

水培条件下 pH 对大蒜生长趋势的影响

朱惠敏, 梁丽影 (肇庆学院生命科学院, 广东肇庆 526000)

摘要 [目的]研究水培大蒜在不同 pH 条件下的生长发育及 SOD 活性变化。[方法]土壤溶液的 pH 对植物的生长发育有重要的影响, 试验以不同梯度的 pH 水溶液水培大蒜, 在不同生长阶段对其 SOD 活性进行测定。试验采用丙酮沉淀法分离纯化 SOD 沉淀, 用 NBT 光还原法测定其活性。[结果]水培大蒜在 pH 为 6.0 时长势最好。在 pH 4.5~5.5 的生长环境下, 大蒜的 SOD 活性相对稳定, 但伴随着逐渐生长, SOD 活性呈现上升趋势。酸性环境下, SOD 活性相对较高。[结论]该研究可为大蒜的水培提供指导。

关键词 水培大蒜; pH; SOD 活性; NBT 光还原法

中图分类号 S633.4 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2017)26-0052-03

Effects of pH on Growth Trend of Hydroponic Garlic

ZHU Hui-min, LIANG Li-ying (Life Sciences College of Zhaoqing University, Zhaoqing, Guangdong 526000)

Abstract [Objective] Growth and development and SOD activity changes of hydroponic garlic were studied under different pH. [Method] Hydroponics was adopted to study the effect of different gradient of pH aqueous solution on growth and development of plants. The SOD activity was measured at different growth stages. The SOD precipitation was separated and purified by using acetone precipitation, the activity was determined by NBT photo reduction method. [Result] The best growth condition of hydroponic garlic was observed when the pH was 6.0. Under the growth environment of pH 4.5~5.5, the SOD activity of garlic was relatively stable. With the gradual growth of germination, the SOD activity had rising tendency. SOD activity of garlic was relatively high in acid environment. [Conclusion] The research can give guidance for hydroponic culturing garlic.

Key words Hydroponic garlic; pH; SOD activity; NBT photo reduction method

大蒜(*Allium sativum* L.)属百合科葱属, 又称蒜头或胡蒜, 被称为“地里长出来的抗生素”, 具有天然广谱抗菌的特性^[1-2]。它含有丰富的 SOD, 可以防治心血管疾病、抗病原体微生物以及抗肿瘤, 长期食用可以起到抗病保健的作用。大蒜也因具有较高的保健功能和药用价值成为近年来的研究热点^[3-4]。

无土栽培, 是一种不用天然土壤而用基质或仅育苗时用基质, 在定植以后用营养液进行灌溉的栽培方法^[5]。它种植效率相当高, 而且耗能低、无公害, 是一项农业高新技术, 它改变了传统的种植方式, 让农业生产不再只依赖土壤, 从而将农业推向一个新的阶段。无土栽培包括多种方式, 其中主要有水培、雾培和基质培 3 种类型。针对该试验的对象, 选取的栽培方式是水培, 它可以稳定地给植物供应充足的营养, 还可以很好地支撑和固定根部, 更适合大蒜的生长^[6]。

超氧化物歧化酶(SOD)是一种源于生物体的抗氧化抗衰老的活性物质, 能清除生物体在新陈代谢中产生的有害物质^[7]。SOD 含有抗辐射、抗炎、抗病毒、延缓衰老等功能, 在医学研究、保健行业和化妆品行业等方面存在可观的应用价值和经济价值^[8]。

试验以肇庆市端州区市售大蒜为研究对象, 通过探究水培大蒜在不同 pH 条件下的生长发育以及不同生长阶段 SOD 活性的变化, 为大蒜的水培技术提供一定的实践经验。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 试验材料。肇庆市端州区市售大蒜。

1.1.2 主要试剂。0.05 mol/L 磷酸缓冲液、氯仿-乙醇混合液、130 mmol/L MET 溶液、750 μmol/L NBT 溶液、

100 μmol/L Na₂-EDTA 溶液、20 μmol/L 核黄素溶液。

1.1.3 主要仪器。双杰电子天平(江苏常熟市双杰电子天平有限公司), 高速冷冻离心机(上海安亭科学仪器厂), 数显恒温水浴锅(国华电器有限公司), 紫外分光光度计(上海美普达仪器有限公司)。

