

胡萝卜贮藏期间 β -胡萝卜素含量的动态研究

张 平 吴增茹 王永健

(北京市农林科学院蔬菜研究中心, 北京 100089)

摘 要 对 4 个品种的胡萝卜(新黑田五寸人参、HERTAGE、XPH3910 和 TEBE)进行贮藏期间干物质和 β -胡萝卜素动态研究。结果表明,贮藏期间干物质含量(干/鲜)呈下降趋势。 β -胡萝卜素含量的变化受贮藏温度的影响,呈现四个阶段:第一阶段温度降低,肉质根进入休眠状态, β -胡萝卜素含量略有下降;第二阶段温度稳定,肉质根处于休眠状态, β -胡萝卜素含量稳定;第三阶段温度回升,生理休眠打破, β -胡萝卜素含量剧增,其增加量可达一倍以上;第四阶段温度缓慢升高,嫩芽不断生长, β -胡萝卜素含量开始降低。

关键词 胡萝卜 β -胡萝卜素 高效液相色谱法 贮藏

中图分类号 S631.209 文献标识码 A 文章编号 1000-7091(1999)03-0119-04

胡萝卜是营养价值很高的蔬菜,其胡萝卜素含量丰富。胡萝卜素有 α 、 β 、 γ 等几种异构体。其中以 β -胡萝卜素的生理作用最佳,可在人体内转化为维生素 A。另外 β -胡萝卜素本身也具有生物活性,它在体内可消除自由基,抑制过氧化物的形成,有研究表明, β -胡萝卜素在防癌、抗癌方面亦具有显著的作用^[1]。故在胡萝卜育种、栽培、加工等过程中,胡萝卜素的含量始终是一项重要指标。

本研究选定 4 个不同品种的胡萝卜:新黑田五寸人参、HERTAGE、XPH3910 和 TEBE,以干物质及 β -胡萝卜素含量的变化为指标,找出该 4 个品种在贮藏期间营养物质含量变化规律,为胡萝卜贮藏条件的控制以及合理选择胡萝卜食用、加工、饲用时间提供了依据。

1 材料和方法

1.1 材料

4 个不同类型的胡萝卜品种,其中新黑田五寸人参为日本品种,HERTAGE、XPH3910 和 TEBE 为美国 ASGROW 种子公司(北京市蔬菜研究中心的合作单位)提供的优良品种。新黑田五寸人参:NANTES 类型,根色桔红,中熟品种;HERTAGE:长 NANTES 类型,根色深桔红,晚熟品种;XPH3910: DANVER 类型,根色桔红,早熟品种;TEBE: NANTES 类型,根色浅桔红,中熟品种。

1.2 实验仪器与试剂

高效液相色谱仪:用于 β -胡萝卜素含量的测定。为 WATERS 公司生产,Maximax820 色

谱工作站, 两台 510 型输液泵进行梯度洗脱, 490 型紫外/可见检测器 450 nm 处检测, WISP712 自动进样器, Nova-pak C₁₈(3. 9×150 mm), 柱前加同型保护柱。

ZJ1-1 型温湿度计; 用于胡萝卜肉质根贮藏时的环境监测。
液谱所用水为比电阻达 18MΩ 以上的超纯水, 其它试剂均为市售分析纯试剂。

1. 3 方法

胡萝卜贮藏期间的取样: 1996 年 7 月 25 日播种新黑田五寸人参、HERTAGE、XPH 3910、TEBE 4 个品种于北京市蔬菜研究中心的实验圃内(圃内同时还播种其它的胡萝卜育种材料 170 份)。每个品种播 4 垄, 每垄 1 行, 至 10 月 26 日收获。胡萝卜收获后, 进行田间筛选, 选择根形整齐、颜色鲜美、表面光滑、没有分叉和裂口、无病虫害的肉质根, 置于阴凉处风干 2 d, 留 0. 5~1. 0 cm 叶柄切去叶子。之后将胡萝卜贮藏 in 适温 1~3℃, 湿度 90%~95% 的地窖中, 并用 ZJ1-1 型温度计监测贮藏条件的变化。贮藏期自 1996 年 10 月 28 日至 1997 年 2 月 27 日, 其间第一次取样始于 1996 年 11 月 27 日, 以后每隔 1 月取样一次, 共取样 4 次。取样方法为: 在每个品种中随机选取胡萝卜肉质根若干, 洗净, 擦干后在避光处(以免胡萝卜素分解)将每根胡萝卜等分纵切成 4 份, 取其 1/4 切成 1~2 mm 厚的小片, 混匀, 称取 100~200 g 左右的鲜样, 放于表面皿, 将此批鲜样编号后置于-40℃低温冰箱中保存。

