

乳化工艺条件对 β -胡萝卜素乳状液稳定性的影响

王大红

(武汉职业技术学院 生物工程学院,湖北 武汉 430074)

摘要: β -胡萝卜素是脂溶性色素,采用乳化工艺制成的 O/W 型乳状液可用于饮料等食品中。本文以能够反映乳状液自身稳定性的 K_e 值为主要指标,采用单因素实验和正交实验研究了乳化工艺对 β -胡萝卜素乳状液的性状和稳定性的影响。

关键词: β -胡萝卜素;乳状液;乳化工艺;稳定性

中图分类号: TS202.3

文献标识码: A

文章编号: 1671-931X (2015) 05-0101-03

β -胡萝卜素也称维生素 A 原,其分子式为 $C_{40}H_{56}$ 。 β -胡萝卜素不溶于水,溶于苯、氯仿、己烷及植物油。 β -胡萝卜素对人体有多种保健功能,它是维生素 A 的前体,并且具有抗氧化和增强免疫力作用。 β -胡萝卜素是橘黄色脂溶性化合物,是自然界中最普遍存在也是最稳定的天然色素,对油脂性食品的着色性良好。但是,由于 β -胡萝卜素不溶于水,其色泽易受光、热和空气等外界环境的影响而变淡,因此其在贮存以及饮料等食品中的应用受到很大的限制。

β -胡萝卜素乳状液是以 β -胡萝卜素油悬液为主要原料,加入乳化剂等辅料,采用乳化工艺制成的 O/W 型乳状液。 β -胡萝卜素乳状液在水中可迅速分散,因此可直接加入到饮料等食品中使用。乳状液的稳定性对生产和使用都是有重要意义的。若乳状液稳定性差,就会在运输、贮存和使用等过程中出现分层、絮凝、聚结等现象。因此,本文以能够反映乳状液稳定性的稳定常数 K_e 值为指标,采用单因素实验和正交实验研究了乳化工艺对 β -胡萝卜素乳状液的稳定性的影响。

一、材料与方法

(一)实验材料

天然 β -胡萝卜素油悬液;Tween20、Tween80、Span80(化学纯)。

(二)实验仪器

实验室高剪切分散乳化机;高速离心机;SP-752 型紫外可见分光光度计(上海光谱仪器有限公司)。

(三)实验方法

1. β -胡萝卜素乳状液的制备

准确称取水相和油相。水相包括蒸馏水、水溶性乳化剂等;油相包括 β -胡萝卜素油悬液、油溶性乳化剂等。在一定的温度下,将油相加入水相中,高速剪切乳化,然后在一定的温度和压力下均质形成 O/W 型的 β -胡萝卜素乳状液。

2. β -胡萝卜素乳状液稳定常数 K_e 值的测定

K_e 值是指乳状液离心前后吸光度的变化百分数。将乳状液在一定转速下离心一段时间,测定样品被离心前后在一定波长下吸光度大小的改变,用来比较与评价乳状液的稳定性。 K_e 值越小,乳状液越

收稿日期:2015-03-19

作者简介:王大红(1969-),男,黑龙江齐齐哈尔人,武汉职业技术学院生物工程学院讲师,研究方向:食品科学。

稳定。其测定方法为精密称取β-胡萝卜素乳状液约0.01g于100ml容量瓶中,加入蒸馏水,摇匀使其完全溶解,用蒸馏水定容,在紫外可见分光光度计上于波长460nm处测吸光度;取约5mlβ-胡萝卜素乳状液置离心管中,以9000r/min的转速离心10min后取出;精密称取离心后的溶液0.01g于100ml容量瓶中,加入蒸馏水,摇匀使其完全溶解,用蒸馏水定容,在紫外可见分光光度计上于波长460nm处测吸光度。按下列公式计算Ke值:

$$Ke = [(A1 \times 100/W1) - (A2 \times 100/W2)] / [A2 \times 100/W2]$$

式中:Ke——稳定常数;

A1——离心前乳状液稀释液中一定波长下的吸光度;

A2——离心后乳状液稀释液在相应波长下的吸光度;

W1——离心前称取乳状液的重量;

W2——离心后称取底部乳状液的重量。

二、结果与分析

(一)乳化剂用量对β-胡萝卜素乳状液稳定性的影响

本研究采用T20-T80-S80(比例为40:25:35)作为复合乳化剂,在乳状液总量分别为12%、14%、16%、18%、20%的情况下,按照1.3.1的方法别制备β-胡萝卜素乳状液,按照1.3.2的方法测定乳状液的Ke值。实验结果见图1所示。

