

黄瓜、番茄冷害以及黄瓜温度预处理与多胺的相关性

范华 冯双庆 赵玉梅

(中国农业大学食品科学系,北京 100094)

摘要: 测定了2℃和13℃下黄瓜及4℃和16℃下番茄中的腐胺和亚精胺含量。结果表明,冷害发生前,黄瓜和番茄中的多胺含量呈上升趋势,冷害发生后,其含量呈下降趋势;温度预处理在减轻黄瓜冷害的同时,延长了腐胺含量增加的过程。

关键词: 冷害; 多胺; 腐胺; 亚精胺; 黄瓜; 番茄

中图分类号: S609.3

冷害是冷敏果蔬运输、贮藏和包装中造成损失最严重的问题之一^[1,2]。目前,有多种冷害机制的假说^[1-3],大部分认为细胞膜结构的损伤导致一系列冷害症状出现^[1,3]。多胺则对膜有保护作用^[3-5]。因此,多胺与冷害之间可能存在的某种联系是值得探讨的。

多胺是生物体代谢过程中产生的具有生物活性的低分子量脂肪族含氮碱。多胺能通过自身所带的正电荷与膜上的阴离子成分如磷脂相互作用,加固膜的双分子层结构^[4-6]。同时,多胺能有效地清除自由基^[6-8]。阻止脂类过氧化物的形成,减轻膜的损伤。Wang等^[8]发现西葫芦中多胺含量的增加与冷害的减轻相一致,但仍不能证明多胺对防止冷害是否必需,还不清楚多胺在其他水果和蔬菜中是否也有同样的作用。本试验研究了黄瓜和番茄的冷害及黄瓜温度预处理与多胺的相关性,为探索冷害的机制及减轻冷害提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料 “夏丰1号”黄瓜,采自马连洼一队秋大棚。挑选成熟度一致,大小适中,无机械伤的瓜条进行试验。

“佳粉1号”番茄,采自马连洼三队秋大棚。挑选果顶发白,大小适中,无机械伤的绿熟果实进行试验。

化学药品:丹磺酰氯(DNS),腐胺和亚精胺(A. R, Singma company);高氯酸、碳钠和甲醇(A. R 国产)。

1.2 处理方法 将黄瓜分别放入(2±0.1)℃(冷害温度)和(13±0.1)℃(非冷害温度)的控温冰柜中贮藏。温度预处理是将黄瓜放入(13±0.1)℃控温冰柜中贮藏2d后移入(2±0.1)℃控温冰柜中贮藏至实验结束。

将番茄分别放入(4±0.1)℃(冷害温度)和16℃(非冷害对照温度)下贮藏。

1.3 多胺的提取和检测方法

①多胺的提取和衍生化:采用Flores^[9]和Wang^[10]的方法。

②多胺的测定:衍生化后用高效液相色谱测定。液谱型号为SP8000B。反相C₁₈不锈钢柱。

收稿日期: 1995-03-20

进样条件:流动相是甲醇和水(甲醇:水=87:13),流速是 $1.0\text{ mL}\cdot\text{min}$,柱温为 $(40\pm 0.1)\text{ }^\circ\text{C}$,进样量为 $10\text{ }\mu\text{L}$ 。荧光检测器(岛津 RF-510C),激发波长 365 nm ,发射波长 510 nm 。

2 结果与分析

2.1 “夏丰1号”黄瓜的冷害及温度预处理与多胺的关系

2.1.1 冷害与多胺的关系 试验对受冷害和非受冷害的黄瓜中多胺含量进行了测定(图1)。 $2\text{ }^\circ\text{C}$ 下黄瓜果皮中的腐胺(Put)迅速增加,并于第3 d 达到整个贮藏过程的最大值,随后逐渐下降。 $2\text{ }^\circ\text{C}$ 贮藏的前7 d,Put 含量明显高于 $13\text{ }^\circ\text{C}$ 对照,(7 d 以后则低于 $13\text{ }^\circ\text{C}$,两处理 Put 值差异显著(5%)。

