

孙明茂,刘丽霞. 百合苗期耐碱性鉴定方法研究[J]. 江苏农业科学,2018,46(8):136-140.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.08.033

百合苗期耐碱性鉴定方法研究

孙明茂¹, 刘丽霞²

(1. 潍坊科技学院, 山东寿光 262700; 2. 山东省寿光市农业局, 山东寿光 262700)

摘要:采用 5 个不同浓度的 Na_2CO_3 处理模拟碱胁迫,以百合苗期叶片叶绿素含量、丙二醛含量和碱害指数为鉴定评价指标,研究百合苗期耐碱性鉴定有效评价指标和碱胁迫条件。研究表明,随着 Na_2CO_3 处理浓度的升高,4 种百合叶片叶绿素 a、叶绿素 b 和叶绿素总含量整体呈下降趋势,而叶片丙二醛含量和碱害指数整体呈上升趋势。百合叶片叶绿素含量、丙二醛含量和碱害指数在 Na_2CO_3 不同处理之间的 P 值均 <0.0001 ,差异极显著,说明这 3 个指标在 5 个 Na_2CO_3 处理之间的差别均有统计学意义。SNK-q 检验表明,百合叶片碱害指数指标在不同 Na_2CO_3 处理之间均差异显著,可作为百合苗期耐碱性鉴定的有效评价指标。在 30、35 g/L Na_2CO_3 胁迫下品种正直和大黄蜂的碱害指数最高,卷丹次之,金百合最低。表明金百合耐碱性最好,卷丹次之,正直和大黄蜂耐碱性最差。因此,30、35 g/L Na_2CO_3 可作为百合苗期耐碱性鉴定的碱胁迫条件。

关键词:百合;苗期; Na_2CO_3 胁迫;丙二醛含量;碱害指数;耐碱性鉴定

中图分类号: S682.2⁺65.01 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2018)08-0136-04

百合是重要的观赏花卉,可作切花、盆景,也可作庭院、农场设施园艺栽培或露天种植,同时部分品种又是重要的食用兼药用植物。在我国,百合作为观赏花卉种植,主要集中在云南;作为食用兼药用植物栽培,主要集中在安徽霍山、甘肃兰州、湖南龙山、隆回等地。百合对种植地盐碱较敏感,加之忌连作,这就限制了百合的大面积推广。在一定的温度、水分和光照条件下,土壤盐碱度是关系到百合能否商业化种植的关键因素。目前我国耕地面积的 6.62%,即 920.9 万 hm^2 ,已经发生盐渍化^[1]。盐渍土分为盐土和碱土,其中盐土的主要盐分是氯化物和硫酸盐,土壤 pH 值呈中性;碱土的主要盐分是碳酸钠和碳酸氢钠。碱胁迫由于高 pH 值对植物造成的伤害比盐胁迫更为严重^[2-3]。

百合苗期耐盐碱评价及生理响应机制,前人已作过报道。以 8 g/L NaCl 溶液处理麝香百合组培苗,研究其细胞膜透性、脯氨酸含量、抗氧化酶活性和抗氧化剂含量的动态变化,发现电导率和丙二醛含量能作为百合耐盐性评价的有效指标^[4]。5 种 21 个生态型野生百合组培苗经 8 g/L NaCl 处理,以耐盐指数、相对叶绿素指数和相对生长率为评价指标,将其聚类为耐盐、中等耐盐和敏盐型,其中耐盐指数和相对叶绿素指数在各生态型之间的差异达到极显著水平^[5]。相同浓度 NaHCO_3 胁迫下,耐盐碱的岷江百合根、叶片的 K^+/Na^+ 一直明显高于敏盐碱的东方百合索邦,并且岷江百合茎比品种索邦茎具有更强的拒 Na^+ 和吸收 K^+ 的能力^[6]。目前以百合组培苗为研

究材料对中性盐胁迫的生理响应研究较多,以百合大田苗为材料对百合苗期耐碱性鉴定方法研究少见报道。本研究以百合品种正直、大黄蜂、卷丹和金百合大田生长苗为试验材料,在系列浓度的 Na_2CO_3 胁迫处理下,以百合叶片叶绿素含量、丙二醛含量和碱害指数为指标,对 4 个百合品种的苗期耐碱性进行评价,并筛选出简单有效的百合苗期耐碱性评价指标和碱胁迫条件,为今后开展百合种质耐碱鉴定和耐碱百合新品种培育提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