1.2 试验方法

1.2.1 材料处理。挑取成熟饱满、没有病虫害的大蒜, 剥取其蒜瓣用于水培。将蒜瓣放入已清洗干净的平板培养皿中, 用橡皮筋固定蒜瓣位置, 加入等量不同 pH 的水溶液, 放在常温下(26 ℃)培养。

1.2.2 大蒜生长情况记录。每个 pH 梯度的培养皿中放置 10 颗蒜瓣, 每 24 h 更换一次 pH 水溶液, 记录每个梯度的水培大蒜第 1 次生根时的根长, 第 1 次长出嫩芽时的芽长, 第 1 次长出嫩叶时的叶长。

1.2.3 SOD 粗酶液制备。试验采取磷酸缓冲液提取法提取 SOD 粗酶液, 采取丙酮沉淀法提纯 SOD 沉淀^[9]。试验基本流程为: 破碎组织细胞→提取粗酶液→除杂蛋白→沉淀析出→沉淀分离, 整个试验的操作过程需在 4 ℃条件下进行。具体操作如下: 称取每个 pH 梯度的大蒜蒜瓣各 3 g, 置于研钵中研磨至蒜泥状。研磨过程中逐渐加入 9 mL 磷酸缓冲液, 将样品提取液倒入 50 mL 离心管中, 4 ℃、6 000 r/min 离心 15 min, 弃沉淀, 取上清液。加入 1/4 体积的氯仿-乙醇混合液, 用玻璃棒搅拌 15 min, 4 ℃、6 000 r/min 离心 15 min, 弃沉淀, 取粗酶液。往粗酶液中加入等体积预冷的丙酮, 用玻璃棒搅拌 15 min, 再次于 4 ℃、6 000 r/min 离心 15 min, 弃上清液, 得 SOD 沉淀。

1.2.4 吸光值检测。将 SOD 沉淀用 3 mL 磷酸缓冲液溶解, 得样品提取液。用 50 支 10 mL 玻璃试管进行活性测定。各管依照表 1 加样顺序和用量添加所需试剂, 迅速将其混匀,

作者简介 朱惠敏(1992—), 女, 广东河源人, 实验员, 硕士, 从事发育生物学及分子生物学研究。

收稿日期 2017-07-06

将其中一支对照管置于暗处反应,作为空白对照校正;另一支对照管则与其余 48 支样品管一起置于 4 000 lx 日光灯下反应 15 min,然后立即避光停止反应。将所有试管依次放入紫外可见分光光度计于 560 nm 处测定吸光度。

表 1 SOD 活性测定加样表			
Table 1 Sample adding for SOD activity determination			
加入顺序 Order of sample adding	试剂 Reagent	对照管试剂用量 Reagent dosage of control mL	样品管试剂用量 Reagent dosage of treatment mL
1	0.05 mol/L 磷酸缓冲液 (pH 7.8)	5.1	5.1
2	130 mmol/L MET 溶液	0.9	0.9
3	750 μmol/L NBT 溶液	0.9	0.9
4	100 μmol/L Na ₂ - EDTA 溶液	0.9	0.9
5	SOD 酶液	0.3(以磷酸缓冲 液代替酶液)	0.3
6	20 μmol/L 核黄素溶液	0.9	0.9

1.2.5 SOD 活性计算。以对 NBT 光还原反应的抑制达到 50% 定为一个 SOD 活性单位,用 U 表示:

$$SOD\text{ 活性} = \frac{(OD_c - OD_s) \times V}{0.5 \times OD_c \times V_s \times t \times m}$$

(1)

式中, OD_c 为光照对照管反应混合液在 560 nm 处的吸光度; OD_s 为 SOD 样品管反应混合液在 560 nm 处的吸光度; V 为 SOD 样品提取液的总体积(mL); V_s 为测定时加入 SOD 样品提取液的体积(mL); t 为光照反应时间(min); m 为研磨所取大蒜样品的质量(g)。

2 结果与分析

2.1 大蒜在不同 pH 下的生长趋势 该试验中,水培大蒜的培养环境是在常温 26℃ 的培养室中,光照时间充裕,湿度适宜。通过及时记录大蒜不同梯度下的生长趋势,得到大蒜在长根、长芽和长叶阶段的长势平均值,如表 2 所示。

