

# 免疫防御蛋白粉对小鼠免疫功能的影响

刘冬英, 刘臻, 张丽婧, 胡志航, 曲雪峰, 梅松, 陈建国, 王茵\*

(杭州医学院保健食品研究所, 杭州 310013)

**摘要:** **目的** 探究免疫防御蛋白(immune defence proteins, IDP)粉对小鼠免疫功能的影响。**方法** 将160只无特定病原体(specific pathogen free, SFP)级ICR小鼠随机分为4大组, 每个大组设立0.41、0.83、2.50 g/(kgBW) 3个剂量组和1个阴性对照组, 实验动物连续经口给予不同剂量受试物30 d后, 分别进行免疫脏器/体重比值测定、细胞免疫功能测定、体液免疫功能测定、单核-巨噬细胞功能测定及NK细胞活性测定。**结果** 中、高剂量组小鼠足跖肿胀度明显高于对照组, 显示IDP能增强绵羊红细胞(sheep red blood cells, SRBC)诱导的迟发性变态反应; 中、高剂量组小鼠腹腔巨噬细胞的吞噬百分率和吞噬指数均明显高于对照组, 显示IDP可增强巨噬细胞的吞噬能力。**结论** IDP具有增强免疫力的作用, 本研究对IDP的进一步开发和应用具有一定的科学价值。

**关键词:** 免疫防御蛋白粉; 免疫调节; 小鼠

## Effect of immune defence protein powder on immune function in mice

LIU Dong-Ying, LIU Zhen, ZHANG Li-Jing, HU Zhi-Hang, QU Xue-Feng,  
MEI Song, CHEN Jian-Guo, WANG Yin\*

(Health Food Research Institute, Hangzhou Medical College, Hangzhou 310013, China)

**ABSTRACT: Objective** To explore the effect of immune defence protein (IDP) powder on the immune function of mice. **Methods** Total of 160 specific pathogen free (SFP) grade ICR mice were randomly divided into 4 groups, each large group was established with 3 dose groups of 0.41, 0.83, and 2.50 g/(kgBW) and a negative control group. After the experimental animals were orally administrated with different doses of subjects for consecutive 30 days, their immune organ/body weight ratio, cellular immune function, humoral immune function, monocyte-macrophage function and NK cell activity were measured, respectively. **Results** The paw edema in the medium and high dose groups was significantly higher than that in the control group, indicating that IDP could enhance the delayed allergic reaction induced by sheep red blood cells (SRBC). The phagocytic percentage and phagocytic index of peritoneal macrophages in the medium and high dose groups were significantly higher than those in the control group, indicating that IDP could enhance the phagocytic ability of macrophages. **Conclusion** IDP can enhance the immunity, and this study has certain scientific value for the further development and application of IDP.

**KEY WORDS:** immune defence protein powder; immunoregulation; mice

基金项目: 浙江省医学支撑学科营养学项目(11-zc03)

Fund: Supported by the Zhejiang Medical Support Discipline Nutrition (11-zc03)

\*通信作者: 王茵, 研究员, 主要研究方向为营养与食品毒理。E-mail: wy3333@163.com

\*Corresponding author: WANG Yin, Professor, Hangzhou Medical College, Hangzhou 310013, China. E-mail: wy3333@163.com

## 0 引言

乳铁蛋白是一种非血源性糖蛋白, 主要分布于人体外分泌液中, 具有抗微生物<sup>[1-2]</sup>、抗病毒<sup>[3-4]</sup>、抗氧化<sup>[5-8]</sup>、抗辐射<sup>[9]</sup>、调节免疫功能<sup>[10-12]</sup>、抗炎<sup>[13]</sup>以及抑制肿瘤发展<sup>[14-18]</sup>等多种生理活性功能。近几年, 由于乳铁蛋白的诸多生物学功能而被广泛应用于婴幼儿配方产品、保健食品、药品等领域<sup>[19-22]</sup>。

免疫防御蛋白(immune defence proteins, IDP)粉源自牛奶, 是一种由 50 多种乳基活性蛋白组成的具有多种活性成分的蛋白质复合物, 主要蛋白成分为乳铁蛋白(至少占 40%), 通过对炎症和感染的天然保护为免疫系统提供支持。IDP 其他主要蛋白包括乳过氧化酶(至少占 18%)、免疫球蛋白 G1、溶酶体  $\alpha$ -甘露糖苷酶和核糖核酸酶 4。本研究用整体动物实验研究 IDP 对机体的免疫调节作用, 旨在为合理开发、利用 IDP 提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 实验材料