卷丹、金百合、引自荷兰的 LA 百合品种正直(Honesty)和大黄蜂(Suncrest)。

1.2 试验材料的处理

选取大小一致、无病虫害和机械损伤的种球,用甲基硫菌灵消毒 30 min,于 2013 年 11 月 1 日种植在潍坊科技学院实验基地。采取平地种植,株行距为 20 cm×60 cm,以硫酸钾复合肥作为基肥,用量为 750 kg/ hm^2 。入冬前浇封冻水,2014 年 3 月 22 日再次浇水。2014 年 4 月 24 日傍晚挖取在大田中生长一致的这 4 个品种的百合苗各 60 株,同一品种分别移栽到 15 个塑料培养箱(15 cm×33 cm×48 cm)中,每个培养箱栽植 4 株,用清洗过的沙子作为基质固定。试验共设 5 个碱处理, Na_2CO_3 浓度分别为 0(CK)、20、25、30、35 g/L,每个处理 3 组视为 3 个重复。4 月 29 日下午和 5 月 4 日上午分别用上述不同浓度的 Na_2CO_3 溶液处理 1 次,每次处理量为 2 L。

1.3 测定指标及方法

5 月 6 日下午调查百合叶片碱害等级(0~4 级),分级标准参照周叶玲等的方法^[5]并稍作修改。0 级:正常叶片;1 级:整个叶片的少部分叶尖、叶缘变黄;2 级:整个叶片 1/3 左右变黄或枯死;3 级:整个叶片 1/2 左右变黄或枯死;4 级:整

收稿日期:2017-06-15

基金项目:潍坊科技学院博士基金(编号:W13K011);山东省潍坊市科技发展规划(编号:2014GX049)。

作者简介:孙明茂(1979—),男,山东寿光人,博士,副教授,主要从事百合种质耐碱性鉴定和育种研究。E-mail: smm-7015@163.com。

个叶片绝大部分变黄或枯死。碱害指数 = Σ (碱害级数 \times 相应叶片数) / (最高碱害级数 \times 总叶片数) $\times 100\%$ 。调查完百合叶片碱害等级后,立即采集各个碱处理样品的代表性叶片,用于叶绿素含量和丙二醛含量测定。

叶绿素含量测定参考张宪政的方法^[7],并稍作修改。准确称取 0.2 g 百合叶片细丝,放入 50 mL 塑料离心管中,加入 20 mL 丙酮和无水乙醇的等体积混合液,拧紧盖,混匀,置于 25 ℃ 黑暗环境提取 16 h,用移液枪取上清液,用 T6 新世纪紫外分光光度计进行测量。叶绿素 a 含量 (mg/g) = $(12.7D_{663\text{ nm}} - 2.69D_{645\text{ nm}}) \times V / (1\ 000 \times m)$; 叶绿素 b 含量 (mg/g) = $(22.9D_{645\text{ nm}} - 4.68D_{663\text{ nm}}) \times V / (1\ 000 \times m)$; 叶绿素总含量 (mg/g) = $(20.21D_{645\text{ nm}} + 8.02D_{663\text{ nm}}) \times V / (1\ 000 \times m)$ 。式中: $D_{663\text{ nm}}$ 和 $D_{645\text{ nm}}$ 为样品吸光度; V 为提取液体积, mL; m 为百合叶片鲜质量, g。

丙二醛含量测定参考王学奎等的方法^[8-9]并稍作修改。准确称取 0.5 g 百合叶片放入预冷研钵中,用液氮研磨成细粉后仔细转入 5 mL 塑料离心管中,加入 5 mL 10% 三氯乙酸溶液,混匀,冰上浸提 30 min,然后 4 ℃、7 000 r/min 离心 10 min。用移液枪取 2 mL 上清液至 5 mL 塑料离心管,以蒸馏水为对照,加入 2 mL 0.6% 硫代巴比妥酸溶液,混匀,水浴锅煮沸 12 min,用冰迅速冷却,离心。取上清液用 T6 新世纪紫外分光光度计测量。MDA 含量 (nmol/g) = $[6.45 \times (D_{532\text{ nm}} - D_{600\text{ nm}}) - 0.56 \times D_{450\text{ nm}}] \times (V_R / V_T) \times V_E / m$ 。式中: $D_{532\text{ nm}}$ 、 $D_{600\text{ nm}}$ 和 $D_{450\text{ nm}}$ 为样品吸光度; V_R 为反应溶液体积, mL; V_T 为测定用提取液体积, mL; V_E 为提取液总体积, mL; m 为百合叶片鲜质量, g。

