

文章编号 :1009 - 038X( 2002 )04 - 0404 - 06

## 酶法制取胡萝卜混汁的工艺

秦 蓝 , 许时婴

(江南大学 食品学院 江苏 无锡 214036)

**摘 要 :**用酶法制取胡萝卜混汁 ,确定了最佳去皮工艺(在 95 ℃下 4 g/dL NaOH 溶液中热处理 1 min)、热烫工艺(在 95 ℃下 0.6 g/dL 柠檬酸溶液中热烫 6 min)、酶解工艺(0.003 5 g/dL 果胶酶 0.16 g/dL 纤维素酶),制得了具有一定营养价值、色泽鲜艳、混浊稳定性好、无不良胡萝卜本味的胡萝卜混汁。

**关键词 :**去皮 热烫 酶解 胡萝卜混汁

中图分类号 :TQ 925

文献标识码 :A

## Enzymatic Hydrolysis Technology for Manufacturing Cloudy Carrot Juice

QIN Lan , XU Shi-ying

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

**Abstract :** The cloudy carrot juice was produced using enzymatic hydrolysis method. The optimum peeling conditions were 4% NaOH solution at 95 ℃ for 1 min ; the optimum blanching technology parameters were 6% citric acid solution at 95 ℃ for 6 min ; and the optimum enzymatic dosages were 0.0035% pectinase and 0.16% cellulase. The carrot cloudy juice had good flavor , color , nutrition and cloudy stability.

**Key words :** peeling ; blanching ; enzymatic hydrolysis ; cloudy carrot juice

胡萝卜(*Daucus carota L. var sativa*)原产欧洲及西域,属伞形科,二年生草本植物,以肉质根供食用和药用。由于其适应性广,易栽培和贮运,在我国各地均有栽培,品种有地产、杂交、引种等数种,资源十分丰富。胡萝卜素有“小人参”之称,含有蛋白质、糖类、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。它含有丰富的胡萝卜素,能在人体内转化成维生素 A,对夜盲症、干眼病、角膜炎、失明等眼疾有明显的治疗作用,还具有养颜和促进儿童生长发育,降低血脂、

血压、血糖,补中健食,养胃益脾,增强机体抗病等功能<sup>[1,2]</sup>。胡萝卜富含抗氧化维生素( $\beta$ -胡萝卜素,维生素 C),有一定的防癌作用,可以清除体内的氧自由基,抗御自由基引起的内源性损伤,减少突变细胞的发生,降低肿瘤的发生率<sup>[3,4]</sup>。

国外在研究和开发胡萝卜汁方面已有很长的历史。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>[5~8]</sup>。作者着重研究了酶法制取无胡萝卜本味、稳定性好、出汁率高、色泽好的胡萝卜混汁。

收稿日期 2002-01-29; 修订日期 2002-04-09.

作者简介:秦蓝(1978-),女,江苏无锡人,食品科学与工程硕士研究生。

万方数据

## 1 材料与方法

### 1.1 实验材料

胡萝卜:购自无锡菜场;纤维素酶:无锡酶制剂厂生产;果胶酶:NOVO公司生产;实验所用分析试剂均为分析纯。

### 1.2 酶活力测定

木聚糖酶活力测定:采用分光光度法<sup>[9,10]</sup>。用pH 4.8醋酸盐缓冲液制备酶液,取适量酶液于50℃反应30 min,用DNS显色,在550 nm处测O.D.值,绘制木糖标准曲线。一个酶活力单位即为在50℃、pH 4.8条件下,每小时催化底物生成1 μmol木糖所需的酶量(μmol/h)。

纤维素酶活力测定:采用分光光度法。用pH 4.8磷酸盐缓冲液制备酶液,取适量酶液于50℃反应20 min,用DNS显色,在550 nm处测O.D.值,绘制葡萄糖标准曲线。一个酶活力单位即为在50℃、pH 4.8条件下,每小时催化底物生成1 μmol葡萄糖所需的酶量(μmol/h)。

果胶酶活力测定:采用分光光度法。用pH 4.2磷酸氢二钠-柠檬酸缓冲液制备酶液,取适量酶液于50℃反应30 min,用DNS显色,在550 nm处测O.D.值,绘制半乳糖醛酸标准曲线。一个酶活力单位即为在50℃、pH 4.8的条件下,每分钟催化底物生成1 μg半乳糖醛酸所需的酶量(μg/min)。