表 2 大蒜不同 pH 梯度下各生长阶段长势			
Table 2 Growth trend of garlic under different gradient of pH at different growth stages			
mm			
pH	根长 Root length	芽长 Shoot length	叶长 Leaf length
4.5	2.57	5.17	7.50
5.0	2.70	5.00	9.47
5.5	3.07	6.50	9.63
6.0	3.87	8.17	11.37
6.5	4.50	7.93	8.03
7.0	4.10	6.93	7.80
7.5	3.70	6.63	5.87
8.0	3.93	6.07	6.93

2.2 不同 pH 对水培大蒜长根阶段的影响 图 1 所示为不同 pH 处理对水培大蒜根长的影响,图 2 为大蒜长根阶段受 pH 影响下的 SOD 活性变化。通过单因素方差分析,对应的 P 值小于 0.01,说明数据差异极度显著。从图 1 可以看出,pH 6.0~7.0 和 pH 8.0 对应的大蒜的根生长比较迅速,平均长度高于其余 pH 梯度的大蒜,其中,pH 7.5 下生长的大蒜长势有所下降,与前一梯度和后一梯度相比,根部的生长受到了抑制。从图 2 可以看出,大蒜在长根阶段时,其 SOD 活

性受 pH 影响不大,规律不一。根据分析,大蒜长根时出现的上下波动的不规律现象可能是因为大蒜对不同 pH 的水培液的适应期不同所致。

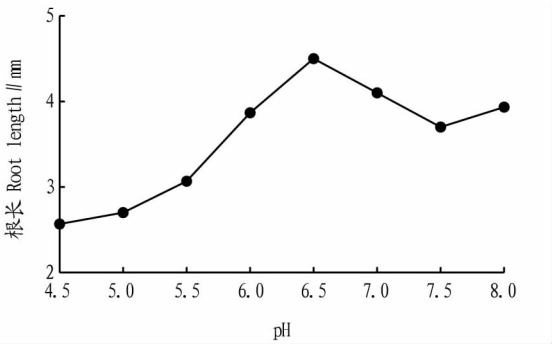


图 1 不同 pH 对水培大蒜根长的影响
Fig.1 Effects of pH on root length of hydroponic garlic

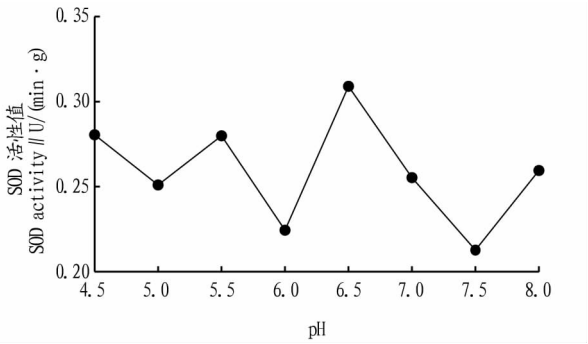


图 2 大蒜长根阶段受不同 pH 影响的 SOD 活性变化
Fig.2 Effects of pH on SOD activity of hydroponic garlic at root growing stage

2.3 不同 pH 对水培大蒜长芽阶段的影响 图 3 所示为不同 pH 对水培大蒜芽长的影响,图 4 为大蒜长芽阶段受 pH 影响下的 SOD 活性变化。通过单因素方差分析,0.01 < P < 0.05,组间数据差异显著。由图 3、4 可以发现,大蒜长芽后,长势与 SOD 活性变化相对长根时的现象更有规律。从图 3 可以看出,pH 5.5~7.0 的环境比较利于芽的生长,而 pH 5.0 环境下的大蒜的芽生长比较缓慢。观察图 4,大蒜长芽阶段的 SOD 活性受 pH 的影响较明显,pH 4.5~6.0 对应的大蒜 SOD 活性显著高于 pH 6.5~8.0 条件下生长的大蒜,而且变化相对比较平稳,说明长芽后的大蒜在偏酸性环境下生长对应的 SOD 活性更稳定,而且芽的长势与 SOD 活性并不是呈现正相关的。

2.4 不同 pH 对水培大蒜长叶阶段的影响 随着水培大蒜不断生长发育,蒜苗开始长出。由图 5 可以看出,在这个阶段,pH 对大蒜生长影响较大,变化明显。通过对相关数据进行单因素方差分析,其对应的 P < 0.01,说明各处理组差异极度显著。在 pH 5.0~6.0 的条件下,蒜苗的长势明显高于 pH 7.0~8.0 下生长的大蒜,尤其是 pH 为 6.0 时,水培大蒜蒜苗的长势状况是最好的;说明偏酸性的环境更利于蒜苗的生长,对应的碱性环境则对大蒜蒜苗的生长不利。从图 6 可以观察到,大蒜在长叶阶段时,偏酸性环境下生长的大蒜,其 SOD 活性值比在碱性环境下生长的大蒜要高一点,但总体变