1.4 数据处理

折线图采用 Microsoft Excel 2013 软件处理。叶绿素含量、丙二醛含量和碱害指数在 Na₂CO₃ 不同处理之间和百合不同品种之间的方差分析采用 SAS 9.3 软件。叶绿素含量、丙二醛含量和碱害指数在 Na₂CO₃ 不同处理之间和同一

Na₂CO₃ 处理下叶绿素含量、丙二醛含量和碱害指数在百合不同品种之间的差异显著性分析采用 SAS 9.3 软件的 SNK - q 检验。

2 结果与分析

2.1 Na₂CO₃ 胁迫对百合叶片叶绿素含量的影响

如图 1 所示,随着 Na₂CO₃ 处理浓度的升高,4 种百合叶片叶绿素 a、叶绿素 b 含量和叶绿素总含量整体呈下降趋势。品种卷丹叶片叶绿素 a、叶绿素 b 含量和叶绿素总含量的下降幅度最大,大黄蜂次之,金百合再次之,正直下降幅度最小。比较 20、25 g/L Na₂CO₃ 胁迫处理,发现卷丹和大黄蜂叶片叶绿素 a、叶绿素 b 含量和叶绿素总含量呈下降趋势,正直变化不明显,而金百合呈上升趋势。

从表 1 可见,百合叶片叶绿素 a、叶绿素 b 含量和叶绿素总含量在 Na₂CO₃ 不同胁迫之间的 F 值分别为 28.81、25.31 和 27.64, P 值均 $<0.000\ 1$, 差异极显著; 叶片叶绿素 a、叶绿素 b 含量和叶绿素总含量在百合不同品种之间的 P 值分别为 0.000 3、0.010 8 和 0.000 9, 差异显著或极显著, 表明百合叶片叶绿素 a 含量、叶绿素 b 含量和叶绿素总含量在 Na₂CO₃ 不同处理之间和百合不同品种之间的差别有统计学意义。进一步的 SNK - q 检验表明,百合叶片叶绿素 a、叶绿素 b 含量和叶绿素总含量在 20 g/L 和 25 g/L Na₂CO₃ 处理之间、25、30 g/L Na₂CO₃ 处理之间、30、35 g/L Na₂CO₃ 处理之间的差异不显著 ($P > 0.05$), 其余之间都差异显著 (表 2)。Na₂CO₃ 各浓度处理下百合叶片叶绿素 a、叶绿素 b 含量和叶绿素总含量在百合不同品种之间的 P 值 <0.05 或 <0.01 , 说明百合品种对叶片叶绿素含量有很大影响。SNK - q 检验表明,25、30 g/L Na₂CO₃ 胁迫下,金百合的叶绿素 a 和叶绿素总含量最高,卷丹和正直次之,大黄蜂最低。25、30 g/L Na₂CO₃ 胁迫下,叶绿素 b 含量除在品种金百合和大黄蜂之间有差别外,其余之间差别不显著。

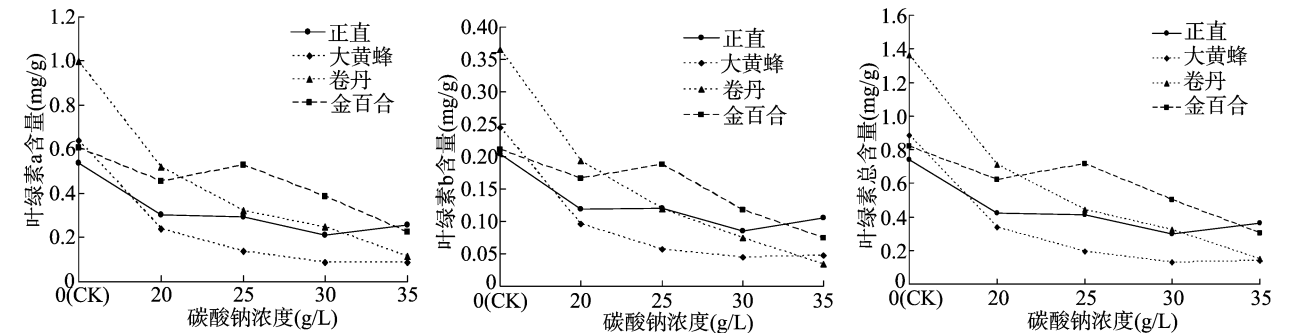


图1 百合叶片叶绿素含量随 Na₂CO₃ 胁迫浓度升高的变化趋势

表 1 Na₂CO₃ 胁迫下百合叶片叶绿素含量方差分析

参数	变异来源	自由度	平方和	均方	F 值	P 值
叶绿素 a 含量	品种	3	0.29	0.10	8.47	0.000 3
	处理	4	1.33	0.33	28.81	$<0.000\ 1$
叶绿素 b 含量	品种	3	0.02	0.01	4.41	0.010 8
	处理	4	0.18	0.04	25.31	$<0.000\ 1$
叶绿素总含量	品种	3	0.48	0.16	7.07	0.000 9
	处理	4	2.50	0.62	27.64	$<0.000\ 1$

