

文章编号 :1009-038X(2003)03-0021-05

# 不同的亲水胶体对胡萝卜混汁储藏稳定性的影响

秦 蓝 , 许时婴

(江南大学 食品学院 ,江苏 无锡 214036)

**摘 要 :**采用 3 种不同的亲水胶体(分别为瓜尔胶、亚麻籽胶和果胶)添加于胡萝卜混汁中,研究它们对胡萝卜混汁的色泽和混浊稳定性的影响。结果表明,添加 0.05 g/dL 的瓜尔胶或 0.05 g/dL 的亚麻籽胶,可以使胡萝卜混汁在储藏期间保持色泽和混浊稳定性。

**关键词 :**胡萝卜混汁 ;瓜尔胶 ;亚麻籽胶 ;果胶 ;储藏稳定性

中图分类号 :S 631

文献标识码 :A

## The Storage Stability of Cloudy Carrot Juice

QIN Lan , XU Shi-ying

(School of Food Science and Technology , Southern Yangtze University , Wuxi 214036 , China)

**Abstract :** Three kinds of hydrocolloids including guar gum , flaxseed gum and pectin were added to cloudy carrot juice , and their effects on color and cloud stability of the cloudy carrot juice were studied. The optimum dosages were 0.05 g/dL guar gum or 0.05 g/dL flaxseed gum , which allowed the cloudy carrot juice to have good color stability and cloud stability during storage.

**Key words :** cloudy carrot juice ; guar gum ; flaxseed gum ; pectin ; storage stability

胡萝卜含有蛋白质、碳水化合物、膳食纤维、胡萝卜素、多种维生素以及钙、铁、锌、磷等矿物质,具有很高的营养价值。胡萝卜中含量丰富的胡萝卜素,能在人体内转化成维生素,具有预防眼病,促进儿童生长发育,降低血脂、血压、血糖,增强机体抗病等功能。现代医学研究表明,胡萝卜富含抗氧化维生素( $\beta$ -胡萝卜素,维生素 C),可以清除体内的氧自由基,降低肿瘤的发生率<sup>[1,2]</sup>。

国外研究和开发胡萝卜汁已有较长的历史,近年来,随着天然果蔬饮料的热销,胡萝卜汁饮料在国内也得到了开发<sup>[3~6]</sup>。胡萝卜混汁是一种悬浮体系,是由细胞、细胞碎片、细胞团或其它颗粒悬浮在水中的富含 $\beta$ -胡萝卜素的混浊型蔬菜汁。在储藏期

间,色泽稳定性和混浊稳定性是产品质量的重要指标。作者主要研究了添加不同的亲水胶体对胡萝卜混汁储藏稳定性的影响。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

胡萝卜:购自本地菜场;瓜尔胶:上海凯惠(SK)食品添加剂有限公司产品;亚麻籽胶:新疆绿旗生物制品有限公司产品;高酯和低酯果胶:丹尼斯克食品添加剂有限公司产品;实验所用其它试剂均为分析纯。

### 1.2 Zeta 电位测定

采用 DPM-1—Zeta 电位测定仪测定胡萝卜混

收稿日期 2002-10-23; 修回日期 2002-12-22.

基金项目:国家“十五”重大科技专项项目(2001BA501A23)资助课题。

作者简介:秦蓝(1978-),女,江苏无锡人,食品科学与工程博士研究生。

汁中悬浮颗粒的 Zeta 电位. 具体步骤如下: 1) 测定 10 个微粒分别在正反方向走过一格 (85  $\mu\text{m}$ ) 的时间  $T$ , 共 20 次; 2) 记下工作电压  $U$ , 测出温度, 并从仪器附表中查出与温度有关的常数; 3) 按以下公式进行计算, 求出悬浮颗粒的 Zeta 电位.