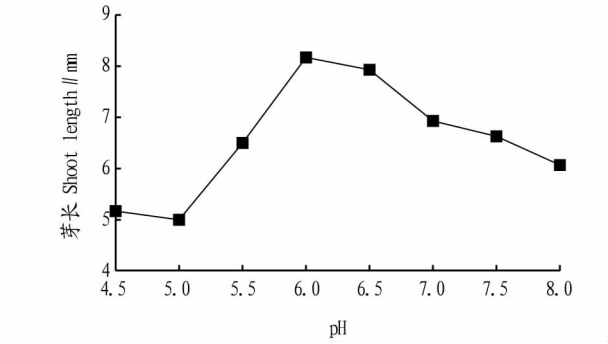


图3 不同 pH 对水培大蒜芽长的影响

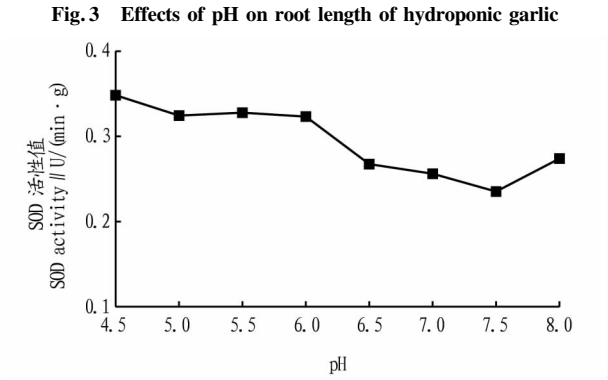


图4 大蒜长芽阶段受不同 pH 影响的 SOD 活性变化
Fig.4 Effects of pH on SOD activity of hydroponic garlic at shoot growing stage

化不大,趋势平稳。

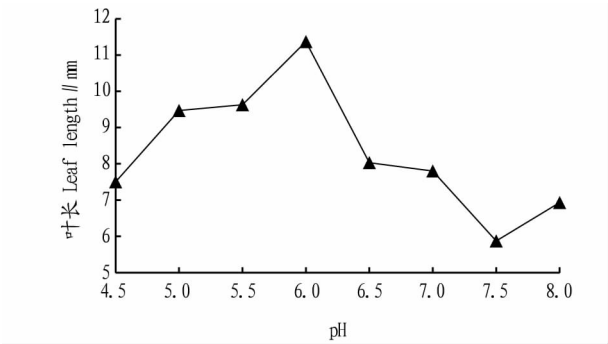


图5 不同 pH 对水培大蒜叶长的影响

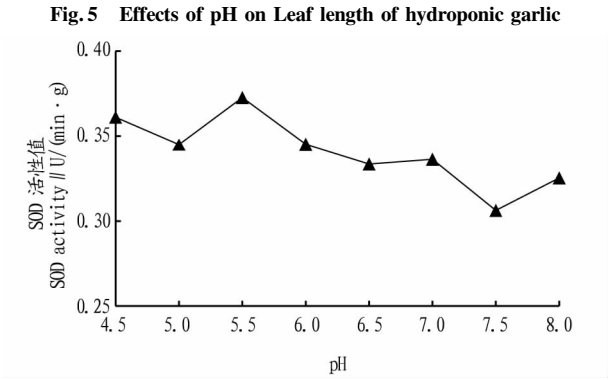


图6 大蒜长叶阶段受不同 pH 影响的 SOD 活性变化
Fig.6 Effects of pH on SOD activity of hydroponic garlic at leaf growing stage

2.5 不同 pH 条件下水培大蒜长势与 SOD 活性的比较 试验测定 SOD 活性所用的方法是 NBT 光还原法,该方法灵敏度较高。试验中,每个梯度所取大蒜样品的质量均为 3 g,测定时加入样品提取液的体积均为 0.3 mL,光照反应时间均定为 15 min^[10]。计算所得数据取平均值得到 SOD 活性值,结果见表 3。水培前对刚购买回来的大蒜进行了原始数据测定,试验设置了 4 组平行对照,测得其 SOD 酶活性分别为 0.279 7、0.270 5、0.244 8、0.260 4 U/(min·g),平均值为 0.263 85 U/(min·g)。