样品的制备: 从-40℃冰箱中取出保存的鲜样, 于真空冷冻干燥机中干燥, 冻干样品称重, 计算干物重后, 磨碎, 干粉样品置样品瓶中, 在干燥器中避光保存。

精确称取干粉样品 1 g, 加石油醚 30 mL, 搅拌提取 10 min, 4 000 r/min 离心 5 min, 取上清液于旋转蒸发瓶中, 重复上操作 3 次, 40℃旋转蒸干, 加正己烷定容到 10 mL, 经 0. 45 μm 微孔滤膜过滤后, 用外标法进行 HPLC 分析。全部操作过程均在避光或钠光灯下完成, 以防止β-胡萝卜素的光解。
标准曲线的制备: 取 5 mg 包装β-胡萝卜素标准品(Sigma Co.), 稀释成梯度浓度, 经 0. 45 μm 微孔滤膜过滤后, 进行 HPLC 分析。以β-胡萝卜素的标样量对峰面积作图, 得标准曲线, 相关系数 r=0. 998。

色谱条件^[2 3]: 色谱柱: Nova-pak C₁₈ 3. 9 ×150mm; 流动相(表 1): A 甲醇:水=90:10 (v/v), B100%乙酸乙酯; 检测器: UV-VIS 490, 450nm, 1. 5AUFS; 进样法: 自动进样器, 进样体积 20 μL。

2 结果与分析

和我们通常所认为的相反, 在贮藏过程中胡萝卜中干物质的含量(干/鲜)并未因水分的散

表 1 洗脱梯度

时间 (min)	流速 (mL/min)	流动相比例	
		A%	B%
0	1. 0	100	0
10	1. 0	10	90
12	1. 0	10	90
14	1. 0	100	0
20	1. 0	100	0

表 2 胡萝卜贮藏期间干物质含量(干/鲜)变化

取样日期	新黑田五寸人参 (%)	HERTAGE (%)	XPH 3910 (%)	TEBE (%)
11-27	11. 1	13. 0	13. 3	11. 9
12-27	10. 6	13. 1	12. 8	11. 9
01-27	10. 0	12. 3	12. 6	12. 1
02-27	10. 1	11. 4	12. 4	11. 7

失而增加(当然通过对贮藏条件的控制,要将水分散失限制在最小范围内),反而减少了(见表 2)。这表明在此期间肉质根因呼吸代谢作用,不断消耗碳水化合物,从而导致干/鲜比例下降,影响了胡萝卜的品质,因此降低温度(0~5℃),抑制呼吸,在胡萝卜贮藏起着重要作用。

图 1 显示了胡萝卜贮藏期间β-胡萝卜素含量的动态变化,由图 1 可以看出β-胡萝卜素含量变化分为 4 个明显阶段。第一阶段从采收到 11 月底,此间气温不断下降,胡萝卜肉质根从成熟采收时的生理活跃期进入休眠状态(生理休眠或强制休眠),β-胡萝卜素含量略有下降,这可能是由于生理状态的较大变化,造成了部分β-胡萝卜素的转化或降解。第二阶段从 11 月底至 1 月份,此期间贮藏温度趋于稳定,肉质根处于休眠期,生理活动很低,β-胡萝卜素含量很稳定,几乎没有什么变化。第三阶段从 1 月初到 2 月中旬,此时虽然贮藏温度较稳定,且保持一个十分有利于贮藏的水平(1.5℃左右),但胡萝卜各品种都已开始萌动(见表 3),β-胡萝卜素含量的迅速提高,其增加量均在一倍以上(新黑田五寸人参为 136%,HERTAGE 为 121%,XPH3910 为 175%,TEBE 为 193%)。这表明此时胡萝卜的生理休眠已经被打破,肉质根的新陈代谢加快,各种酶和激素类物质被激活,因而导致了β-胡萝卜素含量的大幅度增加。第四阶段从 2 月中旬到 2 月底,此时贮藏温度逐渐升高,嫩芽不断长长,β-胡萝卜素含量将呈逐渐降低趋势。

