

NaCl、水分复合胁迫下宁夏苜蓿幼苗对叶绿素含量的影响

刘根红, 谢应忠, 兰 剑, 杨 锐, 赵功强

(宁夏大学, 宁夏 银川 750021)

摘 要: 运用二次通用旋转组合设计研究了宁夏 10 种主栽苜蓿品种苗期在 NaCl、水分复合胁迫下体内叶绿素含量的变化, 并对其抗盐、抗旱性进行了初步评价, 结果表明: NaCl 和水分胁迫效应对各品种体内叶绿素含量均表现为负效应, 其单因素效应表现为: 随 NaCl 胁迫的增加, 各品种体内叶绿素含量均呈不同程度减少趋势, 随水分胁迫的增加及加入水量的增加, 各品种体内叶绿素均有不同量的增加。盐分和水分胁迫只有对 CW200 和阿尔冈金 2 个品种存在交互效应, 对 CW200 为负交互, 对阿尔冈金为正交互, 且交互作用大小排序为阿尔冈金 > CW200, 对其余品种的交互效应不显著, 以叶绿素含量为主要指标对 10 个苜蓿品种抗盐、抗旱性初步排序为: CW30L > 阿尔冈金 > 宁苜 1 号 > 朝阳苜蓿 > 金皇后 > CW200 > 内蒙苜蓿 > 陇东苜蓿 > 新疆大叶 > 三得利。

关键词: NaCl; 水分; 复合胁迫; 叶绿素含量; 宁夏; 苜蓿

中图分类号: S 551⁺.7 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2008)10-0098-05

干旱和盐碱是限制植物生长发育的重要限制因子, 也是制约农业生产的一个全球性问题, 目前, 全球 20% 的耕地受到盐害威胁, 43% 的耕地为干旱、半干旱地区, 我国干旱区面积 455 万 km², 占国土面积的 47%, 各类盐渍土总面积 0.991 亿 km², 占国土面积的 10.3%^[1], 因此, 研究旱、盐逆境胁迫对植物的影响以及植物的反应, 寻找并利用各种方法来提高植物的抗逆性就显得尤为重要了。对于苜蓿抗盐抗旱性, 国内外已有大量研究, 但所有研究均是在水分和盐分单独胁迫下形态及体内调节代谢物的变化。自然胁迫常是多因子复合胁迫, 尤其宁夏, 在 44.11 万 hm² 耕地中, 非盐渍化面积为 29.32 万 hm², 盐渍化面积为 14.79 万 hm², 分别占灌区耕地总面积的 66.5% 和 33.5%, 在盐渍化耕地中, 轻盐渍化 9.39 万 hm², 中盐渍化 3.42 万 hm², 重盐渍化 1.98 万 hm², 分别占耕地面积的 21.3%、7.8% 和 4.5%^[2], 同时伴有不同程度的干旱, 再加上水资源短缺, 污染严重, 水土流失严重, 自然灾害频繁^[3] 等生态因素, 使植物生长时会有多种胁迫, 因此, 开展植物的抗逆研究意义重大。

宁夏是我国苜蓿主产区之一。种植面积 20 世纪 50 年代为 1.7 万 hm², 70 年代为 2.3 万 hm², 80 年代为 14 万 hm², 位居全国第五。20 世纪 90 年代面积下降, 到 1999 年留床面积约 6.7 万 hm², 2000 年苜蓿种植面积又

达到 1.05×10^5 hm², 呈现迅猛发展态势^[4]。

在水分和盐分单独胁迫下关于植物抗盐抗旱的研究很多, 虽然植物的抗盐、抗旱机理不同, 在形态及生理生化反应上, 也各有差异, 但植物在水分、盐分胁迫下许多形态及生理生化反应趋于相似。在形态上如植株矮化、茎栓质化增强; 在生理生化表现上如体内呼吸和光合作用减弱, 渗透调节能力增强, 参与代谢的很多酶 (SOD、POD、CAT) 以及一些调节物质均有不同量的明显变化, 使植物体在形态上表现出相似的生长状况, 很多研究表明: 植物分别在水分及盐分胁迫下, 体内代谢调节物如叶绿素含量、甜菜碱、可溶性糖、抗坏血酸、多元醇、植物激素均明显变化, 使植物在逆境下增强渗透调节能力^[5-8]。

