

# 壳聚糖涂膜处理对猪腰枣保鲜效果的影响

Effect of chitosan coating on the quality of wulong loin jujube fruit during storage

程红<sup>1</sup> 吴习宇<sup>1,2</sup> 徐丹<sup>1</sup> 刘星<sup>1</sup>

CHENG Hong<sup>1</sup> WU Xi-yu<sup>1,2</sup> XU Dan<sup>1</sup> LIU Xing<sup>1</sup>

(1. 西南大学食品科学学院, 重庆 400716; 2. 西南大学工程技术学院, 重庆 400716)

(1. College of Food Science, Southwest University, Chongqing 400716, China;

2. College of Engineering and Technology, Southwest University, Chongqing 400716, China)

**摘要:**研究了采用 1.0%、1.4% 和 1.6% 浓度的壳聚糖涂膜处理武隆猪腰枣后,在 1℃,相对湿度 90% 的条件下的保鲜效果。结果表明:1.4% 壳聚糖涂膜处理有效地延缓了武隆猪腰枣果实硬度、Vc 及可溶性固形物含量的下降,在贮藏末期(60 d)时,各检测指标均明显优于对照组,并有效地抑制了细菌和降低了烂果率,较好地保持了猪腰枣贮存期的品质。

**关键词:**猪腰枣;壳聚糖;涂膜;贮藏;品质

**Abstract:** As a local fresh jujube species in Chongqing, Wulong loin jujube has high nutritional value and excellent flavor. But the storage period of Wulong loin jujube was very short, and this was the reason why its industry development was hindered the development. In this study, fresh Wulong loin jujubes were coated with chitosan at different concentrations (1.0%, 1.4%, and 1.6%), and then they were stored at (1±0.5)℃ with 90% relative humidity to examine the preservation effects of chitosan coating. The results showed that the dosages of 1.4% chitosan coating could delay the reductions of firmness, and Vc and the contents of soluble solids. It was also found that the rot fruit rate was effectively reduced, and all the targets above were superior to CK group after stored for 60 days.

**Keywords:** Loin jujube; chitosan coating; storage; quality

武隆猪腰枣系鼠李科枣属(*Ziziphus jujuba* Mill.)落叶乔木,产自重庆市武隆县羊角镇,是一个鲜食枣地方品种,被重庆市林木品种审定委员会审定为优良品种,又名羊角猪腰枣<sup>[1]</sup>。武隆猪腰枣果肉呈绿白色,肉质脆甜、汁液多,可食率达 94% 以上,鲜食极佳<sup>[2]</sup>。但和其他枣类一样,猪腰枣也面

临着采摘后贮藏期短,因腐败变质或运输过程中的机械损伤而失去食用价值。一般鲜枣常温自然条件下贮存 5~7 d,低温条件下某些品种鲜枣保鲜期可达数月之久<sup>[3]</sup>。武隆猪腰枣由于皮薄质脆水分含量高,相比于其它品种枣类更加不耐贮存,贮存期短成为限制武隆猪腰枣产业发展的一个重要原因,因此猪腰枣保鲜技术的发展迫在眉睫。

近年来,可食性涂膜保鲜剂逐渐成为研究热点之一,以壳聚糖为例,其可以调节气体成分并减少水分损失,从而延缓果蔬品质下降速度<sup>[4]</sup>。壳聚糖(poly-b-(1-4)-D-glucosamine)又名甲壳素、几丁质、壳多糖,是一种可降解的生物多糖聚合物,具有良好的成膜性、抗菌性和诱导植物组织抵御系统的能力,近年来在食品保鲜尤其是果蔬保鲜方面得到广泛的研究和应用<sup>[5-6]</sup>。壳聚糖溶液可在果蔬表面形成一层无色透明的半透膜,降低果蔬的呼吸强度,减弱膜脂过氧化作用,调节果蔬采后生理代谢,并具有抑制微生物活性的作用<sup>[7]</sup>;同时可抑制花青素的合成,使果实保持原有色泽和良好的感官<sup>[8]</sup>。壳聚糖膜在果蔬保鲜方面已经有了广泛的应用,而目前还尚未发现有关猪腰枣这一品种的枣类保鲜方法的研究。

本研究拟采用壳聚糖涂膜处理武隆猪腰枣,探究不同浓度的壳聚糖溶液涂膜对武隆猪腰枣硬度、可溶性固形物、Vc 含量和细菌总数、感官品质、腐烂率等的影响,探讨最佳涂膜浓度,旨在为延长武隆猪腰枣贮藏期及延缓品质下降提供理论依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材料与仪器

