

食品工业

THE FOOD INDUSTRY

ISSN 1004-471X

CN31-1532/TS

5
2015



上海陆工业研究所有限公司
Shanghai LIRI Technologies Co.Ltd

减排、循环、资源化

—— 3R[®] 节能减排新技术

智能化环保型循环冷却水处理

——节能节水，保障公共卫生，彻底消除化学物排放

工业废水处理及回用

——不但达到排放标准，还能处理成中水或纯水并回用于生产

水质监测仪表

——国际先进的仪表，让企业、政府随时掌握水质动态

水分析检测

——具有国际国内通行的CNAS、CMA法定资质

食品工厂专用环保型高效防霉涂料

——彻底解决食品工厂墙顶面霉变问题

食品行业
节能减排
服务中心



地址：上海市宝庆路20号(200031)

<http://www.sliri.com.cn>

电话：021-64372070 传真：021-64331671

电邮：mkt@sliri.com.cn 客服热线：400-600-0681

主管单位

光明食品(集团)有限公司

主办单位

上海市食品工业研究所

协办单位

中国焙烤食品糖制品工业协会

中国罐头工业协会

全国冷冻食品专业委员会

中国食品工业协会糖果专业委员会

上海市食品学会

上海应用技术学院香料技术与工程学院

上海海洋大学食品学院

华东理工大学生物工程学院

云南民族传统食品开发促进会

编辑出版:《食品工业》编辑部

主编:侯少雄

副主编:钱根新

电话:18017913570

广告部主任:李丕逸

电话:13817379694

地址:上海市肇嘉浜路376号轻工大厦10楼

邮政编码:200031

电话(传真):021-65126911

E-mail: zzs@shspgy.com

Http://www.shspgy.com

户名:上海市食品工业研究所

账号:7311410182200048044

开户银行:中信银行上海静安支行

国际标准连续出版物号:

ISSN 1004-471X

国内统一连续出版物号:

CN31-1532/TS

广告经营许可证号:

3100520080012

国内总发行:

上海市邮政局报刊发行局

国内订阅:全国各地邮局

邮发代号:4-503

单价:每册20.00元 全年240.00元

印刷:上海昌鑫龙印务有限公司

特别鸣谢

上海梅林正广和(集团)有限公司

目次

第36卷 第5期(月刊)

Contents

工艺技术

- 同步加酶超声提取核桃油和核桃蛋白肽 何爽,敬思群(1)
Walnut Oil and Walnut Peptides Synchrotron Enzyme Supplementation Ultrasonic Extraction Process Optimization He Shuang, Jing Si-qun
- 清洗处理对鲜切菠菜表面致病菌抑制效果研究 王丹,张向阳,马越,等(6)
Study on the Effect of Different Washing Methods on Inhibiting Pathogenic Bacterium of Fresh-cut Spinach Wang Dan, Zhang Xiang-yang, Ma Yue, et al.
- 锐孔法制备大粒径薄荷油微胶囊 曲映红,陈舜胜,潘赞(9)
Study on Preparation of Large-particle-size Peppermint Oil Microcapsules by Piercing Method Qu Ying-hong, Chen Shun-sheng, Pan Yun
- 羊胎盘抗氧化肽制备工艺及其体外抗氧化活性研究 周洁静,侯银臣,刘旺旺,等(11)
Preparation of Antioxidant Peptides from Goat Placenta and Evaluation of Their Activities in Vitro Zhou Jie-jing, Hou Yin-chen, Liu Wang-wang, et al.
- 响应面试验优化超声波法提取葡萄叶白藜芦醇工艺 孙磊磊,康健(16)
Optimization of Extraction Process of Resveratrol from Grape Leaves by Ultrasonic Method of Response Surface Experiments Sun Lei-lei, Kang Jian
- 块菌酒发酵条件的优化 李敏杰,熊亚(20)