大多研究认为, 在水分和盐分胁迫下, 植物叶绿素含量在轻度胁迫下呈现相对增加趋势, 在重度胁迫下明显下降^[9-11]。翁森红等^[12] 对 9 种苜蓿品种抗盐试验也得出相似结论。关于植物在逆境条件下叶绿素含量增加的原因一般认为: 逆境胁迫会导致植物叶片叶绿素含量降低, Chla/Chlb 比值增大, Chla 相对增多, 或 Chlb 相对减少, Chla/Chlb 比值的增大是植物对盐胁迫的一种防御性适应。盐胁迫下因气孔关闭导致对电子传递的抑制, 从而使电子传递系统处于过还原状态, 于是就产生活性氧, 活性氧引起叶片中酶的失活及蛋白质的降解。Chlb 这种捕光色素含量的降低, 使光捕获减弱, 活性氧的产生减少, 酶的抑制及蛋白质的降解减少, 从而使植物更加耐盐^[13]。

该试验主要研究在水分盐分复合胁迫下 10 种主栽

第一作者简介: 刘根红(1973-), 男, 宁夏隆德人, 硕士, 讲师, 主要从事作物栽培与耕作学方面研究工作。E-mail: liu_g_h@nxu.edu.cn

收稿日期: 2008-04-28

苜蓿品种体内叶绿素含量的变化,为10种主要苜蓿品种的抗盐抗旱性进行初步评价。

1 材料与方法

1.1 供试材料

从宁夏主要栽培的苜蓿品种选取有代表性的10个品种。

内蒙苜蓿(Neimeng)、CW200、CW301、新疆大叶(Xingjiang)、陇东(Longdong)、阿尔冈金(Algonquin)、金皇后(Golden Empress)、宁苜1号(Ningmu No1)、朝阳(Zhaoyang)、三得利(Sanditi)为供试品种。其中内蒙苜蓿、金皇后、新疆大叶、朝阳苜蓿、阿尔冈金、金皇后6个苜蓿品种为宁夏20世纪末引进的适生性强、品质优良品种,目前种植总面积约20万hm²左右,陇东苜蓿为宁夏当地种植苜蓿,目前种植面积约23万hm²,宁苜1号为宁夏固原农科研究的新品种,产量高,抗逆性强,目前正处于推广阶段,CW200、CW301两个品种为固原农科所刚从美国引进试验品种。以上种子由宁夏克劳沃公司提供。

1.2 试验设计与方法

该试验运用二因素(NaCl、水分)二次通用旋转组合设计,采用盆栽试验,各因素上下限及零水平设计见表1。

选用直径为30cm的花盆,将预先自然风干的土壤按每盆18kg重均匀装好,分别按表1的盐分和水分浓

度处理,每种如表2共13个处理,重复3次,并用水势快速测定仪每天进行控制,自然光照,在18~25℃的室温下培养。待苗长到三叶一心期时测定。叶绿素含量以手持叶绿素计测定,用实验室求叶绿素含量的标准曲线,测定各品种叶绿素含量。实验室矫正法:取自盆栽拔节期叶片4份,每份0.5g,1份测干重,另3份测叶绿素含量。将叶片研成匀浆,用丙酮反复提取,提取液在721型分光光度计下以652nm波长测定光密度,3次重复,以80%丙酮对照。叶绿素浓度C(mg/L)=光密度值×100034;叶绿素含量(干重%)=C(mg/mL)×提取液总量×稀释倍数×100样品干重(mg)×1000=C(mg/mL)×50mL×2样品干重×1000×100。

表1 水分、NaCl两因素水平编码				
X_{ij}	编码		因素	
	X_1	X_2	土壤NaCl浓度	土壤含水量/%
+γ	1.414	1.414	1.0	80
+1	1	1	0.85	70
0	0	0	0.5	50
-1	-1	-1	0.15	30
-γ	-1.414	-1.414	0	20

2 结果与分析

用标准方法对叶绿素计进行矫正,其标准方程为:
 $y=0.056x-0.09992$ (相关系数为0.9563),对宁夏10种主栽苜蓿叶绿素含量(Y)用SPAD叶绿素计测定并用标准方程换算后其值如表2。

