

超高压技术在果蔬汁加工中的应用现状与发展前景

李萌萌, 吕长鑫*, 冯叙桥*

(渤海大学化学化工与食品安全学院, 辽宁省食品安全重点实验室, 锦州 121013)

摘要: 本文综述了超高压(ultra high pressure, UHP)技术及其在果蔬汁加工中的应用情况, 通过其与传统热加工杀菌效果进行论述, 从 UHP 对果蔬汁杀菌动力学, 果蔬汁 UHP 杀菌工艺优化, UHP 对果蔬汁酶活性的影响, UHP 对果蔬汁稳定性及风味的影响等方面概述了应用现状, 并对 UHP 在果蔬汁加工中的应用进行展望。

关键词: 超高压; 果蔬汁; 品质; 应用

Status quo and trend of fruit and vegetable juice processing by application of ultra high pressure

LI Meng-Meng, LV Chang-Xin*, FENG Xu-Qiao*

(Food Safety Key Lab of Liaoning Province, College of Chemistry, Chemical Engineering and Food Safety, Bohai University, Jinzhou 121013, China)

ABSTRACT: Ultra high pressure (UHP) technology and its application in juice processing of fruits and vegetables were reviewed in detail in this paper from various aspects including comparison with traditional heating, sterilization kinetics, processing technology, effect on enzyme activity and quality of the processed juice. Furthermore, its developmental trend and application were envisioned.

KEY WORDS: ultra high pressure; fruits and vegetables juice; quality; application

1 引言

超高压(ultra high pressure, UHP)技术也被称为静态高压技术(hydrostatic high processing), 是将食品物料以柔性材料包装后, 放入液体介质中, 在 100~1000 MPa 压力范围, 常温或较低温度下处理一定时间, 对食品进行非热加工的一种新型且具有发展前景的加工技术^[1,2]。经 UHP 处理的果蔬汁能基本

保持其原有的新鲜度和维生素等固有营养成分^[3-4]。UHP 能保持果蔬汁“原汁原味”的特性, 符合现代食品“天然、营养、卫生、安全”的发展方向, 满足消费者崇尚“天然与健康”食品的需求^[5]。自日本明智屋公司首创的超高压果汁、果酱产品投放市场二十几年来, 国内外市场陆续地出现超高压产品, 在日本、美国、德国等发达国家都已实现产业化。目前已有较多超高压对果蔬汁影响的研究, 本文在介绍 UHP 技术

基金项目: 辽宁省科技厅农业攻关计划项目(2011205001)、渤海大学人才引进基金项目(BHU20120301)

Fund: Supported by Liaoning Provincial Science and Technology Department of Agriculture Research Projects (2011205001) and Bohai University Talent Introduction Foundation (BHU20120301)

*通讯作者: 吕长鑫, 教授, 硕士生导师, 主要研究方向为农产品贮藏加工与食品资源开发等。E-mail: lvchangxin6666@163.com

冯叙桥, 教授, 博士生导师, 主要研究方向为果蔬贮藏加工与质量安全控制。E-mail: feng_xq@hotmail.com

*Corresponding author: LV Chang-Xin, Professor, Master's Supervisor, College of Chemistry, Chemical Engineering and Food Safety, Bohai University, Jinzhou 121013, China. E-mail: lvchangxin6666@163.com

FENG Xu-Qiao, Professor, Doctoral tutor, College of Chemistry, Chemical Engineering and Food Safety, Bohai University, Jinzhou 121013, China. E-mail: feng_xq@hotmail.com

的基础上,概述了 UHP 技术在果蔬汁加工中的应用现状与研究进展,分析了该技术存在的问题,并对其在果蔬汁加工中的发展前景及趋势进行了展望。

2 UHP 技术对果蔬汁杀菌机制

目前,UHP 杀菌机理不断有新的发现,但一直未有定论。果蔬汁中的细菌是 UHP 技术主要杀灭的菌,也是从细胞学角度研究 UHP 杀菌机制较为系统的一种微生物^[6]。由表 1 可以看出,研究工作大量集中到探索 UHP 对细菌的形态结构、细胞膜、代谢和基因等遗传物质的影响。UHP 技术通过影响细菌细胞膜的磷脂双层结构的容积变化而影响流动性,阻碍了细胞膜的渗透性和氨基酸摄取功能^[7],破坏大多数细菌的细胞膜,改变细胞膜的部分功能,从各个方面影响微生物原有的生理机能,甚至破坏原有功能或者发生不可逆转的变化,最终导致细胞死亡。

3 UHP 技术在果蔬汁加工中的应用

3.1 UHP 技术与传统热杀菌技术比较

杀菌是果蔬汁饮料生产中的关键技术。传统的热力杀菌虽然可以杀灭鲜榨果蔬汁中的微生物,但不可避免地会使果汁中的营养成分受到破坏,风味劣变、产生热臭,造成产品的质量下降^[22,23]。因此,应用 UHP 技术降低鲜榨果蔬汁中的微生物数量,并保

持产品的营养、风味和安全品质,具有重要的意义。由表 2 可以看出,超高压杀菌比加热杀菌有着无法比拟的优点,特别是超高压杀菌可以保持食品原有的色、香、味和营养成分。

3.2 UHP 对果蔬汁杀菌效果的动力学研究

UHP 动力学研究为了描述 UHP 处理下果蔬汁中微生物致死动力学的变化规律,处理前后菌落数降低的对数随处理时间的变化,建立 UHP 动力学模型可更好的对杀菌过程进行优化和控制,有利于提升杀菌效果,同时也为理论研究提供基础。因此,研究 UHP 杀菌动力学,得到杀菌动力学模型,对 UHP 处理果蔬汁过程的控制及其工业生产有着积极的作用。由表 3 可以看出,各结果之间存在较大差异。如 Ramaswamy 等^[24]、曾庆梅等^[25]研究发现苹果汁中大肠杆菌超高压杀菌动力学为一级反应,胡菲菲等^[26]研究的胡萝卜汁中大肠杆菌脉冲式超高压杀菌也符合一级动力学;而李珊等^[27]认为超高压对鲜榨苹果汁的杀菌动力学更符合 Weibull 模型。Koseki 等^[28]则报道 0.1%蛋白胨水(pH 7.1)的简单环境中大肠杆菌超高压杀菌动力学符合 Ratkowsky 等^[29]提出的平方根模型。