Optimization of Conditions for Truffle Liquor Fermentation Li Min-jie, Xiong Ya
- 花生烘烤条件优化及主要风味物质研究 王丽,王强,罗红霞,等(24)
Research on the Optimization of Roasted Peanut and the Main Flavors Wang Li, Wang Qiang, Luo Hong-xia, et al.
- 酶法提取杏鲍菇多糖及抗氧化活性研究 苗敬芝,董玉玮,唐仕荣(27)
Research on Extracted Methods and Anti-oxidative Activity of *Pleurotus eryngii* Polysaccharide by Enzymes Method Miao Jing-zhi, Dong Yu-wei, Tang Shi-rong
- 龙眼核膳食纤维的提取及其特性研究 施慧,张玉,陈磊,等(31)
Study on Extraction and Characteristic Analysis of Dietary Fiber from Longan Core Shi Hui, Zhang Yu, Chen Lei, et al.
- 微波辅助双水相体系提取碎铜茶中茶多酚的研究 林维晟,胡家朋,吴海泉,等(34)
The Study on Extracting Tea Polyphenols from Broken Copper Tea by Microwave Assisted Aqueous Two-phase Systems Lin Wei-sheng, Hu Jia-peng, Wu Hai-quan, et al.
- 砂仁风味发酵乳的研制 王志江,李琳(39)
Development of *Amomi fructus* Flavoured Fermented Milk Wang Zhi-jiang, Li Lin
- 不同解冻方式对沙棘果实品质的影响 牛红霞,李兴国, Safa Abedalaleem Fadelelseed Alhussien, 等(42)
Effects of Different Thawing Methods on Sea Buckthorn Fruit Quality Niu Hong-xia, Li Xing-guo, Safa Abedalaleem Fadelelseed Alhussien, et al.
- 超声协同酶法提取南瓜中可溶性膳食纤维及抗氧化活性研究 刘辉,苗敬芝,唐仕荣(47)
Research on Ultrasonic-enzymatic Extraction and Anti-oxidative Activity of Soluble Dietary Fiber of Pumpkin Liu Hui, Miao Jing-zhi, Tang Shi-rong
- 超声辅助二次酶法提取米渣蛋白的工艺研究 叶展,胡传荣,罗质,等(51)
A Study on Extraction of Rice Residue Protein by Two Times Ultrasonic Assisted Enzymatic Method Ye Zhan, Hu Chuan-rong, Luo Zhi, et al.
- 不同提取方法对胡萝卜皮渣果胶理化性质影响 张晓阳,袁驰,周春丽,等(56)
Physicochemical Properties of Pectin Extracted from Carrot Pomace by Different Methods Zhang Xiao-yang, Yuan Chi, Zhou Chun-li, et al.
- 木瓜蛋白酶水解苜蓿叶蛋白工艺优化研究 许英一,黄新育,孙天颖(60)
Study on Optimization of Hydrolysis Condition on Alfalfa Leaf Protein by Papain Xu Ying-yi, Huang Xin-yu, Sun Tian-ying
- 三文鱼鱼籽中单增李斯特菌的生长抑制模型 李长城,方婷,魏奇,等(63)
Inhibition Model for The Growth of *Listeria monocytogenes* in Salmon Roe Li Chang-cheng, Fang Ting, Wei Qi, et al.
- 翠冠梨气调保鲜试验研究 周翠英,周建俭,汤瑾,等(67)
Preservative Effect of CA Storage on Cuiguan Pear Zhou Cui-ying, Zhou Jian-jian, Tang Jin, et al.