过氧化物酶活力测定:采用分光光度法。用磷酸盐缓冲液提取新鲜胡萝卜或经热烫处理后胡萝卜中的过氧化物酶,得到酶液后测定初酶活,稀释后取一定量在100℃下处理不同时间,与邻苯二胺和过氧化氢反应,在430 nm处测O.D.值。相对残余活力( $E$ )以初酶活为100计,取其对数 $\lg E$ ,其它测定值折算成相应的值。

### 1.3 胡萝卜原料成分的测定

水分:常压干燥法<sup>[11]</sup>;灰分:马福炉灼烧灰化法<sup>[11]</sup>;蛋白质:微量凯氏定氮法<sup>[11]</sup>;糖类:苯酚-硫酸法<sup>[11]</sup>;粗脂:索氏提取法<sup>[11]</sup>;果胶:经预处理后,采用间-羟基二苯法测定水解液中的果胶含量<sup>[12,13]</sup>。

### 1.4 β-胡萝卜素测定

绘制标准曲线:用正己烷制备100 μg/mL的β-胡萝卜素标准溶液,分别吸取50,100,150,200,250 μL于10 mL容量瓶中,用正己烷定容至刻度,在451 nm处测定O.D.值,作质量浓度与O.D.值标准曲线图。

胡萝卜、胡萝卜果肉加相同质量的水捣碎后,

称取一定量,用适量混合溶剂(石油醚与丙酮体积比为1:1)于抽滤瓶中洗至无色,收集滤液。在收集的滤液中分两次加入80 mL质量分数为10%的NaCl溶液,取带色溶剂层。在40℃下真空浓缩,浓缩液用氮气吹干,加入正己烷定容至所需浓度,采用紫外分光光度仪在451 nm处测O.D.值<sup>[14,15]</sup>。

胡萝卜汁:称取一定量的胡萝卜汁,加入80 mL混合溶剂,提至水层无色,取溶剂层,其它步骤同胡萝卜。

### 1.5 果汁成分测定

pH值:pH计测定;浊度:浊度仪测定;相对粘度:指与纯水粘度的比值,奥氏粘度计测定;可溶性固形物含量(soluble solid content,SS):阿贝折光仪测定;出汁率:酶解后所得果汁的质量与投入浆料的质量百分比;果胶:预处理后,采用间-羟基二苯法测定;糖类:苯酚-硫酸法;色差:用TC-PⅡG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为色调( $Hue = b/a$ ),其值越低颜色越佳;Chroma为彩度 $[Chroma = (a^2 + b^2)^{1/2}]$ ,其值越大颜色越佳。

### 1.6 工艺流程

胡萝卜→去皮→热烫→粉碎→胶磨→酶反应→灭酶→离心→灌装→杀菌→胡萝卜混汁。

## 2 结果与讨论

### 2.1 去皮工艺

胡萝卜皮有苦涩味,生产胡萝卜汁必须去皮,否则会影响胡萝卜原汁的口感质量。胡萝卜常用热水或碱液去皮。碱液去皮是利用碱液使胡萝卜表面的角质层受腐蚀作用而溶解,表皮下中胶层的果胶物质失去凝胶性,在短时间内造成1~2层薄壁细胞破坏,致使表皮脱落,表皮脱落的程度与所用化学试剂的腐蚀强度有关。此法具有方便、效率高、成本低的优点,但碱液的腐蚀作用会造成果肉组织解体而使营养素损失<sup>[16]</sup>。作者采用 $L_9(3^3)$ 正交设计,通过正交试验优化去皮工艺,结果见表1。

从表1可知,去皮后的胡萝卜得率均在85%左右,说明碱液去皮对果肉的损失比较大。根据正交试验的极差分析结果(见表2)和去皮的完整程度,选择 $A_2B_2C_1$ 为最佳配比。因此,最佳的去皮工艺条件为:于95℃下4 g/dL NaOH溶液中热煮1 min。实验发现,碱液质量浓度过低,去皮效果不完

全、不均匀,需延长作用时间;碱液质量浓度过高,虽然可以缩短加热时间且去皮完全,但得率不高,果肉损失较大,且高质量浓度的碱液在下一步的漂洗去碱工序中费时费水,并造成浪费和环境的污染。

## 2.2 热烫工艺的研究

胡萝卜的组织比较坚硬,为了不破坏它的鲜艳

色泽,去皮后还需进行热烫和护色。Stephens等<sup>[17~19]</sup>发现,胡萝卜在破碎前置于酸液中进行热烫处理,不仅可以使组织软化,使胡萝卜中的内源酶钝化,而且可以维持胡萝卜色素对热的稳定性,使得胡萝卜汁不易凝聚且有较好的色泽,出汁率也有所提高。作者对热烫工艺进行了单因素试验,结果见表3。

