

采后硅酸钠处理对马铃薯干腐病的抑制

盛占武¹, 毕阳², 鄯晋晓¹, 葛永红², 李永才², 孙志高^{3*}, 李勤⁴

(1西南大学食品学院, 重庆 400716 2.甘肃农业大学食品科学与工程学院, 甘肃兰州 730070

3.中国农业科学院柑桔研究所, 重庆 400712 4.四川工商职业技术学院, 四川都江堰 611830)

摘要: 研究了采后硅酸钠处理对马铃薯干腐病 (*Fusarium solani*) 的影响。结果表明: 硅酸钠对 *F.solani* 菌丝生长具有明显的抑制作用; 浸泡处理可明显降低马铃薯损伤接种 *F.solani* 的病斑直径, 其中以 100mmol/L 处理效果最好; 在 25-45℃ 范围内, 100mmol/L 的硅酸钠在 35℃ 的浸泡处理对降低损伤接种 *F.solani* 的病斑直径效果最好; 处理效果随浸泡时间的延长而增加。

关键词: 马铃薯, 茄科链孢, 硅酸钠

Abstract Sodium silicate was used to control dry rot (caused by *Fusarium solani*) in potato. The result indicated that sodium silicate inhibited significantly the growth of *F. solani* in vitro. Lesion diameter of tuber inoculated with *F. solani* was decreased by Si treatment when concentration of 100mmol/L showed the most effective. The treatment of 35℃ had the best control arrange from 25-45℃. The lesion diameter reduced gradually along with the dipping time.

Key words potato (*Solanum tuberosum*); *Fusarium solani*; sodium silicate

中图分类号: TS201.1 文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2007)09-0190-03

马铃薯是甘肃省的重要经济作物, 随着产业结构的调整, 种植面积和产量仍在不断增加, 但其块茎在贮藏期间常常发生腐烂, 不仅影响品质, 而且造成了较大的经济损失。研究发现: 多种病害与马铃薯的腐烂相关, 其中以茄科链孢 (*Fusarium solani*) 引起的干腐病最为常见, 该病原物可在采前和采后进入体内造成块茎腐烂^[1,2]。虽然采用化学杀菌剂可有效控制干腐病, 但由于存在药物残留、诱导病原物产生抗药性及污染环境等问题而受到限制^[2]。因此, 筛选新的、安全的、可替代化学杀菌剂的防腐方法显得

收稿日期: 2007-01-15 * 通讯联系人

作者简介: 盛占武 (1981-), 男, 硕士研究生, 主要从事食品生物技术方面的研究。

基金项目: 甘肃省生物技术专项。

十分迫切^[3]。近年来, 硅在植物抗病性研究中得到了一定的应用。如采后硅盐处理除可减少厚皮甜瓜^[4,5]和苹果梨^[6]果实的腐烂外, 其诱导产生的酚类提取物还可明显抑制终极腐霉 (*Pythium ultimum*) 和瓜果腐霉 (*Pythium aphanidermatum*)^[7]。可溶性硅的应用为植物抗病性研究提供了一条新的思路和方法, 但其作用机理一直存在争议, 尚未完全清楚。本研究采用采后硅酸钠处理马铃薯, 以观察硅处理对干腐病的控制效果, 并对其抑制机理进行了探讨。

1 材料与方法

1.1 实验材料

供试马铃薯 (陇薯 2 号) 购自兰州市桃海农贸市场; 茄科链孢 (*F. solani*) 参照 Bi et al.^[4] (2006) 方法分离自贮藏中自然马铃薯, 纯化鉴定后 PDA 上保存待用; 硅酸钠 (Na_2SiO_3) 化学纯, 天津市科密欧化学试剂开发中心生产。

1.2 实验方法

1.2.1 硅酸钠处理对 *F. solani* 菌丝生长的影响 分别取 25、50、100mmol/L 的 Na_2SiO_3 溶液 0.1mL, 均匀铺在装有 20mL PDA, 直径为 75mm 的培养皿中, 随后将 *Fusarium* 菌饼 (直径 6mm) 接于培养基中央, 28℃ 避光培养。当对照皿中菌体长至培养皿边缘时, 测定病斑直径。每处理重复 3 次。

