

[6] 谢承陶.盐渍土改良原理与作物抗性[M].北京:中国农业科技出版社,1993:184-185.

[7] 刘家琼.塔克拉玛干沙漠耐旱耐盐植物选择[J].生态学杂志,1994,13(3):21-24.

[8] 阎秀峰,孙国荣,那守海,等.盐分对星星草种子萌发的胁迫作用[J].草业科学,1994,11(4):27-31.

[9] 牛菊兰.寒地型草坪草种萌发期耐盐性的研究[J].草业科学,1994,11(4):58-60.

[10] 沈禹颖.盐分浓度对碱茅草种子萌发的影响[J].草业科学,1991,8(3):68-71.

[11] 陈国雄,李定淑,张志谦,等.盐胁迫对多年生黑麦草和草地早熟禾种子萌发影响的对比研究[J].草业科学,1996,13(3):41-44.

[12] 中国科学院上海植物生理研究所,上海市植物生理学会编.现代植物生理学实验指南[M].北京:科学出版社,1999:303-306.

[13] 杨静慧,杨恩芹,杨焕婷.苹果抗旱性砧木研究[J].华北农学报,1996(2):81-86.

The Physiological Change of Variety Alfalfa under Salt-stressing

HUANG Jun-xuan¹, TIAN Rui-juan², LI Shuang-yue¹, LI Jian-ke¹, WANG Xiao-liang¹

(1. Tianjin Agricultural University, Department of Horticulture, Tianjin 300384; 2. Southwest University, College of Horticulture and Landscape, Chongqing 400716)

Abstract: In order to select the alfalfa variety of salt resistant for the transgene alfalfa, the experiment had been carried on and the physiological target (blade cell membrane penetrability, MDA, proline content, growth quantity, fresh weight, dry weight)were measured with 10 salt-resistant alfalfa variety to determine. Result showed variety Long Mu, W1323 was strongest in salt-resistant for level 1; next is QingLai, LaoBo, NingMu for level 2; ChuangXin, MuXuWang for level 3; BaoFeng, ZhongMu for level 4; HuangHou was worst for level 5.

Key words: Alfalfa; Salt-resistant; Physiological target; Salt-stressing