

豇豆涂膜保鲜效果的研究

张宇航, 王荣荣, 邢淑婕*

(信阳农林学院食品科学系, 信阳 464000)

摘要: **目的** 分析大豆分离蛋白与茶多酚对豇豆进行涂膜保鲜的可行性。**方法** 用茶多酚和大豆分离蛋白复合涂膜液处理豇豆, 测定低温(7 °C)贮藏过程中呼吸强度、细胞膜相对透性、失重率、叶绿素含量、纤维素含量和维生素 C 含量等各项指标的变化。**结果** 涂膜处理可明显降低豇豆的呼吸速率和失重率, 减缓了贮藏期间豇豆维生素 C 与叶绿素含量的下降, 对豇豆的纤维化及细胞膜相对透性的上升有明显的抑制作用, 且成膜剂大豆分离蛋白中添加茶多酚可进一步增强涂膜处理的效果, 和对照相比, 5%的大豆分离蛋白溶液中添加 200 mg/kg 茶多酚制得的涂膜液处理样品可将豇豆的低温保鲜期从 6 d 延长至 12 d。效果显著。**结论** 大豆分离蛋白中添加茶多酚能够明显延长豇豆的保鲜期。

关键词: 茶多酚; 大豆分离蛋白; 涂膜; 豇豆; 保鲜

Preservation effect of coating on cowpea

ZHANG Yu-Hang, WANG Rong-Rong, XING Shu-Jie*

(Department of Food Science, Xinyang College of Agriculture and Forestry, Xinyang 464000, China)

ABSTRACT: Objective To explore the feasibility of using preservative coating mixed with soy isolated protein and tea polyphenols for fresh-keeping of cowpea. **Methods** Soy isolated protein blended with tea polyphenols were used to preserve cowpea, respiratory intensity, cell membrane permeability, weight loss rate, chlorophyll content, cellulose and VC content of cowpea were measured to study the fresh-keeping effects of different preservative coating on cowpea during the storage at 7 °C. **Results** The results indicated that coating treatment could significantly reduce the respiration rate and weight loss rate of cowpea, could delay the decline of the fruit's VC and chlorophyll content, and inhibit the fibrosis and the rising of cell membrane permeability. Tea polyphenol-incorporated soy isolated protein film-coating could enhance the effect of coating treatment. It was found that coating made with 5% soy isolated protein blended with 200 mg/kg tea polyphenol achieved the best effective in maintaining storage qualities of cowpea, which can prolong the shelf life from 6 d to 12 d as compared to the control at the low temperature. **Conclusion** Soy isolated protein blended with tea polyphenols could obviously lengthen the shelf life of cowpea.

KEY WORDS: tea polyphenols; soy isolated protein; coating; cowpea; preservation

基金项目: 河南省 2011 年科技攻关计划项目(112102110144)

Fund: Supported by the Program of Science and Technology Projects Program in Henan Province (112102110144)

*通讯作者: 邢淑婕, 教授, 主要研究方向为食品营养与安全。E-mail: xing3600@163.com

*Corresponding author: XING Shu-Jie, Professor, Department of Food Science, Xinyang College of Agriculture and Forestry, 24 Road, Yangshan, Xinyang 464000, China. E-mail: xing3600@163.com

1 引言

豇豆是豆科草本植物豇豆的种子或荚果, 又称饭豆、腰豆、长豆、裙带豆、浆豆, 我国大部分地区有栽培。豇豆富含蛋白质、碳水化合物、维生素和矿物质等, 具有较高的营养价值^[1], 且其色泽翠绿, 味道鲜美, 因此深受消费者的喜爱。但是豇豆组织脆嫩、含水量高、采后呼吸作用强, 且采收季节为高温高湿的夏季, 不易保鲜贮藏^[2], 如何在采后延长其保鲜期成为众多学者关注的焦点^[3-9]。

茶多酚是从茶叶中提取得到的多酚类物质的总称^[10]。研究报道称^[11-12], 茶多酚是一种安全的食品抗氧化剂和抑菌剂, 在肉制品保鲜方面已得到应用^[13,14]。笔者研究发现茶多酚对部分蔬菜水果也有延长保鲜期的作用^[15,16]。但对豇豆的保鲜效果如何还未见报道。

本研究将茶多酚添加到大豆分离蛋白溶液中制成复合涂膜液, 以单纯大豆分离蛋白涂膜和不做任何处理的豇豆为参照, 研究茶多酚对豇豆的保鲜效果, 为豇豆的贮藏保鲜提供理论依据。

