

苹果梨果皮衰老及褐变的研究^{*}

吴明江¹, 于 萍¹, 潘 林¹, 刘武林²

(1. 克山师范专科学校, 克山 161601; 2. 东北师范大学, 长春 130024)

摘要: 贮藏过程中, 苹果梨果皮酚类物质含量降低, 褐变程度加深。果皮失水及膜脂过氧化作用导致组织膜透性增大及区域化分布破坏是褐变反应的主要原因。

关键词: 苹果梨; 果皮; 衰老; 褐变

中图分类号: S661.01 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-2767(2000)04-0014-02

Study on the Senescence and Browning of the Pericarp of Apple-pear

Wu Mingjiang¹, Yu Ping¹, Pan Lin¹, Liu Wulin²

(1. Department of biology, Keshan Teachers College, Keshan, 161601;

2. Life of School, Northeast Normal University, Changchun 130024)

Abstract The phenolics content in the pericarp of apple-pear decreases and the browning level increases during storage. The main reasons of browning reaction are the destruction of compartmentation of phenolics and polyphenol oxidase in cells and the increase of membrane permeability because of the water loss and the membrane lipid peroxidation in the pericarp.

Key words apple-pear; pericarp; senescence; browning

1 前言

苹果梨 (*Pyrus ussuriensis* var. *ovoidea* XP. *pyrifolia*) 是吉林省的优质梨品种, 但因其果皮薄脆, 酚类物质含量高, 在贮运过程中极易因机械损伤和病菌感染而发生褐变。在正常贮藏过程中果点处褐变逐渐加深并扩大。已知果皮多酚氧化酶 (PPO) 活性和酚类物质含量皆高于其它部位^[1], 而正常细胞中 PPO 和酚类物质呈区域分布, 说明细胞内区域化破坏是褐变反应发生的先决条件^[2]。为此, 我们研究了苹果梨的膜脂过氧化等问题, 试图找出其与褐变的关系。

2 材料与方法

2.1 试验材料 苹果梨由延边龙井果树所提供, 一部分置室内贮藏, 一部分置地道中自然减温贮藏 (见表 1)。地道内湿度在 10 月份近 100%, 以后逐渐降低, 室内湿度平均 70%。每次至少随机取 10 个果实作测定样品, 各生理指标间隔 10 天测定一次。

2.2 果皮含水量 常规烘干法测定

2.3 果皮 V_C 含量 用 2,4-二硝基苯肼法^[3]测定。

表 1 贮藏期间的温度 (°C) 变化

地点	贮藏天数 (d)						
	0	10	20	30	40	50	60
室内	19.5	15.5	13.5	20.5	20.0	19.5	19.0
地道	12.0	11.5	9.5	6.0	5.0	4.5	3.0

2.4 丙二醛 (MDA) 含量 按李柏林等方法^[4]测定。

2.5 组织膜透性 取果皮圆片 (直径 0.5cm, 厚度 0.3cm) 约 15 片, 重 2g, 置三角烧瓶中, 加入 20ml 无离子水, 25°C 保温 2h 后用电导率仪测实际电导率; 然后将三角烧瓶置沸水浴中煮沸 10min, 测其绝对电导率。以相对电导率数值表示组织膜透性大小。

2.6 过氧化物酶活性 取果皮 2g, 加入 0.1M 磷酸缓冲液 (pH6.5) 6ml, 研磨、离心 (1400rpm,

* 收稿日期: 2000-03-06

作者简介: 吴明江 (1963-), 男, 副教授, 理学硕士, 从事植物发育生理研究和教学工作。

min⁻¹, 30min), 取上清液, 按杨文政的方法^[3]测定过氧化物酶活性 可溶性蛋白含量按张志良方法^[5]测定

- 2.7 PPO活性 按董占梅的方法^[1]测定。
- 2.8 总酚含量 用 10% 三氯乙酸抽提, 参考 Swaim and Hillis的方法^[1]于 680nm 波长比色测定

3 结果与讨论

3.1 果皮细胞失水与褐变的关系 贮藏过程中, 苹果梨果皮逐渐变黄, 红色逐渐消失, 皮孔处褐色斑点逐渐扩大, 颜色逐渐加深, 以室温贮藏的苹果梨更明显。植物细胞的正常代谢是在水分相对饱和的状态下进行的, 在贮藏过程中果皮的含水量降低。那么, 果皮失水与衰老和褐变有什么关系呢? 由表 2可知, 果皮含水量的变化与酚类物质含量及 PPO 活性呈现正相关与膜透性的变化呈负相关。贮藏后期, 果皮