与基粉混合的 IDP 粉由昆太科生物科技(杭州)有限公司生产并提供。IDP 粉为呈乳白色粉末, 人体推荐摄入量为 5.0 g/d, 5.0 g IDP 产品中含乳铁蛋白 54 mg、乳过氧化物酶 25 mg、免疫球蛋白 G1 13 mg。

### 1.2 实验动物

实验用动物由浙江省实验动物中心提供, 为体重 18~22 g 的 SPF 级健康雌性 ICR 小鼠, 共 160 只。实验动物房环境条件为: 室温 20~25 °C, 相对湿度 40%~70%。

### 1.3 仪器与试剂

#### 1.3.1 主要仪器

二氧化碳培养箱(美国 Thermo 公司); CKX41 倒置显微镜(日本 Olympus 公司); FilterMax F5 多功能酶标仪(美国 Molecular Devices 公司); 高速离心机(上海知信实验仪器技术公司); BSA223S-CW 电子天平(德国 Sartorius 公司); 游标卡尺(杭州杭工量具制造有限公司); 96 孔培养板(美国 Corning 公司)。

#### 1.3.2 主要试剂

小牛血清(杭州四季青生物技术有限公司); Hank's 液、RPMI-1640 培养液(吉诺生物医药技术有限公司); 刀豆蛋白 A(concanavalin A, ConA)、MTT(美国 Sigma 公司); SRBC、鸡红细胞(郑州百基生物科技有限公司); 补体(北京博尔西科技有限公司); 印度墨汁(纯度 98%, 上海金穗生物科技有限公司); 异丙醇(分析纯, 华东医药股份有限公司); LDH 基质液(南京建成生物工程研究所)。

## 1.4 实验方法

将 160 只小鼠分为 4 大组, 每个大组 40 只动物。第 1 大组进行 ConA 诱导的小鼠脾淋巴细胞转化实验(MTT 法)和 NK 细胞活性测定实验; 第 2 大组进行抗体细胞生成检测(改良玻片法)、迟发性变态反应(delayed type hypersensitivity, DTH)实验(足跖肿胀法)、小鼠血清溶血素测定(血凝法)和脏器/体重比值测定实验; 第 3 大组进行小鼠腹腔巨噬细胞吞噬鸡红细胞实验; 第 4 组进行小鼠碳廓清实验; 所有实验均按照文献<sup>[23]</sup>中增强免疫力实验方法进行。每个大组设低、中、高 3 个剂量组, 分别为 0.41、0.83、2.50 g/(kg BW), 另设一个阴性对照组, 每组 10 只动物。3 个剂量分别相当于 IDP 粉人体推荐摄入量的 5、10、30 倍。将 IDP 粉用蒸馏水配制成质量浓度为 41、83、250 mg/mL 的受试液, 剂量组小鼠每天按 1.0 mL/(kg BW)进行灌胃, 对照组小鼠给予等体积的蒸馏水。连续灌胃 30 d 后, 进行各项指标的测定。

## 2 结果与分析

### 2.1 IDP 粉对小鼠细胞免疫功能的影响

MTT 法进行的 ConA 诱导的小鼠脾淋巴细胞转化实验结果表明, 各剂量组之间的淋巴细胞增殖能力光密度(optical density, OD)差值经过比较, 差异均无统计学意义( $P>0.05$ )。足跖肿胀法进行的 DTH 实验结果表明, 中、高剂量组小鼠足跖肿胀度高于对照组( $P<0.05$ 、 $P<0.01$ ), 且随着剂量升高, 足跖肿胀度增加, 呈现一定的剂量效应关系, 表明 IDP 粉具有增强小鼠迟发型变态反应的能力。因此, IDP 粉具有增强小鼠细胞免疫功能的作用。结果见表 1。

表 1 ConA 诱导的小鼠淋巴细胞增殖能力及 DTH 测定结果比较( $\bar{x} \pm s$ )

Table 1 Comparison of ConA induced lymphocyte proliferation ability and DTH results in mice( $\bar{x} \pm s$ )

组别	光密度差值	足跖肿胀度/cm
阴性对照	0.034±0.014	0.066±0.033
低剂量组	0.032±0.021	0.071±0.028
中剂量组	0.033±0.019	0.107±0.015*
高剂量组	0.036±0.026	0.121±0.046**
F 值	0.065	6.839
P 值	0.978	0.001