声 明

凡本刊发表的论文,将通过被授权的传播单位进行各种方式的数据化网络出版或提供信息服务,稿件一经刊登,将在稿酬中一次性支付稿费和著作权使用费(即包括印刷版、光盘版和网络版等)。若作者不同意被数字化处理,应在投稿时,向本刊提出书面说明,否则即视为同意上述声明。

编辑部

- 紫甘薯全粉冲调性研究
Study on the Dispersality of Purple Sweet Potato Powder
孙玉清, 罗红霞, 孙爱东, 等 (70)
Sun Yu-qing, Luo Hong-xia, Sun Ai-dong, et al.
- Plackett-Burman 设计优化微波提取压榨紫苏饼蛋白工艺
冷进松, 朱珠, 孙国玉, 等 (73)
Plackett-Burman Design to Optimize Extraction Process of Perilla Seed Meal Protein Assisted by Microwave Method
Leng Jin-song, Zhu Zhu, Sun Guo-yu, et al.
- 新疆桑叶营养成分分析及体外抗氧化作用研究
李层层, 王德萍, 江岩 (78)
Nutrient Analysis and *in Vitro* Anti-oxidative Effects of Mulberry Leaves from Xinjiang Province
Li Ceng-ceng, Wang De-ping, Jiang Yan
- 逆向连续循环低温提取桑葚花青苷工艺研究
毕建中, 黄素臻 (82)
Continuous Countercurrent Circulatory Extraction of Mulberry Anthocyanins at Low Temperature
Bi Jian-zhong, Huang Su-zhen
- 响应面法优化甜叶菊毛状根 3, 5-二咖啡酰奎宁酸提取工艺
付晓, 吴少福, 尹忠平, 等 (86)
Optimization of Extraction Parameters of 3, 5-Dicaffeoylquinic Acid in *Stevia rebaudianum* Hairy Roots by Response Surface Methodology
Fu Xiao, Wu Shao-fu, Yin Zhong-ping, et al.
- 番木瓜花生多肽饮料的研制
陈荣豪, 陈文学, 胡月英 (90)
Development of Papaya-peanut Polypeptides Beverage
Chen Rong-hao, Chen Wen-xue, Hu Yue-ying
- 利用表面张力系数研究牛奶起泡性能
张锋华 (95)
Study on the Relationship between Foaming Capacity and Stability and Surface Tension Coefficient of Milk
Zhang Feng-hua
- 9 种蛹虫草菌种的酯酶同工酶分析
秦俊哲, 殷红, 任金玫 (98)
9 Kinds of *Cordyceps* Species Esterase Isozyme Analysis
Qin Jun-zhe, Yin Hong, Ren Jin-mei
- 响应面法优化海带的护绿工艺
张俊颖, 邓尚贵 (101)
Optimization of Green-protecting Technology of Kelp by Response Surface Methodology (RSM)
Zhang Jun-ying, Deng Shang-gui
- 不同温度下生鲜面片的保鲜研究
韩金玉, 李华, 陆启玉 (106)
The Preservation Study of Fresh Patch at Different Temperatures
Han Jin-yu, Li Hua, Lu Qi-yu
- 火龙果-圣女果复合饮料制取工艺研究
李文斌, 孙红艳, 沈金艳, 等 (109)
Optimization of Processing Technology and Formulation of Dragon Fruit and Cherry Tomatoes Composite Beverage
Li Wen-bin, Sun Hong-yan, Shen Jin-yan, et al.
- 亚硫酸法甘蔗糖厂澄清工艺条件对蔗汁除酚和脱色效果的影响
何惠欢, 梁贤慧, 陆登俊 (112)
The Effect of Clarification Process Parameters on Phenol Removal and Decolorization of Cane Juice in Sulfitation Cane Sugar Mills
He Hui-huan, Liang Xian-hui, Lu Deng-jun
- 桃仁苦杏仁苷的提取及其抑菌活性研究
马杰 (116)
Extraction of Amygdalin from *Semen persicae* and Its Antibacterial Activity
Ma Jie
- 龙井茶挥发油的旋转锥体柱提取及其应用研究
高阳, 赵生, 许式强, 等 (120)
Study on Longjing Tea Essential Oil Extracted by Spinning Cone Column and Its Application
Gao Yang, Zhao Sheng, Xu Shi-qiang, et al.
- 醋酸用于黄粉虫去灰分的工艺条件
岁姗姗, 周祥, 周楷 (125)
Utilization of Acetic Acids for Getting Rid of Ash in the *Tenebrio molitor*
Sui Shan-shan, Zhou Xiang, Zhou Kai
- 苦荞发酵酒抗氧化活性研究
王秀萍, 邹亮, 王战国, 等 (129)
Study on Anti-oxidation Activity of Tartary Buckwheat Fermented Wine
Wang Xiu-ping, Zou Liang, Wang Zhan-guo, et al.
- 卡拉库尔羊肌肉纤维蛋白溶解性的研究
艾明艳, 张娜, 陈志川, 等 (133)
Research on Solubility of Myofibrillar Protein from Karakul Sheep
Ai Ming-yan, Zhang Na, Chen Zhi-chuan, et al.
- 采后热处理对河套蜜瓜贮藏品质的影响
张辉, 韩育梅, 付艳茹 (136)
The Effect of Hot Water Treatment on Quality of *Cucumis melo* L. cv Hetao during Storage
Zhang Ye, Han Yu-mei, Fu Yan-ru
- 薄荷多酚的提取及其在卷烟嘴棒中的应用研究
卓浩廉 (139)
Studies on the Extraction of Mint Polyphenol and Its Application in Cigarette Filter
Zhuo Hao-lian
- 响应面法优化枸骨果实色素的提取工艺
夏新奎 (144)
Optimization of the Extraction Technology of Pigment from the Fruits of *Ilex cornuta* by Response Surface Methodology
Xia Xin-kui
- 果蔬纸的加工工艺研究
聂凌鸿, 田亦成, 陈凯, 等 (148)
Study on Processing Technology of Fruit and Vegetable Paper
Nie Ling-hong, Tian Yi-cheng, Chen Kai, et al.
- 不同前处理对发酵液中还原糖含量影响的研究
唐霞, 李曼, 马俊莲, 等 (152)
Study on the Reducing Sugar Content of Fermentation by Different Pretreatment
Tang Xia, Li Man, Ma Jun-lian, et al.
- 成品粮丁香精油微囊化防腐保鲜剂的研制
刘香军, 高凯, 高玉敏, 等 (156)
Preparation of Clove Essential Oil Microencapsulated Mildew Preservatives for Refined Grain
Liu Xiang-jun, Gao Kai, Gao Yu-min, et al.