1.2.2 硅酸钠处理对块茎损伤接种 *F. solani* 的影响

1.2.2.1 不同浓度处理的影响 参照 Bi et al. (2006)^[4] 方法, 选择外观整齐, 无任何病虫害的块茎, 先用 75% 酒精进行表面消毒, 再用灭菌铁钉 (直径 3mm) 在块茎上均匀刺 3mm 深的伤口 8 个, 3h 后用微量加样器接入 1×10^6 个/mL 的 *F. solani* 孢子悬浮液 20μL, 1h 后分别在 25、50、100mmol/L 的 Na_2SiO_3 溶液中处理 1min, 取出晾干后入聚乙烯袋包裹保湿, 室温下贮藏 7d 后测定病斑直径。每处理用块茎 4 个, 重复 3 次。

1.2.2.2 不同温度处理的影响 将损伤接种的块茎分别浸泡于 25、35、45℃ 的不同浓度 Na_2SiO_3 中 (25、50、100mmol/L) 1min, 对照分别在相应温度的自来水中进行处理。取出晾干后入聚乙烯袋包裹保湿, 室温下贮藏 7d 后测定病斑直径。每处理用块茎 4

个,重复 3次。

1.2.2.3 不同时间处理的影响 将损伤接种的块茎分别浸泡于 25 50 100mmol/L 的 Na_2SiO_3 中 1 3 5 7min。对照分别在自来水中浸泡相应的时间。取出晾干后入聚乙烯袋包裹保湿,室温下贮藏 7d后测定病斑直径。每处理用块茎 4个,重复 3次。

1.2.3 结果统计 采用 Microsoft Excel进行数据处理,并计算标准误差 ($\pm\text{SE}$)。

2 结果与分析

2.1 体外 (in vitro) 条件下不同浓度硅酸钠对 *F.solani* 生长的影响

离体条件下硅酸钠可显著抑制 *F.solani* 的生长,三种浓度除 25mmol/L 处理与对照差异不显著外,50 100mmol/L 均明显低于对照,其中 100mmol/L 的菌饼直径仅为对照的 39%,抑菌效果最好,见图 1。其原因可能是由于采用硅酸钠处理降低了菌体细胞的渗透压,导致菌丝、孢子的收缩和折叠,使菌丝不能正常形成孢子,从而抑制了菌体细胞的生长。

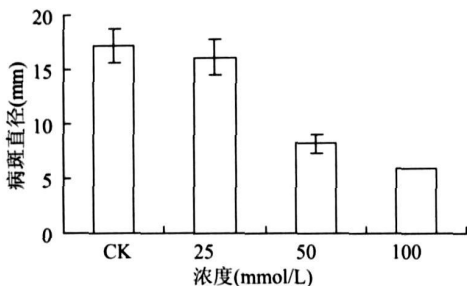


图 1 体外 (in vitro) 不同浓度硅酸处理对 *F. solani* 的影响

2.2 硅酸钠对损伤接种 *F.solani* 的影响 (in vivo)

2.2.1 不同浓度处理的影响 硅酸钠处理均可明显降低马铃薯损伤接种 *F.solani* 的病斑直径,各浓度硅酸钠处理病斑直径均明显低于对照,其中以 100mmol/L 硅酸钠处理效果最好,病斑直径为对照的 39% (见图 2)。主要是由于硅酸钠处理可以诱导马铃薯块茎产生抗病性,从而能够更好的抑制病斑的扩展。

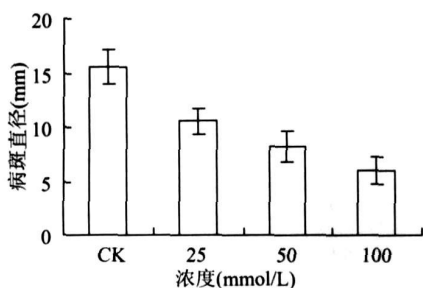


图 2 不同浓度硅酸钠处理对损伤接种 *F. solani* 的影响

2.2.2 不同温度处理的影响 不同温度处理结果显示,35℃ 溶液浸泡处理的效果优于 25℃ 和 45℃ 处理。在各浓度处理的块茎中,仍以 100mmol/L 效果最佳 (见图 3)。

2.2.3 不同时间处理的影响 马铃薯损伤接种

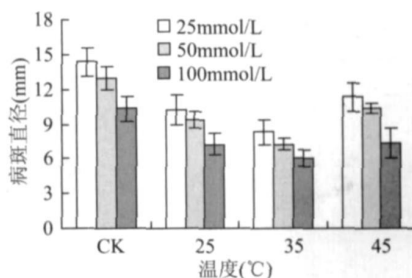


图 3 不同温度硅酸钠处理对损伤接种 *F. solani* 的影响 *F. solani* 的病斑直径随处理时间的延长而缩小。在 1~7min 浸泡处理范围内,以 7min 处理效果最好 (见图 4)。