上述是研究选择微生物种类、压力大小和加压时间以及环境因子等多种不同因素而造成的差异,在大量的研究报道中,大肠杆菌的超高压杀菌效果大部分符合一级动力学。

表 1 UHP 对果蔬汁杀菌机制

Table 1 Mechanism of UHP sterilization for fruits and vegetables juice

研究对象	UHP 处理影响结果	参考文献
细胞膜	膜的完整性受损;电位下降;流动性降低;渗透性受阻	Desvaux 等 ^[8] ; Patterson 等 ^[9] ; 李宗军等 ^[10] ; Anna ^[11]
细胞壁	菌表面不均匀,出现凹陷和肿胀;平面面积和体积增大;细胞延长	Ludwig 等 ^[12] ; Ritz 等 ^[13] ; 池元斌等 ^[14] ; 冯艳丽等 ^[15]
细菌代谢	与 DNA 复制和转录有关的酶在高压下失活,使细胞内的生化反应受抑制	Filip 等 ^[16] ; Judit 等 ^[17] ; Huang 等 ^[18] ;
遗传物质	核酸的凝集和细胞蛋白的聚合。	Małgorzata 等 ^[19] ; Mouss 等 ^[20] ; 张海峰等 ^[21]

表 2 UHP 杀菌和热杀菌的比较^[9]

Table 2 Comparison of bactericidal efficiency between UHP and heating^[9]

项目	UHP 杀菌	热杀菌	项目	UHP 杀菌	热杀菌
传递速度	快、瞬间进行	慢,传递需要一定时间	维生素	不破坏	有损失
杀菌时间	短,5~10 min	20~30 min	氨基酸	无影响	有影响
温度	常温	80~100 °C	果糖、葡萄糖	无影响	有影响
风味	不变	改变	工艺流程	简单	复杂

表 3 UHP 杀菌动力学模型
Table 3 UHP sterilization kinetics model

微生物	模型名称	UHP 动力学方程	参考文献
大肠杆菌	一级动力学	$\lg S = -\frac{t}{D}$	Schaffne ^[30] 等; Ramaswmy 等 ^[24] ; 曾庆梅等 ^[25] ; 胡菲菲等 ^[26]
		$\lg S = \frac{kt}{2.303}$	徐怀德等 ^[31] ; 杨晓苗等 ^[32]
菌落总数	Weibull	$\lg S = -b(t)^n$	Peleg ^[33] 等; 李珊等 ^[27] ; Chen 等 ^[34]
李斯特菌	Log-Logistic	$\lg S = \delta + \frac{\omega - \delta}{1 + \exp \frac{4\sigma(\tau - \lg t)}{\omega - \delta}}$	Col 等 ^[35]
金黄色葡萄球菌	Dose-response 模型	$\lg S = A_1 + \frac{A_2 - A_1}{1 + 10^{(\lg t_0 - t)^p}}$	李卓思等 ^[36] ; 杭峰等 ^[37]
大肠菌群	平方根模型	$\sqrt{r} = b(T - T_0)$	Ratkowsky 等 ^[29]

注: $\lg S$ 是处理前后菌落数降低的对数; t 为保压时间/s; D 为杀灭 90% 微生物所需要的时间/s; 方程中 k 为速率常数; b 和 n 分别为尺度参数和形状参数; 方程中 σ 为上渐近线/ $\lg(\text{cfu/mL})$, ω 为下渐近线/ $\lg(\text{cfu/mL})$, τ 为失活曲线达到最大斜率时的数量级/ $\lg(\mu\text{s})$, δ 为失活曲线的最大斜率。

3.3 UHP 对果蔬汁杀菌条件的优化

UHP 杀菌主要是使微生物的细胞膜和蛋白质等结构进行破坏, 从而对其原有的生理活性机能造成一定影响最终导致其死亡的新型技术^[38,39]。果蔬汁的种类繁多, 不同果蔬汁中的不同微生物对处理压力、温度、保压时间和 pH 等杀菌参数的敏感性不同, 每种菌都有自己的耐压阈值, 故不同果蔬汁各有其适宜的杀菌条件。潘见等^[40]研究的草莓汁中大肠杆菌对压力非常敏感, 酵母菌和霉菌较大肠杆菌耐压; Lee 等^[41]发现超高压协同热处理能有效杀灭苹果汁中的酸土脂环酸芽孢杆菌, 且苹果汁浓度会影响杀灭效果; 李沐生等^[42]研究表明 400 MPa 时使菠萝汁达到商业无菌, 500 MPa 时就检测不到菠萝汁中的细菌。对此, 研究人员依据不同果蔬汁选取相应的评价指标来筛选适宜的 UHP 条件, 表 4 总结了不同果蔬汁 UHP 处理的最佳工艺, 为各种果蔬汁的超高压处理生产提供很好的技术参考。

以上大量研究结果验证了超高压对果汁中微生物的灭活作用, 得到了不同压力、保压时间、温度, 以及不同微生物、不同果蔬汁中的含菌量和超高压压力失活相关数据, 为各种果蔬汁的超高压处理生产提供很好的技术参考。

3.4 UHP 对果蔬汁中酶活性的影响

果蔬最初的品质变化大多是由其内源酶引起, 压力在酶的活性中心通过打破稳定分子内和酶蛋白的相互作用间的微妙平衡, 导致酶构象的变化而诱

导酶失活, 大量研究证明 UHP 可钝化果蔬汁中的大部分酶^[5]。许多人研究了食品中过氧化物酶(peroxidase, POD)、多酚氧化酶(polyphenol oxidase, PPO)、果胶甲基酯酶(pectin methylesterase, PME)、脂氧合酶(lipoxygenase, LOX)以及多聚半乳糖醛酸酶(polygalacturonase, PG)等几类对果蔬汁品质有较大影响的酶, 发现超高压作用下以上 5 种酶的活性均受到不同的影响。Bull 等^[56]发现 Navel 柑橘汁中 PME 只有在 600 MPa 下活性显著下降; 宋丽军等^[57]发现哈密瓜中 LOX 在温度 25 °C 和 55 °C, pH 4~5, 压力 300~500 MPa, 保压时间 5~30 min, 能将 LOX 很好地钝化; Monica 等^[58]发现萝卜、苹果汁中 POD 在 900 MPa 下完全失活; Weemaes 等^[59]发现鳄梨中 PPO 在 800 MPa 以上时活性大部分受到抑制; Rodrigo 等^[60]发现番茄中 PG 在协同温度变化的情况下受压力影响大。表 5 总结了这些酶高压失活的研究结果。其中, POD 显示出最高的耐压性, 曾有人建议采用此酶作为超高压加工的指标酶^[75], 一般果蔬汁的 POD 较耐压, PPO 和 LOX 耐压程度小。