$$\zeta = K_t \frac{u(LA)}{U}$$

其中:  $\zeta$  为悬浮颗粒的 Zeta 电位,  $\text{mV}$ ;  $K_t$  为浊度系数, 与温度有关,  $\text{N/cm}$ ;  $U$  为工作电压,  $\text{V}$ , 直接测量;  $L$  为电极间距,  $A$ —电泳常数,  $LA = 2.000$ ;  $u$  为电泳速度,  $u = S/t$  ( $S$ : 网格距离, 85  $\mu\text{m}$ ;  $t$ : 粒子运动一格所需时间,  $s$ ;  $it = T/20$ ,  $T$  为粒子在一格间往复 10 次所需的时间,  $s$ ),  $\mu\text{m/s}$ . 则公式可转化为

$$\zeta = K_t \frac{3400}{U * T}$$

### 1.3 混浊稳定性的测定

浊度: 用 STZ—A24 型浊度仪测定; 相对粘度: 混汁与纯水粘度的比值, 用奥氏粘度计测定; 悬浮稳定性: 取 10 mL 胡萝卜汁(充分振摇)样品于 1 200  $g$  条件下离心 30 min, 所得上清液在 660 nm 处测 OD 值, 空白参比试剂为水<sup>[7-9]</sup>.

### 1.4 色泽稳定性的测定

褐变指数: 5 mL 样品加等量丙酮, 振荡, 800  $g$  离心 10 min, 经滤纸过滤得到上清液, 在 420 nm 处测 OD 值<sup>[10]</sup>.

色差: 用 TC-P II G 型全自动测色色差计. 其中:  $L$  值表示亮度,  $L$  值越大亮度越大;  $a$  值表示有色物质的红绿偏向, 正值越大偏向红色的程度越大, 负值越大偏向绿色的程度越大;  $b$  值表示有色物质的黄蓝偏向, 正值越大偏向黄色的程度越大, 负值越大偏向蓝色的程度越大; Hue 值为色调 ( $\text{Hue} = b/a$ ), 其值越低颜色越佳; Chroma 值为彩度 ( $\text{Chroma} = (a^2 + b^2)^{1/2}$ ), 其值越大颜色越佳<sup>[11, 12]</sup>.

### 1.5 工艺流程

胡萝卜 → 去皮 → 热烫 → 粉碎 → 胶磨 → 酶反应 → 灭酶 → 离心 → 加胶 → 均质 → 脱气 → 灌装 → 杀菌 → 胡萝卜混汁

## 2 结果与讨论

### 2.1 胡萝卜混汁储藏稳定性

2.1.1 不同亲水胶体对胡萝卜混汁混浊稳定性的影响 胡萝卜混汁是一种混浊型果蔬汁, 大量的小颗粒, 包括细胞、细胞团、细胞碎片和其它颗粒悬浮在其中. 在长期的储藏过程中, 悬浮颗粒在重力作用下会沉降而产生沉淀, 使得饮料的色泽和感官品

质受到不良的影响. 根据 Stokes 沉降速度公式, 颗粒的沉降速度与溶液的粘度成反比, 与颗粒半径的平方成正比, 与密度差成正比.

因此, 增加混浊型饮料的稳定性的有效途径包括: 尽可能减少颗粒的直径, 如在工艺上采用均质、胶磨等方法来处理; 提高汁液的粘度, 一般通过加入适当的增稠剂来改变果蔬汁的粘度. 但是, 增稠剂的添加量对饮料的品质有很大影响, 添加的太少, 悬浮稳定效果差, 添加的太多, 饮料稠度太高, 口感差, 难以为消费者所接受.

从表 1 可以看出, 添加瓜尔胶的胡萝卜混汁在储藏期内, 浊度会有所增加, 而且不同添加量的变化趋势基本一致. 未加瓜尔胶的样品变化范围比较大, 说明体系的浊度在储藏期间有明显的变化, 加入瓜尔胶后可以减缓浊度的变化. 添加果胶后的胡萝卜混汁在储藏期内的浊度略有下降, 添加亚麻籽胶的胡萝卜混汁在储藏期内的浊度也是逐步下降, 且不同添加量的变化趋势也是相同的(见图 1). 未加胶的样品变化幅度很大, 可见亚麻籽胶可以减缓胡萝卜混汁的浊度变化, 但效果不如添加瓜尔胶的好.

从表 2 可以看出, 添加瓜尔胶的胡萝卜混汁在储藏期内, 相对粘度会有所降低. 而且从实验中发现, 在所采用的 3 个添加量水平上效果基本相同, 即胡萝卜混汁都有较好的混浊稳定性. 添加高酯果胶后的胡萝卜混汁在储藏期内的相对粘度变化不大, 而添加低酯果胶的样品的相对粘度有所降低. 添加不同量的亚麻籽胶的胡萝卜混汁在储藏期内的相对粘度的变化趋势相同(见图 3). 在增稠方面, 相同添加量的亲水胶体中, 瓜尔胶的增稠作用最显著, 而不同亲水胶之间相对粘度的变化有所不同.