表1 碱液浓度、作用温度、作用时间对胡萝卜去皮效果的影响

Tab.1 The effect of alkali concentration, temperature and time on peeling of carrot

试验号	碱液质量浓度/(g/dL)	作用温度/°C	作用时间/min	得率*/%	L	a	b	Hue	Chroma
1	2	90	1	90.2	47.77	34.26	25.24	0.7367	42.55
2	2	95	2	86.0	48.26	38.72	25.53	0.6593	46.38
3	2	100	3	84.6	48.74	34.36	24.94	0.7258	42.46
4	4	90	2	85.2	50.35	34.63	25.94	0.7491	43.27
5	4	95	3	86.5	49.44	35.74	26.12	0.7308	44.27
6	4	100	1	89.4	51.49	36.20	26.80	0.7403	45.04
7	6	90	3	80.2	48.24	30.80	24.90	0.8084	39.61
8	6	95	1	87.7	46.87	29.12	23.47	0.8060	37.40
9	6	100	2	82.1	45.10	25.36	21.62	0.8525	33.32

注:得率=去皮后沥干的胡萝卜质量/去皮前沥干的胡萝卜质量

表2 胡萝卜去皮正交试验的极差分析

Tab.2 Graded difference of the orthogonal test about peeling of carrot

k 值	得率/%			Hue			Chroma		
	碱液质量浓度/(g/dL)	作用温度/°C	作用时间/min	碱液质量浓度/(g/dL)	作用温度/°C	作用时间/min	碱液质量浓度/(g/dL)	作用温度/°C	作用时间/min
$K_1$	260.8	255.6	267.3	2.122	2.294	2.283	131.4	125.4	125.0
$K_2$	261.1	260.2	253.3	2.220	2.219	2.261	132.6	128.1	123.0
$K_3$	250.0	256.1	251.3	2.467	2.319	2.265	110.3	120.8	126.3
$k_1$	86.9	85.2	89.1	0.707	0.765	0.761	43.8	41.8	41.7
$k_2$	87.0	86.7	84.4	0.740	0.732	0.754	44.2	42.7	41.0
$k_3$	83.3	85.4	83.8	0.822	0.773	0.755	36.8	40.3	42.1
R	3.7	1.5	5.3	0.115	0.041	0.007	7.4	2.4	1.1

表3 不同热烫条件对胡萝卜混汁的影响

Tab.3 The effect of heat treatment conditions on cloudy carrot juice

试验号	溶液	出汁率/%	可溶性固形物含量/°Bx	L	a	b	Hue	Chroma
1	水	41.62	4.1	27.36	10.50	12.45	1.186	16.29
2	醋酸	47.20	4.0	27.14	8.33	11.41	1.370	14.31
3	柠檬酸	48.41	4.0	29.21	11.05	13.05	1.181	17.10

从研究结果可知,在酸中热烫的出汁率比在水中热烫的出汁率要高,且无生焖味。在色泽方面,在醋酸溶液中热烫对胡萝卜混汁色泽的影响最大,它会使颜色变得较黄;而柠檬酸的护色效果较好。因此,确定在 0.6 g/dL 柠檬酸溶液中,95 °C 下热烫 6 min。