2.2 Na₂CO₃ 胁迫对百合叶片丙二醛含量的影响

随着 Na₂CO₃ 处理浓度升高,4 个百合品种叶片丙二醛含量整体呈上升趋势 (图 2)。品种正直叶片丙二醛含量上升幅度最大,大黄蜂次之,金百合再次之,卷丹上升幅度最小。比较 25、30 g/L Na₂CO₃ 处理,发现正直叶片丙二醛含量呈下降趋势,而大黄蜂、金百合和卷丹呈上升趋势。比较 0、20 g/L Na₂CO₃ 处理,发现卷丹叶片丙二醛含量呈下降趋势,而其余 3 个品种呈上升趋势。

表 2 Na₂CO₃ 胁迫对百合叶片叶绿素含量的影响

参数	Na ₂ CO ₃ 浓度 (g/L)	叶绿素含量(mg/g)				F 值	P 值
		正直	大黄蜂	卷丹	金百合		
叶绿素 a 含量	0	0.54b	0.64b	1.00a	0.61b	126.50	0.001 2
	20	0.31c	0.24d	0.52a	0.45b	106.17	0.001 5
	25	0.29b	0.14c	0.32b	0.53a	35.05	0.007 8
	30	0.21b	0.09c	0.25b	0.38a	123.71	0.001 2
	35	0.26a	0.09b	0.11b	0.23a	73.19	0.002 6
叶绿素 b 含量	0	0.20b	0.24b	0.36a	0.21b	134.80	0.001 1
	20	0.12b	0.10b	0.19a	0.17a	15.64	0.024 5
	25	0.12ab	0.06b	0.12ab	0.19a	16.10	0.023 6
	30	0.09ab	0.04b	0.07ab	0.12a	12.56	0.033 3
	35	0.11a	0.05b	0.03b	0.07ab	12.89	0.032 1
叶绿素总含量	0	0.74b	0.88b	1.36a	0.82b	128.34	0.001 2
	20	0.42c	0.34d	0.71a	0.62b	81.54	0.002 3
	25	0.41b	0.20c	0.44b	0.71a	30.45	0.009 5
	30	0.30b	0.13c	0.32b	0.50a	56.76	0.003 8
	35	0.36a	0.14b	0.15b	0.30a	29.74	0.009 9

注:同行数据不同小写字母表示 Na₂CO₃ 各浓度处理下测量指标在不同品种之间差异显著(α=0.05)。表 4 和表 6 同。

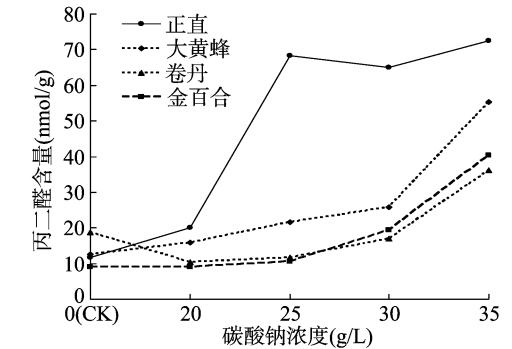


图2 4个百合品种叶片丙二醛含量随 Na₂CO₃ 胁迫浓度升高的变化趋势

从表 3 可见,百合叶片丙二醛含量在 Na₂CO₃ 不同胁迫之间的 F 值为 14.68, P 值 $<0.000\ 1$,差异极显著;叶片丙二醛含量在百合不同品种之间的 F 值为 14.48, P 值 $<0.000\ 1$,差异极显著,说明百合叶片丙二醛含量在 Na₂CO₃ 不同胁迫之间和百合不同品种之间的差别有统计学意义。进一步的 SNK-q 检验表明,百合叶片丙二醛含量在 0、20 g/L Na₂CO₃ 处理之间、25、30 g/L Na₂CO₃ 处理之间无显著差异 ($P > 0.05$),其余之间差异显著(表 4)。Na₂CO₃ 各浓度处理下叶片丙二醛含量在百合不同品种间的 P 值 <0.05 或 <0.01 ,表明百合品种对叶片丙二醛含量有很大影响。SNK-q 检验表明,在 25、30 g/L Na₂CO₃ 胁迫下,叶片丙二醛含量在品种正直与大黄蜂、正直与卷丹、正直与金百合之间差别显著,其余之间差别不显著。