上述研究表明, 胡萝卜混汁浊度与相对粘度的变化是由于所加亲水胶体的性质不同引起的. 瓜尔胶是一种不带电的植物胶, 它具有较高的粘度和低廉的价格, 是一种用途广泛的增稠剂, 它可以增加胡萝卜混汁的粘度并起到稳定悬浮颗粒的作用. 果胶是一种带负电荷的多糖, 它的粘度较小, 所以增稠作用不大, 对胡萝卜混汁的稳定作用不是很显著. 亚麻籽胶是一种具有“弱”凝胶性质的亲水胶体, 它的粘度较高而且还含有一定的蛋白质, 因此具有一定的乳化性能和较好的悬浮稳定功能, 添加亚麻籽胶后既可以稳定胡萝卜混汁又可以消除脂肪圈. 由于作者采用的各种亲水胶体的添加水平都比较低, 虽然降低了成本, 但是测量数据间的差别还不是十分明显.

表 1 添加不同亲水胶体的胡萝卜混汁在 4 个月内的浊度变化

Tab.1 The turbidity changes of cloudy carrot juice with different hydrocolloids during a period of 4 months

NTU

亲水胶体 添加量/(g/dL)	时间/d					
	0	15	30	60	120	
瓜尔胶	0	451 ± 6	537 ± 3	542 ± 5	597 ± 4	634 ± 8
	0.05	583 ± 3	603 ± 9	583 ± 1	617 ± 2	605 ± 2
	0.07	535 ± 4	578 ± 9	572 ± 2	588 ± 3	623 ± 2
	0.09	569 ± 2	570 ± 2	589 ± 1	596 ± 1	607 ± 2
果胶	0	634 ± 20	—	616 ± 2	606 ± 1	592 ± 1
	高酯 0.05	621 ± 9	—	625 ± 6	632 ± 1	608 ± 1
	高酯 0.07	632 ± 1	—	599 ± 4	607 ± 1	593 ± 0
	低酯 0.09	612 ± 9	—	593 ± 3	607 ± 1	569 ± 1
亚麻籽胶	0	613 ± 1	587 ± 1	578 ± 4	559 ± 2	526 ± 2
	0.05	596 ± 1	583 ± 1	573 ± 1	566 ± 2	558 ± 2
	0.07	583 ± 2	580 ± 2	572 ± 3	574 ± 1	541 ± 2
	0.09	578 ± 1	586 ± 1	567 ± 1	583 ± 2	565 ± 1

表 2 添加不同亲水胶体的胡萝卜混汁在 4 个月内的相对粘度变化

Tab.2 The relative viscosity changes of cloudy carrot juice with different hydrocolloids during a period of 4 months

mPa·s

亲水胶体 添加量/(g/dL)	时间/d					
	0	15	30	60	120	
瓜尔胶	0	1.035 ± 0.004	0.997 ± 0.002	1.013 ± 0.002	0.998 ± 0.002	0.993 ± 0.001
	0.05	1.194 ± 0.003	1.199 ± 0.007	1.193 ± 0.002	1.188 ± 0.002	1.159 ± 0.001
	0.07	1.346 ± 0.001	1.342 ± 0.003	1.307 ± 0.002	1.278 ± 0.002	1.239 ± 0.001
	0.09	1.656 ± 0.009	1.505 ± 0.002	1.554 ± 0.002	1.488 ± 0.001	1.389 ± 0.002
果胶	0	1.027 ± 0.002	—	0.982 ± 0.001	0.992 ± 0.002	0.996 ± 0.002
	高酯 0.05	1.019 ± 0.001	—	1.027 ± 0.001	1.016 ± 0.002	1.027 ± 0.002
	高酯 0.07	1.066 ± 0.001	—	1.040 ± 0.002	1.053 ± 0.002	1.064 ± 0.002
	低酯 0.09	1.200 ± 0.001	—	1.175 ± 0.002	1.165 ± 0.001	1.073 ± 0.003
亚麻籽胶	0	1.036 ± 0.002	1.027 ± 0.002	1.011 ± 0.002	1.011 ± 0.002	1.039 ± 0.002
	0.05	1.109 ± 0.001	1.087 ± 0.002	1.055 ± 0.001	1.055 ± 0.001	1.084 ± 0.001
	0.07	1.171 ± 0.002	1.155 ± 0.002	1.128 ± 0.002	1.128 ± 0.002	1.149 ± 0.001
	0.09	1.233 ± 0.002	1.217 ± 0.002	1.172 ± 0.002	1.172 ± 0.002	1.215 ± 0.001