注: 与阴性对照组比较, \* $P<0.05$ , \*\* $P<0.01$ , 下同。

### 2.2 IDP 粉对小鼠体液免疫功能的影响

用 Jerne 改良玻片法进行的抗体生成细胞检测结果表明, 各剂量组溶血空斑数经过比较, 差异均无统计学意义

( $P>0.05$ )。血凝法小鼠血清溶血素测定结果表明, 各剂量组 ICR 小鼠血清溶血素抗体数值经过比较, 差异均无统计学意义( $P>0.05$ )。由表 2 结果可见, IDP 粉末对小鼠体液免疫功能产生明显影响。

表 2 IDP 粉对小鼠抗体生成细胞检测结果与血清溶血素实验结果的影响( $\bar{x} \pm s$ )

Table 2 Effect of IDP powder on mouse antibody producing cell test results and serum hemolysis in test results ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	溶血空斑数/个	抗体数值
阴性对照	29±3	113.7±12.5
低剂量组	30±4	121.0±21.2
中剂量组	31±3	114.3±11.9
高剂量组	32±4	124.0±9.5
F 值	0.888	1.224
P 值	0.457	0.315

### 2.3 IDP 粉对小鼠单核-巨噬细胞功能的影响

碳廓清实验中, 以吞噬指数  $a$  表示小鼠碳廓清的能力, 从表 3 可见, 各剂量组之间小鼠碳廓清吞噬指数  $a$  经过比较, 差异均无统计学意义( $P>0.05$ )。在小鼠腹腔巨噬细胞吞噬鸡红细胞实验中, 中、高剂量组的吞噬率和吞噬指数均明显高于对照组( $P<0.05$ 、 $P<0.01$ ), 且随着剂量升高, 吞噬率和吞噬指数呈上升趋势, 具有一定的剂量效应关系。此项结果表明, IDP 粉能增强腹腔巨噬细胞的吞噬功能。

表 3 IDP 粉对小鼠碳廓清实验与巨噬细胞吞噬实验结果的影响( $\bar{x} \pm s$ )

Table 3 Effect of IDP powder on the results of mouse carbon clearance test and macrophage phagocytosis test ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	吞噬指数 $a$	吞噬率/%	吞噬指数
阴性对照	4.379±1.923	28.3±3.1	0.37±0.04
低剂量组	6.036±1.778	29.2±3.2	0.38±0.04
中剂量组	5.976±1.850	33.9±3.2*	0.42±0.03*
高剂量组	6.134±1.612	34.9±3.1**	0.43±0.03**
F 值	2.178	11.144	7.182
P 值	0.108	<0.001	0.001

注: 吞噬指数  $a = \text{体重} / (\text{肝重} + \text{脾重}) \times \sqrt[3]{K}$ ,  $K = (\lg OD_1 - \lg OD_2) / (t_2 - t_1)$ 。

### 2.4 IDP 粉对 NK 细胞活性和脏器比值的影响

从表 4 结果可见, 各剂量组小鼠的 NK 细胞活性均高于阴性对照组, 但差异均无统计学意义( $P>0.05$ ), 表明 IDP 粉对 NK 细胞活性没有明显提高作用。此外, 各剂量组之

间小鼠的脏器/体重比值经过比较, 差异均无统计学意义( $P>0.05$ ), 表明 IDP 粉末对小鼠的免疫器官重量产生明显影响。

表 4 IDP 粉对 NK 细胞活性和脏器比值的影响( $\bar{x} \pm s$ )  
Table 4 Effect of IDP powder on NK cell activity and organ weight ratio( $\bar{x} \pm s$ )

组别	NK 细胞活性 /%	脾脏/体重 / (mg/g)	胸腺/体重 / (mg/g)
阴性对照	27.9±9.7	3.074±0.533	1.858±0.386
低剂量组	30.7±11.3	2.817±0.518	1.659±0.553
中剂量组	28.5±3.0	2.851±0.578	1.919±0.457
高剂量组	32.1±7.2	2.986±0.727	1.853±0.562
F 值	0.532	0.402	0.520
P 值	0.664	0.752	0.671

