

栽培环境及贮存期对番茄果实内番茄红素含量的影响

何春玫¹, 林莹², 李红梅¹

(1. 广西农业职业技术学院, 广西 南宁 530007; 2. 广西大学, 广西 南宁 530004)

摘要: 研究了栽培环境及贮存期等因素对番茄内番茄红素含量的影响, 结果表明, 栽培季节、栽培设施和贮存期对番茄红素含量均有影响。栽培季节对年丰及佳粉品种的影响较大, 对金丹1号影响较小; 温度对红熟后期和过熟期的番茄红素含量影响较大; 4月份各成熟度果实的番茄红素含量及增长速度均高于1月份果实。栽培设施对金丹1号和年丰番茄红素含量的影响相当; 夏季番茄红素合成速度为露地>大棚。在贮存过程中, 各品种番茄红素含量均呈现先升后降的趋势, 未施用乙烯利催熟剂的番茄均为第10天时含量最高, 随后下降; 施用乙烯利的番茄第5天开始下降。

关键词: 番茄; 栽培季节; 栽培设施; 贮存期

中图分类号: S641.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-3268(2010)05-0093-05

番茄红素是一种脂溶性的天然类胡萝卜素, 广泛存在于红色的成熟果实中, 在番茄果实中含量较高^[1]。据美国研究证明, 番茄红素具有预防癌症、延缓衰老、保护心血管、保护皮肤等功用^[2], 从而成为近年来的研究热点之一。番茄红素作为一种重要的植物化学品、抗氧化剂, 日益受到人们的普遍关注, 我国科技界也开始重视和加强番茄红素的研究开发。前人研究发现, 番茄果实中番茄红素含量受到遗传和环境因子的共同调控, 番茄品种及外部环境等因素均会影响其含量^[3,4]。鉴此, 在广西南宁市的自然条件下, 研究了栽培环境及贮存期对番茄果实内番茄红素含量的影响。

1 材料和方法

1.1 试验材料、仪器和试剂

试验材料为露地和大棚栽培的番茄年丰(红色大果)、金丹1号(红色樱桃型小果)、佳粉(粉红色大果), 由广西现代农业展示中心提供。

800B 台式离心机, 上海安亭科学仪器厂; VIS-7220 型可见分光光度计, 北京瑞利分析仪器公司; AL204 电子天平, 梅特勒-托利多仪器(上海)有限公司; 多功能食品搅拌机, 任发电器实业有限公司。

苏丹I(色素); 石油醚, 分析纯; 无水乙醇, 分析纯; 丙酮, 分析纯; 去离子水(自制)。

1.2 试验方法

1.2.1 提取流程 番茄样品→水洗后预处理→准确称量→无水乙醇洗涤→3000 r/min 离心处理 10 min→用丙酮:石油醚(1:1)20 mL 避光浸提滤渣 1.5 h→水洗除去丙酮→测定上层有机相体积→移取 1 mL 提取液以石油醚定容至 10 mL→以石油醚为空白测定吸光度。

1.2.2 测定方法

1.2.2.1 番茄红素提取液的定性测定 将提取液于 1 cm 比色皿内, 在波长为 400~700 nm 范围内进行可见光吸收光谱扫描。

1.2.2.2 番茄红素的定量测定 番茄红素的定量测定方法参考《番茄酱中番茄红素的测定方法 GB/T 14215-93》和张连富的测定方法^[5]。准确称取 0.025 g 精制苏丹I, 用无水乙醇溶解后定容于 50 mL 容量瓶中, 摇匀。然后, 准确吸取 0.26、0.52、0.78、1.04、1.30 mL 分别注入一组 50 mL 容量瓶中, 用无水乙醇稀释至刻度, 摇匀后即相当于 0.5、1.0、1.5、2.0、2.5 mg/L 番茄红素的标准溶液。然后, 用 1 cm 比色皿, 在番茄红素抽提液的最大吸收波长(472 nm)下, 以蒸馏水为空白溶液, 分别测定吸光度。以测得的