#### 1.1.1 材料与试剂

猪腰枣:采自重庆市武隆猪腰枣枣园。挑选果形端正、色泽度较好、着色面积在 50% 左右、无病虫害、无机械损伤、整齐度良好的新鲜枣果进行采摘,并立即运回实验室进行二次挑选及分组处理;

**基金项目:**西南大学食品科学学院本科生科技创新基金(编号:SPXY201502);西南大学基本科研业务费基金项目(编号:XDJK2015C137);重庆市社会事业与民生保障科技创新专项一般项目(编号:cstc2015shmszx80011)

**作者简介:**程红,女,西南大学在读本科生。

**通讯作者:**吴习宇(1978—),女,西南大学讲师,在读博士。

E-mail:xiyu.w@163.com

**收稿日期:**2016-03-22

壳聚糖:脱乙酰度为 90.1%,潍坊海之源生物制品有限公司;

无水乙醇、氯化钠:分析纯,沈阳百盛化工有限公司;

氢氧化钠、碳酸氢钠:分析纯,沈阳市新化试剂厂;

标准抗坏血酸、草酸:食品级,沈阳昌德隆化工原料有限公司;

2,6-二氯酚靛酚钠盐:分析纯,上海金穗生物科技有限公司;

平板计数琼脂:分析纯,北京奥博星生物技术有限责任公司;

乙酸:分析纯,广州苏喏化工有限公司。

1.1.2 主要仪器与设备

质构仪:CT-3 型,美国 Brookfield 公司;

电子天平:FA2004 型,上海精天电子仪器有限公司;

阿贝折射仪:2WA-J 型,上海晨渊电子科技有限公司;

桌上式洁净工作台:VD-850 型,深圳市屹丰净化设备有限公司;

均质仪:JT-C 型,江苏天翎仪器有限公司;

电热恒温培养箱:BPH-9052 型,深圳市三利化学制品有限公司;

数显恒温水浴锅:HH-2 型,常州澳华仪器有限公司;

立式压力蒸汽灭菌器:BXM-30R 型,上海博讯实业有限公司医疗设备厂。

1.2 预处理方法

壳聚糖保鲜液制备:采用体积浓度为 2%的乙酸作为溶剂。分别取 10,14,16 g 的壳聚糖溶解到浓度为 2%的乙酸溶剂中,配成 1 000 mL 壳聚糖溶液,分别得到浓度为 1.0%,1.4%,1.6%的壳聚糖溶液。

将猪腰枣分成 4 组,第 1~3 组分别浸泡在上述不同浓度的壳聚糖溶液中约 5 min,捞起,使之自然沥干,然后平均装入厚度为 0.04 mm、双面各有 4 个直径为 8 mm 孔的食品级 PE 密封袋(义乌市轩泰塑料袋厂)中,每袋装 9 个,每组 13 袋。另一组作为对照,不作处理。将所有样品放置在(1.0±0.5)℃条件下贮藏,每隔 4 d 分别从 4 组中每组随机取出 9 个,测量其可溶性固形物、Vc 含量、菌落总数、硬度等指标。

1.3 测定指标及方法

1.3.1 感官评分 由经验丰富的感官评审小组成员 5 人分别从各组随机取出 9 个根据枣果着色面积和视觉触觉感受按表 1 评分标准打分。

表 1 感官评价评分标准<sup>†</sup>

Table 1 Standard for sensory evaluation of Wulong jujube

分值	感官品质
10 分	着色面积为 50%,果实坚硬
8 分	着色面积为 75%,果实坚硬
6 分	着色面积为 75% 以上但非全红,果实坚硬
4 分	全红,但仍坚硬
2 分	全红,出现轻微变软现象
0 分	全红,大面积变软,出现腐烂现象且不能食用

<sup>†</sup> 参照 GB/T 22345—2008 制订。

1.3.2 猪腰枣腐烂率 参考文献[9]方法,按式(1)计算:

$$\text{腐烂率} = \frac{\text{腐烂果实数}}{\text{总果实数}} \times 100\% \quad (1)$$

1.3.3 猪腰枣硬度的测定 采用质构仪测定,探头直径 2.5 mm。测试速度 1.0 mm/s,深度 3.0 mm,触发点负载 0.2 N。

1.3.4 细菌总数的测定 按 GB/T 4789.2—2010 执行。

1.3.5 可溶性固形物含量测定 采用阿贝折光仪测定。

1.3.6 Vc 含量的测定 采用 2,6-二氯酚靛酚滴定法测定<sup>[10]</sup>。

1.4 数据处理

试验重复 3 次,所有试验数据采用 Microsoft Excel 2010 分析处理。置信水平为 95%,P<0.05 表示差异性显著,P<0.01 表示差异性极显著。