- 微波杀菌时间对卤鹅杀菌效果的影响 李星, 张晓春, 布丽君, 等 (160)
The Effect of Microwave Sterilization Time on Sterilization Effect of Spiced Goose Meat
Li Xing, Zhang Xiao-chun, Bu Li-jun, et al.
陈皮中柠檬苦素的响应面提取及其抗炎作用研究 李敬芳 (163)
Limon in Pericardium Citric Reticulate by Response Surface Methodology and Its
Anti-inflammatory Li Jing-fang
朝鲜族传统大酱中酵母菌的分离及其产酶特性分析 王新, 白琴琴, 金清 (166)
Isolation and Characteristics of Yeasts Producing Extracellular Enzymes from Korean
Traditional Soybean Paste Wang Xin, Bai Qin-qin, Jin Qing

研究探讨

- 复合蛋白酶水解提高谷朊粉乳化性能的研究 付博菲, 杜方岭, 陈卫平, 等 (170)
Studies on Improving the Emulsifying Performance of Wheat Gluten with Compound
Proteinase Hydrolysis Fu Bo-fei, Du Fang-ling, Chen Wei-ping, et al.
乙酰紫草素的潜在毒性机理研究及毒性评价 李蔚仑, 李军生, 黄国霞, 等 (174)
Study and Assessment of the Potential Toxicity of Acetyl Shikonin
Li Wei-lun, Li Jun-sheng, Huang Guo-xia, et al.
KCl 与 NaCl 复配盐做防腐抑制剂的研究 孙盛, 孙波 (179)
KCl and NaCl Compound Salt as Corrosion Inhibitors Research Sun Sheng, Sun Bo
洋葱皮中粗多糖的体外抗氧化及抗菌作用效果研究 杨建刚, 陈相艳, 王世清, 等 (182)
Study on Vitro Anti-oxidative and Anti-microbic of Onion Polysaccharide
Yang Jian-gang, Chen Xiang-yan, Wang Shi-qing, et al.
一株产低温纤维素酶的根霉的筛选及鉴定 屠纪民, 孙来玉, 周国庆, 等 (186)
The Screening and Identification of a *Rhizopus* sp. Capable of Low-temperature Cellulase
Tu Ji-min, Sun Lai-yu, Zhou Guo-qing, et al.
水牛乳和羊乳中掺伪牛乳高特异性酶联免疫检测方法 张世伟, 王士峰, 赖心田, 等 (191)
Detection of Adulteration of Bovine Milk into Buffalo and Goat Milk by High Specific Sandwich-
antibody Enzyme Linked Immunosorbent Assay Zhang Shi-wei, Wang Shi-feng, Lai Xin-tian, et al.
辐照水产品的热释光检测方法研究 王萍亚, 黄朱梁, 赵凯, 等 (195)
A Study on Assay Methods for Irradiated Aquatic Products with Thermo Luminescence Analysis
Wang Ping-ya, Huang Zhu-liang, Zhao Kai, et al.

食品机械

- 工业设计在食品机械中的应用 裴学胜, 程超然 (198)
Industrial Design Application in Food Machinery Pei Xue-sheng, Cheng Chao-ran

专题论述

- 真空浸渍技术加工果蔬的研究进展 于红果, 陈复生, 赖少娟, 等 (200)
Application of Vacuum Impregnation in Fruit and Vegetable Processing Industry
Yu Hong-guo, Chen Fu-sheng, Lai Shao-juan, et al.
黑豆蛋白及其抗氧化肽研究进展 周凯琳, 陶莎, 薛文通 (204)
Research Progress on Black Soya Bean Protein and Black Beans Antioxidant Peptides
Zhou Kai-lin, Tao Sha, Xue Wen-tong
奇亚籽的营养成分、健康功效和在食品工业中的应用 马云芳, 相启森, 申瑞玲, 等 (207)
Nutritional Components, Health-promoting Effects of Chia Seeds and Their Application in
the Food Industry Ma Yun-fang, Xiang Qi-sen, Shen Rui-ling, et al.
植物油制备润滑油基油的研究 曾俊, 廖石胜, 任小娜 (213)
The Research of Lubricant Synthesis Base Oil Prepared by Vegetable Oil
Zeng Jun, Liao Shi-sheng, Ren Xiao-na
食品质量与安全专业本科实践教学体系的构建 彭湘莲, 付红军 (216)
Construction of Practice Teaching System about Food Quality and Safety Undergraduate
Peng Xiang-lian, Fu Hong-jun
酸乳凝胶分子相互作用的研究进展 杨同香, 吴孔阳, 陈俊亮, 等 (219)
Advances in Molecular Interaction of Yoghurt Curd
Yang Tong-xiang, Wu Kong-yang, Chen Jun-liang, et al.

葡萄的加工技术综述

Review of Grape Processing Technology

Hou Ting-shuai, Han Xiao-dong, Zhao Jiang, et al.

核桃破壳设备研究进展

The Research Progress of Walnut Shell Breaking Equipments

徐国宁, 陈婵娟, 贺功民 (229)

无信息变量消除法在筛选新疆红枣总酸近红外特征波长中的应用

Xu Guo-ning, Chen Chan-juan, He Gong-min

The Application that UVE Method Screens the NIR Characteristic Wavelengths of Southern Xinjiang Red Jujube Total Acid

胡晓男, 彭云发, 罗华平, 等 (232)

咖啡中生物胺含量测定方法研究进展

Research Progress in the Determination of Biogenic Amines Content in Coffee

Hu Xiao-nan, Peng Yun-fa, Luo Hua-ping, et al.

