

根区通气空间大小对番茄植株根系氮代谢的影响

赵洪利¹, 褚丽敏¹, 张莹莹²

(1. 宝清县八五二农场, 黑龙江 宝清 155620; 2. 沈阳农业大学 园艺学院, 辽宁省设施园艺重点实验室, 辽宁 沈阳 110161)

摘 要:以“辽园多丽”番茄为试材,研究了不同根区通气空间对番茄植株根系氮代谢的影响。结果表明:拱架高度 20 cm(T2)的通气处理,番茄植株根系的铵盐、硝酸盐、游离氨基酸和可溶性蛋白质含量均较高,且根系内铵盐、硝酸盐和游离氨基酸含量均呈现先升高后降低的趋势;该处理下番茄植株根系硝酸还原酶、亚硝酸还原酶、谷草转氨酶、谷丙转氨酶、谷氨酰胺合成酶活性也均较高。说明适宜的通气空间能够促进植株根系氮代谢和蛋白质合成,从而促进植株生长发育。

关键词:根区;通气空间;氮代谢

中图分类号:S 641.2 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2013)22-0044-03

根系作为植物的重要吸收器官之一,其生长环境很大程度上会影响整个植株的生长状况^[1-3]。植物对根区环境有很高的要求,Sakamoto 等^[4]研究表明,气体空间在 50%以上的,可增加地上、地下干重,生物产量和经济产量均增加。但根区通气空间过大或过小都抑制叶面积的增加,干物质和可溶性固形物含量也会改变。目前有关植株根际环境以及低氧胁迫研究主要集中在水培或气雾培上^[5-6]。但根际通气不良与低氧胁迫现象在基质栽培中比较普遍。李兆富等^[7]研究表明,改善根际通气条件直接影响植株对水分的利用和养分的吸收,进而影响了植株的生长发育和经济产量,因此,开展基质栽培根际气体环境条件研究具有一定的意义。

该试验以基质气液法栽培模式为基础,研究了根区气体环境改善对根系代谢的影响,探讨根际气体环境对设施番茄生长发育的影响机制,以期为进一步完善基质气液法栽培模式,建立投资少、栽培简便、根区气液平衡的栽培结构及设施番茄栽培农艺措施的改进提供理论依据及技术指导。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试番茄(*Lycopersi esculentum* Miller)品种为由沈阳农业大学提供的“辽园多丽”。

基质气液法栽培槽见图 1。该装置主要由基质层、空气层、营养液层 3 部分组成。其制作方法为:在日光温室内延南北走向,挖长方形栽培槽(长×底宽×上宽×高=600 cm×35 cm×40 cm×40 cm),底部铺塑料

膜,然后放入直径 35 cm、长 600 cm 的半圆拱形铝塑网,其上铺设孔径为 0.5 cm×0.75 cm 的尼龙网,尼龙网既不对根系生长形成阻碍,还可以使空气渗透进入营养基质,网上填充 18 cm 厚人工营养基质,基质表面铺设 1 行滴灌管。

1.2 试验方法

试验设 3 个处理,T1 处理:拱架高度为 15 cm,T2 处理:拱架高度为 20 cm,T3 处理:拱架高度为 25 cm,以无通气处理为对照(CK),保持所有处理的基质厚度和基质用量基本一致,每处理设 3 次重复,随机排列。在花后连续 5 次,每隔 10 d 取根系样品,称量鲜重 1 g,超低温冰箱冷冻,进行根系氮代谢指标的测定。不同处理重复 3 次,取平均值。

1.3 项目测定

游离氨基酸含量采用茚三酮法测定;可溶性蛋白质含量采用考马斯亮蓝染色法测定;硝酸盐含量采用水杨酸-硫酸法测定;硝酸还原酶活性采用磺胺比色法测定;铵态氮含量采用靛酚蓝比色法测定。

谷丙转氨酶(GPT)活度测定:取酶粗液 0.1 mL 和 GPT 底物液 0.5 mL,对照管仅加酶粗液 0.1 mL。同时于 37℃水浴 30 min 后取出,加 2,4-二硝基苯胍液 0.5 mL 终止反应,对照管再加 GPT 底物液 0.5 mL。再置于 37℃水浴中 20 min,取出后各管加 0.4 mol/L NaOH 5.0 mL,混匀,10 min 后用分光光度计比色,波长 500 nm,蒸馏水调零点,读取吸光度。

谷草转氨酶(GOT)活度测定:取酶粗液 0.1 mL 和 GOT 底物液 0.5 mL,对照管仅加酶粗液 0.1 mL。同时于 37℃水浴 60 min 后取出,各管加 2,4-二硝基苯胍液 0.5 mL 终止反应,对照管再加 GOT 底物液 0.5 mL。再于 37℃水浴中 20 min 后取出,加 0.4 mol/L NaOH

第一作者简介:赵洪利(1984-),男,硕士,现主要从事农作物耕作与栽培生理及设施蔬菜生理和生态等研究工作。E-mail:zhhlcm@163.com.

