

# 生姜叶片抗性生理对不同肥料配施的动态响应

孔祥波<sup>1</sup>, 尚庆文<sup>2</sup>

(1. 枣庄学院, 山东 枣庄 277160; 2. 淄博市淄川区农产品质量安全监督管理办公室, 山东 淄博 255100)

**摘要:**为提出生物有机肥对生姜的增产机理, 从植物对逆境生理适应的三个方入手, 研究不同肥料对生姜叶片渗透调节、活性氧代谢以及细胞膜透性的影响。结果表明:施用生物有机肥可以明显提高生姜叶片渗透调节功能, 提高蛋白质的可溶性;施用生物有机肥可明显提高生姜旺盛生长期叶片的超氧化物歧化酶(SOD)和过氧化氢酶(CAT)活性;施用生物有机肥可明显提高生姜衰老期叶片的过氧化物酶(POD)活性, 有效降低电解质渗透率和膜脂过氧化产物丙二醛(MDA)含量。

**关键词:**生物有机肥; 生姜; 叶片; 衰老

**中图分类号:**S632.5

**文献标识码:**A

**文章编号:**1002-2767(2014)10-0040-04

姜(*Zingiber officinale* Rocs.)属姜科姜属植物, 原产中国及东南亚热带地区。目前广泛分布于热带与亚热带地区。姜喜温不耐寒, 要求土壤具有良好的保水、保肥性, 且生长周期长, 历时175~200 d, 一般在霜降前收获<sup>[1]</sup>。对于生姜科学施肥的研究大多数是以氮磷钾配比以及腐殖酸为主, 对于生物有机肥的研究较少。前期研究已证明, 生物有机肥具有可促进生姜生长、提高产量、改进品质的作用<sup>[2]</sup>, 且生物有机肥可改善生姜叶片光合作用, 降低光抑制程度, 提高光合能力<sup>[3]</sup>, 对于试种土壤的有益微生物数量及土壤酶活性均具有增强的效用<sup>[4]</sup>。该研究从植物抗性方面入手, 探讨生物有机肥对生姜叶片渗透调节、活性氧代谢及叶片细胞膜透性的影响, 以期从叶片抗氧化抗衰老方面揭示生物有机肥对生姜的增产机理, 为生姜优质高产栽培及生物有机肥的合理施用提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验于2005~2006年在山东农业大学蔬菜实验站进行。供试土壤为粘壤土, 有机质含量1.58%, 碱解氮(N)98.5 mg·kg<sup>-1</sup>、速效磷(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)

62.6 mg·kg<sup>-1</sup>、速效钾(K<sub>2</sub>O)113.1 mg·kg<sup>-1</sup>。

### 1.2 材料

供试品种为莱芜大姜; 供试化肥分别为尿素(N 46%)、硫酸钾(K<sub>2</sub>O 50%)及氮磷钾三元复合肥(N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O为15%-15%-15%); 供试普通有机肥(N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O为4.72%-3.70%-7.15%)有机质≥70%, 中、微量元素≥12%; 供试生物有机肥除在制作过程中添加酵素菌(1.5 × 10<sup>8</sup> cfu·g<sup>-1</sup>)外, 其它同普通有机肥。

### 1.3 方法

1.3.1 试验设计 试验设3个处理T1, T2和CK(见表1), 其中生物有机肥(T1)及普通有机肥(T2)处理补施尿素及硫酸钾含量相同, 以单施普通化肥为对照(CK)。小区面积26 m<sup>2</sup>, 3次重复, 顺序排列。于3月15日催芽, 4月16日播种, 行距65 cm、株距20 cm。各处理除施肥种类不同外, 施用时期及各时期施用比例均相同。其它管理方法均按常规方法进行。

1.3.2 测定项目与方法 生姜出苗后, 每隔30 d左右取样1次, 每次每小区取样5株, 选取生姜植株上数第3~4片展开功能叶, 测定各项指标。SOD活性采用NBT还原法测定<sup>[5]</sup>; POD活性采用愈创木酚法测定<sup>[6]</sup>; CAT活性采用Chance方法测定<sup>[7]</sup>; MDA含量采用硫代巴比妥酸法测定<sup>[8]</sup>; 电解质渗漏率采用外渗电导方法测定<sup>[8]</sup>; 脯氨酸含量采用茚三酮显色法测定<sup>[8]</sup>; 可溶性蛋白含量采用考马斯亮蓝比色法测定<sup>[8]</sup>。

收稿日期: 2014-04-25

基金项目: 枣庄学院校级科研计划资助项目(2011QN16)

第一作者简介: 孔祥波(1981-), 女, 山东省枣庄市人, 硕士, 讲师, 从事蔬菜栽培生理研究。E-mail: xiangbokong103@126.com。