## 3 讨论

免疫系统在平衡身体健康、保护人体免受病原体的侵害中起着至关重要的作用。固有免疫的组成细胞主要有巨噬细胞、嗜酸性粒细胞、嗜碱性粒细胞、NK 细胞等, 获得免疫应答细胞主要为 T 细胞、B 细胞。相关研究表明, 乳铁蛋白具有促进 T 细胞和巨噬细胞成熟与活化、淋巴细胞增殖、活化 NK 细胞等多种免疫调节功能。ZONG 等<sup>[24]</sup>建立了脂多糖诱导的全身炎症反应小鼠模型, 研究了 LFP-20(猪乳铁蛋白 N 端含 20 个氨基酸的抗菌肽)对免疫稳态的影响, 结果显示 LFP-20 可以调节与活化 Th1 相关的 IL-12p70, 干扰素- $\gamma$ 、TNF- $\alpha$  和 Th2 相关的 IL-4、IL-5 和 IL-6 的分泌, 通过促发细胞防御机制并诱导 B 细胞产生属于某些 IgG 亚类的调理抗体, 以防御脂多糖 (lipopolysaccharide, LPS) 刺激。李朝霞等<sup>[25]</sup>用环磷酸腺苷建立免疫抑制动物模型, 探讨了乳铁蛋白对免疫抑制小鼠的免疫调节作用, 结果显示乳铁蛋白能不同程度修复环磷酸腺苷所致小鼠免疫失衡状态, 具有免疫保护作用。本研究结果与以上文献研究结果总体趋势一致, 含乳铁蛋白的 IDP 粉显示了一定的增强免疫力作用。皮冰冰等<sup>[26]</sup>研究了不同来源乳铁蛋白及乳铁蛋白素对小鼠脾淋巴细胞增殖的影响, 结果显示两者能在一定质量浓度范围内提高刀豆蛋白 A 诱导的 T 淋巴细胞的增殖和脂多糖诱导的 B 淋巴细胞的增殖。而在本研究进行的 ConA 诱导的小鼠脾淋巴细胞转化实验结果中未观察到 IDP 粉对脾淋巴细胞具有类似效果, 这可能与两项研究所使用的研究方法、给药剂量和方式不同有关。CHANG 等<sup>[27]</sup>发现在巨噬细胞 RAW264 细胞系中, 乳铁蛋白可通过 Smad3 和 Smad4 信号通路介导, 刺激巨噬细胞表达 B 细胞活化因子(BAFF), 从而刺激 B 细胞分化。

本研究只在整体动物层面对 IDP 粉增强免疫力功能方面进行了评价, 关于其作用机制方面还有待进一步深入研究。

#### 4 结 论

本研究通过整体动物实验对 IDP 粉增强免疫力功能进行了评价, 结果表明, 给予中、高剂量 IDP 粉的小鼠足趾肿胀度增加, 提示 IDP 粉能促进迟发性变态反应, 具有增强细胞免疫功能的作用; 给予中、高剂量 IDP 粉还能提高小鼠腹腔巨噬细胞的吞噬率和吞噬指数, 提示 IDP 粉具有提高单核-巨噬细胞吞噬能力的作用。根据增强免疫力功能结果判断标准<sup>[23]</sup>(在细胞免疫功能、体液免疫功能、单核-巨噬细胞功能、NK 细胞活性 4 个方面任 2 个方面结果阳性, 可判定该受试样品具有有助于增强免疫力功能作用), 综合以上研究结果表明, IDP 粉具有增强免疫力功能。本研究结果为 IDP 粉的开发提供了基础数据, 对其在保健食品行业的进一步应用具有一定的指导作用。