收稿日期: 2009-11-30

作者简介: 何春玫(1975-), 女, 广西陆川人, 讲师, 主要从事轻工技术与工程研究。E-mail: hcm2063285@yahoo.com.cn

吸光度为纵坐标,苏丹I标准溶液所相当的番茄红素浓度为横坐标,绘制标准曲线(图1)。被测样品在与上述测定相同条件下测定吸光度,根据标准曲线计算番茄红素含量。

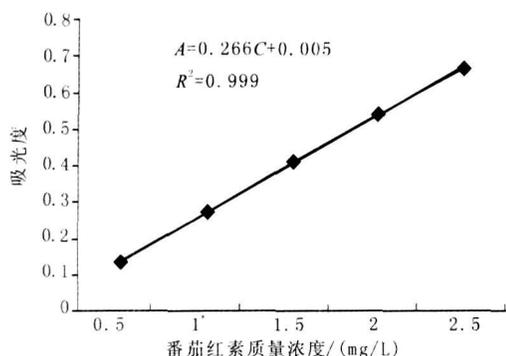


图1 苏丹I标准曲线及回归方程

1.2.3 栽培季节对不同番茄品种的番茄红素含量的影响 2009年1月20日、3月25日、4月25日随机选取大棚栽培的,坚熟期的金丹1号、年丰、佳粉第3果穗,分别测定样品果实中番茄红素含量。

1.2.4 栽培季节对不同成熟度番茄果实内番茄红素含量的影响 2009年1月20日、4月25日随机选取大棚种植的年丰番茄,于变色期(果实着红面积不超过10%)、红熟后期(果实着红面积70%~90%)、坚熟期(果实全红,但果实坚硬,没有软化)、过熟期(果实全红,且果实组织软化)等4个成熟度的第3果穗果实,分别测定样品果实中番茄红素含量。

1.2.5 栽培设施对不同番茄品种的番茄红素含量的

影响 2009年4月25日随机选取露地栽培和大棚栽培的第3果穗坚熟期年丰和金丹1号,分别测定样品果实中番茄红素含量。

1.2.6 栽培设施对不同成熟度番茄果实内番茄红素含量的影响 2009年4月25日随机选取露地栽培和大棚栽培年丰品种番茄,设变色期、红熟后期、坚熟期、过熟期等4个成熟度处理。分别测定样品第3果穗果实中番茄红素含量。

1.2.7 贮存期对番茄果实内番茄红素含量的影响

1.2.7.1 贮存期对未施用乙烯利催熟剂的番茄果实内番茄红素含量的影响 2009年3月16日随机选取大棚栽培的坚熟期第3果穗的金丹1号果实;2009年4月1日随机选取露地栽培的坚熟期的第3果穗的年丰果实。

1.2.7.2 贮存期对施用乙烯利催熟剂的番茄果实内番茄红素含量的影响 2009年4月1日随机选取红熟期露地栽培第3果穗的年丰果实喷施乙烯利催熟剂。

以上番茄均贮存于通风避光处,分别于贮存第1天、第5天、第10天、第15天、第20天测定样品果实中番茄红素含量。

2 结果与分析

2.1 番茄红素提取液的光谱特性

按1.2.1提取流程提取番茄红素后,取滤液稀释一定倍数,选用1cm比色皿在波长为400~700nm范围进行可见光吸收光谱扫描,结果见图2。

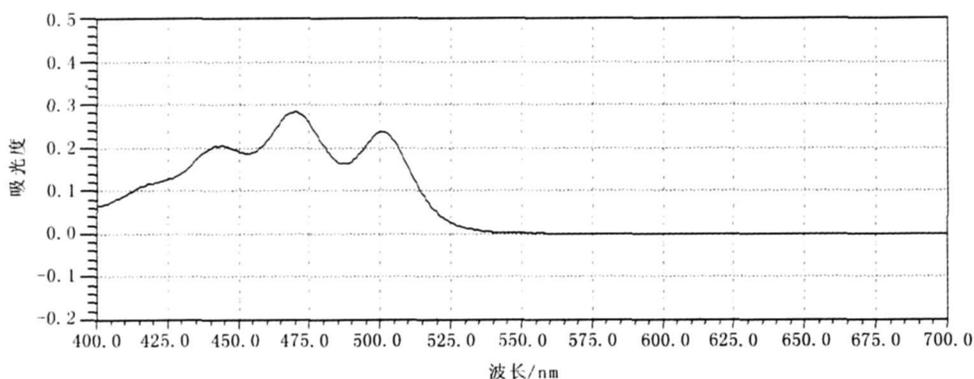


图2 番茄红素提取液在石油醚中的可见光吸收光谱扫描图谱

从图2可以看出,样品提取液在444nm、472nm、502nm处各有一个吸收峰,其中最大吸收为472nm,与文献报道的番茄红素标准品的吸收特性^[6]完全一致,说明提取液中含有番茄红素。经分析,番茄红素在502nm的测得值为最大吸收峰(472nm)测得值的84.40%,此时β-胡萝卜素等杂