热处理的目的是为了钝化过氧化物酶<sup>[20]</sup>。因此,研究了在不同热烫条件下胡萝卜中过氧化物酶活力的变化。

图 1 是在 100 °C 下分别加热不同时间后,胡萝卜中过氧化物酶活力在 2 min 内的变化。

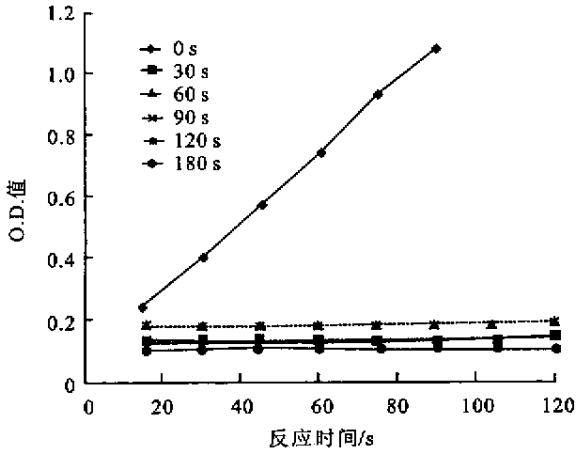


图 1 胡萝卜中过氧化物酶在不同热处理条件下的活力变化

Fig. 1 Activity changes of peroxidase in carrot under different heat treatment

可以看出,初酶活的变化很明显,而热处理过的酶活变化很小。这说明胡萝卜中的过氧化物酶的耐热部分比较少,而不耐热部分则比较多,因此,胡萝卜中的过氧化物酶是比较容易被钝化的。从图 2 也可以看出,经一定热烫处理后,胡萝卜中的过氧化物酶活力很低。作者对经上述热烫条件处理后的

胡萝卜中过氧化物酶的活力进行测定,发现其相对残余活力仅为 0.7%,而且胡萝卜组织已经软化,有利于破碎。

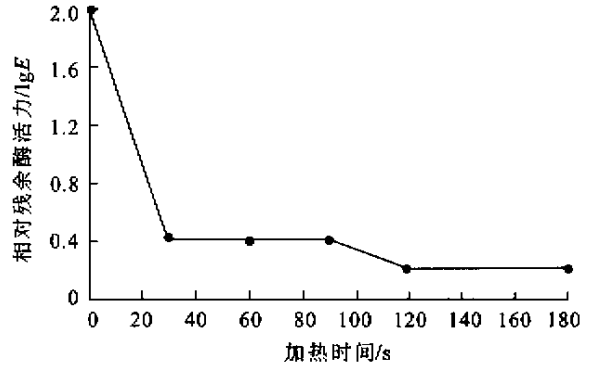


图 2 胡萝卜中过氧化物酶的热失活

Fig. 2 Thermal inactivation of peroxidase in carrots

### 2.3 酶解条件的确定

酶解制汁的方法可以提高果蔬的出汁率,增加果蔬汁的稳定性,改善其色泽和风味<sup>[5~7]</sup>。作者采用的纤维素酶是一种复合酶系,它具有 3 种酶(木聚糖酶、纤维素酶、果胶酶)的活力,结果见表 4。

表 4 酶活力测定结果

Tab. 4 The results of the enzyme activities

酶的种类	木聚糖酶活力/( $\mu\text{mol/h}$ )	纤维素酶活力/( $\mu\text{mol/h}$ )	果胶酶活力/( $\mu\text{g/min}$ )
纤维素酶	$1.59 \times 10^5$	$1.82 \times 10^4$	$9.13 \times 10^2$
果胶酶	—	—	$8.49 \times 10^5$

对于果蔬组织,其细胞壁结构极为复杂,仅用一种酶是不能使组织软化和果胶溶出的。一般采用以纤维素酶为主,并辅以半纤维素酶和果胶酶协同作用<sup>[21]</sup>。作者采用了果胶酶与纤维素酶的协同作用进行酶解,两种酶的配比通过正交试验(见表 5)来确定。

表 5 酶解正交试验  $L_9(3^2)$  结果

Tab. 5 The results of the enzyme orthogonal test

试验号	果胶酶用量/(g/dL)	纤维素酶用量/(g/dL)	pH	出汁率/%	SS/°Bx	色泽指标					浊度 (NTU)	相对粘度/(mPa·s)
						L	a	b	Hue	Chroma		
1	0.0025	0.10	5.44	51.20	4.1	28.54	11.06	14.47	1.308	18.21	510	0.9011
2	0.0025	0.13	5.24	50.94	4.0	26.78	8.85	12.43	1.404	15.26	586	0.9184
3	0.0025	0.16	5.51	58.12	3.9	28.64	12.06	14.51	1.203	18.87	583	0.9333
4	0.0030	0.10	5.36	56.54	4.0	26.96	9.91	11.92	1.203	15.50	647	0.8859
5	0.0030	0.13	5.24	54.52	4.0	29.22	10.85	14.27	1.315	17.93	568	0.9242
6	0.0030	0.16	5.26	57.11	4.3	29.90	11.95	15.54	1.300	19.60	581	0.9282
7	0.0035	0.10	5.23	56.49	3.9	29.24	12.11	14.62	1.207	18.98	544	0.9345
8	0.0035	0.13	5.28	55.97	4.4	29.01	11.61	14.07	1.212	17.92	586	0.9373
9	0.0035	0.16	5.30	58.74	4.0	28.59	11.82	14.12	1.195	18.41	585	0.9873