表 3 Na₂CO₃ 胁迫下百合叶片丙二醛含量方差分析

变异来源	自由度	平方和	均方	F 值	P 值
品种	3	5 760	1 920	14.48	$<0.000\ 1$
处理	4	7 787	1 947	14.68	$<0.000\ 1$

2.3 Na₂CO₃ 胁迫对百合叶片碱害指数的影响

如图 3 所示,随着 Na₂CO₃ 处理浓度升高,4 个百合品种叶片碱害指数整体呈上升趋势。品种正直叶片碱害指数上升

表 4 Na₂CO₃ 胁迫对百合叶片丙二醛含量的影响

Na ₂ CO ₃ 浓度 (g/L)	丙二醛含量(nmol/g)				F 值	P 值
	正直	大黄蜂	卷丹	金百合		
0	11.64c	12.50b	18.63a	9.00d	117.71	$<0.000\ 1$
20	20.14a	15.95ab	10.32b	8.96b	12.49	0.033 5
25	68.40a	21.68b	11.73b	10.61b	44.09	0.005 6
30	65.05a	25.69b	17.02b	19.37b	23.61	0.013 7
35	72.43a	55.40ab	36.25b	40.24b	13.35	0.030 6

幅度最大,大黄蜂次之,卷丹再次之,金百合上升幅度最小。百合叶片碱害指数在 Na₂CO₃ 不同胁迫之间的 F 值为 81.72, P 值 $<0.000\ 1$,差异极显著;叶片碱害指数在百合不同品种之间的 F 值为 48.25, P 值 $<0.000\ 1$,差异极显著,说明百合叶片碱害指数在 Na₂CO₃ 不同胁迫之间和百合不同品种之间的差别有统计学意义(表 5)。进一步的 SNK-q 检验表明,百合叶片碱害指数在 Na₂CO₃ 不同胁迫之间均差异显著($P < 0.05$)(表 6)。Na₂CO₃ 各浓度处理下叶片碱害指数在百合不同品种之间的 P 值 <0.05 或 <0.01 ,说明百合品种对叶片碱害指数有很大影响。SNK-q 检验表明,在 30、35 g/L Na₂CO₃ 胁迫下品种正直和大黄蜂的碱害指数最高,卷丹次之,金百合最低。表明金百合耐碱性最好,卷丹次之,正直和大黄蜂耐碱性最差。

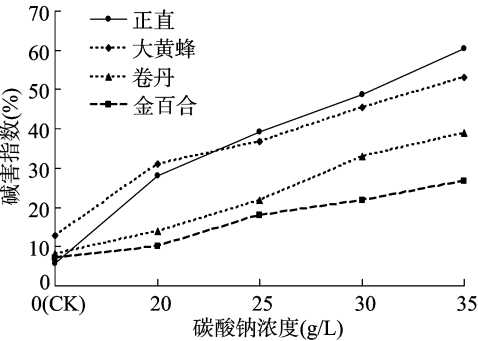


图3 百合叶片碱害指数随 Na₂CO₃ 胁迫浓度升高的变化趋势

表 5 Na₂CO₃ 胁迫下百合叶片碱害指数方差分析

变异来源	自由度	平方和	均方	F 值	P 值
品种	3	5 684	1 895	48.25	<0.000 1
处理	4	12 837	3 209	81.72	<0.000 1

表 6 Na₂CO₃ 胁迫对百合叶片碱害指数的影响

Na ₂ CO ₃ 浓度 (g/L)	碱害指数(%)				F 值	P 值
	正直	大黄蜂	卷丹	金百合		
0	5.85b	12.77a	8.09b	7.20b	5.46	0.020 5
20	28.14a	30.94a	13.90b	10.05b	56.94	<0.000 1
25	39.25a	36.72a	21.68b	17.91b	13.21	0.001 2
30	48.82a	45.60a	32.89b	21.81c	19.76	0.000 3
35	60.33a	53.19a	38.89b	26.75c	36.14	<0.000 1