表2 水分、NaCl复合胁迫下宁夏10种主栽苜蓿叶绿素含量苗期的测定值												mg/g
X_1	X_2	CW301	CW200	陇东	阿尔冈金	金皇后	宁苜1号	朝阳	内蒙苜蓿	新疆大叶	三得利	
-1	-1	0.90248	0.96408	1.27208	1.60808	0.91928	1.72568	1.07608	1.42888	1.59128	1.50728	
-1	1	1.72568	2.11768	1.37288	1.53528	1.47368	1.64168	1.92728	1.38408	1.77608	1.64728	
1	-1	1.37288	1.48488	1.55768	1.50168	1.04248	1.50168	1.09288	1.55768	1.69768	1.58568	
1	1	1.94408	1.83208	1.64168	2.15688	1.56888	2.09528	1.92728	1.77608	2.05608	1.75928	
-1.414	0	1.38408	1.04248	1.37288	1.78168	1.16568	1.81528	1.44568	1.44568	1.51848	1.27768	
1.414	0	0.76248	0.73448	0.73448	0.81288	0.69528	1.02568	0.77368	0.71768	1.13768	1.07608	
0	-1.414	0.93048	1.37288	1.22168	1.26088	1.37288	1.80968	1.45688	1.37288	1.26088	1.33368	
0	1.414	1.38408	1.72568	1.27208	1.20488	1.50168	1.60248	1.64728	1.27208	1.39528	1.47368	
0	0	1.10408	1.21608	0.95288	1.32808	0.88568	1.30568	1.87128	0.99768	1.03688	1.14328	
0	0	1.22168	1.30568	1.09288	1.28888	0.94168	1.47368	1.24968	1.05368	1.21608	1.30568	
0	0	1.14888	1.27768	1.04248	1.38408	1.02568	1.42888	1.19928	1.04248	1.19368	1.19368	
0	0	1.09848	1.09848	0.89688	1.05368	0.86328	1.26648	1.36168	0.99208	1.19928	1.18808	
0	0	0.92488	1.31688	0.94728	1.31688	0.90808	1.36168	1.14888	0.95848	1.09288	1.16008	

各品种叶绿素含量随NaCl(X_1)、水分(X_2)变化数学模拟,并经方程和回归显著性检验($P=0.5$),得出各苜蓿品种叶绿素含量与NaCl、水分的变化方程如下:

CW301: $Y=1.0996-0.19598X_1-0.09411X_2+0.0.12159X_2^2$;

CW200: $Y=1.24296-0.09452X_1-0.14299X_2-0.13020X_1X_2-0.06874X_2+0.27986X_2^2$;

陇东苜蓿: $Y=0.98648-0.18215X_1+0.11130X_1^2+0.20790X_2^2$;

朝阳苜蓿: $Y=1.36616-0.12089X_1-0.17704X_2+$

$0.13671X_2^2$;

三得利: $Y=1.19816-0.05944X_1+0.07301X_1^2+0.18641X_2^2$;

阿尔冈金: $Y=1.27432-0.23566X_1-0.0827X_2+0.18200X_1X_2+0.12033X_1^2+0.08813X_2^2$;

金皇后: $Y=0.92488-0.11046X_1-0.11233X_2+0.27300X_2^2$;

宁苜1号: $Y=1.32768-0.16828X_1-0.34617X_2+0.81064X_1^2+0.43575X_2^2$;

内蒙苜蓿: $Y=1.00888-0.19379X_1+0.12005X_1^2+$

0.24045 X_2^2 ;

新疆大叶: $Y = 1.14776 - 0.11562X_1 + 0.20321X_1^2 + 0.20322X_2^2$ 。

2.1 各苜蓿品种在 NaCl(X_1)、水分(X_2)胁迫下叶绿素含量(Y)变化的主效应分析

由于设计中各因素经无量纲线性编码处理,且各一次项回归系数间与交互项、平方项的回归系数都是不相关的,因此可以由回归系数的绝对值的大小直接来比较各因素一次项叶绿素含量的影响。由以上各模型可以看出,各品种 X_1 的系数表现为负值,说明NaCl胁迫对各品种体内叶绿素含量均表现为负效应,由 X_1 系数绝对值大小排序,可以看出NaCl对各品种的影响大小顺序为:阿尔冈金>CW301>内蒙苜蓿>陇东苜蓿>宁苜