质的干扰较小^[7],测得结果基本为番茄红素含量。

2.2 栽培季节对不同番茄品种的番茄红素含量的影响

从图3可以看出,1月份,大棚内平均温度为16.5℃,适宜于番茄红素生物合成,金丹1号、年丰、佳粉的含量分别为2.873、1.746、1.391μg/g。3月

份,大棚内平均温度为 24.3℃,更适宜于番茄红素生物合成,3个品种的番茄红素含量均有所增加,分别比1月份的增加5%、21%、26%。1月20日—3月25日温度适宜,年丰和佳粉番茄红素含量增长速度较快,可见在适宜番茄红素合成的温度范围内,随着温度升高,对佳粉番茄果实内番茄红素的合成影响最大,对年丰的影响次之,对金丹1号的影响最小。4月份,大棚内温度达27.6℃,金丹1号的含量变化很小,仅比3月份的减小0.2%,年丰和佳粉则分别增加10%和1.2%。可见,栽培季节对不同番茄品种的番茄红素含量的影响不同。

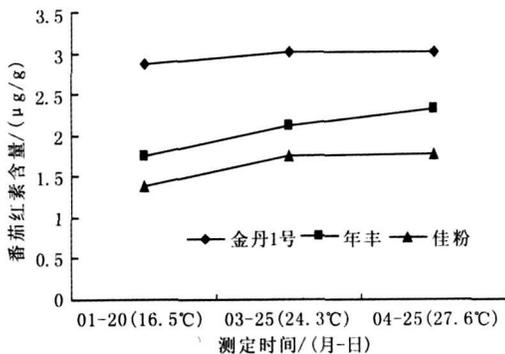


图3 不同栽培季节对不同番茄品种番茄红素含量的影响

2.3 栽培季节对不同成熟度番茄果实内番茄红素含量的影响

从图4可以看出,南宁市夏季温度较高,4月份平均温度为22.2℃,适宜番茄红素合成;1月份南宁市平均温度为11.3℃,且光照时间较短,强度较弱,番茄红素合成速度较慢,在变色期,4月份采摘的番茄样品果实内番茄红素含量为0.386μg/g,为1月份的1.16倍,但含量均较低。至红熟后期,4月份番茄果实的含量迅速增加,为变色期的5.45倍,为1月份果实的1.49倍。至坚熟期,4月份果实含量稍有增加,为红熟后期的1.11倍,为1月份的1.33倍,增长速度稍低于1月份果实(1.23倍)。在过熟

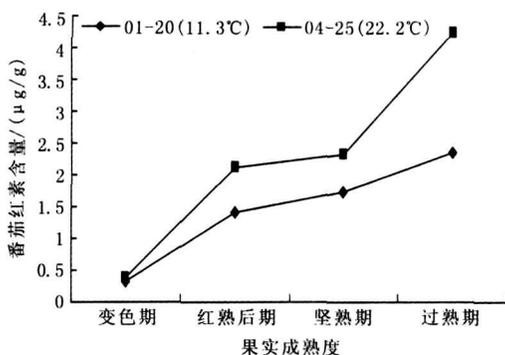


图4 栽培季节对各成熟度年丰番茄果实番茄红素含量的影响

期,4月份果实含量增加较快,为坚熟期的1.82倍,而1月份果实为坚熟期的1.35倍。可见,4月份果实的各成熟度番茄红素含量均高于1月份果实,在红熟后期和过熟期番茄红素含量增长速度也大于1月份果实,温度对实坚熟期和过熟期番茄果实的番茄红素含量影响较大,适宜的温度有利于番茄红素的合成。