3 讨论与结论

3.1 Na₂CO₃ 胁迫对百合叶片叶绿素含量的影响

百合品种潘多拉和贾丝廷纳的叶片叶绿素 a 含量在低 NaCl 浓度处理下升高、高 NaCl 浓度处理下降低,而品种顶级白和罗迪纳的叶片叶绿素 a 含量则随 NaCl 处理浓度增加而降低^[10]。方差分析表明,叶绿素 a 含量在百合不同品种之间和 NaCl 不同处理之间差异显著($P < 0.05$)。品种潘多拉、顶级白和贾丝廷纳的叶片叶绿素 b 含量在低 NaCl 浓度处理下升高、高 NaCl 浓度处理下降低,而品种罗迪纳的叶片叶绿素 b 含量则随 NaCl 处理浓度升高而降低。方差分析表明,叶绿素 b 含量在百合不同品种之间差异显著($P < 0.05$),但在 NaCl 不同处理之间差异不显著。品种潘多拉、顶级白和贾丝廷纳的叶片叶绿素总含量在低 NaCl 浓度处理下升高、高 NaCl 浓度处理下降低,而品种罗迪纳的叶片叶绿素总含量则随 NaCl 处理浓度升高而降低。方差分析表明,叶绿素总含量在百合不同品种之间和 NaCl 不同处理之间差异显著($P < 0.05$)。百合品种岷江百合和品种索邦叶片叶绿素 a、叶绿素 b 和叶绿素总含量随 NaHCO₃ 处理浓度升高整体呈下降趋势,但 80 mmol/L NaHCO₃ 胁迫下的叶绿素 a、叶绿素 b 和叶绿素总含量高于 40 mmol/L NaHCO₃ 胁迫^[6]。方差分析表明,NaHCO₃ 各浓度处理下的叶片叶绿素 a、叶绿素 b 和叶绿素总含量在这 2 个百合品种之间均差异显著(80 mmol/L NaHCO₃ 胁迫下的叶绿素 b 含量除外),并且同一品种的叶绿素 a、叶绿素 b 和叶绿素总含量在 NaHCO₃ 不同处理之间差异显著($P < 0.05$)。

本研究表明,随着 Na₂CO₃ 处理浓度升高,4 种百合叶片叶绿素 a、叶绿素 b 和叶绿素总含量整体呈下降趋势,这与李雅男等的研究结果^[6]一致。方差分析表明,百合叶片叶绿素 a 含量、叶绿素 b 含量和叶绿素总含量在 Na₂CO₃ 不同胁迫之间的 F 值分别为 28.81、25.31 和 27.64, P 值均 <0.000 1,差异极显著;叶片叶绿素 a 含量、叶绿素 b 含量和叶绿素总含量在百合不同品种之间的 P 值分别为 0.000 3、0.010 8 和 0.000 9,差异显著或极显著,表明百合叶片叶绿素 a 含量、叶绿素 b 含量和叶绿素总含量在 Na₂CO₃ 不同处理之间和百合不同品种之间的差别有统计学意义。进一步的 SNK - q 检验表明,百合叶片叶绿素 a、叶绿素 b 和叶绿素总含量在 20、25 g/L Na₂CO₃ 处理之间、25、30 g/L Na₂CO₃ 处理之间、30、35 g/L Na₂CO₃ 处理之间的差异不显著($P > 0.05$),其余之间

都有显著差别。Na₂CO₃ 各浓度处理下百合叶片叶绿素 a、叶绿素 b 和叶绿素总含量在百合不同品种之间的 P 值 <0.05 或 <0.01,说明百合品种对叶片叶绿素含量有很大影响。SNK - q 检验表明,25、30 g/L Na₂CO₃ 胁迫下,金百合的叶绿素 a 和叶绿素总含量最高,卷丹和正直次之,大黄蜂最低。25、30 g/L Na₂CO₃ 胁迫下,叶绿素 b 含量除在品种金百合和大黄蜂之间有差别外,其余之间差别不显著。方差分析和 SNK - q 检验结果与前人的研究结果^[6-10]相近。

3.2 Na₂CO₃ 胁迫对百合叶片丙二醛含量的影响

百合品种潘多拉和贾丝廷纳的叶片丙二醛含量在低 NaCl 浓度处理下升高、高 NaCl 浓度处理下降低,而品种顶级白和罗迪纳的叶片丙二醛含量则随 NaCl 浓度升高而一直升高^[10]。方差分析表明,叶片丙二醛含量在百合不同品种之间差异显著,但在 NaCl 不同处理之间差异不显著。百合品种岷江百合和索邦的叶片丙二醛含量随 NaHCO₃ 处理浓度升高整体呈上升趋势,且索邦升高的幅度大于岷江百合^[6]。方差分析表明,NaHCO₃ 各浓度处理下叶片丙二醛含量在这 2 个百合品种之间均差异显著,并且同一品种的叶片丙二醛含量在 NaHCO₃ 不同处理之间差异显著($P < 0.05$)。麝香百合组培苗在 8 g/L NaCl 胁迫处理下,叶片丙二醛含量随胁迫时间延长而升高^[4]。8 个百合品种组培苗在同一浓度 NaCl 胁迫下,丙二醛含量整体呈先升后降趋势,并且不同百合品种在没有受到 NaCl 胁迫时的叶片丙二醛含量也不同^[11]。