3.5 UHP 对果蔬汁稳定性及风味的影响

水果蔬菜汁在加工处理中存在技术难题: 色泽稳定性的保持、浑浊稳定性的保持、质地、风味、和营养素的损耗。如哈密瓜、番茄、草莓、橙子、苹果等果蔬汁对加热敏感, 它们加热后风味一般都有煮熟味, 失去了水果原有的香气, 而采用 UHP 处理则能最大限度地保持果蔬汁原有的品质。马永昆等^[76]

对哈密瓜汁施以 500 MPa 的压力处理 10 min 后, 其汁液中新增加了 4 种烯醛类, 呈现出较浓的新鲜气味; 酮类新增加了 6 种, 占 4.99%, 它们多呈现出花果的香甜气。高压处理可以减少柑桔汁的苦味, 同时并不影响柑桔汁的颜色和质地, 并且超高压处理后的柑桔汁在 4~8 °C 的条件下可以储存 16 周^[77]。周婧琦等^[78]对热协同 UHP 加工的鲜榨桃汁贮藏过程中稳定性的研究表明, 50 °C 协同 320 MPa 处理后的

桃汁颜色 b^* 值(从黄色到蓝色的范围)变化幅度小, L^* (亮度)值降低, a^* 值(从洋红至绿色的范围)升高, 随贮藏时间的延长产生粒径不同的新颗粒。李汴生等^[42]研究的 UHP 对鲜榨菠萝汁表明, UHP 处理后的果汁沉降稳定性明显好于热处理的样品, 体系未产生二次沉淀, 并更好地保持了菠萝汁原有的色泽。表 6 总结了研究者对 UHP 处理果蔬汁稳定性及风味的影响。

表 4 UHP 对果蔬汁杀菌工艺优化
Table 4 Optimization of UHP technological parameters for processing of fruits and vegetables juice

样品名称	评价指标	最佳杀菌工艺	参考文献
梨汁	大肠菌群; 霉菌; 酵母菌; 菌落总数	500 MPa, 10 min, pH=5	曾庆梅等 ^[25]
猕猴桃汁	菌落总数; 大肠菌群	400 MPa, 15 min	赵玉生等 ^[43]
荔枝汁	菌落总数	400 MPa	黄丽等 ^[44]
苹果汁	菌落总数; 大肠菌群; 葡萄球菌; 肠炎沙门氏菌; 酸土芽孢杆菌	400 MPa, 15 min; 207 MPa, 45 °C, 10 min	姜斌等 ^[45] ; 刘兴静等 ^[46] ; Baymdirli ^[47] 等; Lee ^[41] 等
草莓汁	大肠菌群; 霉菌和酵母菌	350~400 MPa, 5 min	张立云等 ^[48] ; 潘见等 ^[40]
胡萝卜汁	菌落总数	400 MPa, 45 min	姜斌等 ^[45] ; 胡菲菲等 ^[26]
哈密瓜汁	大肠杆菌; 菌落总数	500 MPa, 10 min, 55 °C	闫德华等 ^[49] ; 马勇昆等 ^[50]
西瓜汁	菌落总数; 霉菌; 酵母菌	600 MPa, 60 min	刘野等 ^[51]
菠萝汁	菌落总数	400 MPa, 26 °C, 10 min	李汴生等 ^[42]
黄瓜汁	乳酸链球菌	400 MPa, 4 min	Zhao 等 ^[52]
番茄汁	枯草芽孢杆菌; 酿酒酵母	469.2 MPa, 14 min, 33.5 °C	邱伟芬等 ^[53] ; Sebastiano 等 ^[54] ; Arroyo 等 ^[55]

表 5 UHP 处理对果蔬汁中酶的影响
Table 5 Effect of UHP application on enzyme activity in fruits and vegetables juice

酶种类	处理因素	影响结果	参考文献
PPO	压力、时间	压力在 600~900 MPa 时, 水果中的 PPO 活性降低 80%以上, 并遵循一级动力学原理。	Castellari 等 ^[61] ; Keenan 等 ^[62] ; Weemaes 等 ^[59]
POD	压力、温度、CO ₂	较低压力与适当温度结合, 只能使酶活性降低至 50%以下, 温度 30~50 °C, 压力 400 MPa 猕猴桃中 POD 的活性下降符合所建模型的线性规律; 结合 CO ₂ 只处理的 POD 活性明显低于单独压力处理的, 酶活性降低至 10%。	Quaglia 等 ^[63] ; Fang 等 ^[64] ; Ortuño 等 ^[65] ; Castro 等 ^[66]
PME	压力、温度	温度 50 °C、压力 500 MPa (橙、桃、苹果、甜椒和草莓) 加速 PME 灭活; 温度 > 50 °C、压力 < 400 MPa 延缓 PME 灭活; 压力 > 600 MPa 一般认为 PME 不可逆失活。	Boulekou 等 ^[67] ; Crelier 等 ^[68] ; Guiavarc'h 等 ^[69] ; Ly-Nguyen 等 ^[70]
PG	压力、温度	目前仅限于对番茄中 PG 的研究, 受压力处理变化大, 协同温度处理变化更明显。	Hsu 等 ^[71] ; Shigehisa ^[72] ; Rodrigo 等 ^[60]
LOX	压力、温度、pH	400 MPa 将酶钝化, 600 MPa 完全失活, 耐压性随着酶浓度的增大而增加, 随着 pH 值的降低而减弱。	Zhao 等 ^[52] ; Tangwongchai 等 ^[73] ; Shook 等 ^[74]

表 6 UHP 处理对果蔬汁品质的影响
Table 6 Effect of UHP application on quality of fruits and vegetables juice