#### 参考文献

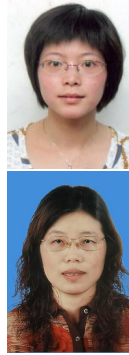
- [1] ABDELHIEE EY, ALY E, LOPEZ-NICOLAS R, *et al.* *In vitro* effectiveness of recombinant human lactoferrin and its hydrolysate in alleviating LPS-induced inflammatory response [J]. *Food Res Int*, 2019, 118: 101–108.
- [2] HERING NA, LUETTIG J, KRUG SM, *et al.* Lactoferrin protects against intestinal inflammation and bacteria-induced barrier dysfunction *in vitro* [J]. *Ann N Y Acad Sci*, 2017, 1405(1): 177–188.
- [3] SUPERTI F, AGAMENNONE M, PIETRANTONI A, *et al.* Bovine lactoferrin prevents influenza a virus infection by interfering with the fusogenic function of viral hemagglutinin [J]. *Viruses*, 2019, 11(1): 51.
- [4] PIETRANTONI A, FORTUNA C, REMOLI ME, *et al.* Bovine lactoferrin inhibits Toscana virus infection by binding to heparan sulphate [J]. *Viruses*, 2015, 7(2): 480–95.
- [5] ESMAEILI A, SOTOUDEH E, MORSHEDI V, *et al.* Effects of dietary supplementation of bovine lactoferrin on antioxidant status, immune response and disease resistance of yellowfin sea bream (*Acanthopagrus latus*) against *Vibrio harveyi* [J]. *Fish Shellfish Immunol*, 2019, 93: 917–923.
- [6] PARK SY, JEONG AJ, KIM GY, *et al.* Lactoferrin protects human mesenchymal stem cells from oxidative stress-induced senescence and apoptosis [J]. *J Microbiol Biotechnol*, 2017, 27(10): 1877–1884.
- [7] FARIDVAND Y, NOZARI S, ASOUDEH-FARD A, *et al.* Bovine lactoferrin ameliorates antioxidant esterase activity and 8-isoprostane levels in high-cholesterol-diet fed rats [J]. *Int J Vitam Nutr Res*, 2017, 87(3-4): 201–206.
- [8] YEN CC, CHANG WH, TUNG MC, *et al.* Lactoferrin protects hyperoxia-induced lung and kidney systemic inflammation in an *in vivo* imaging model of NF-kappaB/Luciferase transgenic mice [J]. *Mol Imag Biol*, 2020, 22(3): 526–538.
- [9] 封丽, 魏超, 李贞, 等. 乳铁蛋白对辐射小鼠抗氧化作用的影响[J]. *中国辐射卫生*, 2017, (6): 651–654.  
FENG L, WEI C, LI Z, *et al.* Antioxidant effects of human lactoferrin in mice by ionizing radiation [J]. *Chin J Radiol Health*, 2017, (6): 651–654.
- [10] EL-ASHKER M, RISHA E, ABDELHAMID F, *et al.* Potential immune modulating properties and antioxidant activity of supplementing commercially available lactoferrin and/or *Lactobacillus* sp. in healthy Ossimi lambs [J]. *Pol J Veter Sci*, 2018, 21(4): 705–713.
- [11] PERDIJK O, NEERVEN RJV, BRINK E, *et al.* Bovine lactoferrin modulates dendritic cell differentiation and function [J]. *Nutrients*, 2018, 10(9): 2072–6643.
- [12] MORENO-EXPOSITO L, ILLESCAS-MONTES R, MELGUIZO-Rodriguez L, *et al.* Multifunctional capacity and therapeutic potential of lactoferrin [J]. *Life Sci*, 2018, 195: 61–64.
- [13] 刘学敏, 金明光, 张莉, 等. 乳铁蛋白在口腔医学研究中的应用进展 [J]. *口腔医学研究*, 2013, (4): 386–388.  
LIU XM, JIN MG, ZHANG L, *et al.* Application progress of lactoferrin in stomatology research [J]. *J Oral Sci Res*, 2013, (4): 386–388.
- [14] 叶秋容, 马健. 天然免疫分子乳铁蛋白的抗炎机制 [J]. *生命的化学*, 2013, (3): 269–274.  
YE QR, MA J. Mechanism of the anti-inflammatory function by innate immune molecules of lactoferrin [J]. *Chem Life*, 2013, (3): 269–274.
- [15] WEI L, ZHANG X, WANG J, *et al.* Lactoferrin deficiency induces a pro-metastatic tumor microenvironment through recruiting myeloid-derived suppressor cells in mice [J]. *Oncogene*, 2020, 39(1): 122–135.
- [16] IGLESIAS-FIGUEROA BF, SIQUEIROS-CENDON TS, GUTIERREZ DA, *et al.* Recombinant human lactoferrin induces apoptosis, disruption of f-actin structure and cell cycle arrest with selective cytotoxicity on human triple negative breast cancer cells [J]. *Apoptosis*, 2019, 24(7-8): 562–577.
- [17] KANWAR RK, KANWAR JR. Immunomodulatory lactoferrin in the regulation of apoptosis modulatory proteins in cancer [J]. *Protein Peptide Lett*, 2013, 20(4): 450–458.
- [18] SHANKARANARAYANAN JS, KANWAR JR, AL-JUHAISHI AJ, *et al.* Doxorubicin conjugated to immunomodulatory anticancer lactoferrin displays improved cytotoxicity overcoming prostate cancer chemo resistance and inhibits tumour development in TRAMP mice [J]. *Sci Rep*, 2016, (6): 32062.
- [19] 孙洋. 乳清乳铁蛋白治疗儿童缺铁性贫血的疗效及不良反应观察 [J]. *当代医学*, 2017, (35): 148–150.  
SUN Y. Observation on the efficacy and adverse reactions of whey lactoferrin in the treatment of children with iron deficiency anemia [J]. *Contemp Med*, 2017, (35): 148–150.
- [20] 韦柳萍, 吴青, 尹楠戈, 等. 乳铁蛋白预防早产儿晚发型败血症有效性和安全性的系统评价 [J]. *中国临床药理学与治疗学*, 2018, (6): 653–660.  
WEI LP, WU Q, YIN NY, *et al.* A systematic review of the effectiveness and safety of lactoferrin in preventing late-onset sepsis in premature infants [J]. *Chin J Clin Pharm Ther*, 2018, (6): 653–660.
- [21] 张胜逆, 冯元冲, 彭鑫宇, 等. 乳铁蛋白联合锌制剂在寻常型痤疮治疗中的影响及意义 [J]. *实用医学杂志*, 2018, (10): 1698–1701.  
ZHANG SN, FENG YC, PENG XY, *et al.* Effects and significance of lactoferrin combined with zinc in the treatment of acne vulgaris [J]. *J Pract Med*, 2018, (10): 1698–1701.
- [22] HAO L, SHAN Q, WEI JY, *et al.* Lactoferrin: Major physiological functions and applications [J]. *Curr Protein Pept Sci*, 2019, 20(2): 139–144.