本研究结果表明,随着 Na₂CO₃ 处理浓度升高,4 个百合品种叶片丙二醛含量整体呈上升趋势,这与李雅男等的研究结果^[6]一致。方差分析表明,百合叶片丙二醛含量在 Na₂CO₃ 不同胁迫之间的 F 值为 14.68, P 值 <0.000 1,差异极显著;叶片丙二醛含量在百合不同品种之间的 F 值为 14.48, P 值 <0.000 1,差异极显著,说明百合叶片丙二醛含量在 Na₂CO₃ 不同胁迫之间和百合不同品种之间的差别有统计学意义。进一步的 SNK - q 检验表明,百合叶片丙二醛含量在 0、20 g/L Na₂CO₃ 处理之间、25、30 g/L Na₂CO₃ 处理之间无显著差异($P > 0.05$),其余之间差异显著(表 4)。Na₂CO₃ 各浓度处理下叶片丙二醛含量在百合不同品种间的 P 值 <0.05 或 <0.01,表明百合品种对叶片丙二醛含量有很大影响。SNK - q 检验表明,在 25、30 g/L Na₂CO₃ 胁迫下,叶片丙二醛含量在品种正直与大黄蜂、正直与卷丹、正直与金百合之间差别显著,其余之间差别不显著。方差分析和 SNK - q 检验结果与李雅男等的研究结果^[6]一致。

3.3 Na₂CO₃ 胁迫对百合叶片碱害指数的影响

21 份野生百合组培苗的耐盐(NaCl)指数变异范围为 14.91% ~ 89.3%,其中宜昌百合、野百合和卷丹耐盐指数较高,而宝兴百合和山丹耐盐指数较低^[5]。这 21 个百合品种依据组培苗的耐盐指数、相对生长率和相对叶绿素指数,被聚类划分为耐盐、中等耐盐和敏盐类群,并且耐盐指数高的被划分到耐盐类群,耐盐指数低的被划分到敏盐类群。

本研究表明,随着 Na₂CO₃ 处理浓度升高,4 个百合品种叶片碱害指数整体呈上升趋势。品种正直叶片碱害指数上升幅度最大,大黄蜂次之,卷丹再次之,金百合上升幅度最小。方差分析表明,百合叶片碱害指数在 Na₂CO₃ 不同胁迫之间的 F 值为 81.72, P 值 <0.000 1,差异极显著;叶片碱害指数

史 伟,杨 群,蒋跃军,等. 4 种园林绿化植物根际对土壤养分的富集效应[J]. 江苏农业科学,2018,46(8):140-145.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.08.034

4 种园林绿化植物根际对土壤养分的富集效应

史 伟,杨 群,蒋跃军,方秉俊

(成都农业科技职业学院,四川成都 611130)

摘要:为探讨城市不同绿化植物根际和非根际土壤养分状况,采集了不同绿化植物(大叶女贞、广玉兰、木芙蓉和夹竹桃)根际和非根际土,测定根际和非根际土壤中 pH 值、有机碳含量、氮素含量、磷素含量、钾素含量和微生物数量(微生物总数、细菌数量、真菌数量和放线菌数量),研究城市绿化植物根际对土壤养分的富集效应。研究结果表明:不同种植物通过根系调节 pH 的能力不同,植物根际和非根际土壤 pH 值表现出显著差异($P < 0.05$)。不同绿化植物根际与非根际土壤养分含量(有机碳、全氮、速效氮、速效磷、全钾、速效钾的含量以及微生物总数、细菌数量、真菌数量和放线菌数量)均表现为:大叶女贞 > 广玉兰 > 木芙蓉 > 夹竹桃,并且根际土壤养分含量均显著高于非根际土壤,表现出显著的富集作用;土壤全磷含量在根际与非根际土壤中差异不显著($P > 0.05$),表现出显著的亏损作用。相关性分析表明:土壤有机碳和全氮对土壤养分含量影响较大,而 pH 与土壤养分含量基本呈显著或极显著的负相关关系,全磷对于土壤养分含量基本没有影响。通过以上研究说明不同绿化植物土壤养分含量在根际存在一定的富集,它们通过降低根际 pH 值可以提高根际养分含量,而放线菌数目对植物根际微小的变化响应更为灵敏,根际土壤养分良好的富集也是绿化植物赖以生长的基础。