谷物食品质量追溯关键技术的研究现状及发展趋势

Research Status and Development Trend of the Key Technology to Cereal Food Quality Traceability

Tran Van Cuong, Guo Kang-quan, Lu Hai-xia

差异化标准下农产品贸易中的食品安全问题

Food Safety in Agricultural Product Trade under Background of Diverse Standards

Zhang Yue, Zhang Ya-ting, Wang Zhao-hui, et al.

严皓, 凌满 (247)

温度和时间对真空低温烹调产品品质影响的研究现状

The Research Status of Effect of Time and Temperature on Properties in Sous Vide Cooking Products

Yan Hao, Ling Xiao

卜俊芝, 徐迅, 王琪 (251)

Bu Jun-zhi, Xu Xun, Wang Qi

分析检测

石墨炉原子吸收光谱法测定鸡肉样品中金属铬含量

Determination of Chromium Content in Chicken Samples by Graphite Furnace Atomic Absorption

曹丽玲, 李玉倩, 左淑梅, 等 (255)

黔产黄秋葵籽油脂组分及香气成分分析研究

Study on Oil Composition and Aromatic Components from Guizhou Okra Seed

Cao Li-ling, Li Yu-qian, Zuo Shu-mei, et al.

张姣姣, 冉靓, 刘燕, 等 (258)

高效液相色谱-串联质谱法测定婴幼儿乳粉中维生素D₂和D₃

Analysis of Vitamin D₂, Vitamin D₃ in Infant Formulas Using Performance Liquid Chromatography-Triple Quadrupole Mass Spectrometry

Zhang Jiao-jiao, Ran Liang, Liu Yan, et al.

张莹, 袁辉, 远辉 (261)

SPE-LC-MS/MS测定蛋挞锡纸中7种全氟有机物

Determination of Seven Perfluorinated Compounds in Egg Tart Tinfoil by SPE-LC-MS/MS

Zhang Ying, Yuan Hui, Yuan Hui

徐睿, 包娜, 张运依, 等 (265)

不同月龄小尾寒羊营养成分变化规律及其分析

The Nutrition Change Rule and Its Analysis of Different Months of Small Tailed Han Sheep

Xu Rui, Bao Na, Zhang Yun-yi, et al.

王德宝, 靳辉, 苏日娜, 等 (269)

UPLC-MS/MS法同时测定保健饮品中的3种雌激素

Determination of Three Estrogen Residues in Health Beverage by UPLC-MS/MS

Wang De-bao, Jin Ye, Su Ri-na, et al.

阳洪波, 古丽君, 杜业刚 (271)

食品中甜蜜素定量方法的改进

Improvement in Quantitative Method of Sodium Cyclamate in Food

Yang Hong-bo, Gu Li-jun, Du Ye-gang

杨娟, 钟佳青, 张翠格, 等 (275)

基体改进石墨炉原子吸收法测定干浒苔中的铅

Determination of Lead in Dry Enteromorpha by Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrometry with Matrix Modifier

Yang Juan, Zhong Jia-qing, Zhang Cui-ge, et al.

陶颜娟, 周昆 (279)

即食加工食品生产中单增李斯特氏菌的污染状况及来源分析

The Situation of *Listeria monocytogenes* Contamination and the Source Analysis in a Ready-to-eat Food Processing Plant

韩伟, 曲勤凤, 顾文佳, 等 (282)

HPLC法测定人参茎叶总黄酮

Determination of Total Flavonoid in Ginseng Stem and Leave by HPLC

Han Wei, Qu Qin-feng, Gu Wen-jia, et al.

史得君, 程茵, 崔福顺 (287)

高效液相色谱-串联质谱法同时测定蔬菜中4种杀菌剂的残留量

Simultaneous Determination of 4 Fungicides in Vegetables by High Performance Liquid Chromatography Tandem Mass Spectrometry

Shi De-jun, Cheng Yin, Cui Fu-shun

王玉健, 鹿道标, 黄惠玲, 等 (290)

葡萄酒泥与慕萨莱斯酒泥营养成分的比较分析

Comparative Analysis of Nutritional Composition of Wine Mud and Musalais Precipitate

Wang Yu-jian, Pang Dao-biao, Huang Hui-ling, et al.

赵俭波, 沈红玲, 王伟, 等 (295)

Zhao Jian-bo, Shen Hong-ling, Wang Wei, et al.

