

温度、赤霉素和乙烯处理对采后豌豆苗 纤维合成及品质变化的影响

刘尊英 姜微波 赵玉梅 冯双庆

(中国农业大学 食品科学与营养工程学院,北京 100083)

摘要 研究了温度、赤霉素和乙烯处理对采后豌豆苗(*Pisum sativum* L.)纤维合成和品质变化的影响。结果显示,采后豌豆苗在7和13℃低温贮藏72 h后,纤维素含量分别比20℃贮存的对照低55.1%和33.7%,叶绿素和可溶性糖含量显著高于对照;赤霉素抑制了采后豌豆苗的纤维合成并延缓叶绿素、蛋白质及可溶性糖含量的下降;乙烯则促进了纤维合成,并加速叶绿素、蛋白质、可溶性糖含量的下降。测定表明,低温显著抑制了纤维合成相关的酶如苯丙氨酸解氨酶、多酚氧化酶、肉桂醇脱氢酶和过氧化物酶的活性;低温和赤霉素能延缓采后豌豆苗品质下降,而高温和乙烯则加速豌豆苗品质下降。

关键词 豌豆苗;纤维素;品质;赤霉素;乙烯

中图分类号 S 609.3

文章编号 1007-4333(2003)01-0075-03

文献标识码 A

Effects of temperature, gibberellic acid and ethylene on fiber synthesis and quality of excised pea seedlings

Liu Zunying, Jiang Weibo, Zhao Yumei, Feng Shuangqing

(College of Food Science and Nutritional Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China)

Abstract The effects of temperature, gibberellic acid and ethylene on fiber synthesis and quality of excised pea seedlings (*Pisum sativum* L.) were studied. The fiber content of the seedling stored at 20℃ was 55.1% and 33.7%, higher than those stored at 7 and 13℃, respectively. The chlorophyll and total soluble sugar levels of seedlings stored at 7 and 13℃ were remarkably higher than those stored at 20℃. The fiber synthesis was retarded by gibberellic acid (GA), but enhanced by ethylene. The decomposition in soluble protein, chlorophyll and soluble sugar were inhibited by GA, but stimulated by ethylene. Low temperature reduced the activities of the enzymes related to fiber synthesis, including phenylalanine deaminase, polyphenol oxidase, cinnamyl alcohol dehydrogenase and peroxidase. It was suggested that the quality of the pea seedling was improved by GA and low temperature, but reduced by ethylene and high temperature.

Key words pea seedlings; fiber; quality; gibberellic acid; ethylene

植物的离体器官在无光照、无各种养分供给的条件下,很多成分如蛋白、可溶性糖、叶绿素及VC的含量逐渐下降^[1,2]。但嫩叶及苗芽等植物器官离体后的纤维(纤维素、木质素)的含量却逐渐上升,导致这类蔬菜采后质地老化、食用品质迅速下降。对植物组织纤维合成途径及调控因素的研究已有报道,但主要是针对正常生长的植物器官茎干部纤维的合成^[3,4]。目前对植物器官离体后组织内的纤维

合成及调控因素尚缺乏了解。这类研究将有助于了解植物器官离体后组织内的纤维合成与调控机理,为延缓叶类蔬菜采后品质下降奠定理论基础。

离体豌豆苗组织中纤维含量迅速增加,是纤维合成代谢的理想试材。本研究以离体豌豆苗为模型系统,对纤维合成相关的酶类如苯丙氨酸解氨酶、肉桂醇脱氢酶、过氧化物酶和多酚氧化酶等酶活性变化分析结果表明,低温和赤霉素均显著抑制纤维的

收稿日期:2002-07-30

基金项目:中、以农业研究基金资助项目(SIARF2001-04)