2 材料与方法

2.1 材料

试验于2013年7~10月进行, 供试豇豆购自信阳羊山新区三桥农贸市场, 挑选无病虫害、无机械损伤、条形和成熟度一致的进行试验; 大豆分离蛋白购自山东万得福公司(纯度> 90%); 茶多酚由信阳农林学院食品科学系食品化学实验室提供(纯度为80%)。

2.2 方法

参照参考文献^[17]方法进行: 称取50 g大豆分离蛋白加入500 mL蒸馏水中混合均匀, 缓慢加入1 g Na₂SO₃, 调节溶液的pH值至7.8, 85 °C水浴搅拌反应20 min, 冷却至室温, 分别添加0 mg(T1)、100 mg(T2)、200 mg(T3)、300 mg(T4)茶多酚, 并补充蒸馏水至溶液体积为1000 mL, 搅拌使其混合均匀待用。

将所购豇豆按每组1.0 kg标准分成5组, 之后放入制备好的涂膜液中浸渍1 min, 取出低温风干, 做好标记, 低温(7 °C)贮藏, 定期取样测定指标, 不经任何处理的为CK。平行实验次数为3。

2.3 测定指标和方法

2.3.1 呼吸强度

氢氧化钠气流法^[18]。

2.3.2 细胞膜相对透性^[19]

将豆荚组织横切成2 mm薄片, 每15片为一组, 称重(W)后放入烧杯中, 加入30 mL双蒸馏水, 用DDS-11A型电导率仪测定电导值(L₀), 浸提5 min后再测电导值(L₁), 然后将烧杯放置电炉上煮沸, 冷却后测电导值(L₂):

$$\text{质膜相对透性}(\%) = \frac{L_1 - L_0}{L_2 \times W} \times 100\%$$

2.3.3 失重率

以称重法测定失重率, 分别记录贮藏前豇豆重量W₀与贮藏一段时间(t表示贮藏时间/d)后的重量W_t:

$$\text{失重率}/\% = \frac{W_0 - W_t}{W_0} \times 100\%$$

2.3.4 叶绿素含量

分光光度法^[20]。

2.3.5 维生素C含量

2,6-二氯酚靛酚法^[21]。

2.3.6 纤维素含量

纤维素含量采用酸洗涤剂法测定: 称取一定量(W)豇豆切碎放入回流装置容器中, 在室温下加入酸洗涤剂, 加热, 5~10 min内煮沸计时60 min, 减压抽滤, 重复水洗, 抽滤至酸洗涤剂洗尽, 重复2次, 干燥3 h后称重(W₀)。

$$\text{纤维素含量}/\% = \frac{W_0}{W} \times 100\%$$

2.4 数据统计分析

试验数据采用SPSS 17.0软件进行分析。

3 结果与分析

3.1 涂膜处理对豇豆贮藏品质的影响

在豇豆贮藏到第3、6、9、12、15 d时分别取样, 测定了供试样品失重率、叶绿素、维生素C和纤维素含量的变化情况, 见表1。

表1显示, 在0~15 d的贮藏过程中, 豇豆体内的叶绿素和维生素C含量均逐渐下降, 失重率和纤维素含量均逐渐上升。

查看表1中数据发现, CK组和T1组相比, 除第3 d

纤维素含量变化无差异外, 其他各试验时期两组试验数据之间均呈现差异极显著($P < 0.01$), 说明大豆分离蛋白单一涂膜处理可延缓贮藏期豇豆品质的下降; 表 1 试验数据还显示, 贮藏期内, T3 和 T4 组的试验数据与 T1 组相比有差异, 表明大豆分离蛋白单一涂膜的保鲜效果不及茶多酚和大豆分离蛋白的复合涂膜效果, 试验范围内, 大豆分离蛋白中茶多酚的添加量为 200 mg/kg~300 mg/kg 时, 对豇豆贮藏品质的保持效果最优。

3.2 涂膜处理对豇豆采后生理的影响

3.2.1 涂膜处理对豇豆呼吸速率的影响

果蔬采摘后仍然进行着呼吸作用, 随着呼吸的不断进行, 其体内的营养物质也在不断地被消耗, 营养价值也随之不断下降, 贮藏寿命也逐渐缩短, 因此, 目前果蔬保鲜的重要措施之一就是如何适当控制采后果蔬的呼吸。贮藏期间各组样品呼吸速率的变化见图 1。