辐照水产品的热释光检测方法研究

王萍亚¹, 黄朱梁¹, 赵凯², 孙瑛¹, 周勇¹

1. 舟山市质量技术监督检测研究院 (舟山 316021); 2. 杭州市质量技术监督检测院 (杭州 310019)

摘要 研究热释光分析方法应用于辐照水产品检测的可行性。首先分离出水产品中的硅酸盐类矿物质, 然后在加热条件下测量这类矿物质中由辐照而积蓄的并以光子释放的能量, 从而判断食品是否经过辐照。试验以牡蛎、虾皮、贻贝和腌制泥螺为例进行了研究。结果表明, 应用热释光分析方法检测辐照水产品具有较高的可靠性。

关键词 辐照水产品; 热释光分析; 矿物质

A Study on Assay Methods for Irradiated Aquatic Products with Thermo Luminescence Analysis

Wang Ping-ya¹, Huang Zhu-liang¹, Zhao Kai², Sun Ying¹, Zhou Yong¹

1. Zhoushan Institute of Calibration and Testing for Qualitative and Technical Supervision (Zhoushan 316021);
2. Hangzhou Institute of Calibration and Testing for Qualitative and Technical Supervision (Hangzhou 310019)

Abstract Investigate the feasibility of thermo luminescence (TL) method in the detection of irradiated aquatic products. Firstly, the silicate minerals were isolated from irradiated aquatic products, then the energy in the silicate minerals, which was accumulated due to irradiation and released in the form of photon under heating condition, was detected to judge whether the products were irradiated or not. Four samples of oysters, dried small shrimps, mussels and curing bullactaexarata were analyzed. The result showed that the TL method has a high reliability in the detection of irradiated aquatic products.

Keywords irradiated aquatic products; thermo luminescence (TL) method; mineral materials

随着我国远洋捕捞和渔业养殖生产的快速发展, 水产品的产量和出口量持续大幅增加, 由于捕捞具有很强的季节性和区域性, 同时受环境因素的影响, 水产品通常会携带大量的微生物, 在贮藏过程中经常会造成腐败变质。常规的清洗消毒方法并不能完全杀灭病原微生物。食品辐照技术是一种新型的食品加工保藏技术, 具有节能、效率高、不升温等有点, 在当前的食品加工和保藏领域中展现出极其广阔的应用前景。随着国际贸易全球化和辐照食品商业化的迅猛发展, 越来越多的国家和组织对食品是否经过辐照的关注程度也日益增加^[1-3]。随着我国水产品出口量大幅增加, 发达国家利用技术上的优势频频对我国出口的水产品进行辐照项目的检测, 使我国的水产品出口企业遭受了巨大的损失。为有效应对国际贸易技术壁垒, 辐照水产品的检测方法研究也势在必行。这不仅仅是消费者知情权的需要, 还是消除国际贸易技术壁垒和促进辐照食品商业化的需要。

目前, 常用的辐照食品检测方法主要有: 热释光检测法、光释光检测法、电子自旋共振检测法、DNA辐射损伤检测法等11种检测方法^[4-7]。其中, 热释光检测法适用于可分离出硅酸盐矿物质的食品, 是检测样品种类最多、应用范围最为广泛的检测方法。

热释光 (thermo luminescence, TL) 为一种物理

现象。农产品中的硅酸盐离子受到电离辐射, 接受能量产生电离和激发, 获得足够能量的电子游离出来, 然后被晶格中的缺陷所俘获, 这些被捕获的电子在常温环境下, 可以长时间滞留在缺陷中。当检测样品被加热时, 在陷阱中的电子获得能量, 这些电子可以从陷阱中逸出, 当逸出的电子返回稳定态时, 就伴有热释光发射, 释放的热释光光子数与电子数成正比, 可通过仪器测量记录到发光曲线。热释光方法检测辐照农产品的原理是通过对农产品所带的矿物质分离提取, 测量其热释光发光曲线即TL发光强度 G_1 ; 再将同样的样品经确定剂量辐照, 测定其热释光强度 G_2 ; 以 G_1/G_2 的值和两次发光曲线形状作为判断样品是否经过辐照的依据。

热释光分析方法作为辐照食品检测方法的一种, 虽然有一定的缺陷, 即能否从样品中分离提纯出足量的硅酸盐作为试验成功与否的关键, 却是检测样品种类最多、应用范围最为广泛的检测方法。热释光法检测辐照农产品已经成功地应用于中草药、脱水或半干蔬菜、香辛料、土豆等多种能分离出硅酸盐的农产品的检测判定。但由于水产品本身基质比较复杂, 对分离提纯硅酸盐造成了很大的困难。经过辐照处理后, 受本身因素、辐照剂量及检测条件的限制是否会对检测结果造成影响也有待于作进一步研究。基于以上几

