

表面活性剂协同微波辐射萃取番茄红素的研究

陈剑波¹ 郭利平¹ 孟巨光²

1(广东轻工职业技术学院轻化工程系,广州,510300) 2(广州市星业科技发展有限公司 广州, 510660)

摘 要 研究了采用表面活性剂协同微波辐射萃取番茄红素,通过正交实验确定了提取番茄红素的工艺条件为:以乙酸乙酯为提取溶剂,加入 0.1%表面活性剂 CSB-50,微波功率为 464 W,提取时间为 100 s,固液比为 1:3 (g:mL),提取次数为 3 次,提取效果最好。
关键词 番茄红素,表面活性剂,微波,提取

番茄红素具有延缓衰老、防癌、抗癌、增强机体免疫力、改善动脉粥样硬化以及美容、抗紫外线辐射等方面保健功能^[1~3]。因此,番茄红素已逐渐成为国际市场上保健用品研究应用的新热点。在美国,番茄红素制品的销量已跃居保健品市场的首位^[4]。
目前番茄红素的提取主要有有机溶剂浸提萃取法、微波辐射萃取法、超临界萃取法等。近年来,已有部分科研工作者利用表面活性剂的增溶作用,进行了表面活性剂协同提取天然成分的研究工作。但还未见有表面活性剂协同微波辐射提取番茄红素的报道。
文中利用微波辐射,加入少量表面活性剂来提取番茄红素。结果表明,某些表面活性剂对番茄红素有增溶作用,可以协同提取番茄中的番茄红素。

1 材料与方 法

1.1 材料与设备

番茄,为市售新鲜的番茄。CHCl₃、乙酸乙酯、石油醚、正己烷、环己烷、苯、丙酮均为国产分析纯。表面活性剂,椰油酰胺基丙基羟磺基甜菜碱(CSB-50)、月桂酰胺基丙基氧化胺(OA30)、月桂醇聚氧乙烯醚磺基琥珀酸单酯二钠盐(MES-A30)、单烷基醚磷酸酯钾盐(MAP-K)、聚氧乙烯失水山梨醇单油酸酯(T-80)、聚氧乙烯山梨醇酐单棕榈酸酯(T-40)、油酸甘油酯等为工业纯,由广州市星业科技发展有限公司提供。

PHYLIPS 搅碎机(珠海飞利浦家用电器有限公

司),格兰仕 WP800W 微波炉(格兰仕微波炉电器有限公司),7230 型分光光度计(上海精密科学仪器有限公司),6010 型分光光度计(惠普上海分析仪器有限公司),SHZ-C 型循环水多用真空泵(山东淄博新华仪器厂)等。

1.2 提取工艺流程

新鲜番茄→搅碎→番茄糊→萃取→过滤→滤液→浓缩→真空干燥→产品

取新鲜番茄洗净,于搅碎机中搅烂,加入有机溶剂和表面活性剂,在不同条件下进行微波提取,然后过滤,用分光光度计测定滤液的吸光度,计算提取率。

1.3 提取率的计算

在最佳提取条件下,分别多次提取一定量的番茄红素,直到提取液为无色,收集各次提取液,并测定其体积(V)和吸光度(A),然后合并各次提取液,测出总体积(V_总)和总的吸光度(A_总)。每次提取率的计算公式为:

提取率/% = $\frac{(A \times V)}{(A_{总} \times V_{总})} \times 100$

2 结果与讨论

2.1 溶剂的选择

分别称取番茄糊 5 g 置于相同体积的乙酸乙酯、CHCl₃、苯、环己烷、正己烷、丙酮、石油醚、甲醇溶剂中,在相同微波条件下萃取,提取液在 6010 型分光光度计中测定最大吸收波长处的吸光度值,其结果如表 1 所示。

表 1 不同溶剂的提取效果

溶 剂	乙酸乙酯	CHCl ₃	石油醚	正己烷	环己烷	苯	丙 酮	甲 醇
吸光度	2.593	2.734	0.509	0.986	0.887	2.083	0.605	0.233