表 1 不同处理施肥种类及施肥量

Table 1 Type and amount of fertilization in different treatments

处理 Treatments	氮磷钾水平/ kg·hm <sup>-2</sup> Levels of N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O	肥料种类及施用量/kg·hm <sup>-2</sup> Type and amount of fertilizers					施肥时期及比例/% Date and proportion of fertilization		
		尿素 Urea	硫酸钾 K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	复合肥 Compound fertilizer	生物有机肥 Bio-organic manure	普通有机肥 Organic manure	04-16 基肥	06-27 苗期 追肥	08-02 盛长期 追肥
CK	900-375-1500	1135.5	2250	2500.5	0	0	40	20	40
T1	900-375-1500	717.0	1296	0	11827.5	0	40	20	40
T2	900-375-1500	912.0	1551	0	0	10135.5	40	20	40

2 结果与分析

2.1 不同肥料配施对生姜叶片渗透调节的影响

2.1.1 脯氨酸含量的测定 由图 1-A 可知,各处理叶片的脯氨酸含量随着叶片生长呈逐渐上升的趋势。生长前期各处理的脯氨酸含量相差不大,且处于较平稳的增长趋势。进入 9 月旺盛生长期,各处理的脯氨酸含量大幅度增加,一直延续到收获期。以 9 月 25 日和 10 月 25 日采集的各处理的数据相比较,CK 的脯氨酸增加了 1.12 倍, T1 增加了 1.28 倍, T2 增加了 1.19 倍。10 月 25

日, T1 的脯氨酸含量较 CK 和 T2 高 61.05% 和 22.16%。

2.1.2 可溶性蛋白含量的测定 从图 1-B 看出,整个生育期, 3 个处理叶片的可溶性蛋白含量变化趋势呈现出一定的相似性,但生物有机肥处理的可溶性蛋白含量普遍高于化肥处理和普通有机肥处理。9 月 25 日各处理的可溶性蛋白达到最高值,此时 T1 较 CK 和 T2 高 22.43% 和 7.50%。10 月 25 日, 3 个处理的可溶性蛋白含量均下降, T1 较 CK 和 T2 高 30.90% 和 11.56%。

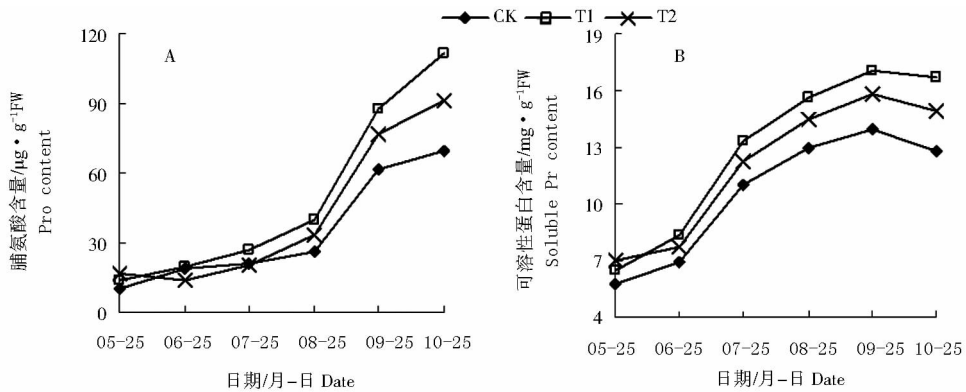


图 1 不同肥料配施对生姜叶片脯氨酸含量和可溶性蛋白含量的影响

Fig.1 Effect of different fertilizers combined application on Pro content and Pr content soluble in ginger leaves

2.2 不同肥料配施对生姜叶片活性氧代谢的影响

由图 2 可知,7 月 25 日前,各处理的 SOD、POD 和 CAT 活性之间的差异不明显,随着生育进程,各处理的 SOD 活性和 CAT 活性于 9 月 25 日达最高值,此时, T1 和 T2 的 SOD 活性分别较 CK 高 28.63% 和 15.26%, T1 和 T2 的 CAT 活性分别较 CK 高 20.69% 和 13.83%。进入生姜

衰老期(10 月 25 日),各处理的 POD 活性达最高值, T1 和 T2 的 POD 活性较 CK 高 23.66% 和 11.68%,此时各处理 SOD 活性和 CAT 活性均下降。与 9 月 25 日最高值相比,CK 的 SOD 活性和 CAT 活性各下降了 15.99% 和 27.50%, T1 的 SOD 活性和 CAT 活性各下降了 5.49% 和 19.90%, T2 的 SOD 活性和 CAT 活性各下降了 9.69% 和 25.92%。