点,热释光分析方法在辐照水产品检测方面的研究尚不多见,相关方面的报道也不多。

选取了牡蛎、虾皮、贻贝和腌制泥螺四种水产品为研究对象,在硅酸盐分离提纯技术上进行了,并就应用热释光仪检测辐照水产品的方法进行了探讨。

1 材料与方法

1.1 试验样品

牡蛎、虾皮、贻贝和腌制泥螺,市售,送至雷大电子科技分别给予5和10 kGy剂量的辐照。

1.2 试剂

多聚钨酸钠;盐酸、氨水、丙酮,均为分析纯。

1.3 仪器

热释光仪TLD3500;X光辐照器。

1.4 方法

1.4.1 样品预处理

取牡蛎30粒左右,用剪刀将牡蛎内脏团剖下并捣碎,将内脏内容物暴露。将捣碎的内脏置于烧杯中,加入约500 mL蒸馏水,放入超声波发生器中,超声15 min,然后用60目的筛子进行过滤,用蒸馏水反复洗涤沉淀物并过滤合并滤液。弃沉淀物,并将滤液静置30 min以上,使硅酸盐充分沉淀,慢慢倾出上层液体,将沉淀转入15 mL离心管,1 000 r/min离心2 min,弃上清。用洗瓶反复将烧杯中的沉淀物冲入离心管并进行离心分离,知道将烧杯中的沉淀物全部转入离心管,弃上清。

贻贝的取样部位同牡蛎,干虾皮取整,腌制泥螺取头部带壳部分。下同。

1.4.2 硅酸盐的分离提纯

向沉淀中加入5 mL多聚钨酸钠溶液(浓度62.5%,密度约为2 g/mL),用涡旋混合器混合1 min,然后1 000 r/min离心2 min。小心地将多聚钨酸钠层吸出到废液缸,向沉淀中加入1 mol/L的盐酸(1~2 mL),超声5~10 min,直到不再有气泡产生。加入1 mol/L的氨水溶液进行中和,直到溶液变成中性,1 000 r/min离心2 min,用移液器小心地将上清液吸出,向沉淀中加入丙酮,然后用枪头吸出。反复加入丙酮,直到加入丙酮后不再变浑浊为止。

用枪头吸取沉淀,让悬浊液在枪头中静置一会,使沉淀慢慢下沉到枪头的尖端,小心将沉淀滴入到已经称量好的样品盘中。重复操作多次,将沉淀转入样品盘中。将样品盘小心地转移到恒温干燥箱中,50℃进行16 h退火,取出称重,计算硅酸盐质量后备用。

1.4.3 热释光测定

打开氮气气路,设定放气流量为2.0 L/min,打开热释光仪,系统预热10 min后开始升温,初始温度50℃,终止温度400℃,升温速度为5℃/s。

1.4.3.1 热发光本底热发光曲线测定

不放样品,按照热发光曲线的测定步骤操作进行升温,系统自动将此次自检作为本底。

1.4.3.2 样品第一次热发光曲线测定

待温度降低至室温,将样品盘放入燃烧室,按照热发光曲线的测定步骤操作进行升温。记录发光曲线图,所测得的发光量为 G_1 。

1.4.3.3 样品本底热发光曲线测定

待温度降低至室温,重新进行一次热发光曲线测定,测定样品及样品盘的热发光曲线图,所测得的发光量为 B_1 。计算单位质量硅酸盐的热发光量 G_1' 。

$$G_1' = (G_1 - B_1) / m_1 \quad (1)$$

1.4.3.4 标准辐照剂量的热发光曲线测定

将样品盘放入洁净的培养皿中,辐照1 kGy剂量,第二次热发光曲线测定的发光量分别为 G_2 、 B_2 。计算单位质量硅酸盐标准辐照剂量的热发光量 G_2' 。

$$G_2' = (G_2 - B_2) / m_2 \quad (2)$$

TL发光比的计算:

$$f = G_1' / G_2' \quad (3)$$

若 $f \geq 0.1$,则判定样品经过辐照;若 $f < 0.1$,则判定样品未经过辐照。

2 结果与分析

不同样品的热释光分析数据见表1。

表1 不同样品的热释光分析数据

	虾皮		牡蛎		贻贝		泥螺	
	5 kGy	10 kGy	5 kGy	10 kGy	5 kGy	10 kGy	5 kGy	10 kGy
G_1/nC	1 986	3 542	11 126	16 111	987	1 664	971	1 735
B_1/nC	7.36	21.87	119.47	178.8	77.4	30.18	19.51	12.56
G_2/nC	1 003.6	1 186	10 353	10 238	3 069	4 523	1 208	1 415
B_2/nC	6.41	15.30	48.32	86.7	503	38.41	9.20	7.34
m_1/mg	74.55	73.90	72.64	73.63	73.18	72.44	71.45	69.31
m_2/mg	74.31	73.70	72.16	73.41	72.93	72.23	71.12	69.04
m_0/mg	70.65	70.22	70.38	71.36	70.82	70.33	70.13	67.58
G_1/G_2	1.9	2.8	0.8	1.4	0.3	0.3	0.6	1.0
结果判定	经过辐照	经过辐照	经过辐照	经过辐照	经过辐照	经过辐照	经过辐照	经过辐照