由表 1 可知,CHCl₃ 的提取效果最佳,乙酸乙酯

次之。但由于 CHCl₃ 毒性大,不利于环保,因此本实验选择乙酸乙酯作为提取剂。

2.2 表面活性剂的选择

以乙酸乙酯作为提取剂,相同条件下,分别加入

第一作者:硕士,讲师。
收稿日期:2006-08-16,改回日期:2006-09-29

相同质量的表面活性剂 CSB50、T-40、T-80、MES-A30、MAP-K、油酸甘油酯,以不添加表面活性剂为对

照进行提取番茄红素,提取液适当稀释后测定吸光度,实验结果如表 2 所示。

表 2 不同表面活性剂的提取效果

表面活性剂	CSB-50	T-80	T-40	A30	MES-A30	MAP-K	油酸甘油酯	对 照
吸光度	0.736	0.668	0.674	0.672	0.687	0.694	0.662	0.680

表 2 数据表明,加入表面活性剂 T-80、T-40、A30、油酸甘油酯时提取液的吸光度比不加表面活性剂的吸光度要小,说明对提取无协同作用;而加入表面活性剂 CSB-50、MES-A30、MAP-K 时,提取液的吸光度比不加表面活性剂的吸光度要大,说明对提取有增溶的作用。而以 CSB-50 的效果最佳,故本实验选表面活性剂 CSB-50 进行试验。

2.3 微波功率的选择

在相同的番茄、乙酸乙酯、CSB-50 用量和相同的时间下,改变微波功率进行提取番茄红素的试验,结果如表 3 所示。

表 3 微波功率对提取率的影响

微波功率/W	144	288	464	648	800
提取率/%	52.5	62.4	72.7	65.1	56.3

由表 3 可知,番茄红素的提取效率开始时随着微波功率的升高而增高,微波功率为 464W 时吸光度最大,之后又下降。这可能是由于微波功率的升高,温度也升高,使细胞破裂,促进番茄红素的溶出;另外,当温度升至接近表面活性剂的浊点时,胶束的聚集度剧增,从而使增溶作用大大提高。但由于番茄红素在较高温度下不稳定,因而提取率随着微波功率的升高而降低。最佳的微波功率为 464W。

2.4 提取时间的选择

在相同的番茄、乙酸乙酯、CSB-50 用量和微波功率为 464W 的条件下,改变提取番茄红素的时间,其提取率的结果如表 4 所示。

表 4 微波时间对提取率的影响

微波时间/s	60	70	80	90	100	110
提取率/%	36.2	53.1	65.4	74.6	73.8	64.2

表 4 表明,提取率随时间的增长而逐渐上升,微波加热时间超过 90 s 后,提取率逐渐减少。原因可能是微波辐射把能量直接传播到细胞内部,使之快速加热,使有效物质溶出,但长时间的加热不利于番茄红素的稳定性,导致提取率下降。

2.5 料液比对提取效果的影响

在相同的番茄、CSB-50 用量和微波功率为 464W、微波时间为 90 s 的条件下,改变提取剂的用

量,番茄红素提取率的影响如表 5 所示。

表 5 提取料液比的影响

料液比(g:mL)	1:2	1:3	1:4	1:5
提取率/%	70.4	72.1	67.6	63.7

表 5 结果表明,以料液比为 1:3 时的提取率最高,当料液比为 1:2 时,由于部分番茄糊未能被溶剂完全浸泡,影响提取的效果。综合考虑,宜选用料液比为 1:3。

2.6 表面活性剂用量对提取效果的影响

在相同的番茄、乙酸乙酯、CSB-50 用量和微波功率为 464 W,微波时间为 90 s 的条件下,改变表面活性剂的用量,表面活性剂的量以占加入番茄的质量分数表示,结果如表 6 所示。

表 6 表面活性剂用量的影响

CSB-50 用量/%	0.01	0.03	0.05	0.07	0.09	0.10	0.15	0.20
提取率/%	71.3	73.4	74.0	75.3	76.8	77.5	77.3	77.1

由表 6 可知,随着表面活性剂用量增加提取率增大,当表面活性剂用量超过 0.1% 后提取率基本保持不变。这是因为,要充分发挥表面活性剂的增溶作用,就必须使表面活性剂的浓度稍大于临界胶束浓度。随着 CSB-50 用量的增大,形成胶束增多,其增溶作用也逐渐增强。但达到临界胶束浓度时,胶束的数量不再随 CSB-50 用量的增大而增多,增溶作用基本不变。故选用加入表面活性剂 CSB-50 占番茄质量的 0.1% 作为最佳用量。

2.7 提取次数对提取效果的影响

称取 5 g 番茄糊,加 15 mL 乙酸乙酯,表面活性剂 CSB-50 5 mg,经微波功率为 464 W,加热提取 90 s 后,进行抽滤;滤出提取液后,再按此法重复进行 4 次,测量各次提取液的吸光度及体积。结果如表 7 所示。