作者简介:刘尊英,博士研究生;姜微波,教授,博士生导师,联系作者,主要从事果蔬采后生理与贮藏保鲜技术的研究,

E-mail:jiangwb@public.gb.com.cn

合成,而乙烯则促进纤维化进程。

1 材料与方法

供试豌豆苗 (*Pisum sativum* L.) 购自北京市郊区。豌豆苗长至 8~10 cm 时切割采收,用塑料薄膜密封包装,分别置 7、13 和 20 °C 下避光贮存 72 h。赤霉素处理:用 20 $\mu\text{g g}^{-1}$ 赤霉素浸泡 15 min。乙烯处理:将采收的豌豆苗持续置于乙烯体积分数为 100 $\mu\text{L L}^{-1}$ 的塑料薄膜帐内。用清水浸泡 15 min 的豌豆苗为对照。以上 3 个处理均在 20 °C 保湿、避光贮存 72 h。每个处理 2 kg 豌豆苗,重复 3 次。

纤维含量、叶绿素和可溶性糖含量参照李合生的方法测定^[5],可溶性蛋白用 Bradford 法测定^[6],以牛血清蛋白 (BAS) 制作标准曲线。苯丙氨酸解氨酶 (PAL) 活性参照 Kouko 的方法测定^[7],肉桂醇脱氢酶 (CAD) 活性参照 Goffner 的方法进行测定^[8],多酚氧化酶 (PPO)、过氧化物酶 (POD) 活性测定分别参照 Galeazzi、Hammerschmidt 的方法进行^[9,10]。

2 结果

2.1 贮藏温度对豌豆苗品质变化的影响

采后豌豆苗纤维含量呈增加趋势(图 1),20 °C 贮存 72 h 后,纤维含量增至 4.273 %,而 7 和 13 °C 贮存的纤维素含量分别为 1.92 % 和 2.83 %,比 20 °C 贮存分别降低了 55.1 % 和 33.7 %。采后豌豆苗叶绿素降解迅速,20 °C 贮藏 36 h 后,叶绿素含量下降了 25.3 %,72 h 后,下降了 41.0 %,此时豌豆苗大部分组织已呈现黄色,而 7 和 13 °C 贮存的豌豆苗叶绿素含量下降幅度仅为 14.2 % 和 18.9 %。

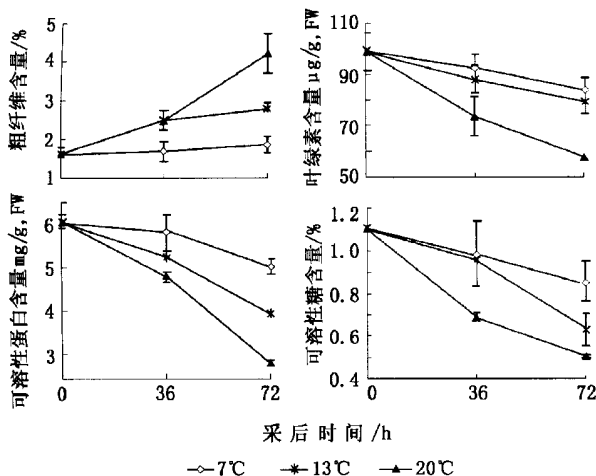


图 1 贮藏温度对豌豆苗品质变化的影响

Fig. 1 Effects of storage temperature on the qualities of pea seedlings

采后豌豆苗蛋白含量呈自然下降趋势,0~24 h 蛋白含量下降较慢,24 h 后下降较快,72 h,7 和 13 °C 贮存的蛋白含量分别比 20 °C 贮存的高了 91.9 % 和 39.8 %,低温显著抑制了蛋白质降解。

采后豌豆苗组织中可溶性糖含量呈下降趋势,36 h,7 和 13 °C 贮存的糖含量分别比 20 °C 贮存的高 42.2 % 和 39.0 %;72 h,7 °C 贮存的糖含量分别比 13 和 20 °C 贮存高 35.4 % 和 68.1 %。

