

矿质营养对水仙若干生理生化指标的影响

邱瑾^{1,2}, 杨盛昌¹, 钟然¹

(1.厦门大学 生命科学学院, 福建 厦门 361005; 2.三明学院 化工工程系, 福建 三明 365000)

摘要: 应用矿质营养液对水仙促成栽培, 定期取样测定水仙叶片生理生化指标。结果表明, 矿质营养能极显著提高水仙抽葶期、开花期中净光合速率和光合/呼吸比值, 提高水仙叶片可溶性蛋白质和叶绿素含量, 极显著降低凋谢期水仙叶片 SOD、POD、CAT 活性, 降低 O_2^- 产生速率和 MDA 含量, 从而有效防止膜脂过氧化作用, 延缓叶片衰老。

关键词: 矿质营养液; 水仙; 生理生化指标

中图分类号: Q945.12 文献标识码: A 文章编号: 1009-7791(2005)02-0021-04

Effects of Mineral Nutrition on Some Bio-physiology Indexes of *Narcissus tazetta* var. *Chinense*

QIU Jin^{1,2}, YANG Sheng-chang¹, ZHONG Ran¹

(1. College of life science, Xiamen University, Xiamen 361006, Fujian China; 2. College of Chemistry-biology Engineering, Sanming University, Sanming 365000, Fujian China)

Abstract: Cultured *Narcissus tazetta* var. *Chinense* in the solution added with mineral element, it was found that mineral nutrition could significantly improve the net photosynthetic rate and the ratio of photosynthesis to respiration, increase the content of soluble protein and chlorophyll in leaves in the stage of sprout and flowering period, as well as reduce the activities of SOD, POD and CAT, the production rate of O_2^- and MDA content of leaves in the stage of wilting. Mineral nutrition could effectively prevent the over-oxidation of membrane and the senescence of leaves.

Key words: mineral nutrition; *Narcissus tazetta* var. *chinense*; bio-physiology indexes

水仙 (*Narcissus tazetta* var. *chinensis*) 是石蒜科观赏植物, 为我国花卉出口创汇的主要产品。水仙的产量和品质与其营养水平密切相关。龙岳林等^[1]认为, N、P、K肥利用率低是目前水仙生产过程中存在的主要问题。商品水仙的培养主要依赖其自身储藏的养分来完成生长发育过程, 因此, 其鳞茎球品质的优劣决定了观赏价值。由于国内市场上商品水仙球等级参差不齐, 水培中易出现植株徒长、茎叶细、哑花等现象, 有人则应用生长延缓剂如多效唑 (PP₃₃₃) 等控制水仙生长^[2,3], 虽然PP₃₃₃的矮化效应显著, 但同时出现叶片早衰、烂根、花期缩短等问题。章骏德^[4]配制了多效唑复合剂培养水仙, 测定了根、叶、花的形态指标和叶绿素、总氮含量以及开花期, 并与PP₃₃₃和B₉作比较, 认为多效唑复合剂对水仙矮壮的效果较好, 还能延长开花期。尽管如此, 水仙的叶片早衰和根系腐烂现象依然存在, 迄今, 有关矿质营养对水仙生长发育的影响未见报道。本研究利用矿质营养液培养水仙, 并在抽葶期、开花期、凋谢期测定叶片的若干生理生化指标, 旨在探明矿质营养在水仙促成栽培中的作用, 为矿质营养液应用的可能性提供依据。

1 材料和方法

1.1 材料及处理

供试材料为漳州水仙 3 年生鳞茎球; 矿质营养液成分: 0.1% Ca(NO₃)₂、0.025% KH₂PO₄、0.025%

收稿日期: 2004-11-12

作者简介: 邱瑾 (1962-), 女, 福建三明人, 副教授, 学士, 从事植物生理生化教学和科研。

MgSO₄·7H₂O、0.012% KCl。

选择大小一致的水仙鳞茎球，剥去外表褐色鳞片并刮净旧根。清水浸泡催根 3d，当根长约 1.0cm 时，将鳞茎球分成 2 组，每组 6 个，分别用清水（对照组）和矿质营养液（处理组）浸根培养，每 3d 换一次培养液。培养条件：光照 14h/d，1 000 lx，15℃。在抽葶期、开花期、凋谢期分别取相应部位的叶片测定各项指标。