2 结果与讨论

2.1 对武隆猪腰枣感官品质的影响

由图 1 可知,对照组在贮藏期内感官分数明显低于涂膜组,贮藏 20 d 时,对照组变为全红,30 d 时出现轻微的变软现象,并有少数枣果出现腐烂现象,在之后的 10 d 中枣果变软腐烂迅速,45 d 时到达贮藏终点。感官评分最高的是 1.4%浓度组,该组枣果贮藏 30 d 时才变为全红,之后的感官评价也明显优于其他组,并将其贮藏终点延长至了 60 d。不同浓度的壳聚糖由于其黏度不同,保鲜效果不同。浓度若太高,在鲜枣表面形成的可食性膜则较厚,造成体内氧气浓度过低,影响枣果正常呼吸;若浓度太低,形成的可食性膜则较薄,对枣果体内与体外的气体交换阻力就小,保鲜效果不理想<sup>[11]</sup>。从结果看,最适浓度为 1.4%,在该浓度下,枣果成熟期得到延长,感官品质的得明显提升。

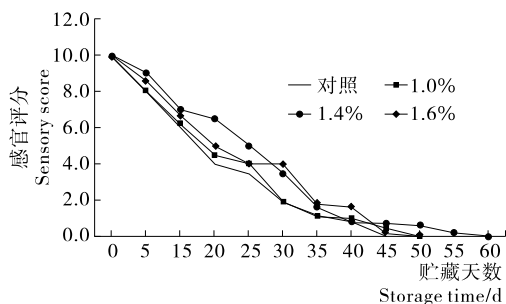


图 1 壳聚糖涂膜处理对武隆猪腰枣感官的影响  
Figure 1 Effect of chitosan coating on the sensory evaluation of Wulong loin jujube

2.2 对武隆猪腰枣腐烂率的影响

由图 2 可知,随贮藏时间延长,猪腰枣腐烂率逐渐增高。对照组的腐烂率明显高于壳聚糖涂膜组。对照组猪腰枣贮藏 30 d 时出现腐烂现象,45 d 时腐烂率超过 60%。而 1.4%浓度涂膜组在第 40 天时只有少数果实出现腐烂,且腐烂速率最为缓慢,第 60 天时才达到 60%,可见壳聚糖在抑制枣果成熟,延缓衰老方面具有明显的效果。且不同的浓度,具有不同的效果,1.4%浓度组抑制效果最好。

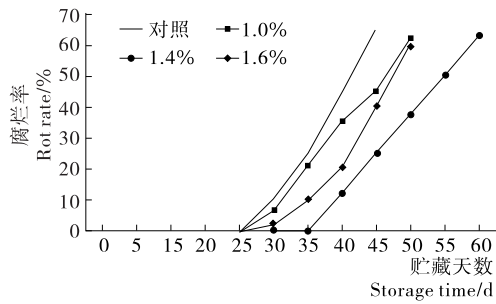


图 2 壳聚糖涂膜处理对武隆猪腰枣腐烂率的影响  
Figure 2 Effect of chitosan coating on the rot rate of Wulong jujube

### 2.3 对武隆猪腰枣果实硬度的影响

果实硬度是衡量果蔬贮藏保鲜期的一个重要指标。在采后贮藏过程中,果蔬果胶物质不断分解,细胞失水,硬度下降<sup>[12]</sup>。如图 3 所示,在贮藏期间,武隆猪腰枣果实的硬度整体呈下降趋势。其中对照组果实硬度下降速度最快,在贮藏末期,果实硬度明显低于壳聚糖涂膜组。1.4%浓度的壳聚糖涂膜果实硬度后期一直维持在最高水平,且下降趋势缓慢,1.6%壳聚糖浓度涂膜的果实,前期同样减缓了果实硬度的下降,但后期效果不如 1.4%浓度的壳聚糖涂膜。这可能是当壳聚糖浓度过高,枣果不能进行正常的有氧呼吸,造成细胞程序化死亡,加快猪腰枣腐败<sup>[10]</sup>。因此,浓度为 1.4%的壳聚糖溶液涂膜对武隆猪腰枣果实硬度的延缓效果最好。统计分析表明,1.4%与 1.6%浓度涂膜与对照组组差异性极显著( $P < 0.01$ )。