2.1.2 亚麻籽胶添加量对胡萝卜混汁储藏稳定性的影响 对于胡萝卜混汁来说,瓜尔胶、果胶和亚麻籽胶都有一定的稳定效果,相比较而言,瓜尔胶和亚麻籽胶的效果优于果胶。尤其是,胡萝卜混汁在储藏一段时间后,会产生脂肪圈,因此着重研究了亚麻籽胶的添加量对胡萝卜混汁的色泽和混浊稳定性的影响。

从图 1~4 可以看出,添加亚麻籽胶后,胡萝卜混汁的浊度变化略有下降,它的相对粘度有相同的

变化趋势,其粘度随添加量的增加而增大;胡萝卜混汁的悬浮稳定性随储藏时间的增加有所下降,但储藏到 4 个月后,添加量对悬浮稳定性的影响已不大,胡萝卜混汁的褐变指数随时间的增加而变大,在开始的一段时间内不同的添加量对褐变指数的影响不同,但一个月后的变化趋势基本相同。由于胡萝卜富含  $\beta$ -胡萝卜素(一种油溶性色素),胡萝卜混汁在储藏期间常会出现脂肪上浮,在顶层形成脂肪圈。因此,在胡萝卜混汁中必须添加一定量的乳

化剂. 亚麻籽胶是一种既有乳化性又有稳定性的胶, 添加后可以减少脂肪上浮, 减轻脂肪圈的出现, 保持悬浮稳定性, 见表3. 综合考虑, 当亚麻籽胶的添加量为 0.05 g/dL 时, 胡萝卜混汁的色泽和混浊稳定性都较好.

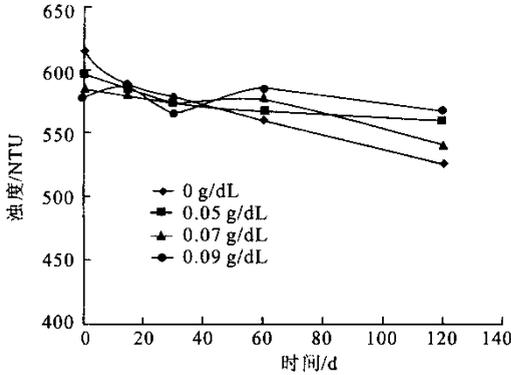


图1 添加亚麻籽胶的胡萝卜混汁浊度的变化

Fig.1 The turbidity changes of cloudy carrot juice with flaxseed gum addition

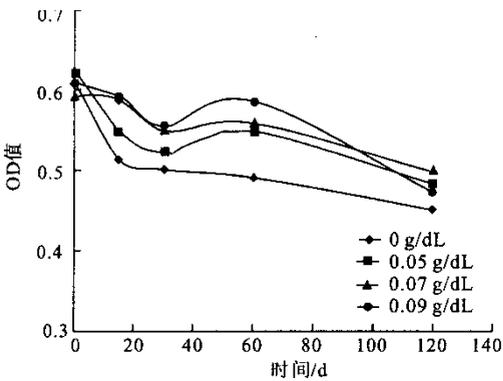


图2 添加亚麻籽胶的胡萝卜混汁悬浮稳定性的变化

Fig.2 The cloud stability changes of cloudy carrot juice with flaxseed gum addition

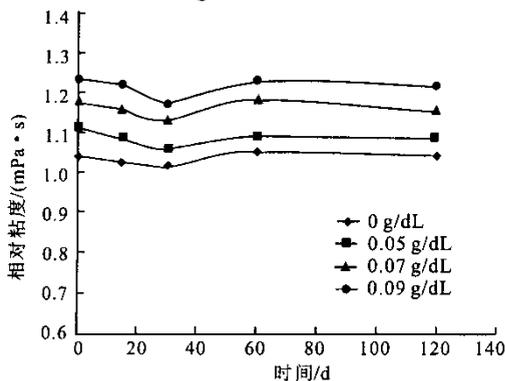


图3 添加亚麻籽胶的胡萝卜混汁相对粘度的变化

Fig.3 The relative viscosity changes of cloudy carrot juice with flaxseed gum addition