1.2 测定方法

1.2.1 蛋白质和叶绿素含量测定 考马斯亮蓝法测定可溶性蛋白质含量^[5]，Arnon法测定叶绿素含量^[6]。

1.2.2 净光合速率和暗呼吸速率测定 采用英国 PP SYSTEM 公司的 CIRAS-17 型便携式光合测定系统。

1.2.3 O₂⁻产生速率和MDA含量的测定 羟胺反应法测定超氧阴离子（O₂⁻）产生速率^[7]，硫代巴比妥酸（TBA）法测定丙二醛（MDA）含量^[8]。

1.2.4 SOD、POD和CAT活性测定 氮蓝四唑（NBT）光还原法测定超氧化物歧化酶（SOD）活性^[9]，愈创木酚法测定过氧化物酶（POD）活性^[10]，过氧化氢分解法测定过氧化氢酶（CAT）活性^[11]。

2 结果与分析

2.1 矿质营养对水仙叶片可溶性蛋白质和叶绿素含量的影响

表 1 表明，水仙叶片可溶性蛋白质含量在对照和处理组中均随水仙生长发育而下降；而在开花期，处理组极显著高于对照组。对照组和处理组的叶绿素含量都随水仙生育进程而增加，同一时期处理组高于对照组，在开花期差异显著，凋花期差异极显著。随着水仙生长发育，对照组和处理组叶绿素 a/b 比值却随之下降。由此说明矿质营养的施用能在一定程度上增加水仙叶片可溶性蛋白质和叶绿素含量。

表 1 矿质营养对水仙叶片可溶性蛋白质、叶绿素含量(mg/g·fw)的影响

项 目	处 理	抽葶期	开花期	凋花期
可溶性蛋白质含量	对照组	2.564±0.018	1.973±0.125	1.689±0.376
	处理组	3.193±0.542	2.753±0.014**	1.698±0.140
叶绿素含量	对照组	0.387±0.049	0.560±0.068	0.720±0.091
	处理组	0.418±0.045	0.662±0.071*	0.907±0.071**
叶绿素 a/b	对照组	3.637±0.553	3.272±0.176	3.029±0.215
	处理组	4.340±0.343	3.374±0.115	3.158±0.045

注：采用 t-检验法进行差异显著性测验，*表示显著，**表示极显著（下表同）

2.2 矿质营养对水仙叶片净光合速率和暗呼吸速率的影响

表 2 显示，水仙叶片随生育时期变化，其净光合速率和暗呼吸速率急剧下降。矿质营养处理，极显著提高了抽葶期和开花期的净光合速率，分别为对照的 150.1%、161.3%。处理组的暗呼吸速率在抽葶期和开花期与对照相比均未见显著差异。处理组的光合/呼吸比值在抽葶期和开花期极显著高于对照组（分别为对照的 146.6%和 152.7%）。由此可见，矿质营养处理能使水仙净光合速率和光合/呼吸比值在抽葶期和开花期大大提高，从而有利于水仙的生长发育，提高其观赏品质。

表 2 矿质营养对水仙叶片净光合速率、暗呼吸速率的影响

项 目	处 理	抽葶期	开花期	凋花期
净光合速率 ($\mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{s}$)	对照组	6.15±1.19	1.50±0.37	1.23±0.16
	处理组	9.23±0.82**	2.42±0.17**	1.27±0.20
暗呼吸速率 ($\mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{s}$)	对照组	4.68±0.45	3.02±0.59	1.78±0.38
	处理组	4.80±1.31	3.17±0.61	1.57±0.31
光合/呼吸	对照组	1.31±0.07	0.50±0.02	0.69±0.04
	处理组	1.92±0.12**	0.76±0.01**	0.81±0.03

2.3 矿质营养对水仙叶片O₂⁻产生速率和MDA含量的影响

由表 3 可知，水仙叶片中O₂⁻产生速率和MDA含量都随水仙生长发育进程而升高。处理组的O₂⁻产

生速率低于对照组,且在开花期差异达显著水平、凋花期差异达极显著。处理组的MDA含量均低于对照组,其中,抽葶期差异显著,开花期和凋花期差异极显著。由此表明,矿质营养处理可减轻活性氧伤害,防止膜脂过氧化作用。

表3 矿质营养对水仙叶片 O_2^- 产生速率和MDA含量的影响

项目	处理	抽葶期	开花期	凋花期
O_2^- 产生速率 (nmol/g·fw·min)	对照组	7.187±0.011	8.009±0.102	8.333±0.463
	处理组	7.043±0.054	7.557±0.266*	6.368±0.370**
MDA含量 (nmol/g·fw)	对照组	10.434±0.303	11.258±0.147	13.157±0.361
	处理组	9.303±0.394*	10.701±0.091**	10.803±0.276**