1号>朝阳苜蓿>新疆大叶>金皇后>CW200>三得利;对于水分,陇东苜蓿、三得利、内蒙苜蓿、新疆大叶4种苜蓿水分胁迫对其体内叶绿素含量不显著,其它品种 X_2 系数均为负,说明水分胁迫对各品种体内叶绿素含量均表现为负效应,由 X_2 系数绝对值大小排序,可以看出水分对各品种的影响大小顺序为:宁苜1号>朝阳苜蓿>CW200>金皇后>CW301>阿尔冈金。

2.2 各苜蓿品种在 NaCl(X_1)、水分(X_2)胁迫下叶绿素含量变化的单因素效应分析

将NaCl、水分两因素的其中一个因素固定于0水平,另外一个因素分别取值-1.414; -1; 0; 1; 1.414,可得到该因素对叶绿素含量的单因素效应。

表 3		NaCl(X_1)、水分(X_2)两因素对不同品种叶绿素含量(Y)的单因素效应								mg/g
序号	品种	X	-1.414	-1	-0.5	0	0.5	1	1.414	
1	CW301	X_1	1.377	1.296	1.198	1.1	1.002	0.904	0.822	
		X_2	1.476	1.315	1.177	1.1	1.083	1.127	1.21	
2	CW200	X_1	1.239	1.269	1.273	1.243	1.179	1.08	0.972	
		X_2	2.005	1.666	1.384	1.243	1.241	1.38	1.6	
3	陇东苜蓿	X_1	1.467	1.28	1.105	0.986	0.923	0.916	0.900	
		X_2	1.402	1.194	1.038	0.986	1.038	1.194	1.402	
4	阿尔冈金	X_1	1.848	1.63	1.422	1.274	1.187	1.159	1.182	
		X_2	1.568	1.445	1.338	1.274	1.255	1.28	1.334	
5	金皇后	X_1	1.081	1.035	0.98	0.925	0.87	0.814	0.769	
		X_2	1.63	1.31	1.049	0.925	0.937	1.086	1.312	
6	宁苜1号	X_1	1.747	1.607	1.469	1.367	1.301	1.27	1.271	
		X_2	1.937	1.681	1.471	1.367	1.371	1.481	1.653	
7	朝阳苜蓿	X_1	1.537	1.487	1.427	1.366	1.306	1.245	1.195	
		X_2	1.89	1.68	1.489	1.366	1.312	1.326	1.389	
8	内蒙苜蓿	X_1	1.523	1.323	1.136	1.009	0.942	0.935	0.915	
		X_2	1.49	1.249	1.069	1.009	1.069	1.249	1.49	
9	新疆大叶	X_1	1.718	1.467	1.256	1.148	1.141	1.235	1.391	
		X_2	1.554	1.351	1.199	1.148	1.199	1.351	1.554	
10	三得利	X_1	1.428	1.331	1.246	1.198	1.187	1.212	1.26	
		X_2	1.571	1.385	1.245	1.198	1.245	1.385	1.571	

由表2可知,NaCl(X_1)和水分(X_2)对不同品种对叶绿素含量(Y)的单因素效应变化趋势基本一致,即当水分因子(X_2)取0水平时,NaCl(X_1)对叶绿素含量的变化规律为:随NaCl胁迫的增加,各品种体内叶绿素含量均呈不同程度的减少,阿尔冈金、宁苜1号、新疆大叶3品种在低盐浓度下叶绿素含量较高,随盐分浓度增加其含量迅速下降,其它品种下降幅度较小,宁苜1号、新疆大叶、三得利3个品种在重盐分下叶绿素有增加的趋势。当NaCl(X_1)取0水平时,水分对各品种的叶绿素含量影响为:随水分胁迫的增加,各品种体内叶绿素均有不同量的增加趋势,随水分含量的增加,叶绿素含量亦有相对增加的趋势,说明水分胁迫及高水条件下苜蓿各品种体内叶绿素均会有不同程度的增加。