由图 1 可以看出, 豇豆是呼吸跃变型果实, Ck

组豇豆的呼吸高峰在贮藏至 4 d 时出现, 最高峰值为 $230.03 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$, 而涂膜处理组(T1-T4 组)呼吸高峰在贮藏至第 10 d 时出现, 峰值分别为 200.36、199.27、189.01、189.71 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$, 这显示了大豆蛋白膜具有良好的阻气性, 可降低果实呼吸强度, 推迟果实呼吸高峰来临, 有利用豇豆的保鲜。数据分析表明, 贮藏期间, 涂膜和 CK 组样品呼吸速率差异极显著($P < 0.01$), 表明涂膜处理对豇豆具有保鲜作用。

就涂膜处理组(T1~T4 组)而言, 各组的呼吸高峰均在第 10 d 来临, 但是各组的最高峰值并不相同(见上文), 其中, T3 和 T4 的峰值相近, 低于与 T1 及 T2 组的峰值, 相比差异显著($P < 0.01$), 表明大豆分离蛋白单一涂膜的保鲜效果不及茶多酚和大豆分离蛋白的复合涂膜效果, 大豆分离蛋白中茶多酚的添加量为 200 mg/kg~300 mg/kg 时, 豇豆的呼吸强度最低。这和上述试验结果是一致的。

表 1 不同处理对豇豆贮藏品质的影响
Table 1 Effect of different treatments on fruit quality of cowpea during the storage

时间 Time/d	失重率 Weight loss rate/%					叶绿素含量 chlorophyll/(mg/g)				
	CK	T1	T2	T3	T4	CK	T1	T2	T3	T4
0	0aA	0aA	0aA	0aA	0aA	0.23aA	0.23aA	0.23aA	0.23aA	0.23aA
3	9.80aA	3.6bB	2.5cB	1.4dD	1.2dD	0.18aA	0.20bB	0.20bB	0.23bB	0.23bB
6	25.6aA	8.4bB	6.1cC	2.2dD	2.3dD	0.10aA	0.13bB	0.16cC	0.21dD	0.21dD
9	39.4aA	10.2bB	7.2cC	3.2dD	3.3dD	0.07aA	0.10bB	0.15cC	0.19dD	0.20dD
12	42.6aA	16.3bB	9.9cC	5.7dD	5.6dD	0.04aA	0.06bB	0.13cC	0.17dD	0.17dD
15	56.3aA	20.1bB	15.7cC	6.7dD	6.8dD	0.01aA	0.04bB	0.10cC	0.16dD	0.15dD

注: 同行内不同小写字母表示在 0.05 水平上差异显著, 不同大写字母表示在 0.01 水平上差异显著(下同)

Note: Different small and capital letters indicate significant difference at $P=0.05$ and 0.01 line respectively (the following is the same).

表 1 不同处理对豇豆贮藏品质的影响(续)
Table 1 Effect of different treatments on fruit quality of cowpea during the storage (continued)

时间 Time/d	维生素 C 含量 VC/(mg/100g)					纤维素含量 cellulose/%				
	CK	T1	T2	T3	T4	CK	T1	T2	T3	T4
0	20.58aA	20.54aA	20.57aA	20.58aA	20.28aA	1.25aA	1.25aA	1.25aA	1.25aA	1.25aA
3	17.89aA	20.03bB	20.13bB	20.30cB	20.28cB	1.45aA	1.41aA	1.40aA	1.22bA	1.22bA
6	16.07aA	18.36bB	18.67bB	20.03cC	20.09cC	1.69aA	1.46bB	1.43bB	1.31cB	1.33cB
9	15.17aA	17.97bB	18.05bB	19.46cC	19.56cC	1.97aA	1.66bB	1.69bB	1.45cB	1.46cB
12	13.09aA	17.11bB	17.37bB	19.02cC	19.10cC	2.38aA	1.77bB	1.75bB	1.55cC	1.56cC
15	9.27aA	16.4bB	16.70bB	18.21cC	18.26cC	3.59aA	2.39bB	2.34bB	1.62cC	1.60cC