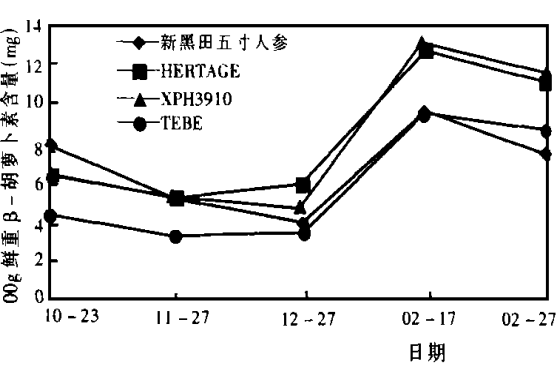


图 1 胡萝卜贮藏期间β-胡萝卜素含量动态变化

表 3 贮藏期间温湿变化和胡萝卜种株生芽(芽长)情况

月份	温度范围(%)	湿度范围(%)	取样日期	新黑田五寸人参(cm)	HERTAGE(cm)	XPH3910(cm)	TEBE(cm)
11 月	4~9	75~90	01~27	0	0	0	0
12 月	2~5.5	85~95	12~27	3	0	0	1
1 月	0~2.5	90~95	01~27	5~7	1	1	4~5
2 月	2.5~5.5	90~95	02~27	7~8	3~6	1~3	1~5

3 结论与讨论

在以往的研究中^[4,5],大都认为胡萝卜在贮藏期间,其β-胡萝卜素含量是逐渐降低的。但此次研究中,我们发现实际的情况并非如此。就国内胡萝卜越冬贮藏的方法而言,迄今为止仍以埋藏或窖藏为主,这样就不能完全避免外界环境因子,尤其是温度和湿度的影响,同时也很难通过控制这些因子(更主要的是温度),来使贮藏中的胡萝卜肉质根在生理休眠结束后,继续被外界环境强迫休眠。具体而言,因贮藏温度受气温的影响,从而导致贮藏期间β-胡萝卜素含量的变化呈四个阶段。第一阶段,随温度的降低,肉质根逐渐进入休眠状态,β-胡萝卜素含量略有下降;第二阶段,贮藏温度趋于稳定,肉质根处于休眠状态,生理活动低,β-胡萝卜素含量稳定不变;第三阶段,温度回升,生理休眠解除后的肉质根新陈代谢加快,酶和激素类物质多被

激活,在肉质根长出嫩芽的同时, β -胡萝卜素含量剧增;第四阶段,温度继续升高,嫩芽不断生长,但 β -胡萝卜素含量开始降低。由此可见,如要长时间地贮藏胡萝卜,并使其保持相应的品质,就需要从两方面入手,首先采收后的胡萝卜应立即进行风干和预冷,使之迅速进入休眠状态,第二尽可能地把贮藏温度控制在接近 0°C ,以使胡萝卜生理休眠时间延长或被强制休眠(低温),以尽量延迟出芽。反过来,如要在胡萝卜食用、加工和饲用时,获得其最高的 β -胡萝卜素营养,不妨用适当温度诱其萌芽,并在其初芽时取用。

参 考 文 献

- 1 蓝旅滨 等. 肺癌患者血清维生素 A 及 β -胡萝卜素水平与免疫功能的研究, 营养学报, 1990, 12(3): 228
- 2 吴增茹 等. 用高效液相色谱法测定不同品种南瓜中 β -胡萝卜素的含量. 华北农学报, 1998, 13(3): 141 ~ 144
- 3 Tee E S, *et al.* Analysis of carotenoids in vegetables by HPLC. ASEAN Food Journal, 1992, 7(2): 91 ~ 99
- 4 Tucker W G, *et al.* The effects of lifting data and storage temperatures on the keeping quality of beetroots. Journal horticulture science, 1980, 55: 409 ~ 414
- 5 Nonaka K, *et al.* Conservative and nutritive values of carrot silage. Research Bulletin of the Hokkaido Agriculture Experiment Station, 1994, 159: 73 ~ 85

Dynamic Research on β -Carotene Content of Carrots During Postharvest Storage

Zhang Ping Wu Zengru Wang Yongjian

(Beijing Vegetable Research Center, Beijing 100089)

Abstract Dynamic changes of β -Carotene and dry matter content of four carrot varieties (Xinheitan, HERTACE, XPH3910 and TEBE) were studied during postharvest storage. The experiment revealed that the dry matter content (dry/fresh) decreased constantly and the β -Carotene content was subject to the changed of temperature during storage. There were four phases in the whole stage. At the first phase, with temperature dropping, fleshy roots entered dormant period, and β -Carotene content decreased slightly; at the second stage, with lower stable temperature, fleshy roots remained in the dormant period and β -Carotene content changed very slightly; at the third stage when temperature went up again, the dormancy was broken and β -Carotene content went up more than doubled, at the fourth stage, with temperature going up slowly, the tender shoots grew continuously and β -Carotene content began to go down.

Key words: Carrot (*Daucus carota* L.); β -Carotene; HPLC; Postharvest storage