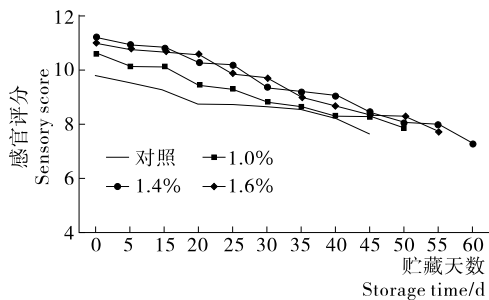


图 3 壳聚糖涂膜处理对武隆猪腰枣果实硬度的影响  
Figure 3 Effects of chitosan coating on fruit firmness of Wulong loin jujube

### 2.4 对武隆猪腰枣细菌总数量的影响

由图 4 可知,随着贮藏时间的延长,枣内细菌总数整体呈上升趋势,但前期增长速度及幅度较小,30 d 以后上涨迅速,对照组后期上升幅度最大,在第 50 天时细菌总数达到  $2.4 \times 10^6$  CFU/g。不同浓度壳聚糖涂膜对武隆猪腰枣内细菌均有不同程度的抑制效果。其中 1.6%的壳聚糖溶液浓度抑菌最差,在第 50 天时达到了  $1.6 \times 10^6$  CFU/g。同期,1.4%壳聚糖涂膜的果实细菌总数仅为  $5.4 \times 10^5$  CFU/g,在第 60 天时,细菌总数为  $1.3 \times 10^6$  CFU/g。由此可知,1.4%壳聚糖溶液浓度涂膜对武隆猪腰枣的抑菌效果最好。

### 2.5 对武隆猪腰枣可溶性固形物含量的影响

由图 5 可知,武隆猪腰枣的可溶性固形物含量在贮藏前

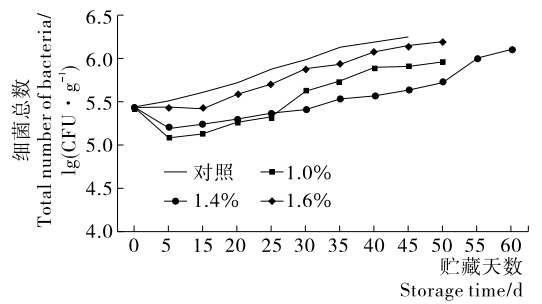


图 4 壳聚糖涂膜处理对武隆猪腰枣细菌总数量的影响  
Figure 4 Effects of chitosan coating on the total number of bacteria of Wulong jujube

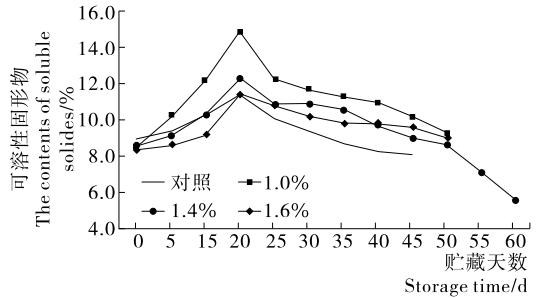


图 5 壳聚糖涂膜处理对武隆猪腰枣可溶性固形物含量的影响

Figure 5 Effects of chitosan coating on the contents of soluble solids in Wulong jujube

期呈上升趋势,并在 20 d 左右时达到最大值,此后呈下降趋势。尤其在贮藏后期,武隆猪腰枣各组可溶性固形物下降幅度都比较大。其中,对照组下降幅度最大。1.6%浓度组同样下降迅速,且储藏后期可溶性固形物含量低于其他浓度组。整体上看,1.0%壳聚糖浓度处理组在贮藏末期保持枣果可溶性固形物含量效果最好,且整个贮藏期过程中可溶性固形物含量变化最为平缓,统计结果显示,1.0%涂膜组与对照组差异显著( $P < 0.05$ ),而其他两组与对照组差异并不显著( $P > 0.05$ )。

### 2.6 对武隆猪腰枣 Vc 含量的影响

由图 6 可知,在贮藏期间,不同浓度壳聚糖涂膜处理的武隆猪腰枣果实 Vc 含量的变化有明显的差异性。果实 Vc 含量在贮藏前期缓慢上升,并在 25 d 左右时达到峰值,此后迅速下降。其中壳聚糖浓度为 1.6%组在峰值后下降最为迅