样品	处理参数	品质指标	影响结果	参考文献
猕猴桃汁	100~500 MPa, 26 °C, 15 min	理化性质; 多酚含量; 抗氧化性	可溶性固形物含量、果汁颜色、总 Vc 量、蛋白质含量、单宁含量、总酸、果胶含量、黏度及 pH 无明显变化; 游离酚和结合态酚含量增加, 抗氧化性提高	赵玉生等 ^[79] ; 杨小兰等 ^[80]
菠萝汁	300~500 MPa, 10 min	理化性质、还原型 Vc 含量、感官评定、稳定性	pH 值、总酸、总糖、可溶性固形物含量、L*、a*、b* 影响均很小; 还原型 Vc 保留率达 94.92%; 与原汁的色泽、香气及风味接近; 较好保持果汁稳定性, 无浑浊分层	李沛生等 ^[42]
橙汁	100~500 MPa, 15 min	主要香气成分; 色泽	柠檬烯含量下降 75%, 月桂烯和 α -蒎烯基本不变, α -松油醇、香芹酮含量迅速增加, 醛类特征香气不受影响, 酯类成分在高压下会有变化; L*、b*、E* 升高, a* 下降	潘见等 ^[81] ; 蒋和体等 ^[82]
苹果汁	200~400 MPa, 10~30 min	总 Vc 保留率; 色泽; 酚类保留率; 风味	损失率低于 20%; L*、b* 升高, a* 值降低; 单宁、绿原酸、总酚和表儿茶素的保留率 70% 左右; 各风味成分变化在 0.28%~6.16%	刘兴静等 ^[46] ; 赵光远等 ^[83]
番石榴汁	300~700 MPa, 60 min	色泽; 黏度; 浊度	色泽降解动力学与原汁相同, 基本没有变化; 果汁黏度和浊度与原汁基本相同	Yen 等 ^[84]
哈密瓜汁	500 MPa, 20 min	主要香气成分	新增加了 4 种烯醛类, 6 种酮类, 3 种不饱和醛, 酯类减少 5 种	马永昆等 ^[5,36]
桃汁	400 MPa, 10min, 20 °C	主要香气成分	苯甲醛含量增加, 乙酸酯类减少, 而 γ -癸内酯的含量则变化不大	Hide-nobu 等 ^[85]
椰子汁	200~600 MPa, 10 min	理化性质、Vc 含量、氨基酸、抗氧化活性	可溶性固形物、pH 值、总糖、总酸及总酚含量无显著变化; Vc 保存率为 87.9%~97.6%; 氨基酸在 500、600 MPa 处理后含量显著增加	程磊晶等 ^[86]
胡萝卜汁	200~600 MPa, 10 min	感官品质、理化性质及营养品质	色泽、可溶性固形物、总糖、 α -和 β -胡萝卜素含量无显著变化; 600 MPa 的抗氧化能力及稳定性最高	马善丽等 ^[87]

4 UHP 技术在果蔬汁加工中的展望

随着人们对天然、不含防腐剂及日趋减少工艺环节的食品种类的青睐和超高压设备的改进, UHP 技术在果蔬汁加工中的应用正迅速发展。自 UHP 技术的发展历程来看, 其主要用途是杀菌和钝酶, 并以此为基础开展 UHP 对食品品质影响、活性成分提取、质构修饰、加速生化反应等应用。目前, 研究人员对果蔬汁色泽、风味、营养成分等表征分析研究较多, 并未深入研究其功能性成分活性的变化情况; 另外果蔬汁的 pH 值与天然抑菌物质的协同杀菌技术, 可分为高酸性、低酸性甚至碱性水果汁研究; 针对 UHP 设备的杀菌均匀性评价尚需有待研究, 以用于指导 UHP 杀菌设备的标准化生产和使用。

据统计, 2012 年, 我国果蔬汁饮料为 2001 万吨,

与上年同比增长 17.99%^[88]。我国果汁饮料人均年消费不到 1 L, 为世界平均消费量的 1/10^[89]。因此, 由 UHP 处理的果蔬汁在我国饮料市场潜力巨大, 不仅保证食品微生物指标方面的安全性, 还能很好的保证果蔬汁原有的营养成分、色泽及风味^[90], 人们必将享受到更安全、更新鲜、高品质的果蔬汁饮料。

参考文献

- [1] 李沛生, 阮征. 非热杀菌技术与应用[M]. 北京: 化学工业出版社, 2004: 121-124.
Li DS, Ruan Z. Non thermal sterilization technology and application [M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2004: 121-124.
- [2] 单杨. 中国果蔬加工产业现状及发展战略思考[J]. 中国食品学报, 2010, 10(1): 1-9.
Shan Y. Present situation and development of strategic thinking in chinese fruit and vegetable processing industry [J]. J Chin food,