$2\text{ }^\circ\text{C}$ 下果皮中的亚精胺(Spd)第5 d 达最高值(图1)。Spd 的最大值比Put 的最大值晚2 d 出现,可能因为Spd 的合成要以Put 为前体。贮藏5 d 后, $2\text{ }^\circ\text{C}$ 下的Spd 含量逐步下降。 $13\text{ }^\circ\text{C}$ 处理黄瓜果皮中的Spd 在整个贮藏期间缓慢下降。与 $13\text{ }^\circ\text{C}$ 相比, $2\text{ }^\circ\text{C}$ 贮藏黄瓜中Spd 含量始终保持较高水平,两处理Spd 含量差异显著(5%)。

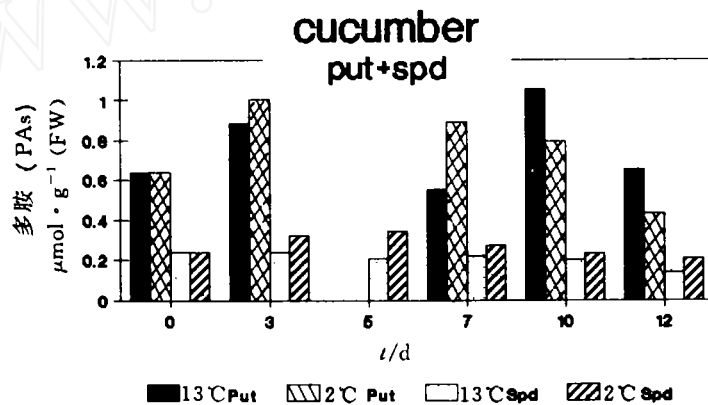


图1 冷害对黄瓜果皮中Put 和Spd 含量的影响

Fig.1 Effect of chilling injury on Put and Spd content of cucumber fruit skin

黄瓜果皮中的Put 和Spd 分别在 $2\text{ }^\circ\text{C}$ 贮藏的前3 d 和前5 d 迅速增加的原因,可能是黄瓜组织对低温的一种防预反应,即通过大量合成多胺来稳定细胞膜。这种冷胁迫引起多胺含量增加的现象与Smith 等人^[6]提出的胁迫及逆境导致多胺累积相符。但随着在 $2\text{ }^\circ\text{C}$ 下贮藏时间的延长,冷害发生且冷害指数增加,黄瓜中的多胺下降。可能是黄瓜的多胺代谢发生了紊乱。

实验又对 $2\text{ }^\circ\text{C}$ 贮藏黄瓜的果皮细胞膜电解质渗透率进行了研究,发现第15 d 时比初始值增加了11 倍;而 $13\text{ }^\circ\text{C}$ 对照的果皮细胞膜渗透率在15 d 内变化幅度只有2.4 倍。可见,黄瓜贮藏在 $2\text{ }^\circ\text{C}$ 下,细胞膜受到破坏。此外, $2\text{ }^\circ\text{C}$ 贮藏的黄瓜因受到冷害,升温后腐烂严重, $13\text{ }^\circ\text{C}$ 对照的黄瓜腐烂指数在试验期间均为零。实验认为 $13\text{ }^\circ\text{C}$ 是黄瓜的适宜贮藏温度。

2.1.2 温度预处理与多胺的关系 本试验采用温度预处理减轻冷害,即将黄瓜在 $13\text{ }^\circ\text{C}$ 预贮2 d 后移入 $2\text{ }^\circ\text{C}$ 贮藏。试验结果见图2。温度预处理黄瓜果皮中Put 含量呈逐步增加趋势,第10 d 达到最大值。 $2\text{ }^\circ\text{C}$ 贮藏黄瓜果皮中的Put 含量在第3 d 升至最大值,随后呈下降趋势。与 $2\text{ }^\circ\text{C}$ 处理相比,温度预处理在减轻黄瓜冷害症状的同时,延长了P 含量持续增加的时间,并使Put 含量保持较高水平。多胺具有稳定膜,清除自由基的作用^[3,4,6,8],而细胞膜是冷害的原发场所。因此,温度预处理使黄瓜中Put 含量增加,可能与其减轻冷害作用有关。经过

温度预处理的黄瓜,贮藏15 d后细胞膜渗透率增加了4倍,而2℃冷害对照同期细胞膜渗透率增加了近11倍。可见,温度预处理能减轻冷害引起的膜损伤。此外,温度预处理的腐烂率和冷害指数较低,分别为冷害对照的22.2%和33.3%。图2还表明,温度预处理黄瓜果皮中Spd的变化趋势与2℃处理的基本相同,含量略低于2℃处理。温度预处理黄瓜的Put含量增加,而Spd含量没有明显增加,Put可能是“夏丰1号”黄瓜中的优势多胺。