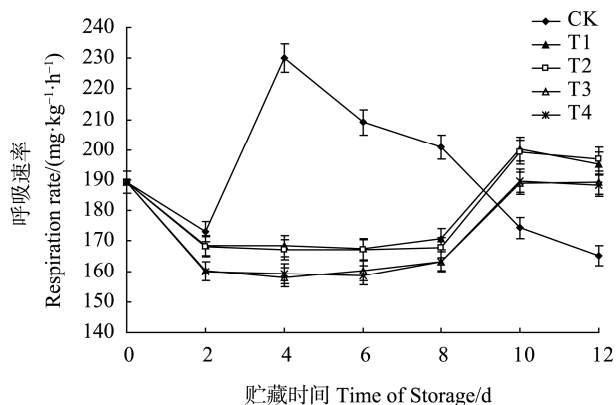


图1 不同处理对豇豆呼吸强度的影响

Fig. 1 Effect of different treatments on respiration rate of Cowpea

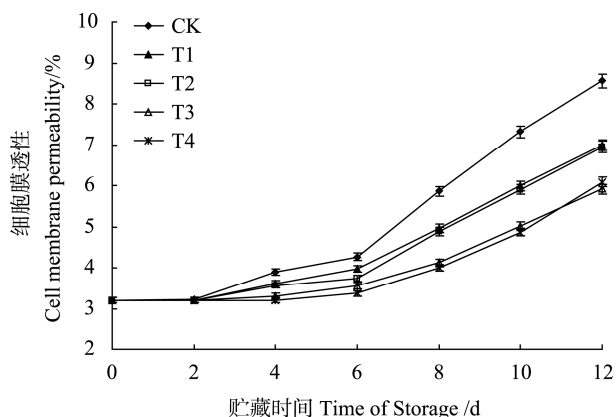


图2 不同处理对豇豆细胞膜透性的影响

Fig. 2 Effect of different treatments on cell membrane permeability of Cowpea

3.2.2 涂膜处理对豇豆细胞膜相对透性的影响

研究表明,植物细胞在衰老过程中,其细胞膜脂会发生过氧化反应而破坏膜系统^[22],氧化反应越频繁越剧烈,细胞膜被破坏的程度越大,透性也随之增加。因此,测定果蔬贮藏期内细胞膜的透性可以判断果蔬的贮藏效果及其贮藏寿命。贮藏期间各组样品细胞膜相对透性的变化如图2所示。

从图2可知,在贮藏的前2 d,各试验组的豇豆细胞膜透性无明显变化,从第2 d开始上升,但CK组的上升速度较快,与其它处理组相比差异显著($P < 0.05$),说明涂膜处理可抑制贮藏期豇豆果肉细胞膜透性的上升。分析原因,大豆分离蛋白在豇豆表面形成的薄膜对气体具有阻隔作用,可在一定程度上抑制供试豇豆细胞膜脂发生过氧化反应,从而抑制细胞膜透性的上升。

图2还显示,在抑制供试样品细胞膜透性的上升方面,大豆分离蛋白联合一定量茶多酚涂膜的效果优于单一的大豆分离蛋白涂膜。分析原因,茶多酚是一种良好的抗氧化剂,对抑制细胞膜脂的过氧化反应,从而抑制豇豆细胞膜透性的上升具有一定的作用。大豆分离蛋白中茶多酚的添加量为200 mg/kg~300 mg/kg时,涂膜处理对豇豆细胞膜透性的上升抑制作用最明显。

4 小结与讨论

采摘后的果蔬仍进行着呼吸作用,因此要不断地消耗自身的营养,进而造成其品质的下降。呼吸强度越高,果蔬的耐贮藏性越差。试验结果显示,与不涂膜相比,涂膜后的豇豆在贮藏期内呼吸高峰推迟、呼吸强度总体下降,细胞膜透性的上升受到抑制,说明适宜浓度的大豆蛋白涂膜能够抑制呼吸强度,推迟呼吸高峰的产生,从而延缓豇豆的衰老进程。

失重率、纤维素、维生素C及叶绿素是衡量豇豆品质变化的重要指标组成部分,其含量的变化可用于判断豇豆的衰老程度。试验结果显示,与不涂膜相比,涂膜后的豇豆失重率和纤维化程度上升及果实维生素C和叶绿素含量的下降变得缓慢,表明涂膜处理可延缓内部营养物质的降解和转化,在一定程度上保持其贮藏品质,延长豇豆的贮藏期。

茶多酚是一种良好的抗氧化剂,其良好的抗氧化作用可降低豇豆所处环境的氧浓度,对果实的呼吸和细胞脂膜的氧化都有较好的抑制作用;茶多酚还是一种良好的抑菌剂,对因感染微生物而引起的腐烂变质也有一定的抑制作用。因此,和单纯大豆分离蛋白涂膜相比,添加茶多酚涂膜的保鲜效果更好。试验结果表明,5%的大豆分离蛋白溶液中茶多酚的添加量达到200 mg/kg时对豇豆的涂膜保鲜效果最显著,进一步提高添加量,促进作用变化不明显。

参考文献

- [1] 罗钦泳,姚詹武,陈东康,等. 豇豆的营养成分分析及保健功能[J]. 中国果菜, 2006, (2): 40.
- Luo YY, Yao ZW, Chen DK, *et al.* Analysis the nutrition ingredients of cowpea and it's health care function [J]. China Fruits Vegetables, 2006, (2): 40.
- [2] 张福平. 豇豆贮藏期间的生理变化[J]. 安徽农业科学, 2006, 34(10): 2109-2110.