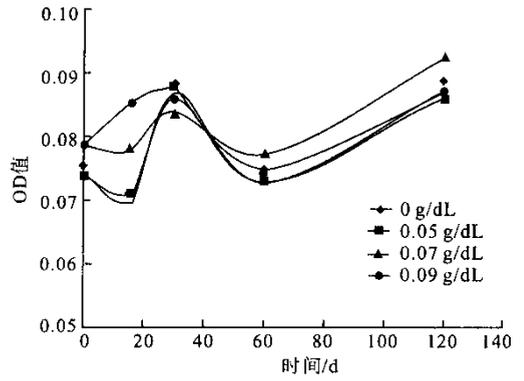


图4 添加亚麻籽胶的胡萝卜混汁褐变指数的变化

Fig.4 The browning index changes of cloudy carrot juice with flaxseed gum addition

表3 亚麻籽胶的添加对胡萝卜混汁中脂肪圈的影响

Tab.3 The effect of adding flaxseed gum in cloudy carrot juice on creaming

亚麻籽胶的添加量/(g/dL)	脂肪圈的感官评定
0	明显粘壁
0.05	轻微不粘壁
0.07	轻微不粘壁
0.09	少量

2.1.3 储藏6个月的胡萝卜混汁色泽指标的变化

胡萝卜混汁的色泽是胡萝卜混汁的质量指标之一. 从表4可以看出, 色泽指标中的 *a*, *b* 值即红度和黄度只有小幅度下降, 因此 6 个月储藏期内胡萝卜混汁的色泽变化在感官上是不易区分的, 说明胡萝卜混汁在储藏期内有良好的色泽稳定性.

表4 不同胡萝卜混汁在储藏6个月前后的色泽变化

Tab.4 The color changes of cloudy carrot juice before and after 6 months storage

样品	色泽指标					
	<i>L</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	色调 (Hue)	彩度 (Chroma)	
1	储藏6个月前	28.64	12.06	14.51	1.203	18.87
	储藏6个月后	27.85	11.04	13.35	1.209	17.32
2	储藏6个月前	29.90	11.95	15.54	1.300	19.60
	储藏6个月后	28.37	11.25	14.42	1.282	18.29
3	储藏6个月前	28.59	11.82	14.12	1.195	18.41
	储藏6个月后	27.50	10.60	12.65	1.193	16.50

注: 样品1、样品2、样品3的区别仅在于酶解时果胶酶的用量不同, 分别为 0.0025, 0.003, 0.0035 g/dL.

虽然在储藏6个月后胡萝卜混汁的色泽变化不大, 但是不同的胡萝卜混汁的色泽变化的程度还

是有差异的.从表 4 还可以看出,虽然样品 2 的 hue 值绝对值高,但是储藏 6 个月后它的 hue 值是降低的,而样品 1、样品 3 在储藏 6 个月后, hue 值变化不大.此外,3 个样品的 chroma 值都有所下降,其中样品 2 下降的幅度最小.如果样品具有较低的 hue 值,则说明样品的色泽较好,而样品的 chroma 值越大则说明样品的色泽越鲜艳.综合 hue 值和 chroma 值的结果,在储藏 6 个月后,样品 2 的色泽保持最好.

## 2.2 不同样品 Zeta 电位的测定

从表 5 可知,瓜尔胶和亚麻籽胶未增加胡萝卜混汁的 Zeta 电位,而果胶增加了胡萝卜混汁的 Zeta 电位.一些研究结果表明,混浊汁的稳定性与悬浮其中的颗粒的稳定性是相关的.从理论上讲,稳定分散体系的悬浮颗粒一般存在两种力,一种是大分子的空间排斥作用,大分子吸附于悬浮颗粒的表面,阻止颗粒的相互聚集;另一种是带电的悬浮颗粒间的静电排斥作用,从而保持分散体系的稳定性.添加瓜尔胶与亚麻籽胶的胡萝卜混汁的 Zeta 电位与不加胶的相同,这是因为亚麻籽胶和瓜尔胶都是不带电荷的中性胶,它们增加了体系的粘度,主要是依靠大分子空间排斥作用使胡萝卜混汁保持稳定.而果胶带负电,它虽能增加体系的净电荷,但 Zeta 电位未达到  $-30$  mV,静电排斥作用不是很强,因而其稳定作用不如瓜尔胶和亚麻籽胶,由此可以证实胡萝卜混汁体系的悬浮稳定性不是依靠静电排斥稳定作用,而是依靠增稠作用.