2.2 乙烯和赤霉素对豌豆苗品质变化的影响

采后豌豆苗在 20 °C 贮存 60 h 后,赤霉素处理粗纤维含量最低(表 1),分别比对照和乙烯处理低 12.8 % 和 31.9 %,说明赤霉素可延缓采后豌豆苗纤维化进程,降低粗纤维含量。采后 60 h,赤霉素处理的叶绿素、可溶性糖含量分别比对照高 53.88 % 和 39.09 %,比乙烯处理高 96.49 % 和 23.39 %。乙烯处理的可溶性蛋白含量比对照低 11.34 %,赤霉素处理对采后豌豆苗蛋白含量影响较小。

表 1 乙烯及赤霉素对豌豆苗采后品质的影响

Table 1 Effects of gibberellic acid or ethylene on the qualities of pea seedlings

测定项目	对照	乙烯处理	赤霉素处理
粗纤维/%	3.19 \pm 0.34 *	4.08 \pm 0.41	2.78 \pm 0.40
叶绿素 ($\mu\text{g g}^{-1}$,FW)	62.7 \pm 0.95	49.1 \pm 5.35	96.48 \pm 4.96
可溶性蛋白质/%	0.388 \pm 0.011	0.344 \pm 0.031	0.385 \pm 0.012
可溶性糖/%	0.440 \pm 0.095	0.496 \pm 0.36	0.612 \pm 0.054

注:豌豆苗在室温下放置 60 h 后进行上述指标的检测。

2.3 贮藏温度对豌豆苗酶活性变化的影响

采后豌豆苗 PAL 酶活性迅速升高(图 2),36~72 h,趋于平缓;20 °C 贮存的 PAL 活性始终高于 7

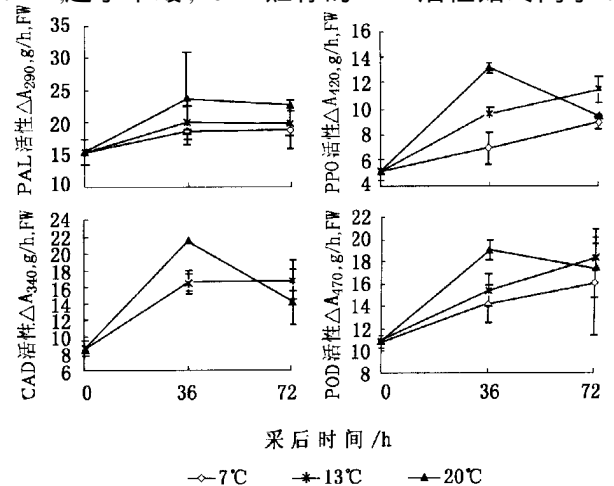


图 2 贮藏温度对豌豆苗酶活性变化的影响

Fig. 2 Effects of storage temperature on the enzyme activities of pea seedlings

和 13 ℃ 处理。采后豌豆苗 PPO 活性明显增强, 20 ℃ 贮存 36 h, PPO 活性即达到高峰, 分别比同时观测的 7 和 13 ℃ 贮藏的酶活性高 88.5% 和 36.2%。采后 36 ~ 72 h, 20 ℃ 贮存的酶活性开始下降, 7 和 13 ℃ 贮藏的酶活性仍呈逐渐上升趋势。采收后豌豆苗 CAD 活性迅速上升, 36 h 在 20 ℃ 贮藏的 CAD 活性达到高峰, 分别比同时观测的 7 和 13 ℃ 贮藏的酶活性高 29.6% 和 31.6%, 之后迅速下降; 而 7 和 13 ℃ 贮藏的豌豆苗 CAD 活性缓慢上升。采后豌豆苗 POD 活性呈上升趋势, 36 h 后, 20 ℃ 贮藏的豌豆苗 POD 活性达到峰值, 比同时观测的低温贮藏的豌豆苗 POD 活性高 34% 以上。