- Zhang FP. Study on the physiological changes of vigna sinensis during postharvest storage [J]. J Anhui Agric Sci, 2006, 34(10): 2109–2110.
- [3] 罗钦泳, 陈东康, 姚詹武, 等. 自发气调包装对豇豆耐藏性及品质的影响[J]. 广东农业科学, 2006, (8): 67–69.
- Luo YY, Chen DK, Yao ZW, *et al.* Effect of spontaneous atmosphere packaging on storability and quality of cowpea [J]. Guangdong Agric Sci, 2006, (8): 67–69.
- [4] 冯传作, 辛建华, 童军茂. 壳聚糖涂膜保鲜对豇豆生理生化指标的影响[J]. 安徽农学通报, 2012, 18(21): 87–89.
- Feng CZ, Xin JH, Tong JM. Chitosa coating preservation physiological and biochemical indexes of cowpea [J]. Anhui Agric Sci Bull, 2102, 18(21): 87–89.
- [5] 于珊珊. 不同贮藏温度对豇豆采后生理和食用品质的影响[J]. 安徽农业科学, 2012, 40(12): 7395–7397.
- Yu SS. Effect of different storage temperature on post-harvest quality of cowpea [J]. J Anhui Agric.Sci, 2012, 40(12): 7395–7397.
- [6] 马晓, 王兰菊, 陈刚. 6-BA 处理对豇豆贮藏效果的影响[J]. 河南农业科学, 2009(8): 117–120.
- Ma Sh, Wang Lj, Chen G. Effect of different 6-Benzylaminopurine concentration on the quality of yard-long bean during storage [J]. J Henan Agric Sci, 2009, (8): 117–120.
- [7] Dieudonne B, Kamarou D, Lowenberg-DeBoer J, *et al.* The fate of triple-layer plastic bags used for cowpea storage [J]. J Stored Prod Res, 2014(58): 97–102.
- [8] Baoua IB, Amadou L, Lowenberg-DeBoer JD, *et al.* Side by side comparison of GrainPro and PICS bags for post-harvest preservation of cowpea grain in niger [J]. J Stored Prod Res, 2013, (54): 13–16.
- [9] Murodock LL, Baoua IB. On purdue improved cowpea storage (PICS) technology: background, mode of action, future prospects [J]. J Stored Prod Res, 2014, (58): 3–11.
- [10] 严鸿德, 汪东风, 王泽农. 茶叶深加工技术[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1998: 174–175.
- Yan HD, Wang DF, Wang ZN. Technologie of tea deep processing[M]. Beijing: China Light Industry Press, 1998: 174–175.
- [11] 王佩华, 赵大伟. 茶多酚在食品工业中的应用[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(33): 19075–19076, 19089.
- Wang PH, Zhao DW. Application of tea polyphenol in food industry [J]. J Anhui Agric.Sci, 2010, 38(33): 19075–19076, 19089.
- [12] 回瑞华, 侯冬岩, 郭华, 等. 薏米中营养成分的分析[J]. 食品科学, 2005, 26(8): 375–377
- Hui RH, Hou DY, Guo H, Liu XH, Li XCh. Analysis the nutrition ingredients in the seed of job's tears[J]. Food Science, 2005, 26(8): 375–377
- [13] 刘国庆, 张黎利, 宗凯, 等. 涂膜保鲜剂中添加茶多酚对冷鲜猪肉贮藏品质的影响[J]. 食品科学, 2009, 30(24): 452–455
- Liu GQ, Zhang LL, Zong K, *et al.* Effect of tea polyphenols in preservation coating on quality of chilled meat [J]. Food Sci, 2009, 30(24): 452–455.
- [14] 励建荣, 林毅, 朱军莉, 等. 茶多酚对梅鱼鱼丸保鲜效果的研究[J]. 中国食品学报, 2009, 9(6): 128–132.
- Li JR, Lin Y, Zhu JL, *et al.* Study on the tea polyphenols in the preservation of Mei fish ball [J]. J Chin Inst Food Sci Technol, 2009, 9(6): 128–132.
- [15] 刘开华, 邢淑婕. 壳聚糖中添加茶多酚对香菇贮藏品质的影响[J]. 食用菌学报, 2012, 19(3): 54–58.
- Liu kH, Xing SJ. Effect of tea polyphenols on the storage quality of *Lentinula edodes* [J]. Acta Edulis Fungi, 2012, 19(3): 54–58.
- [16] 刘开华, 邢淑婕. 大豆分离蛋白联合茶多酚对刺芹侧耳保鲜效果的影响[J]. 食用菌学报, 2013, 20(1): 52–55.
- Liu kH, Xing SJ. Effect of soy protein and tea polyphenols on the storage quality of *Pleurotus eryngii* [J]. Acta Edulis Fungi, 2013, 20(1): 52–55.
- [17] 刘开华, 张宇航, 邢淑婕. 含茶多酚的大豆分离蛋白涂膜对甜樱桃保鲜效果的影响[J]. 茶叶科学, 2013, 33(1): 68–73.
- Liu kH, Zhang YH, Xing SJ. Effect of tea polyphenol-incorporated soy protein isolate film-coating on fresh preservation of sweet cherry [J]. Tea Sci, 2013, 33(1): 68–73.
- [18] 张桂. 果蔬采后呼吸强度的测定方法[J]. 理化检验(化学分册), 2005, 41(8): 596–597.
- Zhang G. Mensurate method of Post-harvest respiration intensity of fruits and vegetables [J]. Phy Testing Chem Anal (PartB: Chem Analysis), 2005, 41(8): 596–597.
- [19] 王相友, 闫聪聪, 刘战丽. 可食性涂膜对双孢蘑菇生理和品质的影响[J]. 农业机械学报, 2012, 43(1): 141–145.
- Wang XY, Yan CC, Liu ZL. Effect of edible coatings on physiology and quality of mushrooms [J]. J Agric Mach, 2102, 43(1): 141–145.
- [20] 高俊凤. 植物生理学实验技术[M]. 北京: 世界图书出版公司, 2000.
- Gao JF. Techniques of plant physiological experiment[M]. Beijing: National Book Press Company, 2000.