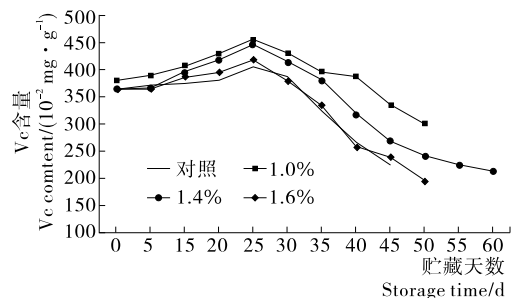


图 6 壳聚糖涂膜处理对武隆猪腰枣 Vc 含量的影响  
Figure 6 Effects of chitosan coating on Vc content in Wulong loin jujube

速且抗坏血酸含量相比其他组低,未经壳聚糖涂膜处理过的对照组其次,原因是浓度过高的壳聚糖溶液涂膜由于黏度过大,造成鲜枣缺氧,过分抑制了鲜枣的呼吸作用,使鲜枣自身新陈代谢加快,造成Vc含量迅速下降<sup>[13]</sup>,反而不利于猪腰枣的储存。较为理想的是1.0%和1.4%壳聚糖处理的武隆猪腰枣组,其Vc含量在贮藏期间内相比于其他各组而言变化比较平稳,且能保持在较高水平。与对照组相比,1.0%浓度组差异性极显著( $P < 0.01$ ),1.4%浓度组与对照组差异性显著,说明最佳浓度为1.0%。

### 3 结论

(1) 壳聚糖涂膜处理能有效地延缓武隆猪腰枣鲜枣果的腐烂,使鲜枣保持更好的抗坏血酸含量,可溶性固形物含量和硬度。在一定浓度范围内,壳聚糖溶液浓度越高,对武隆猪腰枣保鲜效果越好;但随着浓度的升高,反而不利于鲜枣贮藏。

(2) 1.0%壳聚糖涂膜在抗坏血酸和可溶性固形物等指标测定中表现出良好的保鲜效果。

(3) 1.4%壳聚糖涂膜能更好地保持武隆猪腰枣果实的硬度,并且在抑制细菌生长方面和延缓腐烂方面表现出良好的效果。

从壳聚糖涂膜处理对武隆猪腰枣鲜枣果外观品质和内部品质两方面影响来看,1.4%的壳聚糖溶液涂膜使武隆猪腰枣在贮藏期品质保持最好,腐烂率较低,保鲜期更长。

### 参考文献

[1] 陈清华, 罗平, 程霞. 武隆猪腰枣产业发展存在的问题及对策研究[J]. 重庆林业科技, 2010(1): 14-18.

[2] 刘孟军. 中国枣产业发展报告(1949—2007) [R]. 北京: 中国林业出版社, 2008.

[3] 葛武伟. 鲜食枣的贮藏与保鲜[J]. 农家顾问, 2004(8): 58.

[4] OJAGH S M, REZAEI M, RAZAVI S H, et al. Effect of chitosan coatings enriched with cinnamon oil on the quality of refrigerated rainbow trout[J]. Food Chemistry, 2010, 120(1): 193-198.

[5] 江英, 胡小松, 刘琦, 等. 壳聚糖处理对采后梅杏贮藏品质的影响[J]. 农业工程学报, 2010, 26(1): 343-349.

[6] ROMANAZZI G, NIGRO F, IPPOLITO A, et al. Effects of Pre and Post-harvest Chitosan treatments to control storage grey mold of table grapes [J]. Journal of Food Science, 2002, 67(5): 1 862-1 867.

[7] DU Jian-ming, GEMMA H, IWAHORI S. Effects of chitosan coating on the storability and on the ultrastructural changes of 'Jonagold' apple fruit in storage[J]. The Japanese Society for Food Science and Technology, 1998, 24(1): 23-30.

[8] 闫岩, 王明力, 陆雅丽. 壳聚糖膜在食品保鲜中的研究进展[J]. 贵州农业科学, 2012, 40(9): 209-212.

[9] 谢江, 查春月, 刘婷, 等. 涂膜保鲜对食用鲜木薯品质的影响[J]. 食品与机械, 2012, 28(5): 185-188.

[10] 刘香军, 郝晓磊. 壳聚糖对灵武长枣保鲜效果研究[J]. 中国果菜, 2015(2): 1-4.

[11] 彭丽桃, 蒋跃明, 杨书珍, 等. 壳聚糖被膜对鲜切荸荠褐变的抑制[J]. 植物生理学通讯, 2002, 38(6): 554-556.