2.3 各苜蓿品种在 NaCl、水分胁迫下叶绿素含量(Y)变化的交互效应分析

由NaCl、水分两因素对叶绿素影响数学模拟的检验方程可以看出,盐分胁迫和水分胁迫只有CW200和阿尔冈金2个品种存在交互效应,CW200存在负交互,阿尔冈金存在正交互,且由交互相系数绝对值的大小看出水分盐分两因素对2个品种体内叶绿含量的交互作用以阿尔冈金>CW200。两因素对其它品种的交互效应不显著。

2.4 以叶绿素为主要指标对 10 种主栽苜蓿抗盐、抗旱性的综合评价

因CW301苗期在NaCl、水分胁迫下生长及叶绿素含量为母序列: $X_{0(K)} = [X_{0(1)}, X_{0(2)}, X_{0(3)}, \dots, X_{0(n)}]$,其余品种为子序列: $X_{i(K)} = [X_{i(1)}, X_{i(2)}, X_{i(3)}, \dots, X_{i(4)}]$ 。参比母序列为1、CW301;采用以下方法计算第*i*品种分别在NaCl、水分胁迫下关联系数 $\zeta_{i(k)}$ 与关联度。

$$\zeta_i(k) = \frac{\min_{i \leq k} |X_{o(k)} - X_{i(k)}| + \rho \min_{i \leq k} |X_{o(k)} - X_{i(k)}|}{\min_{i \leq k} |X_{o(k)} - X_{i(k)}| + \rho \min_{i \leq k} |X_{o(k)} - X_{i(k)}|},$$

式中 $\rho = 0.5$ 。再求出两个因素对各品种叶绿素含量影响的等权关联度并排序, 对各品种苗期的抗盐抗旱性进行综合评价。

$$r_i = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \zeta_i(k),$$

当水分因素为 0 水平时, 计算各品种抗盐性关联分数。经数值标准化处理, 各品种与 CW301 盐分关联系数为: $G_1(1, 1) = 0.2232$; $G_1(1, 2) = 0.2578$; $G_1(1, 3) = 0.3992$; $G_1(1, 4) = 0.3313$; $G_1(1, 5) = 0.3500$; $G_1(1, 6) = 0.4055$; $G_1(1, 7) = 0.4120$; $G_1(1, 8) = 0.3787$; $G_1(1, 9) = 0.2953$; 各品种耐盐能力排序为: CW301 > 阿尔冈金 > 金皇后 > 内蒙苜蓿 > 陇东苜蓿 > 宁苜 1 号 > 朝阳苜蓿 > CW200 > 新疆大叶 > 三得利。

同样计算各品种水分胁迫的关联系数: $G_2(1, 1) = 0.2569$; $G_2(1, 2) = 0.2807$; $G_2(1, 3) = 0.2286$; $G_2(1, 4) = 0.3830$; $G_2(1, 5) = 0.5019$; $G_2(1, 6) = 0.2739$; $G_2(1, 7) = 0.4864$; $G_2(1, 8) = 0.2314$; $G_2(1, 9) = 0.3333$; 各品种耐旱能力排序为: CW301 > 阿尔冈金 > 宁苜 1 号 > 朝阳苜蓿 > CW200 > 新疆大叶 > 金皇后 > 三得利 > 陇东苜蓿 > 内蒙苜蓿; 计算等权关联度: $G = (G_1 + G_2) / 2$, 各种苜蓿抗盐抗旱的等权关联度为: $G(1, 1) = 0.24005$; $G(1, 2) = 0.26925$; $G(1, 3) = 0.3139$; $G(1, 4) = 0.35715$; $G(1, 5) = 0.42595$; $G(1, 6) = 0.3397$; $G(1, 7) = 0.4492$; $G(1, 8) = 0.30505$; $G(1, 9) = 0.3143$ 。

最后确定出 10 种主栽苜蓿品种的抗盐抗旱性排序为: CW301 > 阿尔冈金 > 宁苜 1 号 > 朝阳苜蓿 > 金皇后 > CW200 > 内蒙苜蓿 > 陇东苜蓿 > 新疆大叶 > 三得利。

3 结论

3.1 各苜蓿品种在 NaCl、水分胁迫下对叶绿素含量(Y)变化的主效应分析

NaCl 胁迫对各品种体内叶绿素含量均表现为负效应, 各品种的影响大小顺序为: 阿尔冈金 > CW301 > 内蒙苜蓿 > 陇东苜蓿 > 宁苜 1 号 > 朝阳苜蓿 > 新疆大叶 > 金皇后 > CW200 > 三得利; 水分胁迫对各品种体内叶绿素含量均表现为负效应, 水分对各品种的影响大小顺序为: 宁苜 1 号 > 朝阳苜蓿 > CW200 > 金皇后 > CW301 > 阿尔冈金。