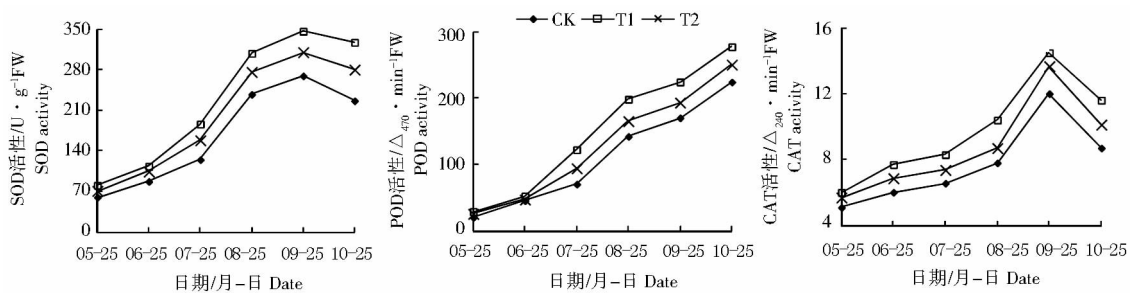


图2 不同肥料配施对生姜叶片SOD、POD及CAT活性的影响

Fig. 2 Effect of different fertilizers combined application on SOD, POD and CAT activities of ginger leaves

### 2.3 不同肥料配施对生姜叶片细胞膜透性的影响

2.3.1 不同肥料配比对生姜叶片丙二醛含量的影响 从图3可以看出,在整个生育期,各处理叶片的丙二醛含量随着生姜生育进程均明显升高,而过高的丙二醛含量将影响生姜的正常生长发育,不利于后期产量与品质的形成。整个生育期,化肥处理和普通有机肥处理的丙二醛含量都较生物有机肥处理高,说明前两者的膜脂过氧化作用较强,生姜叶片衰老较快;施用生物有机肥处理的叶片丙二醛含量较低,说明此处理的膜脂过氧化

作用较弱,生姜叶片不易早衰。10月25日生姜进入衰老期,此时CK和T2分别较T1高24.69%和18.94%。

2.3.2 不同肥料配比对生姜叶片电解质渗透率的影响 由图3-B可以看出,3个处理的电解质渗透率变化趋势大致相似,呈逐渐上升趋势。幼苗期各处理之间差异不明显,随着生长进程差异逐渐变大。整个生育期来看,电解质渗透率以CK最高,T1最低,T2居中。10月25日生长末期,CK、T2分别较T1高20.09%和11.19%。

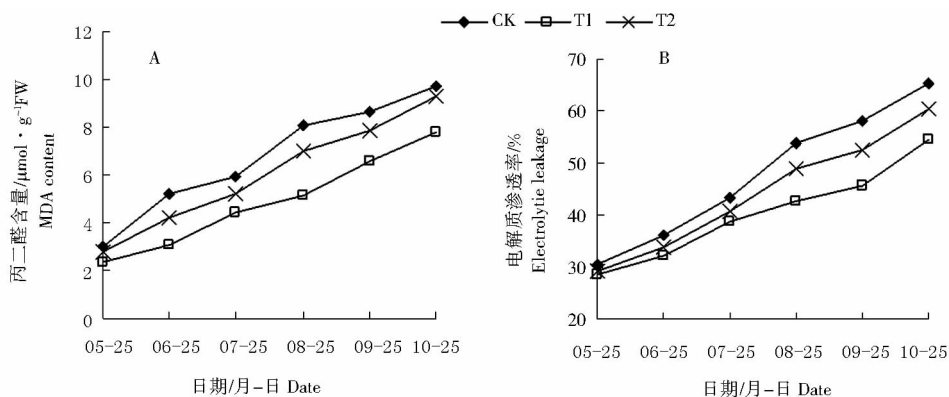


图3 不同肥料配施对生姜叶片丙二醛含量和电解质渗透率的影响

Fig. 3 Effect of different fertilizers combined application on MDA content and electrolytic leakage in ginger leaves

## 3 结论与讨论

植物的衰老通常指植物体的生理活动和功能发生不可逆衰退的过程。美国著名植物生理学家 Thimann 认为:衰老是“导致植物自然死亡的一系列恶化过程”<sup>[9]</sup>。因此,植物的衰老是自然界的必然规律,所以在生产中可以采取延缓衰老的措施,对衰老进行调控,从而达到增产效果。

脯氨酸在植物抗逆性中的作用至少有两个方面,一是作为渗透调节物质,用来保持原生质和环

境之间的渗透平衡,二是可以保持膜结构和生物大分子的稳定性。脯氨酸与蛋白质相互作用,提高蛋白质的可溶性,减少蛋白质的沉淀,增加蛋白质的水合作用。可溶性蛋白质是植物所有蛋白质组分中最活跃的一部分,包括各种酶原、酶分子和代谢调节物<sup>[10]</sup>。3个处理生姜叶片的脯氨酸含量均在生姜进入旺盛生长期后迅速增加,是生姜对衰老的适应性反应和防御措施。各处理的可溶性蛋白含量虽在生姜衰老期下降,但生物有机肥处理的叶片通过较高含量的脯氨酸积累和可溶性