2.2 “佳粉1号”番茄的冷害与多胺的关系

番茄在4℃下贮藏15 d左右发生冷害(图3)。4℃贮藏的番茄果皮中的Put含量逐步增加,第15 d达到最大值,这可能是番茄对低温的一种反应。第15 d后,番茄的冷害症状开始出现,果皮中Put含量也迅速下降,最后3 d又有所回升,可能番茄中多胺的代谢由于冷害的影响而出现紊乱。16℃处理的番茄果皮中Put含量保持稳定,始终低于冷害对照。

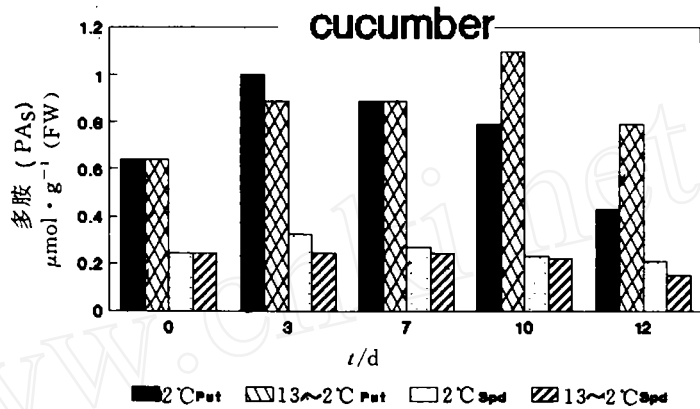


图2 温度预处理对黄瓜果皮中Put和Spd含量的影响
Fig. 2 Effect of temperature preconditioning on Put and Spd content of cucumber fruit skin

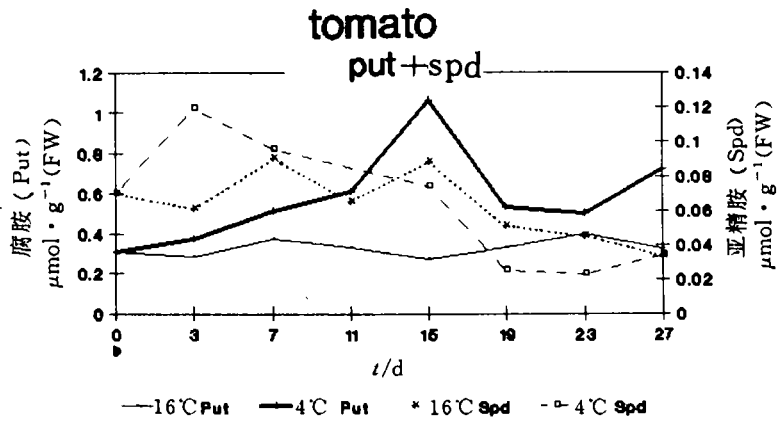


图3 冷害对番茄果皮中Put和Spd含量的影响
Fig. 3 Effect of chilling injury on Put and Spd content of tomato skin

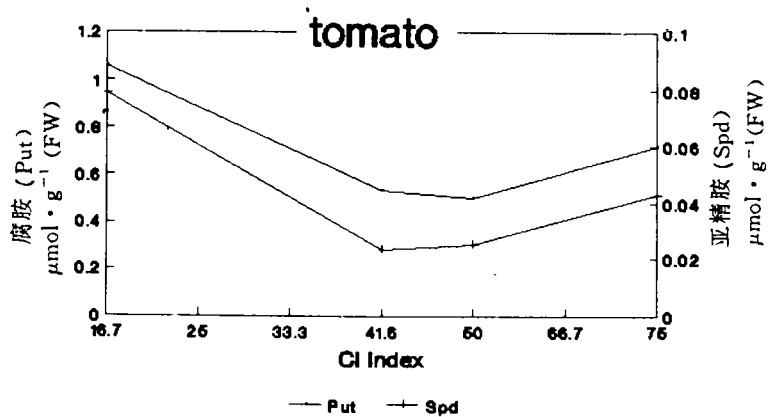


图4 番茄冷害指数与Put和Spd含量的关系
Fig. 4 The correlation of the chilling injury index with Put and Spd content of tomato skin