表3 不同 pH 梯度下各时期大蒜的 SOD 酶活性
Table 3 SOD activity of garlic under different gradient of pH at different growth stages

pH	长根阶段 Root growing stage	长芽阶段 Shoot growing stage	长叶阶段 Leaf growing stage
4.5	0.280 5	0.348 3	0.361 1
5.0	0.251 0	0.324 4	0.345 0
5.5	0.279 9	0.327 8	0.372 7
6.0	0.224 4	0.323 2	0.345 2
6.5	0.309 0	0.267 4	0.333 6
7.0	0.255 3	0.256 1	0.336 4
7.5	0.212 7	0.235 2	0.306 3
8.0	0.259 5	0.273 9	0.325 4

从以上分析可以看出,水培大蒜在不同的 pH 条件下,其长势与 SOD 活性会受到一定影响。在 pH 5.0~6.0 条件下,大蒜生长速度相对较快,SOD 活性在偏酸环境下总体相对较高,但两者对应的 pH 并不一致。其 SOD 活性在 pH 4.5~5.5 的生长环境下,大蒜的 SOD 活性相对稳定;pH 6.0~8.0 则变化较大,这可能与其生长过程中代谢活动强弱有关。其次,在不同的生长阶段,其 SOD 的活性也不同,尤其到了发芽阶段,其生长速度开始加快,SOD 活性也开始明显升高,总体呈现出上升的趋势。

3 结论与展望

大蒜对人体健康有很大的益处,它可以降低“三高”患者的血脂、血压和血糖,还具有溶解血栓的能力。大蒜现在已经成为每个家庭必不可少的佐料,长期食用对生物机体有很多好处^[11]。该试验以市售大蒜为原料,经过挑选、剥取、固定等步骤对其进行水培,研究大蒜生长过程中受 pH 的影响和 SOD 活性的变化。通过观察并记录大蒜的生长情况,及时测定不同生长阶段 SOD 的活性,了解其变化趋势。

据以往学者试验分析,大蒜的 SOD 活性随生长过程呈上升的趋势^[12]。该试验结果表明,水培大蒜在不同 pH 水溶液处理下,随着不断生长发育,其 SOD 活性总体呈逐渐升高趋势,与上述研究相符。大蒜开始长根后,其 SOD 活性与 pH 之间并没有出现等比例的变化情况。在发芽阶段,pH 6.5 时大蒜的 SOD 活性开始降低,其他梯度的大蒜 SOD 活性则开始升高。自发芽后,随着大蒜不断地生长,除 pH 6.5 对应的 SOD 活性下降外,其他各 pH 梯度下大蒜的 SOD 活性均有所上升,尤其是在 pH 4.5~6.0 环境下生长的大蒜,其 SOD 活性显著上升,说明发芽后的大蒜中 SOD 含量比发芽前的大

