

胡萝卜中番茄红素萃取工艺条件的研究

吴发远, 徐亚英, 黄晓梅

(黑龙江农业职业技术学院, 黑龙江佳木斯 154007)

摘要: 研究旨在通过对有机溶剂、温度、时间和固液比等因素对分离番茄红素的影响, 确定最优的番茄红素的提取工艺。实验结果表明, 乙酸乙酯的浸提效果最好, 故选用乙酸乙酯作为浸提溶剂。番茄红素的最好提取工艺为: 液料比为 2:1(mL/g), 提取时间 100 min, 提取温度 35℃。用此法提取番茄红素成本低、效率高、易于自动化, 具有广阔的工业化应用前景。

关键词: 番茄红素; 胡萝卜; 萃取; 工艺条件

中图分类号: TS202.3

文献标志码: A

论文编号: cjas15050002

Study on Extraction Conditions of Lycopene from Carrot

Wu Fayuan, Xu Yaying, Huang Xiaomei

(Heilongjiang Agricultural Vocational and Technical College, Jiamusi 154007, Heilongjiang, China)

Abstract: The extraction of lycopene with organic solvents at varied temperatures, times and solid to liquid ratios was investigated. The results showed that ethyl acetate had the best effect on the extraction of lycopene from fresh carrot, so ethyl acetate was selected as the extraction solvent. The optimum extraction technology for lycopene was liquid-to-solid ratio of 2:1(mL/g), extraction time of 100 min, and extraction temperature of 35℃. The method had advantages of low cost, high efficiency and easy automation, thus having broad industrialized application prospects.

Key words: Lycopene; Carrot; Extraction; Process Conditions

0 引言

番茄红素(lycopene)分子式为 $C_{40}H_{56}$ ^[1], 分子量为 536.85, 是类胡萝卜素的一种。它是一种高度不饱和的直链型的碳氢化合物, 由 11 个共轭双键与 2 个非共轭碳-碳双键构成的^[2-3](如图 1 所示^[4]), 为脂溶性天然色素^[5], 纯品为针状深红色晶体^[6-7]。番茄红素是一种脂溶性天然色素, 也是一种很好的食品添加剂, 它主要存在于番茄、李子、西瓜、胡萝卜、木瓜、番石榴等多种植物中^[8-9], 在番茄中含量最高^[10], 每 100 g 含番茄红素 3~14 mg^[11]。另外, 其含量与品种及成熟度的不同而异, 成熟度越高, 它的含量越高。国内外关于番茄红素的研究已证实, 番茄红素具有预防和抑制癌症、具有很强的抗氧化活性^[12-18], 活化免疫细胞^[19]、调节血脂^[20]、抑

制诱变、预防心血管疾病、防治白内障和调节机体免疫力等功能。番茄红素作为一种非常有前途的抗氧化剂受到普遍关注, 已成为目前国际上功能食品成分研究的一个热点。番茄红素较易溶于苯、氯仿, 可溶于石油醚、乙醚、丙酮、己烷, 难溶于甲醇, 不溶于水^[21]。其市场前景非常可观, 国外对它的制备方法及工艺研究很活跃, 新的方法不断涌现, 目前主要有浸提法、酶法、微波法、化学合成法、发酵法、超临界 CO_2 萃取法等^[22-24]。本研究是将新鲜胡萝卜切碎、研磨成糊, 通过在一系列实验条件下对番茄红素进行萃取纯化, 以探讨在有机溶剂的用量、时间长短、温度高低、固液比及 pH 对番茄红素萃取效果的影响, 最后确定较理想的萃取番茄红素的工艺条件, 为其的大批量生产提供一定的技术支持。

第一作者简介: 吴发远, 男, 1968 年出生, 安徽濉溪人, 教授, 硕士, 研究方向: 金属有机化学和高职教育教学。通信地址: 154007 黑龙江省佳木斯市前进区胜利路 52 号 黑龙江农业职业技术学院, Tel: 0454-8303135, E-mail: hnzywfy@126.com。