失水较多, 酚类物质含量及膜透性变化较大, 室温贮藏的苹果梨变化更明显。在正常情况下, 细胞内的酚与多酚氧化酶区域化分布, 不能产生褐变反应, 只有酚酶与底物酚接触, 在有氧条件下能产生褐化反应^[2]。从酶学角度来看, 原生质脱水凝聚, 导致作为蛋白质的 PPO 易变性失活, 分析这是室温贮藏的苹果梨果皮 PPO 活性低的原因。从细胞学观点看, 由于果皮失水, 导致细胞膜结构损伤, 使膜透性增大, 细胞内物质外泄, 增加了酶与底物的接触机会, 这也是为什么室温贮藏条件下的苹果梨的 PPO 活性低, 而酚却氧化消耗的多, 褐变程度高的原因。此外, 从底物角度看, 酚类物质从液泡中泄出, 可直接与空气中的氧接触, 而自发氧化, 也可与 PPO 及其它氧化酶结合发生氧化聚合反应, 说明酚类物质氧化不单纯是 PPO 作用的结果。

表 2 苹果梨贮藏期内与褐变有关的各生理指标变化

指标		贮藏天数 (d)						
		0	10	20	30	40	50	60
含水量	低温	78.21	77.52	77.13	76.70	76.40	76.25	75.94
	(%)							
总酚含量	室温	78.21	77.17	76.43	75.84	75.06	74.18	72.92
(mg 单宁·g ⁻¹)(FW)	低温	0.097	0.094	0.090	0.083	0.076	0.067	0.050
	室温	0.097	0.091	0.082	0.067	0.053	0.042	0.034
相对电导率	低温	0.358	0.369	0.392	0.438	0.486	0.541	0.597
	室温	0.358	0.384	0.471	0.553	0.621	0.695	0.876
MDA含量	低温	4.73	9.61	13.86	21.74	26.25	50.46	88.21
	(mmol·g ⁻¹)(dw)							
Vc含量	室温	4.73	15.21	30.72	60.84	101.46	157.82	221.17
(mg·100g ⁻¹)(FW)	低温	38.42	38.17	37.26	36.04	34.97	32.41	30.89
	室温	38.42	36.16	33.46	29.83	25.27	20.91	16.24
POD活性	低温	41.06	41.97	42.83	43.65	44.71	45.82	47.16
	(OD·min ⁻¹ mg ⁻¹ pr)							
PPO活性	室温	41.06	42.91	45.03	47.76	50.82	55.24	64.67
(OD ₃₂₅ ·min ⁻¹ mg ⁻¹ pr)	低温	366	354	339	317	301	287	253
	室温	366	348	306	274	231	187	129

3.2 膜脂氧化与褐变的关系 果实采后贮藏过程是一个自然的成熟与衰老过程, 主要表现为膜结构及酶的变化。膜结构的变化, 一是物理原因, 如细胞失水造成的机械损伤, 二是化学原因, 如膜脂氧化。在正常情况下, 细胞内膜系统受谷胱甘肽、抗坏血酸等抗衰老物质的保护, 随着细胞内氧化酶活性的增加, 抗坏血酸等还原物质被氧化, 含量降低, 膜脂氧化加强, 产物 MDA 含量增加。

POD(过氧化物酶)能催化酚类物质(包括花青素和类黄酮)的氧化和聚合以及谷胱甘肽和抗坏血酸的氧化分解及膜脂过氧化^[6-7]。结果表明, 贮藏期

内 POD 活性、MDA 含量、膜透性逐渐增加, Vc 含量逐渐降低, 说明 POD 具有促进衰老和褐变的作用。它一方面使 Vc 等抗衰老物质分解, 另一方面直接作用于膜脂过氧化, 使膜透性增加。

膜脂氧化产物 MDA 的积累会进一步加速衰老进程^[6]。因此, 贮藏期内 MDA 含量增加又反过来增加膜透性的变化, 使酚酶与酚类物质相接触而发生反应, 使褐变程度进一步加深。

综上所述, 果实的成熟、衰老和褐变是自然发生的一系列相关事件。褐变是酚类物质氧化的结果, (下转第 30 页)