3.2 各苜蓿品种在 NaCl、水分胁迫下叶绿素含量变化的单因素效应

当水分因子(X_2)取 0 水平时, 随 NaCl 胁迫的增加, 各品种体内叶绿素含量均呈不同程度的减少, 当 NaCl (X_1)取 0 水平时, 随水分胁迫的增加, 各品种体内叶绿

素均有不同量的增加趋势, 随水分含量的增加, 叶绿素含量亦有相对增加的趋势, 水分胁迫及高水条件下苜蓿各品种体内叶绿素均会有不同程度的增加。

3.3 各苜蓿品种在 NaCl、水分胁迫下叶绿素含量(Y)变化的交互效应

盐分胁迫和水分胁迫只有 CW200 和阿尔冈金 2 个品种存在交互效应, CW200 存在负交互, 阿尔冈金存在正交互, 由交互系数绝对值的大小看出水分、盐分两因素对 2 个品种体内叶绿含量的交互作用以阿尔冈金 > CW200。两因素对其它品种的交互效应不显著。

3.4 对 10 个品种苜蓿品种抗盐、抗旱性的初步评价

10 种主栽苜蓿品种的抗盐抗旱性排序为: CW301 > 阿尔冈金 > 宁苜 1 号 > 朝阳苜蓿 > 金皇后 > CW200 > 内蒙苜蓿 > 陇东苜蓿 > 新疆大叶 > 三得利。

4 讨论

试验结果证明在水分盐分复合胁迫下 10 种苜蓿体内叶绿素含量均有不同含量增加的势态, 这一结论进一步证实了在逆境条件下植物体内叶绿素变化对其抗逆具有重要意义。叶绿素是植物抗逆的主要生理特征指标之一, 但仅凭其对各品种的抗盐抗旱性进行定论评价还不够, 还需要进一步对其它生理指标及田间生长状况进行综合分析。

参考文献

[1] 曾华宗, 罗利. 植物抗旱、耐盐基因概述[J]. 植物遗传资源学报 2003, 4(3): 270-273.
[2] 张伟, 沈振荣. 宁夏引黄灌区盐渍化发展变化趋势及治理对策[J]. 甘肃农业科技 2005(11): 40-45.
[3] 汪一鸣. 宁夏生态环境建设的基本思路及对策[J]. 宁夏大学学报(自然科学版), 1999, 20(20): 113-117.
[4] 杨世宏, 黄玉库. 宁夏苜蓿产业发展现状、问题与对策探讨[J]. 宁夏农林科技, 2003(6): 84-85.
[5] 倪秀珍, 张强. 抗盐植物研究进展[J]. Special Wild Economic Animal and Plant Reach, 2004(4): 58-63.
[6] 沈艳, 谢应忠. 牧草抗旱性和耐盐性研究进展[J]. 宁夏农学院学报 2004, 25(1): 65-71.
[7] 谢振宇, 杨光穗. 研究牧草耐盐性研究进展[J]. 草业科学 2003, 20(8): 11-18.
[8] 张楠楠, 徐香玲. 植物抗盐机理的研究[J]. 哈尔滨师范大学自然科学学报 2005, 21(1): 65-69.
[9] 裴丽珍, 黄有军. 不同耐盐性植物在盐胁迫下的生长与生理特性比较研究[J]. 浙江大学学报(农业与生命科学版), 2006, 32(4): 420-427.
[10] 米海莉, 许兴, 李树华. 水分胁迫对牛心朴子、甘草叶片色素、可溶性糖、淀粉含量及碳氮比的影响[J]. 西北植物学报, 2004, 24(10): 1816-1821.
[11] 聂晶, 苏伟, 曹颖. 盐胁迫对 5 种绿化植物叶绿素含量的影响[J]. 山东林业科技 2004(3): 17.
[12] 翁森红, 徐柱. 牧草叶片的叶绿素含量与牧草耐盐性的关系[J]. 四川草原 1999(1): 11-15.
[13] 王丽燕. NaCl 胁迫对植物光合作用的影响[J]. 德州学院学报 2005 4(21): 12-16.