从正交试验可知,无论是出汁率、色泽指标还是相对粘度,纤维素酶的作用比果胶酶的作用大。胡萝卜中纤维较多,在纤维素酶(复合酶系)的作用下,纤维分解,果胶分子从植物细胞中游离出来,这时果胶酶才起作用。因此,纤维素酶与果胶酶具有协同作用。

从表5可知,最适果胶酶的用量为0.0035 g/dL,纤维素酶的用量为0.16 g/dL,出汁率比不使用酶解方法高10%左右。此外,还有部分汁残留在胡萝卜渣中,如果改进后续工艺如离心操作,出汁率还会进一步提高。

#### 2.4 胡萝卜混汁加工中营养成分的变化

胡萝卜中含有丰富的营养成分,在胡萝卜混汁的制取中,尽可能保留较多的营养成分,并保证胡萝卜混汁的品质。

胡萝卜原料中碳水化合物占很大比例, $\beta$ -胡萝卜素含量也较高(见表6)。胡萝卜经酶处理后,果胶含量很少,而胡萝卜与胡萝卜混汁中的 $\beta$ -胡萝卜素含量都较高。经核算,如果每天饮用一瓶250 mL的胡萝卜混汁,其维生素A( $1 \mu\text{g}$ 视黄醇相当于 $6 \mu\text{g}$  $\beta$ -胡萝卜素)日摄入量就可以达到标准(5岁以上儿童及一般成年人日摄入量为 $800 \mu\text{g}$ 视黄醇)<sup>[22]</sup>。

### 3 小结

对酶法制取胡萝卜混汁工艺研究结果表明,胡

萝卜皮具有苦涩味,必须将其去除,而碱液去皮对胡萝卜果肉的破坏比较大,在该工艺条件下会损失10%左右的果肉。采用柠檬酸热烫后胡萝卜组织软化,内源酶(过氧化物酶)失活(残余活力仅为0.7%),还可以起到护色的效果。由于纤维素酶中果胶酶活力不高,故另加入果胶酶进行协同作用,不仅具有较高的出汁率,而且胡萝卜混汁中能保留较高的营养价值,混浊稳定性好,色泽鲜艳,没有不良的胡萝卜本味。

表6 胡萝卜原料和胡萝卜混汁的营养成分比较

Tab.6 The nutrition compositions in the fresh carrot and cloudy carrot juice

成分	胡萝卜原料		胡萝卜混汁 质量浓度/ (g/dL)
	按鲜重计/ (g/hg)	按干重计/ (g/hg)	
水分	89.72	—	—
灰分	0.15	1.42	—
蛋白质	0.75	7.34	—
粗脂	0.72	7.03	0.024
总糖	5.37	52.21	—
可溶性糖	4.87	47.32	2.64
总果胶	0.040	0.39	—
可溶性果胶	0.037	0.36	0.01
$\beta$ -胡萝卜素	$7.230 \times 10^{-3}$	—	$2.321 \times 10^{-3}$

### 参考文献:

- [1] 程卫东, 范爱军. 果肉型胡萝卜汁饮料加工工艺研究[J]. 食品科技, 1995, (5): 40-41.
- [2] 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.
- [3] 孙红斌, 刘蓉, 刘梅林. 胡萝卜素高吸收型胡萝卜汁饮料的研究[J]. 食品工业, 2001, (2): 9-10.
- [4] 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.
- [5] 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.
- [6] SILIHA H. Effect of enzymatic treatment of carrot puree[J]. **Fruit Processing**, 1995, (10): 318-320-322.
- [7] HANDSCHUH B. Making of carrots into juice and puree[J]. **Fruit Processing**, 1995, (9): 278-280.
- [8] NILAY DEMIR, JALE ACEAR, 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.
- [9] 蔡敬民, 张洁. 芽孢杆菌木聚糖酶的发酵条件研究[J]. 工业微生物, 1996, (2): 26-30.
- [10] B. 施特尔马赫. 酶的测定方法[M]. 钱嘉渊译. 北京: 中国轻工业出版社, 1992.
- [11] 大连轻工业学院. 食品分析[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1990.
- [12] PAUL K KINTNER, JEROME P, VAN BUREN. Carbohydrate interference and its correction in pectin analysis using the m-hydroxydiphenyl method[J]. **J Food Sci**, 1982, 47: 756-764.