表 5 添加不同亲水胶体的胡萝卜混汁的 Zeta 电位与相对粘度

Tab.5 The changes of z-potential and viscosity of cloudy carrot juice after adding different thickeners

胡萝卜混汁	$\zeta$ 电位/ mV	相对粘度/ (mPa·s)
不加胶	$-6.11 \pm 0.16$	$1.027 \pm 0.002$
加 0.09g/dL 瓜尔胶	$-6.13 \pm 0.49$	$1.554 \pm 0.002$
加 0.07g/dL 高酯果胶	$-14.31 \pm 0.24$	$1.066 \pm 0.001$
加 0.09g/dL 低酯果胶	$-20.77 \pm 0.42$	$1.200 \pm 0.001$
加 0.07g/dL 亚麻籽胶	$-6.53 \pm 0.13$	$1.233 \pm 0.002$

## 3 小 结

胡萝卜混汁在较长的储藏期间内,不同的亲水胶体作为稳定剂时,都会有一定的稳定效果.相比较而言,瓜尔胶和亚麻籽胶的稳定效果优于果胶.瓜尔胶和亚麻籽胶可以减缓胡萝卜混汁的浊度变化,在增稠方面,相同添加量的亲水胶体中,瓜尔胶的增稠作用较显著.由于胡萝卜混汁在储藏一段时间后,会有脂肪圈产生,添加 0.05 g/dL 的亚麻籽胶后不仅可以起到悬浮稳定作用,而且减轻了脂肪圈.胡萝卜混汁在储藏 6 个月后,色泽指标中的  $a$ 、 $b$  值即红度和黄度只有小幅度下降,色泽变化不大,稳定性较好.Zeta 电位的测定表明,亚麻籽胶与瓜尔胶都为中性胶,它们能使胡萝卜混汁稳定的主要原因是增稠作用.

## 参考文献:

- [1] 成晓霞,郑志波.果汁和胡萝卜汁混合型果蔬汁的加工工艺[J].农牧产品开发,1999,(10):20-21.
- [2] 李士先,于志方.胡萝卜汁营养饮料的研制[J].饮料工业,1999,(2):35-38.
- [3] Anastasakis M, Lindamood J B, Chism G W, et al. Enzymatic hydrolysis of carrot for extraction of a cloud-stable juice[J]. *Food Hydrocolloids*, 1987, 1(3):247-261.
- [4] Siliha H. Effect of enzymatic treatment of carrot puree[J]. *Fruit Processing*, 1995, 10:318-320-322.
- [5] Handschuh B. Making of carrots into juice and puree[J]. *Fruit Processing*, 1995, 9:278-280.
- [6] Nilay Demir, Jale Acar, Kemal Sarioglu, et al. The use of commercial pectinase in fruit juice industry. Part 3: Immobilized pectinase for mash treatment[J]. *Journal of Food Engineering*, 2001, 47:275-280.
- [7] Cameron R. Citrus tissue extracts affect juice cloud stability[J]. *J Food Sci*, 1997, 62(2):242-245.
- [8] Baker R. Pectinase stabilization of orange juice cloud[J]. *J Agric Food Chem*, 1972, 20(6):1169-1173.
- [9] Chandler B. Effect of pectic enzymes on cloud stability and soluble Limonin concentration in stored orange juice[J]. *J Sci Food Agric*, 1983, 34:599-611.
- [10] Meyday S. Browning determination in citrus products[J]. *J Agric Food Chem*, 1977, 25(3):602-604.
- [11] CHEN B H, PENG H Y, CHEN H E. Changes of carotenoids, color, and vitamin A contents during processing of carrot juice[J]. *J Agric Food Chem*, 1995, 43:1912-1918.
- [12] 杨智源,颜国钦.以反应曲面法探讨杀青条件对胡萝卜品质之影响[J].食品科学(台),1988,25(6):679-689.