切花月季开花进程差异与花瓣内肽酶活性的关系

赵喜亭, 宋萍萍, 王会珍

(河南师范大学 生命科学院 河南 新乡 453007)

摘要:以瓶插期开花进程不同的切花月季萨蔓莎和贝拉米为试材,探讨了切花月季开花进程差异与花瓣内肽酶活性的关系。结果表明:开花进程中萨蔓莎花瓣起主导作用的是 pH 10 下的内肽酶,贝拉米花瓣中起主导作用的是 pH 6 下的内肽酶,且前者活性远高于后者的。开花进程中花瓣金属蛋白酶在萨蔓莎中一直存在且活性较高,而在贝拉米中逐步被启动,初开期表现活性且随开花进程而增大;花瓣巯基蛋白酶在萨蔓莎盛开之前存在,之后活性消失,而在贝拉米盛开之后活性升高;花瓣酸性丝氨酸蛋白酶在二者中活性均基本不变,但整体在萨蔓莎中的活性高于贝拉米的;花瓣碱性丝氨酸蛋白酶在盛开期前萨蔓莎中的活性远高于贝拉米的,盛开后相反。由此推测,初开期金属蛋白酶的诱导差异及盛开前后巯基蛋白酶和碱性丝氨酸蛋白酶的活性差异可能与二者开花进程差异有关。

关键词:月季;切花;开花进程;内肽酶

中图分类号:S 685.12 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2008)10-0102-04

月季切花是世界四大切花之一,在国内市场上占有非常重要的地位。但是月季切花开花速度快,易于衰老,瓶插寿命短,主要表现在易弯头和花瓣萎蔫、蓝变或脱落等^[1]。迄今为止,研究者在月季切花衰老机理和衰老调控方面做了大量研究工作,研究重点集中在乙烯与

月季切花衰老的关系上,高俊平等认为月季的乙烯代谢类型因品种而异^[2]。刘晓辉等的研究也表明了2个乙烯敏感型月季切花在乙烯敏感性上存在差异,无论从形态变化还是生理指标的变化上都表现出Kardinal比Samantha更为敏感;进一步研究发现,外源乙烯处理会引起花瓣内肽酶活性的剧烈升高,切花月季品种开放和衰老对外源乙烯反应的不同可能与相应花瓣内肽酶的变化程度有关^[3],但是对不同切花月季品种开花进程差异与花瓣内肽酶活性的关系尚不清楚。在试验中发现,月季切花红色品种萨蔓莎(*Rosa hybrida*, *Samantha*)和粉

第一作者简介:赵喜亭(1971-),女,河南洛阳人,博士,副教授,研究方向为果蔬花采后保鲜与加工。E-mail:zhaoxt0411@126.com。

基金项目:国家自然科学基金资助项目(39870490)。

收稿日期:2008-05-03

Chlorophyll Content Trends During Seedling Stage of Ten Staple Alfalfa Varieties in Ningxia with NaCl and Water Compound Stress

LIU Gen-hong, XIE Ying-zhong, LAN Jian, YANG Rui, ZHAO Gong-qiang

(Ningxia University, Yinchuan, Ningxia 750021, China)

Abstract: The experiment was conducted to study chlorophyll content trends during seedling stage and give tentative evaluation about their capability to resist water and NaCl stress of ten Staple Alfalfa varieties in Ningxia with NaCl and water compound stress by using quadratic general spinning design. The results showed determine effect of chlorophyll content variation for all Alfalfa varieties displayed negative effect, Single effect displayed chlorophyll content for all decreased with NaCl stress being serious, while increased in some extent with water stress being serious and enough water added. To interaction effect of Water and NaCl on chlorophyll content variation, only Algonguin with negative effect and CW200 with positive effect existed, others had effect insignificantly. Put in order tentatively according chlorophyll content from high to low to evaluate ten staple alfalfa varieties about their compound resistance to NaCl and water as follow: CW30 > CW200 > Zhaoyang > Golden Empress > Ningmu No1 > Algonguin > Neimeng > Longdong > Sanditi > Xingjiang.

Key words: NaCl; Water; Compound stress; Chlorophyll content; Ningxia; Staple Alfalfa