通讯作者: 徐亚英, 女, 1980 年出生, 黑龙江哈尔滨人, 硕士, 主要从事食品分析与检测方面的研究。通信地址: 154007 黑龙江省佳木斯市前进区胜利路 52 号 黑龙江农业职业技术学院, Tel: 0454-8303947, E-mail: xuyaying2010@163.com。

收稿日期: 2015-05-04, **修回日期:** 2015-07-06。

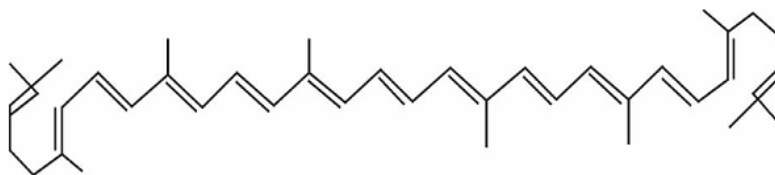


图1 番茄红素的化学结构

1 材料与方法

1.1 材料、试剂、器皿及仪器

选取新鲜的、感官性状一致的市售成熟胡萝卜，4℃贮藏备用。二氯甲烷、三氯甲烷、冰乙酸、正己烷、无水乙醇、乙酸乙酯，均为分析纯。250 mL三角瓶、研钵、玻璃棒等。UV 2600 紫外可见分光光度计(上海天美仪器有限公司)、培养箱/干燥箱(上海一恒科学仪器有限公司)、pH510 型 pH 计、Setra BL-5000 电子天平(丹纳赫西特传感工业控制有限公司)等。实验在黑龙江农业职业技术学院分析检测中心，于2014年11—12月进行。

1.2 番茄红素提取工艺

新鲜胡萝卜→切碎、研磨成糊→称量→有机溶剂浸取→过滤→在最大吸收峰472 nm处测吸光度。

1.3 实验方法

1.3.1 样品的预处理 取新鲜、感官性状一致的市售胡萝卜若干。取具有代表性的样品混合、切碎、研磨成糊。分别取10 g胡萝卜糊分别放入带磨口瓶塞的棕色试剂瓶中，加入有机溶剂，在一定温度下，密闭避光浸提，一定时间后，干过滤，每个处理重复3次，所有处理均取滤液1 mL稀释到10 mL，在UV2600型紫外-可见分光光度计的472 nm的波长下，测定它们的吸光度，根据吸光度的数值大小判断番茄红素的提取情况，以确定胡萝卜中番茄红素的最适提取工艺。

1.3.2 处理方法

(1)番茄红素的最佳浸提剂的确定。称取10 g胡萝卜糊分别置于20 mL的三氯甲烷、正己烷(含2%的二氯甲烷)、冰乙酸、乙酸乙酯、无水乙醇中，室温密闭避光静置30 min，干过滤，每个处理重复3次，取浸提液，分别以相应溶剂为空白调零，在最大波长472 nm处测定其吸光度，以确定番茄红素的最佳浸提剂。

(2)番茄红素的最佳浸提温度的确定。每份取胡萝卜糊10 g，加入20 mL乙酸乙酯，分别在不同温度(20、25、30、35、40、45、50℃)条件下，避光密闭静置浸提100 min，干过滤，每个处理重复3次，分别测定相应温度下的吸光度，以确定最适提取的温度条件。

(3)番茄红素的最佳浸提时间的确定。控制温度

在35℃，共7个处理，每个处理取胡萝卜糊10 g，均加入20 mL乙酸乙酯，并依次浸提30、50、70、90、100、110、130 min后，干过滤，每个处理重复3次，分别测定不同浸提时间的浸提液的吸光度，以确定番茄红素提取的最适浸提时间。

(4)番茄红素最佳浸提物料比的确定。在温度35℃时，每份取10 g胡萝卜糊，分别以1:1、1:2、1:3、1:4、1:5、1:6、1:7、1:8、1:9物料比浸提，避光静止浸提100 min，干过滤，每个处理重复3次。测定其吸光度，以确定最佳的物料比。