- 2010, 10(1): 1-9.
- [3] 陈祥奎. 超高压杀菌新技术[J]. 食品与发酵工业, 1999, 4: 69-79.
Chen XK. Ultra high pressure sterilization technology [J]. Food Ferm Ind, 1999, 4: 69-79.
- [4] Master AM, Krebbers B, Berg RW van den, *et al.* Advantages of high pressure sterilisation on quality of food products [J]. Trends Food Sci Technol, 2004, 15(2): 79-85 .
- [5] 马勇昆, 周日星, 刘威. 超高压技术加工鲜榨果蔬汁的策略研究[J]. 食品工业科技, 2005(6): 176-178.
Ma YK, Zhou RX, Liu W. Superhigh pressure technology in fresh fruit and vegetable juice processing strategy research [J]. Sci Technol Food Ind, 2005, (6): 176-178.
- [6] 王蓉蓉, 孙传范, 王婷婷, 等. 超高压杀菌机制研究进展[J]. 高压物理学报, 2012, 26(6): 700-708.
Wang RR, Sun CF, Wang TT, *et al.* Research on mechanism of Ultra-high pressure sterilization [J]. Chin J High Pressure Phys, 2012, 26(6): 700-708.
- [7] 李振林, 许秀举. 超高压技术对食品中的微生物和酶的影响[J]. 包头医学院学报, 2010, 26(3): 128-130.
Li ZL, Xu XJ. The Effect of Ultra high pressure technology on micro-organism and enzymes in food [J]. J Baotou Med Col, 2010, 26(3): 128-130.
- [8] Desvaux M, H é braud M. The protein secretion systems in listeria: Inside out bacterial virulence [J]. Fems Micro Rev, 2006, 30(5): 774-805.
- [9] Patterson MF, Mckay AM, Connolly M, *et al.* The effect of high hydrostatic pressure on the microbiological quality and safety of carrot juice during refrigerated storage [J]. Food Microbiol, 2012, 30(1): 205-212.
- [10] 李宗军, 徐建兴. 超高压处理对微生物生理特性的影响[J]. 微生物学报, 2005, 45(4): 521-525.
Li ZJ, Xu JX. Influencing factors of micro-biology by the Ultra-high Pressure [J]. J Microbiol, 2005, 45(4): 521-525.
- [11] Anna CSP, Jeffrey EC, Bradley ES, *et al.* Evaluation of fermentation, drying, and/or high pressure processing on viability of *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella* spp., and *Trichinella spiralis* in raw pork and Genoa salami [J]. Int J Food Microbiol, 2010, 140(1): 61-65.
- [12] Ludwig H, Van AG, Schreck C. The effect of high hydrostatic pressure on the survival of microorganisms [A]//Taniguchi Y, Stanley HE, Ludwig H. Biological Systems under Extreme Conditions [C]. Berlin: Springer, 2002: 239-256.
- [13] Ritz M, Tholozan JL, Federrighi M, *et al.* Physiological damages of *Listeria monocytogenes* treated by high hydro-static pressure [J]. Int J Food Microbiol, 2002, 79(1-2): 47-53.
- [14] 池元斌, 陈立学. 高压对鲜牛奶中细菌行为的影响 [C]. 全国首届高压食品暨超高压技术应用研讨会, 2000.
Chi YB, Chen LX. The effect of high pressure on the behaviour of bacteria [C]. The First Seminar on the High Pressure Food and Technology of China, 2000.
- [15] 冯艳丽, 余翔. 超高压杀菌技术在乳品生产中的探索[J]. 食品工业, 2005, (1): 30-31.
Feng YL, Yu X. Ultra-high pressure technology in brief and application in dairying [J]. Food Ind, 2005, (1): 30-31.
- [16] Filip M, László Smeller, Karel Heremans. Protein stability and dynamics in the pressure-temperature plane [J]. Bio et Bio Acta (BBA) -Pro Pro, 2006, 1764(3): 346-354.
- [17] Judit S, Zsolt M, Miklós SZK, *et al.* Different pressure-temperature behavior of the structured and unstructured regions of titin [J]. Biochim Biophys Acta (BBA) - ProPro, 2013, 1834(1): 112-118.
- [18] Huang HW, Lung HM, Yang BB, *et al.* Responses of microorganisms to high hydrostatic pressure processing [J]. Food Contamin, 2014, 40: 250-259.
- [19] Małgorzata G, Agnieszka FW, Jan B. Effect of high hydrostatic pressure on hydration and activity of ribozymes [J]. Mol Biol Reports, 2010, 37(8): 3713-3719.
- [20] Moussa M, Perrier-Cornet JM, Gercais P. Damage in *Escherichia coli* cells treated with a combination of high hydrostatic pressure and subzero temperature [J]. Appl Environ Microbiol, 2007, 73(650): 8-18.
- [21] 张海峰, 白杰, 刘姗姗, 等. 超高压对食品中微生物的影响[J]. 农业科学研究, 2008, 29(2): 25-28.
Zhang HF, Bai J, Liu SS, *et al.* The Influence of Superhigh Pressure Technique on Microorganism in Food [J]. J Agric Sci, 2008, 29(2): 25-28.
- [22] Basak S, Ramaswamy HS. Ultra high pressure treatment of orange juice: a kinetic study of inactivation of pectin methylesterase [J]. Food Res Int, 29(7): 601-607.
- [23] 孙美琴, 彭超英, 郝惠英. 冷杀菌技术及其在果汁生产中的应用[J]. 饮料工业, 2003, 1(6): 6-9.
Sun MQ, Peng CY, Hao HY. Cold sterilization technology and its application in fruit juice production [J]. Bev Ind, 2003, 1(6): 6-9.
- [24] Ramaswamy HS, Riahi E, Idziak E. High-pressure destruction kinetics of *E. coli* (29055) in apple juice [J]. J Food Sci, 2003, 68(5): 1750-1756.
- [25] 曾庆梅, 潘见, 谢慧明, 等. 中温协同超高压处理对梨汁中微生物的影响[J]. 食品科学, 2004, 25(8): 30-34.
Zeng QM, Pan J, Xie HM, *et al.* Medium temperature synergy ultrahigh pressure processing on the effect of microorganism in the pear juice [J]. Food Sci, 2004, 25(8): 30-34.