[21] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000

Li HS. Principles and techniques of plant physiological biochemical experiment [M]. Beijing: Higher Education Press, 2000.

[22] 陈少裕. 膜脂过氧化对植物细胞的伤害[J]. 植物生理学通讯, 1991, 27(2): 84-90

Chen SY. The harm of membrane lipid peroxidation to plant cell [J]. Plant Physiol Commun, 1991, 27(2): 84-90.

(责任编辑: 白洪健)

作者简介

张宇航, 硕士, 主要研究方向为食品营养与安全。

E-mail: zhangyuhang2002@163.com

邢淑婕, 教授, 主要研究方向为食品营养与安全。

E-mail: xing3600@163.com

“食品绿色加工”专题征稿

营养与健康的概念随着人们生活水平的提高越发受到消费者的重视, 消费者在关注食品的感官与风味的同时更加注重食品的营养和安全, 结合人们逐渐增强的环保意识, 在食品的加工过程中, 在保证食品的功能、质量、成本的同时, 综合考虑环境影响、食品安全和资源利用效率的现代加工模式成为了研究热点。

鉴于此, 本刊特别策划了“食品绿色加工”专题, 由江南大学的杨瑞金教授担任专题主编。杨教授现任江南大学食品学院教授、博士生导师、食品酶学方向学科带头人。同时兼任江南大学中国食品产业发展战略研究中副主任、江苏省高校青蓝工程中青年学术带头人、国家发展改革委员会产业司轻纺工业专家、中国农学会农产品贮藏加工分会理事、中国食品科学技术学会非热加工分会副理事长。本专题主要围绕**食品生物加工**和**食品物理加工**等方面或者您认为在食品绿色加工方面有意义的内容进行论述, 计划在**2015年6月**出版。

鉴于您在该领域的成就, 本刊编辑部及**杨瑞金教授**特邀请您为本专题撰写稿件, 以期进一步提升该专题的学术质量和影响力。综述、实验报告、研究论文均可, 请在**2015年5月20日**前通过网站或 E-mail 投稿。我们将快速处理并优先发表。

感谢您的参与和支持!

投稿方式:

网站: www.chinafoodj.com

E-mail: jfoodsq@126.com

《食品安全质量检测学报》编辑部