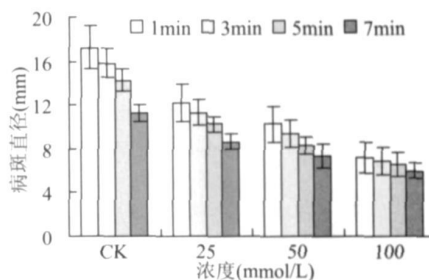


图 4 不同时间硅酸钠处理对损伤接种 *F. solani* 的影响

3 讨论

采后硅酸钠处理可有效的抑制马铃薯的干腐病。该结果与前人在苹果梨和甜瓜上的抑腐结果相一致^[5,6]。硅酸钠处理对病原物生长的直接抑制原因可能与其降低了菌体细胞的渗透压,导致菌丝、孢子的收缩和折叠,使菌丝不能正常形成孢子和诱导产品产生抗病性有关。据报道,硅处理的甜瓜和黄瓜体内过氧化物酶和几丁质酶活性明显增强^[4,8],这两种酶活性的提高是寄主抗性增强的重要生化因子^[9],过氧化物酶可通过影响木质素的合成以及细胞壁蛋白的交联而参与细胞壁的强化过程^[10],而几丁质酶则属病程相关蛋白,与诱导抗病性密切相关^[11],可直接分解病原真菌的细胞壁^[12]。与此同时,硅处理还可诱导植物体内的植保素合成^[13,14]。由此可以确定,硅盐处理确实可以诱导植物产生抗病性,至于硅处理后马铃薯体内的抗性反应如何,尚有待今后进一步研究。考虑到硅资源的丰富以及使用的安全,其在采后防腐中的应用前景将十分广阔。

参考文献:

[1]王琪明,王拱辰. 浙江马铃薯干腐病原研究初报 [J]. 植物病理学报, 1995, 25 (2): 148.
 [2]李荣改. 不用化学药剂防治马铃薯干腐病 [J]. 河北农业科学, 1994 (4): 31.
 [3]El Ghouth A. M an ipulation of defense system with elicitors to control post-harvest disease [A]. in C L Wilk-son, M E W isni ewski eds Biological Control of Postharvest Diseases [C]. Theory and Practice CRC press Boca Roton FL 153~ 167.

(下转第 218 页)

产生另外一个问题: 尿素与酒液中的乙醇结合形成氨基甲酸乙酯。氨基甲酸乙酯被怀疑具有致癌性, 美国葡萄酒工业和食品药物管理局一致认为果酒中的氨基甲酸乙酯含量不得超过 $15\mu\text{g/L}$ 。研究表明, 当果汁中精氨酸的浓度大于 1000mg/L 时, 将导致酒中产生的氨基甲酸乙酯超过 $15\mu\text{g/L}$ ^[9]。

脯氨酸降解途径的第一步是在线粒体中进行的, 需要分子氧作为氢的受体。在厌氧发酵条件下, 脯氨酸不能作为氮源利用, 因为缺乏分子氧参与化学反应(分子氧不是起催化作用), 而使脯氨酸降解。脯氨酸通透酶也需要氧来表达, 因此, 其只是在好氧条件下的良好氮源, 脯氨酸在缺氧条件下不能被细胞吸收。

参考文献:

- [1] 岳俊波, 杨冬松. 浅谈红葡萄酒陈酿中游离氨基酸的含量对风味的影响[J]. 酿酒, 2001(3): 83.
- [2] 岳强. 荔枝酒的酿造及后处理研究[D]. 华南理工大学硕士学位论文, 2006. 54-63.
- [3] 曾新安, 于淑娟. 酿造过程中葡萄酒氨基酸的变化[J]. 酿酒科技, 2006(4): 50-51.
- [4] 陆健, 曹钰. 葡萄酒中氨基甲酸乙酯的研究[J]. 食品与发酵工业, 1996 79-82.
- [5] S Q Liu, G J Pilon. A Review: Arginine metabolism in wine lactic acid bacteria and its practical significance[J]. Journal of Applied Microbiology, 1998, 315-327.
- [6] Jeffrey E Christensen, Edward G Dudley. Peptidases and amino acid catabolism in lactic bacteria[J]. Antonie van Leeuwenhoek, 1999 217-246.
- [7] 李记明, 李华. 葡萄酒成分分析与质量研究[J]. 食品与发酵工业, 1994(2): 30-35.
- [8] 秦含章编著. 葡萄酒分析化学[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1991. 692-700.
- [9] Y Iva Ardo. Flavor formation by amino acid catabolism[J]. Biotechnology advance, 2006, 24: 238-242.
- [10] 杨幼慧, 等. 荔枝酒发酵工艺研究[J]. 酿酒科技, 2004 129-131.
- [11] 宫英振, 梁双波, 等. 苹果酒中高级醇生成的研究[J]. 食品科技, 2004, 83-85.
- [12] 陈勇, 曾新安, 等. 中国主产干红葡萄酒中氨基酸含量对照与探讨[J]. 食品与发酵工业, 2003.
- [13] M E Arena, M C Manca de Nadra. Biogenic amine production by Lactobacillus[J]. J of Applied Microbiology, 2001, 90: 158-162.
- [14] Laura Prijs-Nicolaï, Gilles de Revel, Alain Bertrand, Alain Maujean. Formation of flavor components by the reaction of amino acid and carbonyl compounds in mild conditions[J]. J Agric Food Chem, 2000 48: 3761-3765.
- [15] Chi-Kuen S. Pyrazine formation from amino acids and reducing sugars: a pathway other than strecker degradation[J]. J Agric Food Chem, 1998, 46: 1515-1517.
- [16] Huang Z, Ough C S. Amino acid profiles of commercial grape juices and wines[J]. Am J Enol Vitic, 1991, 42: 261-267.
- [17] Ough C S, Huang Z, And, Stevens D. Amino acid uptake by four commercial yeasts at two different temperatures of growth and fermentation: effects on urea excretion and reabsorption[J]. J Enol Vitic, 1991, 42: 26-40.
- [18] 盖宝川, 籍保平, 等. 苹果酒发酵过程中酵母对氨基酸利用的研究[J]. 食品与发酵工业, 2005, 34-36.
- [19] [美] Roger B. Boulton 等著, 赵光整等译. 葡萄酒酿造学原理及应用[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2001. 4. 148-173.
- [4] Bi Y, Tian S P, Guo Y R, et al. Sodium silicate reduces postharvest decay on Ham melons induced resistance and fungistatic effects[J]. Plant Dis, 2006 90: 279-283.
- [5] 郭玉蓉, 陈德蓉, 毕阳, 等. 硅化物处理对甜瓜白粉病的抑制效果[J]. 果树学报, 2005 22(1): 35-39.
- [6] 郭玉蓉, 葛永红, 毕阳, 等. 采后硅酸钠处理对苹果梨黑斑病的影响[J]. 食品科学, 2003 24(12): 22-24.
- [7] Carver T L W, Zeyen R J, Ahlstrand G G. The relationship between insoluble silicon and success or failure of attempted primary penetration by powdery mildew (Erysiphe graminis) gemmings on barley[J]. Physiological Plant Pathology, 1987, 31: 133-148.
- [8] Chérif M, Asselin A, Bélanger R R. Defense responses induced by soluble silicon in cucumber roots infected by Pythium spp[J]. Phytopathology, 1994 84: 236-242.
- [9] Kombrink E, Somssich I E. Defense responses of plants to pathogens[J]. Adv Bot Res, 1997, 21: 1-34.
- [10] Brisson L F, Tenhaken R, Lamb C J. Function of oxidative cross-linking of cell wall structural proteins in plant disease resistance[J]. Plant Cell, 1994(6): 1703-1712.
- [11] Shewry P R, Lucas J A. Plant proteins that confer resistance to pests and pathogens[J]. Adv Bot Res, 1997, 26: 135-192.
- [12] VanLoon L C. Induced resistance in plants and the role of pathogenesis-related proteins[J]. Euro J Plant Pathol, 1997, 103: 753-765.
- [13] Fave A, Abou-Zail M, Menzies J G, et al. Silicon-mediated accumulation of flavonoid phytoalexins in cucumber[J]. Phytopathology, 1998, 88: 396-401.
- [14] Rodrigues F A, McNally D J, Datnoff L E, et al. Silicon enhances the accumulation of diterpenoid phytoalexins in rice: a potential mechanism for blast resistance[J]. Phytopathology, 2004 94: 177-183.

(上接第 191 页)