[12] 张慧君, 宫春宇, 王文侠, 等. 壳聚糖涂膜保鲜菠菜研究[J]. 食品与机械, 2011, 27(3): 112-115.

[13] 胡晓艳, 乔勇进, 陈召亮. 壳聚糖涂膜对沪产冬枣贮藏期品质的影响[J]. 食品与机械, 2011, 27(1): 109-112.

### 《保鲜与加工》杂志 2017 年征订征稿启事

- 中文核心期刊
- 中国科技核心期刊
- 中国农业核心期刊
- 中国北方优秀期刊
- 中国学术期刊(光盘版)收录期刊
- 美国《化学文摘》(CA)收录期刊
- 英国《国际农业与生物科学研究中心》(CABI)收录期刊
- 英国《食品科技文摘》(FSTA)收录期刊

主管: 天津市农业科学院  
 主办: 国家农产品保鲜工程技术研究中心(天津)  
 国际标准连续出版物号: ISSN 1009-6221  
 国内统一连续出版物号: CN 12-1330/S

《保鲜与加工》杂志是我国农产品采后技术研究领域的中文核心期刊, 据中国知网的最新统计结果, 5年复合影响因子为1.339。本刊主要报道农产品保鲜与加工相关领域基础理论、新技术、新工艺、新设备、新材料的研究成果及国内外相关行业的动态与信息。主要设置专家论坛、保鲜研究、加工研究、检测分析、信息与物流、专题论述、技术指南、行业资讯、科普沙龙、科技前沿、政策法规等栏目。适于科技人员、农业技术推广人员、相关企业管理和技术人员、大专院校师生及广大从事保鲜与加工技术研发领域的人士参阅。

邮发代号: 6-146 双月刊, 逢单月10日出版, 单价18元, 全年108元。  
 欢迎在全国各地邮局(所)或本编辑部订阅, 欢迎广大读者踊跃投稿, 并诚邀刊登各类相关广告。

通讯地址: 天津市西青区津静公路17公里处, 国家农产品保鲜工程技术研究中心(天津)《保鲜与加工》编辑部, 邮编: 300384  
 电话: 022-27948711, 联系邮箱: bxyjg@163.com, 投稿平台: www.bxyjg.com

### ● 欢迎订阅 发布广告

- 中文核心期刊
- 中国科技核心期刊
- RCCSE中国核心学术期刊
- 国内外公开发行期刊
- 入选《中国知识资源总库·科技精品期刊》
- 《中国学术期刊综合评价数据库》来源期刊
- 《中国期刊网》全文数据库收录期刊
- 万方数据—数字化期刊群全文数据库收录期刊
- 俄罗斯《文摘杂志》(AJ, VINITI) 收录期刊
- 美国《化学文摘》(CA) 收录期刊
- 波兰《哥白尼索引》(IC) 收录期刊
- 英国《食品科技文摘》(FSTA) 收录期刊
- 英国《全球健康》(Global Health) 收录期刊
- 英国《国际农业与生物科学研究中心》(CABI) 收录期刊
- 英国《乌利希期刊指南》(UPD) 收录期刊

## 《中国调味品》 CHINA CONDIMENT

《中国调味品》杂志是中文核心期刊。于1976年创刊, 是调味品行业国内外公开发行的专业技术刊物。三十多年来我刊本着为行业服务, 推动行业技术进步的宗旨, 以先进性、实用性、信息量大的特点办刊, 受到业内人士欢迎。

《中国调味品》主要刊载食品添加剂、酱油、食醋、酱腌菜、豆腐乳、方便面、香辛料、鲜味剂、甜味剂、核苷酸、复合调味料及有关调味技术等领域的新技术、新工艺、新设备等内容。设有“专论与综述”、“试验研究”、“烹饪与调味”、“工艺技术”、“食品添加剂”、“分析检测”、“行业资讯”等专栏。

有人用调味品家 食品工业文摘

刊号: ISSN 1000-9973 邮发代号: 14-13 月刊 大16开 正文140页 12.00元/期 144.00元/年  
 CN 23-1299/TS  
 地址: 哈尔滨利民经济开发区南京路东6号 邮编: 150025 电话(传真): 0451-87137077 87137088  
 E-mail: zgtpw1976@163.com  
 开户行: 哈尔滨银行利民开发区支行 户名: 哈尔滨市食品工业研究所有限公司 账号: 1278011151860079  
 《中国调味品》杂志社 全国调味品科技情报中心站