表 3 链霉素的诱导效果

处理 (mg /l)	可利用薯数 (个)					平均
	1	2	3	4	5	
20	9	7	8	7	6	7. 4
30	10	10	9	12	10	10. 2
40	7	8	6	6	5	6. 4
50	7	6	7	10	8	7. 6

表 4 6- BA的诱导效果

处理 (mg /l)	可利用薯数 (个)					平均
	1	2	3	4	5	
0. 5	3	3	4	5	4	3. 8
3	7	6	6	6	5	6. 0
5	11	7	10	8	10	9. 2
10	3	7	4	6	5	5. 0

2. 2 早大白、克新 4 号、大西洋、克新 12 品种试验效果 (见表 5) 从表 5 结果可看出: 东农 303 品种适宜用链霉素诱导结薯, 适宜浓度为 30mg /l, 可利用薯数平均为 10. 2 个, 诱导率为 118%; 早大白品种适宜用 6- BA 诱导结薯, 适宜浓度为 10mg /l, 可利用薯数平均为 11. 0 个, 诱导率为 122%; 克新 4 号品种适宜用链霉素诱导结薯, 适宜浓度为 50mg /l, 可利用薯数平均为 7. 4 个, 诱导率为 162%; 大西洋品种适宜用 6- BA 诱导结薯, 适宜浓度为 5mg /l, 可利用薯数平均为 12. 0 个, 诱导率为 120%; 克新 12 品种适宜用链霉素诱导结薯, 适宜浓度为 50mg /

(上接第 15 页)

酚类物质的氧化包括自发氧化和酶促氧化; 酚类物质的氧化关键在于细胞膜透性的改变和区域化的破坏; 膜结构的改变受多因素影响, 其中 POD 起着很重要的作用, 它既可作用于膜脂氧化, 又可作用于酚类物质氧化。总之, 褐化反应是多因素作用的结果, 受果实自身发育状况和环境条件的影响, 低温条件能减少苹果梨果皮失水, 降低其代谢水平, 延缓褐化反应的进程, 从而达到贮藏保鲜的目的, 若配以塑膜包装则效果更佳

参考文献:

[1] 董占梅. 苹果梨的酶促褐变 [A]. 吉林: 东北师范大学研究生毕

业论文 [D], 1990.

表 5 不同品种的诱导效果

品种	最高诱导率 (%)			最多可利用薯数 (个)	
	6- BA	链霉素	提高率	6- BA	链霉素
早大白	122	166	36	11. 0	9. 2
克新 4 号	116	162	40	7. 8	7. 4
大西洋	120	112	- 7	12. 0	8. 8
克新 12	138	162	17	7. 0	7. 4

2. 3 供试材料受污染度 所有供试材料用链霉素处理的培养基在试验过程中污染率 2%, 而用 6- BA 处理的培养基的污染率为 1%, 这说明链霉素在诱导结薯过程中还具有抑制污染的作用

马铃薯不同品种因其具有品种特性, 对于链霉素、6- BA 诱导结薯的反应也有所不同, 反映在结薯数量、结薯整齐度等方面, 所以选择不同试剂, 不同浓度处理针对每一个品种都很重要, 此项研究仅针对黑龙江省几个主栽品种和特殊用途品种作了初步试验调查, 其结果仍需实践考证不断完善

参考文献:

[1] 耿玉轩, 等. 马铃薯微型薯大量诱导条件的探索 [A]. 中国生物工程学会论文集 [C], 北京: 中国生物工程学会, 1997. 99.

[2] 郝震龙, 等. 抗生素在马铃薯微型薯诱导中的作用 [A]. 中国生物工程学会论文集 [C], 北京: 中国生物工程学会, 1997. 99-100.

[3] 鞠志国, 等. 莱阳仕梨果实褐变与多酚氧化酶及酚类物质区域化分布的关系 [J]. 植物生理学报, 1988, (4): 356~ 361.

[4] 杨文政. 果树生理研究技术 [M]. 河南科学技术出版社. 1984.

[5] 李柏林, 等. 燕麦叶片衰老与活性氧代谢的关系 [J]. 植物生理学报, 1989, (1): 6~ 12.

[6] 张志良. 植物生理学实验指导 [M]. 北京: 高等教育出版社, 1990.

[7] 林植芳, 等. 采后荔枝果实中氧化和过氧化作用的变化 [J]. 植物学报, 1988, (4): 382~ 387.

[8] 吴明江, 等. 植物过氧化物酶的生理作用 [J]. 生物学杂志, 1994, (6): 14~ 16.