3 讨论

以食用幼嫩植物组织的苗、芽类蔬菜, 采后往往因纤维含量迅速上升品质下降失去食用价值。一般认为低温能降低植物组织呼吸代谢速率延缓采后衰老进程。本研究结果表明, 降低贮藏温度能显著抑制采后豌豆苗纤维化速率, 有效地抑制可溶性糖和蛋白质等营养成分的下降以及因叶绿素降解而引起的黄化。这些结果与其他材料的研究结果是一致的^[1]。赤霉素在延缓采后豌豆苗叶绿素、可溶性糖和蛋白质下降的同时, 还显著地抑制了纤维化进程; 但外源乙烯不但促进采后豌豆苗品质下降, 还加速纤维化、老化进程。

PAL、PPO、CAD 和 POD 参与植物体内酚类物质代谢, 是纤维化过程中的关键酶类。已有研究表明, 植物体纤维含量增加与 PAL 酶活性升高和 CAD 酶活性变化有关^[11]。本研究结果进一步表明, 豌豆苗采收后, 在无光照、无各种养分供给的条件下, 其组织内的纤维合成代谢仍在继续进行, 纤维化过程相关的酶 PAL、PPO、CAD 和 POD 活性均不同程度上升。7 和 13 ℃ 低温贮存明显延缓了豌豆苗采后粗纤维含量的增加, 并显著地抑制了 PAL 和 CAD 活性的上升, 而 20 ℃ 贮藏则促进了 PAL、PPO、CAD 和 POD 活性迅速上升, 加速豌豆苗采后纤维合成。本研究结果表明低温抑制采后蔬菜纤维化进程与几种

酶活性变化有关。但是目前尚不清楚低温抑制纤维化进程的机理, 既可能是抑制了相关酶类的合成速率也可能是钝化了这类酶的活性, 或兼而有之。这方面还有待进一步的研究。

参 考 文 献

- [1] Lers A, Jiang WB, Lomanic E, et al. Gibberellic acid and CO₂ additive effect in retarding postharvest senescence of parsley [J]. J Food Sci, 1998, 63: 66 ~ 68
- [2] Jiang W, Zhou X, Zhao Y, et al. Identification of a senescence related protease in coriander leaves [J]. Chinese Science Bulletin, 2002, 47 (13): 1096 ~ 1099
- [3] Nicholas C, Claudia V. A recipe for cellulose [J]. Science, 1998, 279: 672 ~ 673
- [4] Jauanin L, Gujon T, Nadai V, et al. Lignification in transgenic poplars with extremely reduced caffeic acid O-methyltransferase activity [J]. Plant Physiol, 2000, 123: 1363 ~ 1373
- [5] 李合生. 植物生理生化分析方法 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2000
- [6] Radford M M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein dye binding [J]. Anal Biochem, 1976, 72: 248 ~ 254
- [7] Koukol J, Conn E E. The metabolism of aromatic and properties of the phenylalanine deaminase of *Hordeum vulgare* [J]. J Biol Chem, 1961, 236 (10): 2692 ~ 2698
- [8] Goffner D, Joffroy I, Gima PJ, et al. Purification and characterization of isoforms of cinnamyl alcohol dehydrogenase from *Eucalyptus xylem* [J]. Planta, 1992, 188 (1): 48 ~ 53
- [9] Galeazzi A M, Sgarbieri V, Costantinides S M. Isolation, purification and physiol chemical characterization of polyphenol oxidase from dwarf variety of banana (*Musa carentishii*) [J]. J Food Sci, 1981, 46: 150 ~ 155
- [10] Hammerschmidt R, Kuc J. Lignification as a mechanism for induced systemic resistance in cucumber [J]. Physi Plant Path, 1982, 20: 61 ~ 71
- [11] Stephane H C H, Anthony L, Claude H. Activities of enzymes involved in lignification during the postharvest storage of etiolated asparagus spears [J]. Physiologia Plantarum, 1992, 86: 474 ~ 478