- [26] 胡菲菲, 朱瑞, 杨楠, 等. 胡萝卜汁中大肠杆菌脉冲式超高压杀菌动力学研究 [J/OL]. 农业机械学报, <http://www.cnki.net/kcms/detail/11.1964.S.20131011.1744.001.html>. Hu FF, Zhu R, Yang N, *et al.* Study on pulse mode high-pressure destruction kinetics of *E. coli* in Carrot Juice [J/OL]. Trans Chin Soc Agric Mach, <http://www.cnki.net/kcms/detail/11.1964.S.20131011.1744.001.html>.
- [27] 李珊, 陈芹芹, 李淑燕, 等. 超高压对鲜榨苹果汁的杀菌效果及动力学分析[J]. 食品科学, 2011, 32(7): 43–46. Li S, Chen QQ, Li SY, *et al.* Bactericidal effect and kinetics of high hydrostatic pressure on fresh apple juice [J]. Food Sci, 2011, 32(7): 43–46.
- [28] Koseki S, Yamamoto K. A novel approach to predicting microbial inactivation kinetics during high pressure processing [J]. Int J Food Microbiol, 2007, 116(2): 275–282.
- [29] Ratkowsky DA, Olley J, Mcmeekin TA, *et al.* Relationship between temperature and growth rate of bacterial cultures [J]. J Bacteriol, 1982, 149(1): 1–5.
- [30] Schaffner DW, Labuza TP. Predictive microbiology: where are we, and where are we going [J]. Food Technol, 1997, 51(4): 95–99.
- [31] 徐怀德, 王云阳. 食品杀菌新技术[M]. 北京: 科学技术文献出版社, 2005: 111–120. Xu HD, Wang YY. New technology of food sterilization [M]. Beijing: Science Press, 2005: 111–120.
- [32] 杨晓苗, 阮美娟. 超高压对澄清苹果汁杀菌效果的研究[J]. 现代食品科技, 2012, 28(9): 1170–1172. Yang XM, Ruan MJ. Bactericidal effect of ultra-high pressure on the clarified apple juice [J]. Mod Food Sci Technol, 2012, 28(9): 1170–1172.
- [33] Peleg M, Cole MB. Reinterpretation of microbial survival curves [J]. Crit Rev Food Sci Nutr, 1998, 38(5): 353–380.
- [34] Chen HQ, Hoover DG. Modeling the combined effect of high hydrostatic pressure and mild heat on the inactivation kinetics of *Listeria monocytogenes* Scott A in whole milk [J]. Innov Food Sci Emerg Technol, 2003, 4(1): 25–34.
- [35] Cole MB, Davies KW, Munro G, *et al.* A Vitalistic model to describe the thermal inactivation of *Listeria monocytogenes* [J]. J Ind Microbiol, 1993, 12: 232–239.
- [36] 李卓思, 程裕东, 杨晓敏, 等. 含果粒液体食品微波杀菌动力学模型的比较研究[J]. 上海海洋大学学报, 2011, 20(1): 137–143. Li ZS, Cheng YD, Yang XM, *et al.* A comparative study of microwave sterilization dynamics model of containing fruit grain of liquid food [J]. J Shanghai Ocean Univ, 2011, 20(1): 137–143.
- [37] 杭锋, 陈卫, 陈帅, 等. 食品微波加热杀菌动力学描述模型的选择[J]. 农业工程学报, 2008, 24(6): 49–52. Hang F, Chen W, Chen S, *et al.* Choice of microwave heating food sterilization dynamics model [J]. Trans Chin Soc Agric Eng, 2008, 24(6): 49–52.
- [38] Fang L, Jiang B, Zhang T. Effect of combined high pressure and thermal treatment on kiwifruit peroxidase [J]. Food Chem, 2008, 109(4): 802–807.
- [39] Guivarac HY, Segovia O, Hendrickx M, *et al.* Purification, characterization, thermal, and high-pressure inactivation of a pectin methylesterase from white grapefruit (*Citrus paradisi*) [J]. Innov Food Sci Emerg Technol, 2005, (6): 363–371.
- [40] 潘见, 曾庆梅, 谢慧明, 等. 草莓汁的超高压杀菌研究[J]. 食品科学, 2004, 25(1): 31–34. Pan J, Zeng QM, Xie HM, *et al.* Study on UHP treatment of microflora sterilization of strawberry juice [J]. Food Sci, 2004, 25(1): 31–34.
- [41] Lee SY, Dougherty RH, Kang DH. Inhibitory effects of high pressure and heat on *Alicyclobacillus acidoterrestris* spores in apple juice [J]. Applied Envir Mic, 2002, 68(8): 4158–4161.
- [42] 李沛生, 张微, 梅灿辉. 超高压和热灭菌对鲜榨菠萝汁品质影响的比较[J]. 农业工程学报, 2010, 26 (1): 389–364. Li DS, Zhang W, Mei CH. Ultra high pressure and thermal sterilization effect on quality of fresh pineapple juice [J]. Trans Chin Soc Agric Eng, 2010, 26 (1): 389–364.
- [43] 赵玉生, 赵俊芳. 猕猴桃汁的超高压杀菌效果[J]. 食品科技, 2007, (4) : 146–148. Zhao YS, Zhao JF. Effect of UHP treatment on microflora sterilization of kiwi juice [J]. Food Sci Technol, 2007, (4) : 146–148.
- [44] 黄丽, 孙远明, 潘科, 等. 超高压处理对荔枝果汁品质的影响[J]. 农业工程学报, 2007, 23(2): 259–262. Huang L, Sun YM, Pan K, *et al.* Influence of ultra high pressure treatment on the quality of lychee juice [J]. Trans Chin Soc Agric Eng, 2007, 23(2): 259–262.
- [45] 姜斌, 胡小松, 廖小军, 等. 超高压对鲜榨果蔬汁的杀菌效果[J]. 农业工程学报, 2009, 25(5): 234–238. Jiang B, Hu XS, Liao XJ, *et al.* Effects of high hydrostatic pressure processing on microbial inactivation in fresh fruit and vegetable juice [J]. Trans Chin Soc Agric Eng, 2009, 25(5): 234–238.
- [46] Baymdirli A, Alpas H, Bozoglu F, *et al.* Efficiency of high pressure treatment on inactivation of pathogenic microorganisms and enzymes in apple, orange, apricot and sour cherry juices [J]. Food Contr, 2006, 17(1): 52–58.
- [47] 刘兴静, 刘斌, 韩清华, 等. 超高压对苹果汁微生物和多酚氧化酶的影响[J]. 食品研究与开发, 2012, 33(9): 4–6. Liu X J, Liu B, Han QH, *et al.* Effect of ultra high pressure