(5)番茄红素最佳浸提pH的确定。控制温度在35℃，每份取胡萝卜糊10 g，均在20 mL乙酸乙酯中，分别在pH 4.0、pH 5.5、pH 6.5、pH 8.5的条件下避光浸提100 min，干过滤，每个处理重复3次，测定其吸光度，确定不同pH对番茄红素浸提效果的影响。

2 结果与分析

2.1 浸提液的选择

由表1可知，三氯甲烷、乙酸乙酯都有较好的提取效果。但乙酸乙酯的提取效果最好，故选择乙酸乙酯作为番茄红素的浸提剂。

表1 浸取剂对浸提效果的影响

浸提液	三氯甲烷	乙酸乙酯	冰乙酸	无水乙醇	正己烷(2%二氯甲烷)
吸光度	0.4398	0.5000	0.1244	0.0394	0.0543

2.2 最佳萃取温度的确定

取萃取液，在472 nm处测其吸光度，不同温度对吸光度的影响如图2所示。吸光度随着温度的不断升高而增大，但当温度在25、30、35、40℃时，吸光度均为0.4998且达到最大，当温度超过40℃时，吸光度开始下降。在溶剂的沸点之内，既要提高番茄红素的提取效果，又要考虑温度太高对浸提剂挥发性的影响，故确定35℃为最佳萃取温度。

2.3 浸提时间对番茄红素浸提的影响

在温度35℃、物料比为1:2时，浸提时间对番茄红素的浸提有较大的影响。由图3所示，在30~100 min内，番茄红素浸提液的吸光度随时间的增加而增加。

但 100 min 后开始下降。因此, 选用 100 min 作为胡萝卜中番茄红素的最佳浸提时间。

2.4 浸提固液比对提取率的影响

在温度 35℃、浸提时间为 100 min 时, 吸光度随着溶剂量的增加而减少。由图 4 可见, 固液比对浸提效果影响较大, 在固液比大于 1:2 时, 吸光度逐渐减小, 故固液比选择 1:2 为宜。

2.5 pH 对番茄红素提取率的影响

在温度 35℃、固液比为 1:2、浸提时间为 100 min 时, pH 4~8.5 对番茄红素的提取效果影响不大(图 5)。

3 结论

实验研究结果表明, 乙酸乙酯对番茄红素的浸提成本较低, 效果较好, 缺点是挥发性强, 要严格控制温度。提取温度为 35℃ 时, 吸光度最大, 溶剂挥发少。因此, 实验提取胡萝卜中番茄红素的最适条件是: 溶剂选择乙酸乙酯, 温度为 35℃, 固液比为 1:2, 浸提时间为 100 min。

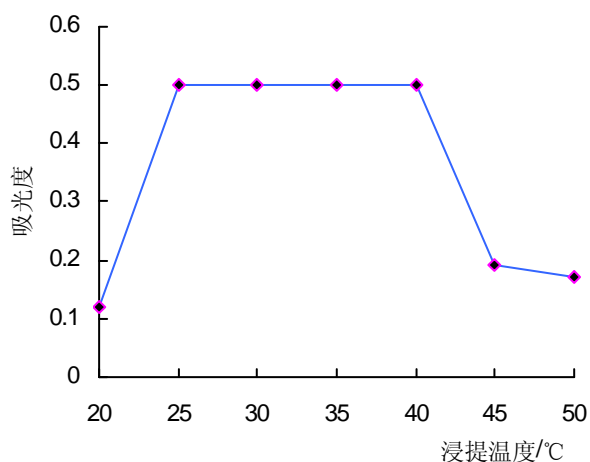


图2 温度对浸取效果的影响

另外, 一些操作过程中的一些因素也会影响番茄红素的浸提效果, 如胡萝卜的研磨程度、测定仪器的误差等。故应尽量将胡萝卜研磨完全成糊; 用前对仪器(如 pH 计、紫外分光光度计等)进行准确校正, 以提高番茄红素的浸提效果。