关键词:绿化植物;根际;非根际;养分;富集效应

中图分类号:S158.3 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2018)08-0140-06

德国微生物学家 Lorenz 将根际(rhizosphere)定义为根际周围受根际生长影响并且能够从微环境中吸收大量养分的土体^[1-2]。根际土是围绕根际进行生物地球化学循环最活跃的区域,是土壤-植物根际-微生物三者相互作用的场所和各种物质循环、能量流动的门户,对生态系统养分动态分布与循

环、植物种间作用等发挥着重要作用,根际诱导产生根际土壤养分的变化已被证实^[3-4]。良好的土壤养分环境是植物赖以生存的基础,能否吸取充足的养分更得益于优质的植物根际微环境^[5-7]。由于根际是土壤-植物根际-微生物生态系统物质交换的活跃界面,植物根际直接不断地摄取养分,土壤养分通过质流和扩散的方式向根表皮迁移,加上根际分泌作用的影响,使根际微区的养分状况在浓度、形态与分布等方面的变化都较为复杂,根际过程对于认识植物对土壤中养分的利用及适应显得非常重要。

收稿日期:2017-02-18

基金项目:四川省教育厅创新行动计划(编号:XM2-35)。

作者简介:史 伟(1977—),男,宁夏惠农人,硕士,副教授,研究方向为植物生长环境、教育教学研究。E-mail:shi_wei1111@126.com。

在百合不同品种之间的 F 值为 48.25, P 值 < 0.0001 ,差异极显著,说明百合叶片碱害指数在 Na_2CO_3 不同胁迫之间和百合不同品种之间的差别有统计学意义。进一步的 SNK-q 检验表明,百合叶片碱害指数在 Na_2CO_3 不同胁迫之间均差异显著($P < 0.05$) (表 6)。 Na_2CO_3 各浓度处理下叶片碱害指数在百合不同品种之间的 P 值 < 0.05 或 < 0.01 ,说明百合品种对叶片碱害指数有很大影响。SNK-q 检验表明,在 30、35 g/L Na_2CO_3 胁迫下品种正直和大黄蜂的碱害指数最高,卷丹次之,金百合最低。表明金百合耐碱性最好,卷丹次之,正直和大黄蜂耐碱性最差。因此,30、35 g/L Na_2CO_3 可作为百合苗期耐碱性鉴定的碱胁迫条件,而碱害指数可作为百合耐碱性评价指标,这与周叶玲等的研究结果^[5]一致。

参考文献:

- [1] 杨劲松. 中国盐渍土研究的发展历程与展望[J]. 土壤学报, 2008, 45(5): 837-845.
- [2] 吕丙盛. 水稻(*Oryza sativa* L.)应对盐碱胁迫的生理及分子机制研究[D]. 长春:中国科学院东北地理与农业生态研究所, 2014.

- [3] 尹 灿,邓洪平,刘长坤,等. NaCl 和 Na_2CO_3 处理对土荆芥和藜的生长及抗氧化酶活性的比较研究[J]. 北方园艺, 2010, 34(8): 14-17.
- [4] 华智锐,马峰旺,李小玲,等. 百合组培苗对盐胁迫的生理反应[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2007, 35(4): 179-184.
- [5] 周叶玲,张延龙,牛立新,等. 秦巴山区野生百合组培苗耐盐性的初步评价[J]. 西北农业学报, 2011, 20(8): 147-151.
- [6] 李雅男,袁素霞,徐雷锋,等. 百合在 NaHCO_3 胁迫下的生理响应机制[J]. 园艺学报, 2016, 43(6): 1126-1140.
- [7] 张宪政. 植物叶绿素含量测定——丙酮乙醇混合液法[J]. 辽宁农业科学, 1986(3): 26-28.
- [8] 王学奎. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 2 版. 北京:高等教育出版社, 2006: 280-281.
- [9] 喻晓丽. 土壤水分胁迫对火炬树幼苗生长和生理生态特征的影响[D]. 哈尔滨:东北林业大学, 2007: 1-36.
- [10] 魏 伟,张 克,王树栋,等. 盐胁迫对 4 个百合品种生理特性的影响[J]. 北京农学院学报, 2010, 25(2): 52-56.
- [11] 高胡静. 百合离体条件下的耐盐性评价和 EMS 诱变育种初步研究[D]. 武汉:华中农业大学, 2010: 1-55.