由图1可知,随着乳化剂用量的增加,β-胡萝卜素乳状液的Ke值变小。当乳化剂用量为16%时,Ke值最低(0.004)。乳化剂用量继续增大时,Ke值增大。下面三个实验中均采用T20-T80-S80(比例为40:25:35)为复合乳化剂,乳化剂用量为16%。

(二)剪切温度对β-胡萝卜素乳状液稳定性的影响

按照1.3.1的方法别制备β-胡萝卜素乳状液,分别在70℃、75℃、80℃、85℃、90℃的温度下,以19000r/min的速度剪切3min,分别按照1.3.2的方法测定乳状液的Ke值。实验结果见图2所示。

从图2可以看出,当温度升高时,Ke值减小,稳定性增加。当温度升高至80℃时,Ke值最小(0.008)。当温度继续升高时,Ke值上升。这表明提高剪切温度有利于降低两相间的界面张力,减少乳化所需要的剪切和分散能量,有利于表面活性剂分子适当地排列成界面膜,得到O/W型乳状液。但是过高的温度又会使表面活性剂的“活性”受到影响,反而乳化效果降低。

(三)剪切时间对β-胡萝卜素乳状液性状和稳定性的影响

按照1.3.1的方法别制备β-胡萝卜素乳状液,剪切温度为90℃,剪切速度为19000r/min,剪切时间分别为1.0、1.5、2.0、2.5、3.0和3.5min。按照1.3.2的方法测定乳状液的Ke值。实验结果见图3所示。

从图3可以看出,随着剪切时间的延长,Ke值逐渐减小。当剪切时间为2.5min时,Ke值最小(0.005)。当剪切时间继续延长时,Ke值上升。这表明,乳化剪切时间太短,则可能剪切不够充分,乳化液没能完全乳化,因此显得乳化液不够稳定。在一适当范围内,剪切速度高,剪切时间长,乳化的效果好。但是,如果乳化剪切时间过长,则会发生破乳现象,因此乳化剪切时间不宜太短和过长。

(四)剪切速度对β-胡萝卜素乳状液性状和稳定性的影响

按照1.3.1的方法别制备β-胡萝卜素乳状液,剪切温度90℃,剪切时间为3min,剪切速度分别为10000、13000、16000、19000、22000r/min。分别按照1.3.2的方法测定乳状液的Ke值。实验结果见图4所示。

从图4可以看出,当剪切速度增加时,Ke值减小,稳定性增加。当剪切速度增加至19000r/min时,Ke值

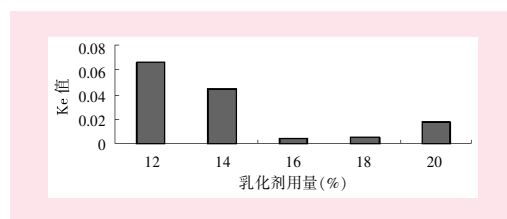


图1 乳化剂的用量对β-胡萝卜素乳状液Ke值的影响

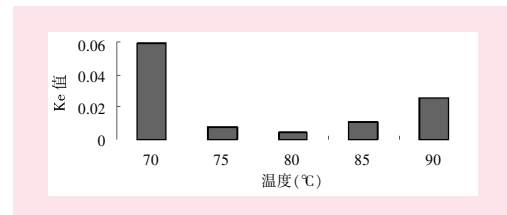


图2 剪切温度对β-胡萝卜素乳状液Ke值的影响

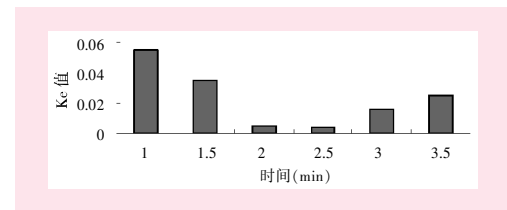


图3 剪切时间对β-胡萝卜素乳状液Ke值的影响

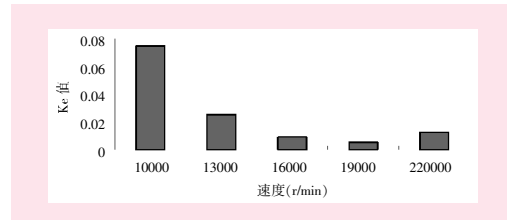


图4 剪切速度对β-胡萝卜素乳状液Ke值的影响

最小(0.005)。当剪切速度继续增加时,Ke 值有所上升。这说明,随着剪切速度的增加,产生的机械剪切力和水力剪切力越强,乳化颗粒小,有利于乳液的稳定。但是

表 1 因素与水平

水平	乳化剂用量 (A)/%	剪切温度 (B)/℃	剪切时间 (C)/min	剪切速度 (D)/r/min
1	12	80	2.0	13000
2	14	85	2.5	16000
3	16	90	3.0	19000