2.4 矿质营养对水仙叶片SOD、POD和CAT活性的影响

从表4可以看出,水仙叶片中活性氧清除酶SOD、POD和CAT活性在各时期中表现不一。对照组中,在抽葶期、开花期活性较高的是SOD、CAT,而在凋谢期POD活性明显上升,CAT活性明显下降。处理组的SOD、POD和CAT活性与对照相比,在抽葶期不同程度地下降,在凋谢期下降均达到极显著水平;而开花期POD和CAT活性却极显著地增强,但开花期中的SOD活性仍是显著降低。这说明矿质营养处理能极显著增强开花期POD和CAT的活性。

表4 矿质营养对水仙叶片SOD、POD和CAT活性的影响

项目	处理	抽葶期	开花期	凋谢期
SOD活性 (U/g·fw)	对照组	183.110±4.705	193.892±5.213	173.082±6.272
	处理组	179.586±2.255	183.702±3.415*	155.893±5.978**
POD活性 (ΔA470/g·fw·min)	对照组	3.194±0.199	2.676±0.088	5.387±0.457
	处理组	2.117±0.568*	4.866±0.274**	3.652±0.252**
CAT活性 (ΔA240/g·fw·min)	对照组	12.517±0.011	13.702±0.974	6.065±0.726
	处理组	10.714±0.478**	16.427±0.293**	2.499±0.426**

3 讨论

矿质肥料作用广、见效快,不但能提高作物产量还能改善作物品质,在植物营养中具有重要地位。矿质元素不仅能满足植物必需的营养,还广泛参与并调节植物体内的生理生化反应^[12],如N、P、S是蛋白质、核酸、叶绿素、维生素、植物激素等许多重要有机物的组成成分,Ca、Mg、K等可作为酶的活化剂调节各种代谢活动,K还能建立渗透势,调节水分代谢,并维持植物细胞内离子平衡等等。

值得指出,Ca不仅是一种大量元素,而且也是一种转导许多生理过程的胞内信号分子,对植物细胞的结构和生理功能起重要作用^[13]。Ca能改善植物的光合作用和呼吸作用^[14,15],因为高等植物叶绿体光系统II放氧复合体中富含 Ca^{2+} ,同时气孔运动也受 Ca^{2+} 的调控,之所以改善呼吸作用可能是改善了细胞中酶活性的“生态环境”,从而使酶活性得以充分发挥。本实验结果显示,矿质营养能使水仙叶片可溶性蛋白质和叶绿素含量显著增加,并大大提高了抽葶期、开花期净光合速率和光合/呼吸比值。

邓美玲等^[16]研究表明, Ca^{2+} 对番红花叶片中活性氧代谢有明显影响, Ca^{2+} 能增强POD、CAT活性,使 O_2^- 产生速率、膜脂过氧化作用、质膜透性下降。在植物体内不断产生的活性氧中, O_2^- 的危害较大,它能引发一系列链式反应,使细胞产生氧化损伤,最终死亡。MDA是活性氧启动膜脂过氧化过程中的主要产物之一,其含量高低是用来衡量植物活性氧伤害程度的常用指标^[17]。SOD、POD和CAT是清除细胞活性氧的主要保护酶,它们的协调作用才能有效地控制植物体内活性氧水平,从而阻止脂质过氧化物的积累引起的细胞中毒^[18]。从本实验来看,SOD活性的变化基本上与 O_2^- 产生速率同步,说明SOD是一种诱导酶,而矿质营养处理,与对照组相比,在抽葶期不同程度地降低了POD和CAT活性以及MDA含量,却使开花期的POD和CAT活性极显著增强, O_2^- 产生速率显著下降,MDA含量极显著降低;在凋

谢期中, O_2^- 产生速率极显著降低, 活性氧清除酶活性也随之极显著下降, 最终MDA含量也极显著降低。说明矿质营养是通过降低 O_2^- 产生速率和增强保护酶活性来减少 O_2^- 积累, 进而减轻膜脂过氧化作用, 延缓水仙叶片衰老。

除Ca之外, K、Mg、P等对活性氧代谢也起重要的调节作用^[19,20]。N的存在形式对植物利用养分也有影响, 硝态N供应可促进Ca、K的吸收^[21]。总之, 利用矿质营养液培养水仙过程中, 未见水仙叶尖黄化早衰和根系变黑腐烂的现象, 植株健壮, 花期延长, 说明矿质营养对水仙生长发育极为有利。矿质营养的用量配比、施用方法和处理时期对水仙生长发育的影响, 尚待进一步研究。