表 7 提取级数的影响

提取次数(次)	1	2	3	4	5
提取率/%	76.31	18.16	4.88	0.62	0.0

由表 7 可见,经过 3 次提取,基本将番茄红素提取出来。2 次提取率已达 94.5%,因此,从经济上考虑,2 次的提取已能得到满意的结果。提取次数可定

为2级提取。

2.8 正交实验

由以上试验可以看到,微波功率、提取时间、物料比、提取级数均有显著的影响,因此在单因素实验的基础上采用正交实验,在表面活性剂 CSB-50 的最佳增溶作用下,对微波提取番茄红素的主要影响因素微波功率 A、提取时间 B、物料比 C、提取级数 D 进行综合考察,按照正交实验设计,采用三水平四因素 $L_9(3^4)$ 正交设计实验,正交试验结果如表 8 所示。

表 8 正交试验结果

实验号	A 功率 /W	B 时间 /s	C 料液比 (g:mL)	D 次数	提取率 /%
1	288	80	1:2	1	65.4
2	288	90	1:3	2	90.3
3	288	100	1:4	3	91.8
4	464	80	1:3	3	95.2
5	464	90	1:4	1	71.7
6	464	100	1:2	2	93.3
7	648	80	1:4	2	90.1
8	648	90	1:2	3	91.5
9	648	100	1:3	1	72.4
K_1	247.5	250.7	250.2	209.5	
K_2	260.2	253.5	257.9	273.7	
K_3	254.0	257.5	253.6	278.5	
$1/3K_1$	82.5	83.6	83.4	69.8	
$1/3K_2$	86.7	84.5	86.0	91.2	
$1/3K_3$	84.7	85.8	84.5	92.8	
R	4.2	2.2	2.6	23.0	

由表 8 可知,在正交实验的 4 个因子中以提取次数对提取率的影响最大。综合分析正交实验结果,最佳的提取工艺条件为:加入 0.1% 表面活性剂 CSB-50,微波功率为 464 W,提取时间为 100 s,料液比为 1:3(g:mL),提取次数为 3 次。

2.9 协同提取法与微波提取法结果的比较

分别按上述实验得到的用表面活性剂 CSB-50 协同提取的最佳工艺条件和单纯用微波萃取法提取(即不加表面活性剂 CSB-50)进行对比实验,结果如表 9 所示。

表 9 对比试验

	提取次数	
	1	3
提取率/%		
单纯用微波萃取法提取	71.3	92.2
表面活性剂 CSB-50 协同微波提取	76.4	99.8

由表 9 试验结果可知,无论是 1 次提取,还是 3 次提取,加入表面活性剂 CSB-50 的提取率都比不加表面活性剂 CSB-50 的提取率要高,说明表面活性剂 CSB-50 对番茄红素的提取有增溶的作用。

3. 结 论

通过实验探讨了表面活性剂协同微波提取番茄红素的工艺条件。结果表明,以乙酸乙酯为提取溶剂,加入 0.1% 表面活性剂 CSB-50,具有明显的增溶效果。其最佳工艺条件为:微波功率为 464 W,提取时间为 100 s,料液比为 1:3(g:mL),提取次数为 3 次。

参 考 文 献

- 1 孙庆杰,丁宵林,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 卡 迪,陆维敏.浸提法提取番茄红素工艺的研究[J].食品与发酵工业,2003,29(11):72~74
- 3 邓 宇,张卫强.番茄红素提取方法的研究[J].现代化工,2002,22(2):25~28
- 4 杜为民,郑彩霞,等.不同前处理方法对番茄红素提取率的影响研究[J].食品工业科技,2004,25(9):69~70

Study on the Extraction of Lycopene with Surfactant and Microwave

Chen Jianbo¹ Guo Liping¹ Meng Juguang²

1(Department of Chemical Engineering of Guangdong Industry Technical College, Guangzhou 510300, China)

2(Guangzhou Startec Science & Technology Development Co. Ltd., Guangzhou 510660, China)

ABSTRACT Effect of different factors on the extraction of lycopene with surfactants and microwave was studied. The optimum condition was obtained by orthogonal experiment. The results showed that the best condition was: using ethyl acetate with 0.1% CSB-50 as extractant, under 464W microwave power, extraction for 100s, 1:3 (g:mL) ratio of material and solvent, extraction for 3 times.

Key words lycopene, surfactant, microwave, extraction