2.4 栽培设施对不同番茄品种番茄红素含量的影响

从图5可以看出,在4月份,在适宜的温度和光照条件下,对于相同的番茄品种,露地种植的番茄果实内番茄红素含量均高于大棚种植的。在大棚种植条件下,金丹1号番茄果实内番茄红素含量均值为3.015μg/g,是年丰番茄的1.26倍;在露地种植条件下,金丹1号番茄果实内番茄红素含量为3.927μg/g,是年丰番茄的1.29倍。可见大棚种植或露地种植方式对金丹1号和年丰两种番茄内番茄红素含量的影响相当。

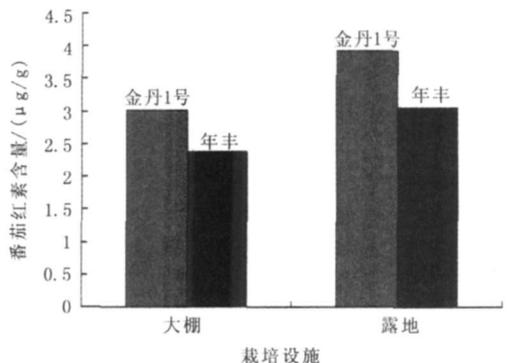


图5 栽培设施对不同番茄品种番茄红素含量的影响

2.5 栽培设施对不同成熟度番茄果实内番茄红素含量的影响

从图6可以看出,南宁市夏季(2009年4月平均温度为22.2℃),露地栽培番茄在变色期番茄红素含量与大棚栽培的含量接近,含量均很低。在充足的阳光和适宜的温度下,露地栽培的番茄红素含量在红熟后期增加较迅速,比变色期增加5.84倍,为大棚栽培的1.23倍。大棚栽培番茄进入坚熟期后,番茄红素含量仅增加0.10倍;露地栽培番茄的含量增加0.17倍,为大棚栽培的1.30倍。随后,大棚栽培番茄逐渐进入过熟期,果实组织开始变软,番茄红素含量较坚熟期增加0.82倍;而露地栽培番茄在过熟期,番茄红素含量迅速增加,可达坚熟期2.20倍,为大棚栽培的1.58倍。可见,栽培设施对各成熟度番茄红素含量均有影响,在夏季,阳光充

足, 温度适宜, 露地栽培番茄自红熟期至过熟期番茄红素含量增加较快, 而大棚内温度过高, 番茄成熟过快, 番茄红素合成速度次之。

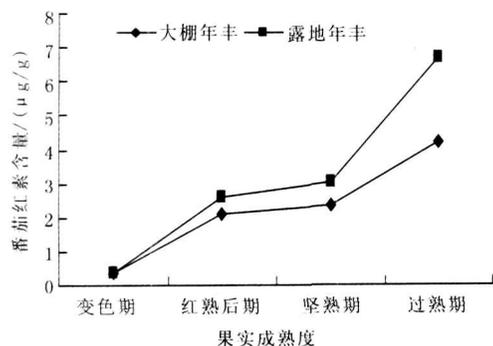


图6 栽培设施对各成熟度年丰果实番茄红素含量的影响

2.6 贮存期对番茄果实内番茄红素含量的影响

2.6.1 贮存期对未施用乙烯利催熟剂的番茄果实内番茄红素含量的影响

从图7可以看出, 随着贮存时间不同, 番茄果实中番茄红素含量不同。在贮存过程中, 3种番茄的番茄红素含量均呈现先升后降的趋势。金丹1号(大棚)番茄和年丰(露地)番茄在种植过程中均未喷施催熟剂, 在采摘第1天测得番茄红素含量相对较低, 分别为 $3.103 \mu\text{g/g}$ 、 $2.512 \mu\text{g/g}$, 生食番茄果实口感、风味较好, 汁少味甜, 略青涩。贮存10d内, 随着贮存时间增加, 番茄红素含量迅速增加。金丹1号樱桃型小番茄前5d番茄红素增加速度较快, 可达到采摘第1天的3.29倍; 6~10d番茄红素增加速度稍减缓, 第10天的含量为采摘第1天的4.55倍, 第5天的1.38倍。露地种植的大果型年丰番茄在贮存第5天番茄红素含量为第1天的1.64倍; 6~10d番茄红素含量增加速度加快, 达采摘第1天的4.21倍, 第5天的2.56倍。至第10天时生食上述2种番茄果实, 口感、风味均好, 汁较前稍多, 味甜。贮存10d后, 番茄红素含量逐渐下降。贮存第15天, 樱桃型金丹1号小番茄番茄红素含量稍有下降, 较第10天减少2.70%; 而大果型年丰番茄的含量则快速下降, 较第10天减少23.1%; 2种番茄果实外观品质变化均不大, 仅果皮颜色变暗红, 果实均较为坚硬, 果皮无发皱现象, 生食口感、风味均好, 汁较前多, 味甜。贮存第20天时, 金丹1号番茄红素含量继续稍有下降, 较第15天减少5.55%。年丰番茄的含量则下降较快, 较第15天减少10.7%。此时2种番茄果实外观均为暗红色, 约有1/3样果在果肩处有果皮起皱现象, 果肉组织开始软化, 生食口感、风味稍差, 汁多有酸味, 但均尚可食用。