收稿日期:2013-06-24

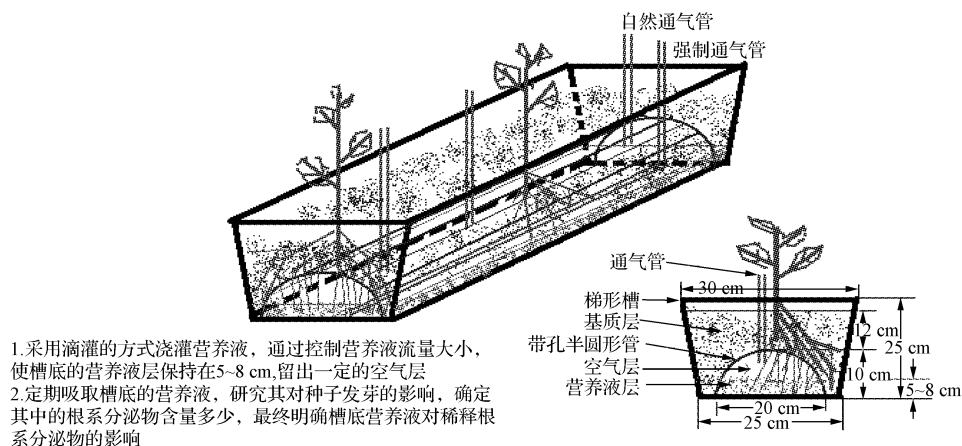


图1 基质气液法栽培槽

Fig. 1 Media-Gas-Solution cultivation groove

5.0 mL,混匀,10 min 后用分光光度计比色,波长 500 nm,蒸馏水调零点,读取吸光度。

1.4 数据分析

所有数据采用 Excel 和 DPS 软件进行统计分析,并对各指标进行方差分析,取平均值进行 Duncan's 新复极差测验。

2 结果与分析

2.1 不同根区通气空间对根系氮素含量的影响

由图 2 可以看出,随着定植时间的延长,各处理根系铵态氮和硝态氮含量变化趋势相似,在处理前 40 d 呈增加趋势,而后逐渐降低,且各通气处理值均大于对照。在整个处理过程中,根系铵态氮的含量以 T2 处理较高, T1 和 T3 处理次之,对照最低;而根系硝态氮的含量 T1

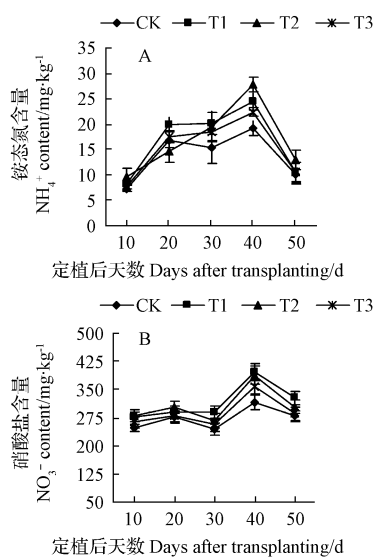


图2 根区不同通气空间大小对番茄根系氮素含量的影响

Fig. 2 Effect of different root-zone aeration space size on the nitrogen content of tomato root

处理较高,T2 和 T3 处理次之,对照含量最低。

2.2 不同根区通气空间对根系游离氨基酸和可溶性蛋白质含量的影响

由图 3 可以看出,随着定植天数的增加,根系游离氨基酸和可溶性蛋白质含量呈现先升高后降低的变化趋势,且最大值均出现在定植后 30 d 时。

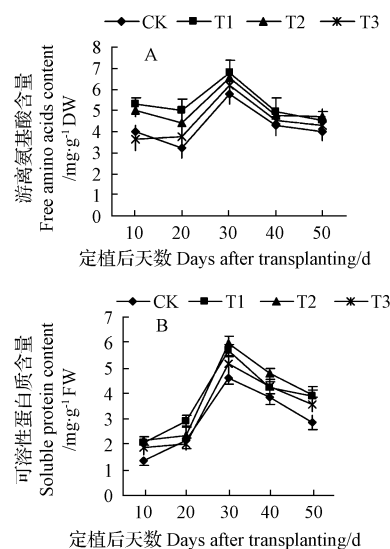


图3 根区不同通气空间大小对番茄根系游离氨基酸和可溶性蛋白质含量的影响

Fig. 3 Effect of different root-zone aeration space size on the content of free amino acids and soluble protein of tomato root

2.3 不同根系通气空间对根系硝酸还原酶和亚硝酸还原酶活性的影响

由图 4 可知,不同处理的根系硝酸还原酶活性、亚硝酸还原酶活性均表现为 T2>T3>T1>对照,并且在定植后 28 d 达到最大值;在生长后期,根系硝酸还原酶活性和亚硝酸还原酶活性的急速下降可能与生长后期根系活性逐渐减弱有一定的关系。