4 讨论

由于番茄红素具有优越的生理功能, 其作为天然色素已在全世界范围内被广泛接受, 同时也是国际上功能性食品成分研究中的一个热点^[19]。

4.1 实验材料的选择

由于番茄红素来源有限, 目前还只是从番茄中提取^[25]。从胡萝卜中的提取还未见报道。本研究从节约成本的角度出发, 以新鲜的胡萝卜为材料, 探讨番茄红素的较佳提取工艺, 将会给企业带来更大的收益。

4.2 浸提溶剂的选择

浸提溶剂的种类较多, 孙利祥等使用含 2% 二氯甲烷的正己烷浸提西瓜糊, 在西瓜糊质量与溶剂体积比

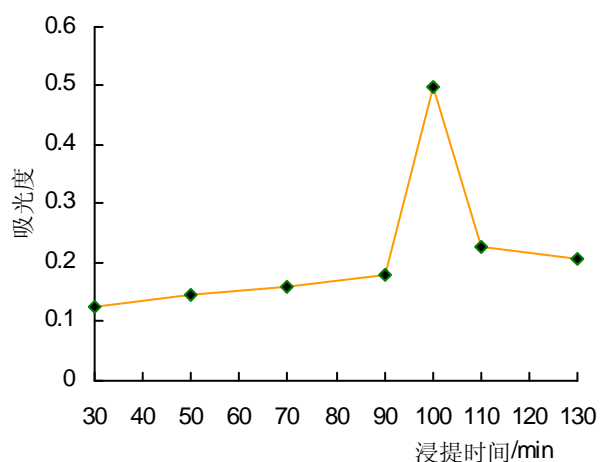


图3 不同浸取时间与吸光度的关系

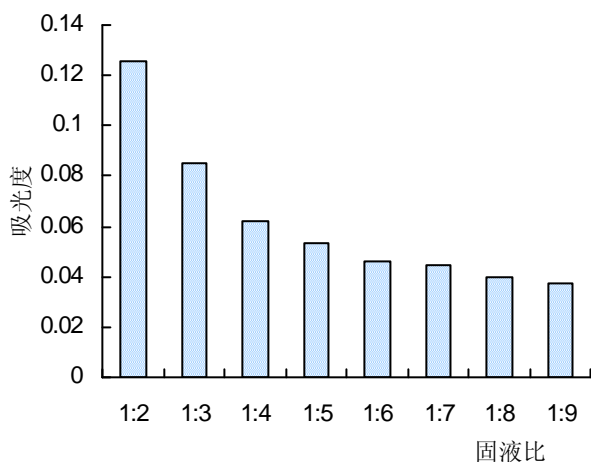


图4 料液比对浸取效果的影响

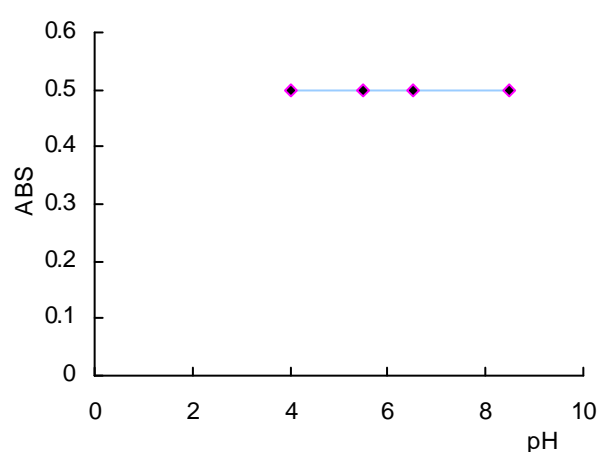


图5 pH对浸取效果的影响

0.33 g/mL、浸提时间 2 h、pH 5.5、浸提温度 35℃ 条件下,能充分提取番茄红素,提取效果较好^[13]。邓书平^[21]以氯仿-丙酮(2:1)混合液为提取剂,番茄中的番茄红素提取率最高,石油醚为提取剂提取番茄红素的提取率最低。康彦芳等^[12]通过浸提溶剂的筛选,认为氯仿作为浸取剂较适宜,其溶解色素能力强,并且自身性质与其他溶剂相比更加稳定。由此可见,丙酮、正己烷(含 2%的二氯甲烷)以及氯仿都有较好的提取效果。但氯仿、丙酮等毒性大,浸提物中含有一定的溶剂残留。故本研究采用的最佳提取溶剂为乙酸乙酯,其显著的优点是极性较小,提取率高且低毒;缺点是挥发性强,要严格控制温度。