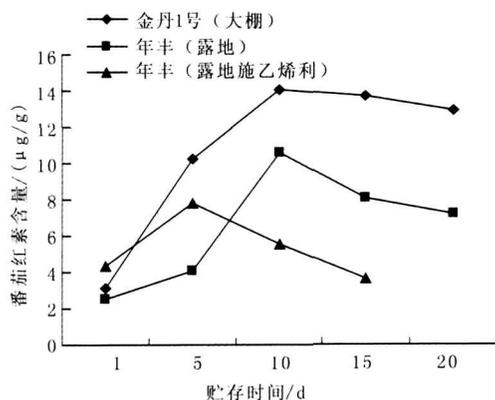


图7 不同贮存期对不同番茄品种果实内番茄红素含量的影响

2.6.2 贮存期对施用乙烯利催熟剂的番茄果实内番茄红素含量的影响

从图7可以看出, 年丰果实采摘第1天时番茄红素含量很高, 甚至超过金丹1号, 高达 $4.332 \mu\text{g/g}$, 但生食口感、风味较差, 汁多味淡, 触摸果实较未喷施催熟剂的年丰软, 剥皮生食仍有较重药味。贮存5d内番茄红素含量增加较快, 为采摘第1天的1.90倍, 增长幅度稍大于未喷施催熟剂露地种植年丰番茄, 此时有约1/5番茄果实开始变软。贮存5d后番茄红素含量和番茄外观品质下降较快, 第10天番茄红素含量比第5天减少32.4%, 约60%番茄果实软化, 100%果实果肩起皱; 第15天时番茄果实100%组织软化, 果皮变皱, 有约1/5开裂出水, 并伴有药臭味, 番茄红素含量已低于采摘第1天的, 番茄果实已无食用价值; 贮存至第20天时, 约4/5果实样品已腐烂甚至霉变, 完全失去利用价值, 因此不再测定其第20天番茄红素含量。

综上分析, 在番茄红熟期喷施催熟剂虽可缩短番茄果实成熟时间, 提前上市, 但番茄红素的最高含量低于相同条件种植、未施催熟剂的番茄, 且番茄的耐贮性极差, 口感、风味也差, 残留在果皮的药剂不利于食用者健康。

3 结论

1) 在适宜温度内, 大棚种植的不同品种受季节影响大小顺序为: 佳粉 > 年丰 > 金丹1号; 温度较高时, 则为年丰 > 佳粉 > 金丹1号。在不同栽培季节, 番茄各成熟度的番茄红素含量受到的影响不同。4月份果实的各成熟度番茄红素含量及增长速度均高于1月份果实的, 温度对番茄果实红熟后期和过熟期的番茄红素含量影响较大。

2) 大棚种植或露地种植方式对 (下转第100页)

参考文献:

- [1] 王新军, 朱小强, 吴珍, 等. 丹参播种育苗技术的试验研究[J]. 商洛师专学报, 2004, 18(1): 87-89.
- [2] 丁桂英, 管青云, 李美霞, 等. 遮阳网覆盖对环境条件的影响及配套技术[J]. 现代农业科技, 2008(15): 127.
- [3] 唐慧骥. 育苗移栽、密度及摘花对丹参(*Salvia miltior-*

rhiza Bunge)产量及有效成分积累影响的研究[D]. 郑州: 河南农业大学, 2007.

- [4] 李淑如, 潘永存, 黄竹英, 等. 不同前茬作物对丹参产量与质量的影响[J]. 现代农业科技, 2009(13): 94-95.
- [5] 王晓云. 丹参栽培技术[J]. 现代农业科技, 2009(13): 2006(11X): 74-75.