从图3还可以看出,4℃引起番茄果皮中 Spd 的急剧增加,第3 d 达到最高峰,随后 Spd 含量下降。16℃下番茄果皮中 Spd 含量较稳定,缓慢下降。4℃番茄果皮中 Spd 含量3 d 后开始下降,而 Put 含量15 d 后才下降,可能与冷胁迫导致由 Put 合成 Spd 的途径受阻有关。

冷害症状出现后,两种多胺均随冷害指数的升高而下降(图4)。冷害指数达到50%之前,Put 和 Spd 都急剧下降;冷害指数达到50%以上后,多胺含量有所回升,可能是由于冷害引起番茄中多胺代谢紊乱所致。

3 结论

①“夏丰1号”黄瓜在2℃下3 d 出现冷害。冷害前,黄瓜中的多胺含量呈上升趋势;冷害后,多胺含量下降。温度预处理使黄瓜冷害推迟4 d 出现,果皮中的腐胺含量在贮藏的前10 d 一直增加,最后2 d 下降。2℃和温度预处理黄瓜果实中的多胺含量均显著高于13℃对照。

②“佳粉1号”番茄在4℃贮藏15 d 发生冷害。冷害前,番茄果皮中的腐胺含量逐步增加,第15 d 达到最大值,然后呈下降趋势,但始终显著高于16℃对照。4℃下番茄中的亚精胺含量在冷害前明显高于16℃对照,冷害后低于16℃对照。

参 考 文 献

- 1 么克宁,于梁,周山涛. 甜椒冷藏温度及冷害的研究. 园艺学报,1986,13(2):119~124
- 2 Lyons J M. Chilling injury in plants. *Ann Rev Plant Physiol*, 1973, 24:445~466
- 3 Kramer G F, Wang C F. Correlation of reduced chilling injury with increased spermine and spermidine levels on zucchini squash. *Plant Physiol*,1989, 76:479~484
- 4 Mager J. The stabilizing effect of spermine and related polyamines on bacterial protoplasts. *Biochem Biophys Acta*, 1959, 36:529~531
- 5 Roberts D R, Dumbroff E B, Thompson J E. Exogenous polyamines alter membrane fluidity-a basis for potential misinterpretation of their physiological role. *Planta*, 1986, 167:395~401
- 6 Smith T A. Polyamines. *Ann Rev Plant Physiol*, 1985, 36:117~143
- 7 潘瑞炽. 多胺是植物生长发育的调节物. 植物生理学通讯,1985,(1):63~68
- 8 Kramer G F, Wang C F. Effect of chilling and temperature preconditioning on the activity of polyamine biosynthetic enzymes in zucchini squash. *J Plant Physiol*, 1990, 134: 115~119
- 9 Flore H E, Galston A W. Analysis of polyamines in higher plants by high performance liquid chromatography. *Plant Physiol*, 1982, 69: 701~706
- 10 Wang C Y, Ji Z J. Effect of low oxygen storage on chilling injury and polyamines in zucchini squash. *Sci Hort*, 1989, 39:1~7

The Correlation of Polyamines with Chilling Injury of Cucumber and Tomato and the Treatments for Alleviating Chilling Injury

Fan Hua Feng Shuangqing Zhao Yumei
(Dept. of Food Science, CAU, Beijing 100094)

Abstract: The correlation of polyamines with chilling injury of cucumber and tomato and the treatments for alleviating chilling injury were studied, the chilling injury (CI) symptoms of the "Xia Feng" cucumber appeared after 3 days exposure to 2°C, the levels of put in cucumber increased before the appearance of the CI occurred. The temperature preconditioning treatment significantly reduced CI in cucumber, and the levels of put increased at the same time, but the levels of Spd in preconditioned cucumber was slightly lower than the control. The CI symptoms of the "Jia Fen" tomatoes appeared after 15 days exposure to 4°C, under this temperature, Put levels in tomatoes rose between days 1 and 15, the levels fell after 15 days, but remained higher than the control (16°C). The levels of Spd in 4°C increased between days 1 and 3, and decreased after 3 days.

Key words: chilling injury (CI); polyamines; Put; Spd; cucumber; tomato