- treatment on bacterium and polyphenol oxidase of apple juice [J]. *Food Res Dev*, 2012, 33(9): 4–6.
- [48] 张立云, 曹霞敏, 李静. 超高压对草莓浆杀菌效果及微生物菌落形态影响[J]. *食品工业科技*, 2009, 30(11): 109–112.
Zhang LY, Cao XM, Li J. Effect of ultrahigh pressure on strawberry pulp sterilization effect and microbial colony morphology [J]. *Sci Technol Food Ind*, 2009, 30(11): 109–112.
- [49] 闫德华, 沈艾彬. 超高压对哈密瓜汁中大肠杆菌杀灭效果的研究[J]. *农产品加工*, 2012, 12: 128–130.
Yan DH, Shen AB. High pressure on the melon juice killing effect of *E.Coli* [J]. *Acad Period Farm Prod Proc*, 2012, 12: 128–130.
- [50] 马永昆, 陈计峦, 胡小松, 等. 超高压鲜榨哈密瓜汁加工工艺技术的研究[J]. *食品工业科技*, 2004, 25(4): 18–22.
Ma YK, Chen JL, Hu XS, *et al.* Ultrahigh pressure fresh hami melon juice processing technology research [J]. *Sci Technol Food Ind*, 2004, 25(4): 18–22.
- [51] 刘野, 赵晓燕, 胡小松, 等. 超高压对鲜榨西瓜汁杀菌效果和风味的影响[J]. *农业工程学报*, 2011, 27(7): 370–376.
Liu Y, Zhao XY, Hu XS, *et al.* Effect of high hydrostatic pressure on microorganism and flavor of fresh watermelon [J]. *Trans Chin Soc Agric Eng*, 2011, 27(7): 370–376.
- [52] Zhao L, Wang S, Liu FX, *et al.* Comparing the effects of high hydrostatic pressure and thermal pasteurization combined with nisin on the quality of cucumber juice drinks [J]. *Innov Food Sci Emerg Technol*, 2013, 17: 27–36.
- [53] 邱伟芬, 高瑀琰. 超高压番茄汁杀菌条件的优化研究[J]. *食品科学*, 2007, 28(2): 59–63.
Qiu WF, Gao YL. Optimization of tomato juice sterilization conditions with high hydrostatic pressure [J]. *Food Sci*, 2007, 28(2): 59–63.
- [54] Sebastiano P, Alessandra B, Claudio G, *et al.* Effects of ultra-high hydrostatic pressure treatments on the quality of tomato juice [J]. *J Food Chem*, 1995, 52: 35–41.
- [55] Arroyo G, Sanz PD, Prestamo G. Effect of high pressure on the reduction of microbial populations in vegetables [J]. *J Appl Microbiol*, 1997, 82: 735–742.
- [56] Bull MK, Katherine Z, Effie H, *et al.* The effect of high pressure processing on the microbial, physical and chemical properties of Valencia and Navel orange juice [J]. *Inno Food Sci Emer Technol*, 2004, 2(5): 135–149.
- [57] 宋丽军, 张丽, 周文, 等. 超高压协同 pH 值对哈密瓜汁中脂氧合酶钝化效果的研究[J]. *食品科技*, 2010, 19(2): 12–16.
Song LJ, Zhang L, Zhou W, *et al.* Effect of ultra high pressure-pH synergistic treatment on the inactivative effect of two enzymes in hami melon juice [J]. *Food Sci Technol*, 2010, 19(2): 12–16.
- [58] Monica A, Maria CN, Gianffanco D, *et al.* Effect of high pressure treatments on peroxidase and polyphenoloxidase activities [J]. *J Food Biochem*, 1995, 18: 285–293.
- [59] Weemaes CA, Ludikhuyze LR, Broeck IVD, *et al.* Effect of pH on pressure and thermal inactivity on avocado polyphenoloxidase: a kinetic study [J]. *Agri Food Chem*, 1998, 46(7): 2785–2792.
- [60] Rodrigo D, Cortes C, Clynen E, *et al.* Thermal and high-pressure stability of purified polygalacturonase and pectinmethylesterase from four different tomato processing varieties [J]. *Food Res Int*, 2006, 39: 440–444.
- [61] Castellari M, Matricardi L, Arfelli G, *et al.* Effects of high pressure processing on polyphenoloxidase enzyme activity of grape musts [J]. *Food Chem*, 1997, 4(60): 647–649.
- [62] Keenan DF, Röble C, Gormley R, *et al.* Effect of high hydrostatic pressure and thermal processing on the nutritional quality and enzyme activity of fruit smoothies [J]. *LWT-Food Sci Technol*, 2012, 45: 57–60.
- [63] Quaglia GB, Gravin R, Paperi R, *et al.* Effect of high pressure treatments on peroxidase activity, ascorbic acid content and texture in green peas [J]. *LWT-Food Sci Technol*, 1996, 29: 552–555.
- [64] Fang L, Jiang B, Zhang T, *et al.* Effect of combined high pressure and thermal treatment on kiwifruit peroxidase [J]. *Food Chem*, 2008, 109: 802–807.
- [65] Ortuñoa C, Duongb T, Balaban M, *et al.* Combined high hydrostatic pressure and carbon dioxide inactivation of pectin methylesterase, polyphenol oxidase and peroxidase in feijoa puree [J]. *J Supercr Fluid*, 2013, 82: 56–62.
- [66] Castro SM, Loey AV, Saraiva JA, *et al.* Identification of pressure/temperature combinations for optimal pepper (*capsicum annum*) pectin methylesterase activity [J]. *Enz Microbiol Technol*, 2006, 6(38): 831–838.
- [67] Boulekou SS, Katsaros GJ, Taoukis PS. Inactivation kinetics of peach pulp pectin methylesterase as a function of high hydrostatic pressure and temperature process conditions [J]. *Food Biop Technol*, 2010, 3: 699–706.
- [68] Crelier S, Robert MC, Claude J, *et al.* Tomato (*Lycopersicon esculentum*) pectin methylesterase and polygalacturonase behaviors regarding heat-and pressure-induced inactivation [J]. *J Agric Food Chem*, 2011, 49: 5566–5575.
- [69] Guiavarc'h Y, Segovia O, Hendrickx M, *et al.* Purification, characterization, thermal and high-pressure inactivation of a pectin methylesterase from white grapefruit (*citrus paradisi*) [J]. *Innov Food Sci Emer Technol*, 2005, 6: 363–371.