- [23] 中华人民共和国卫生部. 保健食品检验与评价技术规范[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2003.  
The Ministry of Health of PRC. Technical standards for testing and assessment of health food [M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2003.
- [24] ZONG X, CAO X, WANG H, *et al.* Porcine lactoferrin-derived peptide LFP-20 modulates immune homeostasis to defend lipopolysaccharide-triggered intestinal inflammation in mice [J]. *Brit J Nutr*, 2019, 121(11): 1255–1263.
- [25] 李朝霞, 张秋霞, 赵晖, 等. 乳铁蛋白对环磷酰胺所致小鼠免疫失衡的保护作用[J]. *食品研究与开发*, 2013, (13): 114–116.  
LI ZX, ZHANG QX, ZHAO H, *et al.* Protection of lactoferrin against immune injury of cyclophosphamide in mice [J]. *Food Res Dev*, 2013, (13): 114–116.
- [26] 皮冰冰, 赵晓, 吕萍萍, 等. 不同来源乳铁蛋白及乳铁蛋白素对小鼠脾淋巴细胞增殖影响的比较[J]. *食品科学*, 2018, (13): 184–189.  
PI BB, ZHAO X, LV PP, *et al.* Comparative study on the effects of lactoferrin and lactoferricin from different sources on proliferation of mouse spleen lymphocytes [J]. *J Food Sci*, 2018, (13): 184–189.

- [27] CHANG HK, JIN BR, JANG YS, *et al.* Lactoferrin stimulates mouse macrophage to express BAFF via Smad3 pathway [J]. *Immun Netw*, 2012, 12(3): 84–88.

(责任编辑: 张晓寒)

### 作者简介



刘冬英, 助理研究员, 主要研究方向为营养与食品毒理。

E-mail: liudongying05@163.com

王 茵, 研究员, 主要研究方向为营养与食品毒理。

E-mail: wy3333@163.com



## “食品保鲜与贮藏”专题征稿函

随着生活水平的逐渐提高, 人们对食品的质量有了更高的要求。因此, 保鲜技术被广泛应用于食品的加工流通过程中。如何保持食品的新鲜度以及食品在储藏过程中的安全性成为目前研究的重点。

鉴于此, 本刊特别策划了“食品保鲜与贮藏”专题, 由浙江大学 罗自生 教授 担任专题主编, 主要围绕 (1)果蔬、粮食、水产品、禽肉制品等食品保鲜方法、技术; (2)食品在储藏中的生理、生化变化; (3)食品腐败以及控制方法等或您认为有意义的领域展开讨论, 计划在 2021 年 6 月出版。

鉴于您在该领域的成就, 本刊主编国家风险评估 吴永宁 研究员 及浙江大学 罗自生教授 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 2021 年 4 月 19 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(注明专题): 食品保鲜与贮藏

网站: [www.chinafoodj.com](http://www.chinafoodj.com)

E-mail: [jfoodsqa@126.com](mailto:jfoodsqa@126.com)

《食品安全质量检测学报》编辑部