(上接第 77 页)

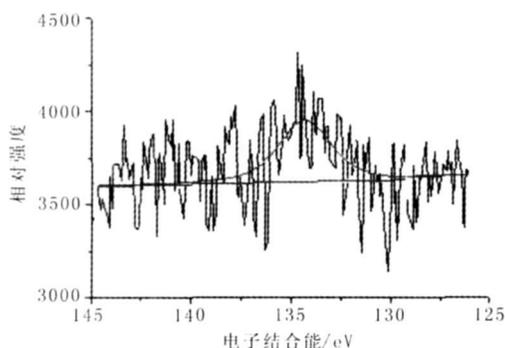


图 4 苹果表皮敌敌畏 P2p 的 XPS 图谱

3 讨论与结论

利用 X 射线光电子能谱, 通过对残留农药中特征元素 P 的探测, 能够解析得 2 种农药的代谢结构, 稳定性、重复性好, 并可进一步实现对苹果表皮的逐层剥离分析, 每层厚度可达 3~10 nm。该方法所具有的优势: 制样简单, 无须繁琐、复杂的前期准备工

作, 可对样品表面局部残留农药进行定点、定位分析, 为残留农药的检测提供了新的途径。

参考文献:

- [1] 胡海江, 谢红, 李俊虹. 开发植物绿色农药刻不容缓[J]. 科技资讯, 2006(9): 121.
- [2] 冯再平, 李建科. 甲胺磷毒性及其食品残留分析研究进展[J]. 中兽医医药杂志, 2003, 22(5): 40-42.
- [3] 吴正龙. X 光电子能谱分析中光电子峰和俄歇峰的干扰及消除[J]. 分析测试学报, 2005, 24(3): 45-47.
- [4] Peter T Thomas. Pesticide-induced immunotoxicity: Are greatlakes residents at risk[J]. Environmental Health Perspectives, 1995, 103(9): 55-61.
- [5] Jun-ichi Hasegawa, Masahiro Suzuki. Hypertanoulaminuria in O, O, S-trimethyl phosphorothioate toxicity in rats[J]. Industrial Health, 1988, 26: 215-223.
- [6] 石成春, 徐升, 傅彦斌, 等. 氧化乐果曲霉降解特性和中间产物的研究[J]. 中国环境科学, 2004, 24(2): 180-183.

(上接第 96 页) 金丹 1 号和年丰 2 种番茄内番茄红素含量的影响相当。栽培设施对番茄各成熟度的番茄红素含量有影响, 夏季温度较高, 番茄红素合成速度为露地> 大棚。

3) 在贮存过程中, 各品种番茄果实内番茄红素含量均呈现先升后降的趋势。未喷施催熟剂的番茄果实, 贮存期前 10 d 番茄红素均升高, 10 d 后降低, 耐贮性好, 在贮存 20 d 内风味及口感均较好。喷施催熟剂的番茄果实, 风味及口感均较差, 贮存前 5 d 番茄红素含量升高, 5 d 后快速降低, 易腐烂, 耐贮性很差。

参考文献:

- [1] 孙庆杰, 丁霄霖. 番茄红素的保健作用与开发[J]. 食品与发酵工业, 1997, 23(4): 72-75.

- [2] 廖彩霞, 闫春兰, 黄聪. 番茄红素的生理学功能研究现状[J]. 浙江中西医结合, 2004, 14(9): 592-593.
- [3] 曲瑞芳, 梁燕, 巩振辉, 等. 番茄不同品种间番茄红素含量变化规律的研究[J]. 西北农业学报, 2006, 15(3): 121-123.
- [4] 傅德明, 程昌凤, 余宏敏, 等. 土壤含水量对丰都红心柚番茄红素形成影响初探[J]. 现代农业科技, 2006(06S): 15, 17.
- [5] 张连富, 丁霄霖. 番茄红素简便测定方法的建立[J]. 食品与发酵工业, 2001, 27(3): 51-55.
- [6] 侯纯明, 何美. 番茄红素测定方法研究[J]. 沈阳化工学院学报, 2006, 12(4): 248-250.
- [7] 朱艳, 王见冬, 袁其朋, 等. 苏丹 I 替代番茄红素和 β -胡萝卜素标准品的研究[J]. 北京化工大学学报, 2005, 32(2): 16-19.