- [70] Ly-Nguyen B, Van Loey AM, Fachin D, *et al.* Strawberry pectin methylesterase (PME): purification, characterization, thermal and high-pressure inactivation [J]. *Biotechnol Prog*, 2002, 18: 1447–1450.
- [71] Hsu KC. Evaluation of processing qualities of tomato juice induced by thermal and pressure processing [J]. *LWT-Food Sci Technol*, 2008, 41: 450–459.
- [72] Shigehisa T, Ohmori T, Saito S, *et al.* Effects high hydrostatic pressure on characteristics of pork slurries and inactivation of microorganisms associated with meat and meat products [J]. *Int J Food Microbiol*, 1991, 12: 207–216.
- [73] Tangwongchai R, Ledward DA, Ames JM. Effect of high-pressure treatment on lipoxygenase activity [J]. *Food Chem*, 2000, 48(7): 2896–2902.
- [74] Shook CM, Shellhammer TH, Schwartz SJ, *et al.* Polygalacturonase, pectinesterase, and lipoxygenase activities in high-pressure-processed diced tomatoes [J]. *Food Chem*, 2001, 49(2): 664–668.
- [75] 潘科, 孙远明, 黄丽. 超高压加工对食品品质酶的影响[J]. *食品科学*, 2003, 24(3): 142–146.
Pang K, Sun YM, Huang L. Effect of ultra high pressure processing on food quality enzyme [J]. *Food Sci*, 2003, 24(3): 142–146.
- [76] 马永昆, 刘威, 胡小松. 超高压处理对哈密瓜汁品质酶和微生物的影响[J]. *食品科学*, 2005, 26(12): 144–146.
Ma YK, Liu W, Hu XS. Effect of ultra high pressure treatment on quality-related enzymes and bacterium of hami melon (*cucumis meloL.*) juice [J]. *Food Sci*, 2005, 26(12): 144–146.
- [77] Anonymous. High pressure juice [J]. *Soft Drinks Manag Int*, 1996, (1): 11.
- [78] 周婧琦, 赵光远, 张培旗, 等. 热协同超高压加工的鲜榨桃汁在贮藏过程中的稳定性变化[J]. *现代食品科技*, 2008, 24(6): 548–551.
Zhou JQ, Zhao GY, Zhang PQ, *et al.* Color Stability of Fresh Peach Juice Prepared by Heating at High Pressure during Storage [J]. *Mod Food Sci Tech*, 2008, 24(6): 548–551.
- [79] 赵玉生, 姚二民, 赵俊芳. 超高压处理对猕猴桃汁品质的影响[J]. *食品科学*, 2008, 29(1): 60–63.
Zhao YS, Yao EM, Zhao JF. Effects of UHP Treatment on kiwi juice quality [J]. *Food Sci*, 2008, 29(1): 60–63.
- [80] 杨小兰, 袁娅, 郭晓晖, 等. 超高压处理对不同品种猕猴桃浆多酚含量及其抗氧化活性影响[J]. *食品科学*, 2013, 34(1): 73–77.
Yang X L, Yuan Y, Guo XH, *et al.* Effect of Ultra high pressure (UHP) on polyphenol and its polyphenol of various species of kiwifruit Juice [J]. *Food Sci*, 2013, 34(1): 73–77.
- [81] 潘见, 王海翔, 谢慧明, 等. 超高压处理对鲜榨橙汁中主要香气成分的影响[J]. *农业工程学报*, 2009, 25(5): 239–243.
Pan J, Wang HX, Xie HM, *et al.* Effects of ultra high pressure treatment on main flavour compounds in orange juice [J]. *Trans Chin Soc Agric Eng*, 2009, 25(5): 239–243.
- [82] 蒋和体, 钟林. 超高压处理对橙汁品质影响研究[J]. *食品科学*, 2009, 30(17): 24–29.
Jiang HT, Zhong L. Influence of ultra-high pressure on quality of orange juice [J]. *Food Sci*, 2009, 30(17): 24–29.
- [83] 赵光远, 邹青松, 孙鹏, 等. 超高压加工鲜榨苹果汁过程中的主要理化变化[J]. *食品与发酵工业*, 2007, 33(11): 143–146.
Zhao GY, Zou QS, Sun J, *et al.* Main physical and chemical changes in the process of ultra high pressure processing fresh apple juice [J]. *Food Ferm Ind*, 2007, 33(11): 143–146.
- [84] Yen GC, Lin HT. Comparison of high pressure treatment and thermal pasteurization effects on the quality and shelf life of guava puree [J]. *Int J Food Sci Technol*, 1996, 31(2): 205–213.
- [85] Hide-nobu S, Sachiko S, Aya N. Changes in composition of volatile compounds in high pressure treated peach [J]. *J Agric Food Chem*, 2002, 42(3): 29–35.
- [86] 程磊晶, 马永昆, 严蕊, 等. 超高压加工对天然椰子汁品质的影响[J]. *食品科学*, 2011, 32(21): 62–65.
Cheng LJ, Ma YK, Yan R, *et al.* Effect of ultra-high pressure processing on the quality of fresh-squeezed coconut juice [J]. *Food Sci*, 2011, 32(21): 62–65.
- [87] 马善丽, 程磊晶, 马永昆, 等. 超高压加工对鲜榨胡萝卜汁品质的影响[J]. *食品科技*, 2011, 36(11): 49–52.
Ma SL, Cheng LJ, Ma YK, *et al.* The effect of high pressure processing on the qualities of fresh-squeezed carrot juice [J]. *Food Sci Technol*, 2011, 36(11): 49–52.
- [88] 2012年1-11月全国果蔬汁饮料总产量与产销总值[J]. *饮料工业*, 2013, 16(2): 58.
November 1, 2012 gross total fruit and vegetable juice beverage production and marketing [J]. *Bev Ind*, 2013, 16(2): 58.
- [89] 崔朝辉, 胡小琪, 栾德春, 等. 我国居民果汁饮料消费情况分析[J]. *中国食物与营养*, 2007, 8: 34–36.
Cui CH, Hu XQ, Luan DC, *et al.* Fruit juice beverage consumption situation analysis for residents in our country [J]. *Chin Food Nutr*, 2007, 8: 34–36.
- [90] 闫雪峰, 赵有斌, 韩清华. 超高压处理对果蔬汁杀菌效果和品质影响的研究现状[J]. *食品研究与开发*, 2010, 31(11): 204–208.
Yan XF, Zhao YB, Han QH. The status quo of influence of ultra-high pressure processing on fruit and vegetable juice [J].

Food Res Dev, 2010, 31(11): 204–208.

(责任编辑: 叶琼娟)

作者简介



李萌萌, 在读研究生, 主要研究方向为农产品加工及贮藏。

E-mail: limengmeng88988@163.com



吕长鑫, 教授, 硕士生导师, 主要研究方向为农产品贮藏加工与食品资源开发等。

E-mail: lvchangxin6666@163.com



冯叙桥, 教授, 博士生导师, 主要研究方向为果蔬贮藏加工与质量安全控制。

E-mail: feng_xq@hotmail.com

“粮油产品质量安全”专题征稿

小麦、水稻、大豆等粮油产品是我国人民广泛食用的主要农产品, 在人们日常饮食中占据着非常重要的主导地位, 具有无可替代的作用。因此, 粮油产品质量安全关系到每个人的日常生活, 具有十分重要的意义。

鉴于此, 本刊特别策划了“**粮油产品质量安全**”专题, 由中国农业科学院油料作物研究所李培武研究员担任专题主编。李培武研究员现任农业部生物毒素检测重点实验室和农业部油料产品质量安全风险评估实验室(武汉)主任, 农业部油料及制品质量监督检验测试中心常务副主任, 兼任农业部农产品质量安全生物毒素专家组组长、食品安全国家标准审评委员会污染物分委员会副主任、中国仪器仪表学会农业仪器应用技术分会副理事长、GCIRC、FAO/WHO 食品添加剂与污染物联合专家委员会委员。长期从事粮油食品质量安全检测研究与风险评估工作。本专题主要围绕粮油产品质量安全, 紧紧**围绕粮油产品质量安全关键安全因子与质量指标检测, 快速检测与设备研制, 食用油保真与掺伪技术, 质量安全风险评估, 粮油食品管理法律法规、监管现状及问题**等或本领域其它有意义的问题进行论述, 计划在 2014 年 5 月出版。

本刊编辑部及李教授诚邀各位专家为本专题撰写稿件, 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 2014 年 3 月 15 日前通过网站或 Email 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

Email: jfoodsq@126.com

《食品安全质量检测学报》编辑部