- [26] 王忠君. 福州植物园绿量与固碳释氧效益研究[J]. 中国园林, 2010, 26(12): 1-6.
- [27] 李慧明. 广州市屋顶绿化植物的选择及生态效益研究[D]. 广州: 华南理工大学, 2011.
- [28] 廖飞勇, 何平, 谢琰. SO_2 对植物光合作用影响的研究进展[J]. 经济林研究, 2003, 21(3): 85-87.
- [29] THIEC D L, MANNINEN S. Ozone and water deficit reduced growth of A-leppo pine seedlings[J]. Plant physiology and biochemistry, 2003, 41(1): 55-63.
- [30] 赵磊. 大气 NO_2 污染下园林植物的光谱特征及光合特性研究[D]. 武汉: 华中农业大学, 2013.
- [31] 余晓敏, 李兵, 段志强, 等. 深圳市绿地固碳能力演变探讨[J]. 地理空间信息, 2015, 13(4): 140-142.
- [32] 王迪生. 基于生物量计测的北京城区园林绿地净碳储量研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2010.
- [33] 管东生, 陈玉娟, 黄芬芳. 广州城市绿地系统碳的贮存、分布及其在碳氧平衡中的作用[J]. 中国环境科学, 1998, 18(5): 437-441.
- [34] JO H K, MCPHERSON G E. Carbon storage and flux in urban residential greenspace [J]. Journal of environmental management, 1995, 45(2): 109-133.
- [35] 王绍强, 刘纪远, 于贵瑞. 中国陆地土壤有机碳蓄积量估算误差分析[J]. 应用生态学报, 2003, 14(5): 797-802.
- [36] 刘华, 雷瑞德. 我国森林生态系统碳储量和碳平衡的研究方法及进展[J]. 西北植物学报, 2005, 25(4): 835-843.
- [37] 徐艳, 张凤荣, 段增强, 等. 区域土壤有机碳密度及碳储量计算方法探讨[J]. 土壤通报, 2005, 36(6): 836-839.
- [38] 张小全, 陈先刚, 王曙红. 土地利用变化和林业活动碳储量变化测定与监测中的方法学问题[J]. 生态学报, 2004, 24(9): 2068-2073.
- [39] POUYAT R V, MCDONNELL M J, PICKETT S T A. Soil characteristics of oak stands along an urban-rural land-use gradient[J]. Journal of environmental quality, 1995, 24(3): 516-526.
- [40] POUYAT R V, YESILONIS I D, GOLUBIEWSKI N E. A comparison of soil organic carbon stocks between residential turf grass and native soil [J]. Urban ecosystems, 2009, 12(1): 45-62.
- [41] KOERNER B A, KLOPATEK J M. Carbon fluxes and nitrogen availability along an urban-rural gradient in a desert landscape[J]. Urban ecosystems, 2010, 13(1): 1-21.
- [42] KAYE J P, MCCULLEY R L, BURKE I C. Carbon fluxes, nitrogen cycling, and soil microbial communities in adjacent urban, native and agricultural ecosystems[J]. Global change biology, 2005, 11(4): 575-587.
- [43] 章明奎, 周翠. 杭州市城市土壤有机碳的积累和特性[J]. 土壤通报, 2006, 37(1): 19-21.
- [44] ZHANG H B, LUO Y M, WONG M H, et al. Soil organic carbon storage and changes with reduction in agricultural activities in Hong Kong[J]. Geoderma, 2007, 139(3/4): 412-419.
- [45] 张小磊, 何宽, 安春华, 等. 不同土地利用方式对城市土壤活性有机碳的影响: 以开封市为例[J]. 生态环境, 2006, 15(6): 1220-1223.
- [46] GOLUBIEWSKI N E. Urbanization increases grassland carbon pools: Effects of landscaping in Colorado's front range[J]. Ecological applications, 2006, 16(2): 555-571.
- [47] LORENZ K, KANDELER E. Microbial biomass and activities in urban soils in two consecutive years[J]. Journal of plant nutrition and soil science, 2006, 169(6): 799-808.
- [48] RACITI S M, GROFFMAN P M, JENKINS J C, et al. Accumulation of carbon and nitrogen in residential soils with different land-use histories[J]. Ecosystems, 2011, 14(2): 287-297.
- [49] 高述超. 长沙城市森林生态系统养分循环与碳平衡研究[D]. 长沙: 中南林业科技大学, 2010.
- [50] 刘为华. 上海城市绿地土壤碳储量格局与理化性质研究[D]. 上海: 华东师范大学, 2009.
- [51] PATAKI D E, ALIG R J, FUNG A S, et al. Urban ecosystems and the North American carbon cycle[J]. Global change biology, 2006, 12(11): 2092-2102.
- [52] POUYAT R, GROFFMAN P, YESILONIS I, et al. Soil carbon pools and fluxes in urban ecosystems[J]. Environmental pollution, 2002, 116(S1): 107-118.
- [53] 张甘霖, 何跃, 龚子同. 人为土壤有机碳的分布特征及其固定意义[J]. 第四纪研究, 2004, 24(2): 149-159.
- [54] LORENZ K, KANDELER E. Biochemical characterization of urban soil profiles from Stuttgart, Germany[J]. Soil biology and biochemistry, 2005, 37(7): 1373-1385.
- [55] BEYER L, KAHLE P, KRETSCHMER H, et al. Soil organic matter composition of man-impacted urban sites in North Germany[J]. Journal of plant nutrition and soil science, 2001, 164(4): 359-364.
- [56] 边振兴, 王秋兵. 沈阳市公园绿地土壤养分特征的研究[J]. 土壤通报, 2003, 34(4): 284-290.
- [57] 周莉, 李保国, 周广胜. 土壤有机碳的主导影响因子及其研究进展[J]. 地球科学进展, 2005, 20(1): 99-105.
- [58] 许信旺. 农田土壤有机碳变化研究[M]. 芜湖: 安徽师范大学出版社, 2011.
- [59] PARSHOTAM A, SAGGAR S, SEARLE P L, et al. Carbon residence times obtained from labelled ryegrass decomposition in soils under contrasting environmental conditions [J]. Soil biology & biochemistry, 2000, 32(1): 75-83.
- [60] FORNARA D A, TILMAN D. Plant functional composition influences rates of soil carbon and nitrogen accumulation[J]. Journal of ecology, 2008, 96(2): 314-322.
- [61] POUYAT R V, YESILONIS I D, NOWAK D J. Carbon storage by urban soils in the United States[J]. Journal of environmental quality, 2006, 35(4): 1566-1575.
- [62] 郝瑞军, 方海兰, 沈烈英. 上海城市绿地土壤有机碳、全氮分布特征[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2011, 35(6): 49-52.
- [63] 李立平, 邢维芹, 刘顺, 等. 郑州市城市土壤理化性质[J]. 城市环境与城市生态, 2010, 23(2): 18-22.
- [64] 何跃, 张甘霖. 城市土壤有机碳和黑碳的含量特征与来源分析[J]. 土壤学报, 2006, 43(2): 177-182.
- [65] 张伟畅, 盛浩, 钱奕琴, 等. 城市绿地碳库研究进展[J]. 南方农业学报, 2012, 43(11): 1712-1717.
- [66] 罗上华, 毛齐正, 马克明, 等. 城市土壤碳循环与碳固持研究综述[J]. 生态学报, 2012, 32(22): 7177-7189.
- [67] 董艳, 全川, 杨玉红, 等. 福州市自然和人工管理绿地土壤有机碳含量分析[J]. 杭州师范学院学报(自然科学版), 2007, 6(6): 440-444.
- [68] 曾宏达, 杜紫贤, 杨玉盛, 等. 城市沿江土地覆被变化对土壤有机碳和轻组有机碳的影响[J]. 应用生态学报, 2010, 21(3): 701-706.