- [ 13 ] PITIFER L A , MCLELLAN M R , VAN BUREN J P , *et al.* Analysis of pectin and degree of polymerization in orange juice [ J ]. **Food Chem** , 1994 , 50 : 29 - 32 .
- [ 14 ] ANOCHA K T , GWYN P J , MARK L W , *et al.* Evaluation of extraction method for the analysis of carotenoids in fruits and vegetables [ J ]. **Food Chem** , 1998 , 63 : 577 - 584 .
- [ 15 ] MICHAELA M , ANDREAS S , REINHOLD C . Quantitative determination of carotene stereoisomers in carrot juices and vitamin supplemented ATBC drink [ J ]. **Food Chem** , 2000 , 70 : 403 - 408 .
- [ 16 ] 无锡轻工学院 , 天津轻工学院 . 食品工艺学 [ 中册 ] [ M ]. 北京 : 中国轻工业出版社 , 1994 .
- [ 17 ] FURUI H , YASUMOTO M , TATSUZAWA H , *et al.* Method of producing carrot juice [ P ]. United States Patent : US 5403613 , 1995-04-04 .
- [ 18 ] HARSHUL M VORA , WILLIAM SA KYLE , DARRYL M SMALL . Activity localisation and thermal inactivation of deteriorative enzymes in Australian carrot (*Daucus carota L*) varieties [ J ]. **J Sci Food Agric** , 1999 , 79 : 1129 - 1135 .
- [ 19 ] NOACH BEN - SHALOM , DAVID PLAT , AHARON LEVI , *et al.* Influence of pH treatment on pectic substances and firmness of blanched carrots [ J ]. **Food Chem** , 1992 , 44 : 251 - 254 .
- [ 20 ] 王璋 . 食品酶学 [ M ]. 北京 : 中国轻工业出版社 , 1990 .
- [ 21 ] 相泽孝亮 . 酶应用手册 [ M ]. 黄文涛 , 胡学智译 . 上海 : 上海科学技术出版社 , 1989 .
- [ 22 ] 王尔茂 . 食品营养与卫生 [ M ]. 北京 : 中国轻工业出版社 , 1995 .

( 责任编辑 : 李春丽 )

( 上接第 399 页 )

续表 2

脱乙酰度 / %	剂量 / mg	香气质	香气量	杂 气	劲 头	刺激性	余 味
75	30	中	有 <sup>+</sup>	无杂气	适中	微有	较纯净
75	35	中	有	无杂气	适中	微有	较纯净
90	10	中	有 <sup>+</sup>	似有杂气	适中	微有	较纯净
90	20	中	有 <sup>+</sup>	似有杂气	适中	微有	较纯净
90	30	中	有 <sup>+</sup>	无杂气	适中	微有	较纯净
90	35	中	有	无杂气	适中	微有	较纯净
对照		中	有 <sup>+</sup>	有杂气	适中	有	不纯净

注 : + 表示香气较强 .

### 2.3 壳聚糖形状大小的确定

在实验过程中 , 通过测卷烟吸阻 , 发现壳聚糖以 100 ~ 120 目大小的片絮状为好 , 不宜加入细粉

末状 . 若加入细粉末状的壳聚糖 , 会增大卷烟的吸阻 . 只有在一定吸阻范围内 ( 小于或等于 1 100 Pa ) , 才能保证卷烟的可吸用性 .

## 参考文献 :

- [ 1 ] 李吉高 . 天然多糖与甲壳质 [ J ]. 海洋药物 , 1985 ( 2 ) : 19 - 21 .
- [ 2 ] 李八方 , 于广利 , 梁平方 . 甲壳质及其衍生物降低香烟焦油和烟碱含量研究 [ J ]. 中国海洋药物 , 1996 ( 1 ) : 48 - 51 .
- [ 3 ] KAMIYA AKIHIKO . Cigarette Filter [ P ]. JP 7031452A2 , 1995-02-03 .
- [ 4 ] PAUL ROLLAND AUSTIN , WILMINGTON DEL . Chitin as an extender and filter for tobacco [ P ]. USP 3987802 , 1976-10-26 .
- [ 5 ] 夏文水 , 王璋 . 脱乙酰化反应条件对壳聚糖性能的影响 [ J ]. 无锡轻工业学院学报 , 1992 , 11 ( 2 ) : 104 - 110 .
- [ 6 ] 金闻博 , 戴亚 , 杨俊 . 烟草化学分析与烟气分析 [ M ]. 南昌 : 江西科学技术出版社 , 1993 . 348 - 352 .

( 责任编辑 : 李春丽 )