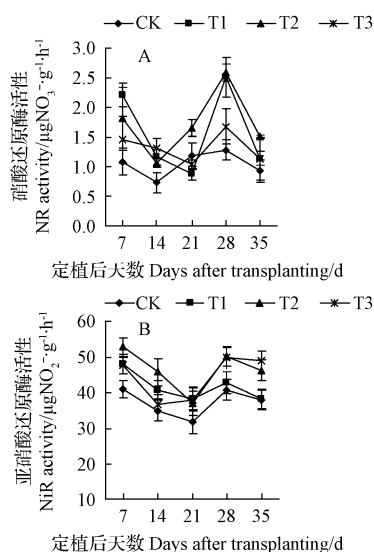


图4 根区不同通气空间大小对番茄根系硝酸还原酶和亚硝酸还原酶活性的影响

Fig. 4 Effect of different root-zone aeration space size on the NR and NiR activities of tomato root

2.4 不同根系通气空间对根系转氨酶活性的影响

从图5可以看出,定植后40 d,各处理的根系谷丙转氨酶和谷草转氨酶的活性均达到最大值,在整个处理过程中,根系谷丙转氨酶的活性基本表现为 $T2 > T1 > T3 > CK$;而谷草转氨酶活性表现出 $T1 > T2 > T3 > CK$ 。在定植后50 d, T1、T2、T3处理的根系谷丙转氨酶较对照分别提高了10.76%、9.12%和0.07%; T1、T2和T3处理的谷草转氨酶的活性较对照分别提高了12.07%、2.47%和1.38%。

3 结论与讨论

根区不同通气空间大小对根系铵态氮、硝态氮、游离氨基酸、可溶性蛋白质含量的影响趋势相似,都表现为先升高后降低。这说明根区通气能提高根系氮代谢的能力。同时与对照相比,根系的硝酸还原酶、亚硝酸还原酶、谷丙转氨酶、谷草转氨酶的活性都表现出增加趋势,表明根区通气能提高根系各种氮代谢酶的活性。

Effect of Different Root-zone Aeration Space Size on Nitrogen Metabolism of Tomato Root

ZHAO Hong-li¹, CHU Li-min¹, ZHANG Ying-ying²

(1. Baoqing 852 Farm, Baoqing, Heilongjiang 155620; 2. Key Laboratory of Protected Horticulture of Liaoning Province, College of Horticulture, Shenyang Agricultural University, Shenyang, Liaoning 110161)

Abstract: Taking tomato of 'Liaoyuanduoli' as material, nitrogen metabolism of the root under different root-zone aeration space treatments were studied. The results showed that the content of ammonium, nitrate, free amino acids and soluble protein of tomato root were higher under 20 cm arch height (T2) treatment. Therefore, root-zone aeration methods might significantly promote nitrogen metabolism and protein synthesis in the root, which might be one of the main reasons to increase the growth and development of tomato plant.

Key words: root-zone; aeration space; nitrogen metabolism

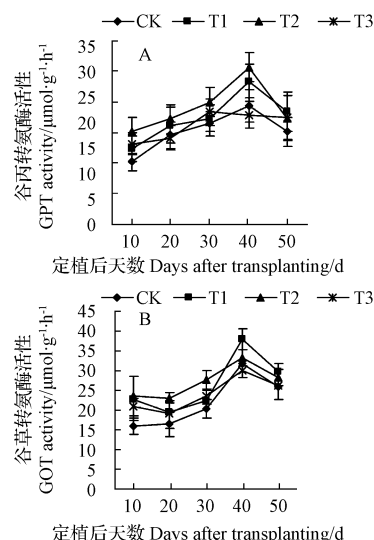


图5 根区不同通气空间大小对番茄根系谷丙转氨酶和谷草转氨酶活性的影响

Fig. 5 Effect of different root-zone aeration space size on the GPT and GOT activities of tomato root

参考文献

- [1] 关松荫, 张得生. 土壤酶及其研究法[M]. 北京: 农业出版社, 1986: 266-288.
- [2] Nakano Y. Response of tomato root systems to environmental stress under soilless culture[J]. JARQ, 2007, 41(1): 7-15.
- [3] 徐国强, 李杨, 史奕, 等. 开放式 CO₂ 浓度增高 (FACE) 对稻田土壤微生物的影响[J]. 应用生态学报, 2002, 13(10): 1358-1359.
- [4] Sakamoto Y. The significance of research on the root system in hydroponics[J]. Root Research, 1998, 7(4): 75-78.
- [5] Shi K, Hu W H. Low O₂ supply is involved in the poor growth in root-restricted plants of tomato [J]. Environmental and Experimental Botany, 2007, 61: 181-189.
- [6] Bailey, Serres J, Chang R. Sensing and signaling in response to oxygen deprivation in plants and other organisms[J]. Annals of Botany, 2005, 96: 507-518.
- [7] 李兆富, 吕宪国, 杨青. 湿地土壤 CO₂ 通量研究进展[J]. 生态学杂志, 2002, 21(6): 47-50.