参考文献

- [1] 蔡燕,吴顺,刘汝然.西瓜番茄红素提取方法优化[J].光谱实验室,2011,28(1):75-78.
- [2] 贾亚伟,丁玉,孟仕平,等.番茄红素的生理功能和生产工艺研究进展[J].安徽农业科学,2010,38(28):16032-16034.
- [3] 尹嘉敏.番茄红素的研究及应用[J].河套大学学报,2009,6(4):37-41.
- [4] 范锦勤.番茄红素对人体生理及运动机能的影响[J].韶关学院学报·自然科学版,2009,30(9):107-110.
- [5] 韩国廷.番茄红素萃取工艺条件研究[J].安徽农业科学,2008,36(30):12998-12999.
- [6] 刘泽龙,张连富.超声微波协同萃取(UMAE)番茄中番茄红素的研究[J].天然产物研究与开发,2008,20(6):1055-1059.
- [7] Boileau T W, Boileau A C, Erdman J W. Bioavailability of all-trans and cis- isomers of lycopene[J]. Exp Biol Med,2002,227(10):914-919.
- [8] 吴秋波,赵晓燕,马越,等.西瓜中番茄红素提取工艺研究[J].保鲜与加工,2005,5(3):24-26.
- [9] 杨春文.番茄红素的提取及纯化条件的研究[J].甘肃联合大学学报:自然科学版,2009,23(1):64-66.
- [10] 常海军,王强,周文斌.茄红素的提取及抗氧化性研究[J].食品科技,2011,36(6):244-247.
- [11] 冯艳丽,蒋和体.番茄红素提取工艺研究[J].西南园艺,2005,33(6):7-9.
- [12] 康彦芳,李响,孙皓等.番茄红素提取工艺的研究[J].食品研究与开发,2011,32(10):54-56.
- [13] 孙利祥,李建勇,卢钢.西瓜番茄红素提取方法优化及含量分析[J].浙江农业学报,2006,18(1):42~45.
- [14] 张换平,牛晓玉.番茄红素的研究[J].安阳工学院学报,2006(2):26-28.
- [15] 付晶,李卉,王宝东,等.番茄红素提取工艺研究进展[J].东北农业大学学报,2006,37(6):825-828.
- [16] Gerster H. The potential role of lycopene for human health[J]. J Am Coll Nutr,1997,16:109-126.
- [17] Giovannucci E. Tomatoes, tomato based products, lycopene, and cancer: review of the epidemiological literature[J]. J Natl Cancer Inst,1999,91:317-331.
- [18] Di Mascio P, Kaiser S P, Sies H. Lycopene as the most efficient biological carotene singlet oxygen quencher[J]. Arch Biochem Biophys,1989,274:532-538.
- [19] 刘红梅,刘聚胜,邹建.番茄红素提取工艺研究综述[J].广西轻工业,2011(3):8-9.
- [20] Fuhrman B ,Elis A, Aviram M. Hypocholesterol effect of lycopene and B-carotene is related to suppression of cholesterol synthesis and augmentation of LDL receptor activity in macrophages [J]. Biochem Biophys Res Commun,1997,233:658-662.
- [21] 邓书平.番茄红素萃取优化工艺条件研究[J].安徽农业科学,2011,39(22):13545-13546.
- [22] 张萌萌,蒋国玲.番茄红素的综合研究[J].饮料工业,2011,14(10):16-19.
- [23] 陈思呈,吴建璋,李典鹏.番茄红素研究进展[J].广西农业科学,2010,41(6):589-593.
- [24] 蔡俊,邱雁临,谈小兰,等.番茄红素提取工艺的研究[J].食品与发酵工业,2000,26(2):50-53.
- [25] 尹嘉敏.番茄红素的研究及应用[J].河套大学学报,2009,6(4):37-41.