参考文献:

- [1] 龙岳林,等. 水仙生长期N、P、K含量的动态变化[J]. 湖南农业大学学报, 1997,23(3): 234-237.
- [2] 汪良驹,等. PP₃₃₃对水仙花的矮化效应及其生理机制初探[J]. 园艺学报, 1990,17(4): 313-315.
- [3] 符明. PP₃₃₃对水仙生长发育的影响[J]. 海南大学学报, 1998,16(4): 351-355.
- [4] 章骏德. 多效唑复合剂对水仙生长的控制[J]. 植物生理学通讯, 1995,31(5): 349-350.
- [5] 李琳,等. 应用蛋白染色剂考马斯蓝G-250测定蛋白质的方法[J]. 植物生理学通讯, 1980,(6): 52-55.
- [6] Arnon D I. Copper enzymes in isolated chloroplasts: Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*[J]. Plant Physiol., 1949,24: 1-5.
- [7] 王爱国,等. 大豆种子超氧化物歧化酶的研究[J]. 植物生理学报, 1983, 9(1): 77-83.
- [8] 张志良,等. 植物生理学实验指导(第3版)[M]. 北京: 高等教育出版社, 2003. 123-124.
- [9] 刘学军,等. 大豆各生育期叶片过氧化物酶和过氧化氢酶的变化[J]. 中国油料, 1992,(1): 12-14.
- [10] 王爱国,等. 植物的超氧自由基与羟胺反应的定量关系[J]. 植物生理学通讯, 1990,26(6): 55-57.
- [11] 赵世杰,等. 植物中丙二醛测定方法的改良[J]. 植物生理学通讯, 1994,30(3): 207-210.
- [12] 潘瑞炽. 植物生理学(第4版)[M]. 北京: 高等教育出版社, 2001. 29-32.
- [13] 王瑞云,等. 钙在植物生理代谢中的作用[J]. 世界农业, 2001,(6): 41-43.
- [14] 杨根平,等. 水分胁迫下钙对大豆叶片光合作用的改善效应[J]. 作物学报, 1995,21(6): 711-715.
- [15] 宋松泉,等. 钙提高玉米种子活力的作用研究[J]. 热带亚热带植物学报, 1995,3(4): 56-60.
- [16] 邓美玲,等. Ca^{2+} 对番红花叶片中活性氧代谢的影响[J]. 西南师范大学学报, 1999,24(1): 87-91.
- [17] 许明丽,等. 水杨酸对水分胁迫下小麦幼苗叶片膜损伤的保护作用[J]. 植物生理学通讯, 2000,36(1): 35-36.
- [18] 王爱国,等. 植物氧代谢和被活性氧损伤的细胞[J]. 中国科学院华南植物研究所集刊, 1989,(5): 11-23.
- [19] 杨广东,等. 不同光照条件下缺Mg对黄瓜生长及活性氧清除系统的影响[J]. 园艺学报, 2001,28(5): 430-434.
- [20] 李虹,等. 不同基因型小麦苗期对低磷和水分胁迫的反应[J]. 干旱地区农业研究, 2001,19(1): 72-78.
- [21] 邹春琴,等. 不同调节措施对菜豆吸收矿质养分及其在体内分布的影响[J]. 中国农业大学学报, 1996,1(5): 27-33.

(上接第14页)

- [13] 施和平,等. 发根农杆菌对黄瓜的遗传转化[J]. 植物学报, 1998,40(5): 470-473.
- [14] Hooykaas P J J, *et al.* Molecular mechanism of Ti plasmid mobilization by R plasmids: isolation of Ti plasmids with transposon-insertions in *Agrobacterium tumefaciens*[J]. Plasmids, 1980,4: 64-75.
- [15] Klapwijk P M, *et al.* Inducible permease involved in the uptake of octopine, lysopine, and octopinic acid by *Agrobacterium tumefaciens* strains carrying virulence-associated plasmids[J]. J Gen Microbiol., 1977,102: 1-11.
- [16] Lichtenstein C, *et al.* Genetic engineering of plants[A], DNA Cloning: A Practical Approach[M]. Oxford UK: IRL Press, 1986. 67-119.
- [17] Smith L T, *et al.* Osmoregulation in *Agrobacterium tumefaciens*: accumulation of a novel disaccharide is controlled by osmotic strength and glycine betaine[J]. J Bacteriol., 1990,172: 6 849-6 855.
- [18] 陶均,等. 农杆菌转化的分子生物学[J]. 植物生理学通讯, 2002,38(6): 639-644.