表 2 正交设计表 L9(3⁴)与实验结果

因素	A	B	C	D	Ke 值
实验 1	1(12%)	1(80)	1(2.0)	1(13000)	0.521
实验 2	1	2(85)	2(2.5)	2(16000)	0.134
实验 3	1	3(90)	3(3.0)	3(19000)	0.019
实验 4	2(14%)	1	2	3	0.005
实验 5	2	2	3	1	0.324
实验 6	2	3	1	2	0.01
实验 7	3(16%)	1	3	2	0.004
实验 8	3	2	1	3	0.003
实验 9	3	3	2	1	0.178

表 3 乳化工艺参数对 Ke 值影响的正交实验直观分析表

因素	A	B	C	D
K1	0.225	0.177	0.178	0.341
K2	0.113	0.154	0.106	0.049
K3	0.062	0.069	0.116	0.009
R	0.163	0.108	0.072	0.332

表 4 乳化工艺参数对 Ke 值影响的方差分析表

因素	偏差平方和	自由度	F 比	显著性
A	0.042	2	4.667	
B	0.019	2	2.111	
C	0.009	2	1.000	
D	0.197	2	21.889	*
误差	0.01	2		

如果继续加大剪切速度,会增大质点的动能,使小颗粒碰撞的机会增大,又重新凝聚成大颗粒,Ke 值上升。

(五)正交实验

为综合评价乳化剂用量和乳化工工艺条件对 β-胡萝卜素乳状液的影响,找出各个影响因素之间的关系,找出主要影响因素以及最佳乳化工工艺条件,设计正交实验。正交实验设计为四因素三水平 L9(3⁴)。以 β-胡萝卜素乳状液的 Ke 值作为评价指标。因素与水平如表 1 所示,实验设计与结果如表 2 所示,直观分析表和方差分析见表 3 和表 4 所示。

由 F 分布表查得 $F_{0.90}(2,2)=9$, $F_{0.95}(2,2)=19$, $F_{0.99}(2,2)=99$ 。比较各 F 值与 $F_{0.90}(2,2)$, $F_{0.95}(2,2)$, $F_{0.99}(2,2)$ 的大小可得出: $FD > F_{0.95}(2,2)$, 故 D 因子(剪切速度)对 Ke 值的影响显著。由表中可知,影响 β-胡萝卜素乳状液的 Ke 值的因素由主到次依次为剪切速度>乳化剂用量>剪切温度>剪切时间。经方差分析处理后得最佳工艺为 A3、B3、C2、D3,即乳化剂用量为 16%,剪切温度 90℃,剪切时间 2.5min,剪切速度 19000r/min。以最佳工艺条件制备的 β-胡萝卜素乳状液,其 Ke 值为 0.002。

三、结论

本实验以反映乳状液稳定性的稳定常数 Ke 值为指标,采用单因素实验分析了乳化剂用量、剪切温度、剪切时间、剪切速度等因素对 β-胡萝卜素乳状液稳定性的影响。随着各因素数据的增大,β-胡萝卜素乳状液的 Ke 值先是逐渐下降,然后又出现上升。每一个因素都有一个最低 Ke 值。

在单因素实验基础上,本实验采用正交实验分析了各因素对 β-胡萝卜素乳状液稳定性的印象。研究结果表明,影响 β-胡萝卜素乳状液的 Ke 值的因素由主到次依次为剪切速度>乳化剂用量>剪切温度>剪切时间,最佳工艺乳化剂用量为 16%,剪切温度 90℃,剪切时间 2.5min,剪切速度 19000r/min。

[责任编辑:郭 群]

Influence of Emulsification Process on the Stability of βCarotene Emulsion

WANG DA-hong

(Biology Engineering Department, Wuhan Polytechnic, Wuhan 430074, China)

Abstract: βcarotene is a fat-soluble pigments, emulsifying process made O/W emulsion can be used for beverages in food. This paper taking Ke value as the main index which can reflect the stability of the emulsion itself, studies the influences on emulsion properties and stability by single factor experiment and orthogonal experiment process of beta carotene.

Key words: β carotene; emulsion; emulsification process; stability