蛋白含量从而达到更有效的保护作用。

植物在正常条件下,体内活性氧的产生和防御系统的清除能达到动态平衡<sup>[11]</sup>。逆境胁迫下,植物体内活性氧代谢失调,膜结构被破坏。该研究表明,生物有机肥可在一定程度上提高酶促系统活性水平,从而提高自身活性氧自由基的清除效率,使叶片细胞内活性氧自由基含量降低,减少膜脂过氧化产物(MDA)的生成,有利于提高生姜的抗逆性,延缓衰老。

膜系统是受环境胁迫最敏感的部位之一,逆境可造成膜伤害。伤害的结果是膜的半透性丧失,从而导致膜内物质向外渗漏,并最终引起细胞死亡。丙二醛(MDA)是膜脂氧化的主要产物之一,一般认为 MDA 在植物体内积累是活性氧毒害的表现,其含量高低是判断膜脂过氧化程度的一个重要指标<sup>[12]</sup>。由于细胞膜伤害的结果是导致胞内物质外渗,通常用相对电导率来表示膜内电解质渗漏程度。该试验结果表明,施用生物有机肥可调节生姜叶片电解质外渗量,有效的抑制膜质过氧化,使细胞质膜免受过度伤害,从而防止叶片早衰,提高植株抗性和适应能力。

#### 参考文献:

- [1] 山东农业大学. 蔬菜栽培学各论(北方本)[M]. 北京:中国农业出版社,2000.
- [2] 孔祥波,徐坤,尚庆文,等. 生物有机肥对生姜生长发育和品质的影响[J]. 中国土壤与肥料,2007(4):64-67.
- [3] 孔祥波,徐坤. 不同肥料对生姜产量及叶片光合作用和叶绿素荧光特性的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2008,14(2):367-372.
- [4] 孔祥波. 不同肥料配施下生姜根际土壤酶活性和微生物数量的动态变化[J]. 中国蔬菜,2012(20):73-77.
- [5] Giannopolitic C N, Ries S K. Superoxide dismutase I. Occurrence in higher plants [J]. Plant Physiol., 1977, 59: 309-314.
- [6] Omran R G. Peroxide levels and the activities of catalase, peroxidase and indoleacetic acid oxidase during and after chilling cucumber seeding [J]. Plant Physiol., 1980, 65: 407-408.
- [7] Chance B, Maehly A C. Assay of catalases and peroxidases[J]. Methods Enzymol, 1955, 2: 764-775.
- [8] 赵世杰,刘华山,董新纯. 植物生理学试验指导[M]. 北京:中国农业科学技术出版社,1998.
- [9] Thimann K V. Senescence in plants[M]. Florida: CRC Press Inc, 1980.
- [10] 张杰,邹学忠,杨传平,等. 硝酸还原酶和可溶性蛋白对蒙古栎种源生长的影响[J]. 植物研究, 2005, 25(3): 318-323.
- [11] 许长成,邹琦. 植物水分胁迫与活性氧代谢[J]. 山东农业大学学报:自然科学版,1993,24(1):113-117.
- [12] 刘鸿先,王以柔,曾韶西,等. 低温对不同耐冷力的黄瓜幼苗呼吸代谢的影响[J]. 植物生理学报,1984,10(2):191-200.

## Dynamics Response of Resistance Physiology of Ginger Leaves on Combined Different Fertilizers

KONG Xiang-bo<sup>1</sup>, SHANG Qing-wen<sup>2</sup>

(1. Zaozhuang College, Zaozhuang, Shandong 277160; 2. Zibo City Zichuan District Office of Agricultural Product Quality Safety Management, Zibo, Shandong 255100)

**Abstract:** In order to put forward the production mechanism of biological organic fertilizer on ginger, from three aspects of plants to adversity physiological adaptation, the effect of different fertilizers on leaf osmoregulation, active oxygen metabolism and cell membrane permeability was studied. The results showed that the application of biological organic fertilizer could significantly improve osmotic regulation function and the content of soluble protein of ginger leaves. Application of biological organic fertilizer could obviously improve the activities of superoxide dismutase(SOD) and catalase during vigorous stage. Application of biological organic fertilizers obviously improved the peroxidase(POD) activity of ginger leaves, effectively reduced the electrolyte permeability and the content of malondialdehyde(MDA) during senescence phase.

**Key words:** ginger; leaf; biological organic fertilizer; senescence