(上接第 54 页)

蒜更高, 这有利于大蒜 SOD 提取在工业和商业中的应用。综合说明偏酸性的环境确实更利于大蒜的生长, 为大蒜的水培技术提供理论依据。而且, 从试验所得数据和原始数据对比来看, 刚购买的大蒜的 SOD 活性相对较低, 但经过一段时间的水培后, SOD 活性开始升高, 说明水培大蒜的栽培方式效率高。但如果要和传统土培的方式相比较, 两者哪个更好更合适, 这还有待进一步试验探究。

参考文献

- [1] 苏凤贤. 大蒜汁生物抑菌特性的研究[D]. 西安: 陕西师范大学, 2007.
- [2] 韦智钟, 刘梦雅, 李真, 等. 大蒜内生菌的分离及其抑菌作用的研究[J]. 黑龙江农业科学, 2013(12): 5-9.
- [3] 马丽娜, 李峰杰, 陈坚, 等. 大蒜主要活性成分及药理作用研究进展

- [J]. 中国药理学通报, 2014, 30(6): 760-763.
- [4] 梅四卫, 朱涵珍. 大蒜研究进展[J]. 中国农学通报, 2009, 25(8): 154-158.
- [5] 郭世荣. 无土栽培学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2011.
- [6] 徐书果. 采用无土栽培技术 改变植物种植方式[N]. 河南科技报, 2007-11-27(008).
- [7] 王金主, 杨丹, 徐军庆, 等. 大蒜中 SOD 含量的测定[J]. 山东食品发酵, 2011(1): 27-29.
- [8] 李艳杰, 徐树军. 水培植物养护三大秘诀[N]. 中国花卉报, 2010-06-05(001).
- [9] 孙永君. 大蒜中 SOD 的提取研究[J]. 化学与生物工程, 2005, 22(10): 23-25.
- [10] 王志鑫, 孔维宝. 大蒜超氧化物歧化酶(SOD)的提取及分离纯化方法研究综述[J]. 甘肃农业科技, 2010(10): 47-49.
- [11] 赵荣立. 大蒜与长寿[N]. 中国中医药报, 2000-10-30(004).
- [12] 廖春丽, 王福梅, 陈兰英, 等. 大蒜 SOD 最佳提取条件确定及其生长过程中 SOD 活力变化研究[J]. 中国调味品, 2011, 36(2): 51-53.