部分试验结果图谱如图1~4。

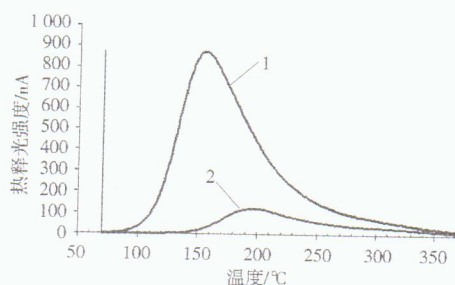


图1 牡蛎在5 kGy剂量处理下的热释光发光曲线

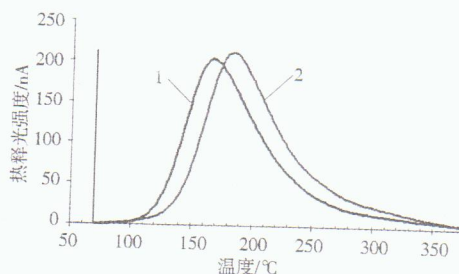


图2 牡蛎在10 kGy剂量处理下的热释光发光曲线

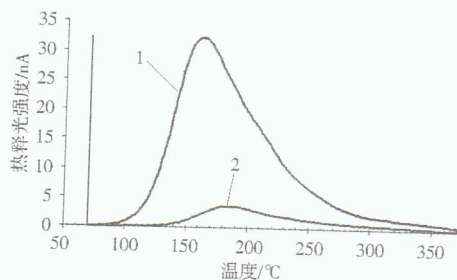


图3 泥螺在5 kGy剂量处理下的热释光发光曲线

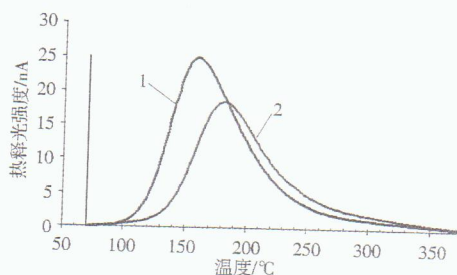


图4 泥螺在10 kGy剂量处理下的热释光发光曲线

对各样品的分析数据显示,在经过辐照处理的这些样品中,只要在前处理过程中能够成功地分离得到足够量的硅酸盐矿物质(1 mg以上),在后期的检测中都能利用热释光仪检测出来,测定结果的准确率为100%。

3 结论与讨论

就热释光分析方法在辐照水产品检测上的应用作了相关研究,同时对如何有效地从水产品中分离提纯硅酸盐作了探讨。试验结果表明,从牡蛎、虾皮、贻贝和腌制泥螺这四种样品中可以成功地分离提取到试验所需的硅酸盐,且量能达到检测要求。但若提取的硅酸盐中夹杂了有机物和碳酸盐,则对试验结果有着较大的影响。其原因在于:有机物加热到一定温度后,被矿物质中的氧化物氧化发光,使发光曲线上产生许多毛刺峰,导致积分值偏大;加上碳酸盐晶体在低剂量和高剂量两个范围内的响应度不同,也会给试验结果带来较大误差。因此,除去试验材料中的有机

物和碳酸盐是提取矿物质的关键步骤。而在实际工作中,很多水产品很难提取到质量满足检测要求的硅酸盐,比如非甲壳类水产品,这给热释光法在辐照水产品检测上的应用带来一定的限制,因此还需要其他检测方法的补充。

对选取的这四种水产品的检测结果表明,经过辐照的样品 G_1/G_2 的比值远大于0.1。国际上现行标准认为凡辐照剂量不低于0.1 kGy的食品认定为辐照食品,否则为未辐照食品,国内外大量的试验结果表明,该方法判别正确率在95%以上。在试验中,对经辐照处理的水产品进行检测判断,准确率为100%。目前为止,热释光分析方法只能判别某个食品是否经过辐照,还不能定量地测定出样品在辐照处理后实际接受到的吸收剂量。有研究指出,通过 G_1 与1 kGy的参比剂量的发光强度的比值,可以确定该样品经过多大剂量的处理^[8],但试验结果表明,这项结论还有待于商榷。因此,热释光分析方法能否定量地检测样品所受辐照剂量的大小还需作进一步的研究。

参考文献:

- [1] GROlichova M, DVORAK P, MUSILOVA H. Employing ionizing radiation to enhance food safety: a review[J]. Acta Vet Brno, 2004(73): 143-149.
- [2] WORLD HEALTH ORGANIZATION. Safety and nutritional adequacy of irradiation food[R]. Geneva: WHO, 1999.
- [3] 哈益明. 辐照食品及其安全性[M]. 北京: 北京工业出版社, 2006: 109-153.
- [4] NOLLET L. Handbook of food analysis[M]. New York: Marcel Dekker Incorporated, 1996: 1889-1906.
- [5] GENERAL CODEX. Methods for the Detection of Irradiated Foods. CODEX STAN 231, Rev. 1[S]. Codex Alimentarius Commission, 2003.
- [6] Food stuffs—Microbiological screening for irradiated food using LAL/GNB procedures. BSEN 14569[S]. Brussels: European Committee for Standardization, 2004.
- [7] 傅俊杰. 农产品辐照加工及检测[M]. 浙江: 浙江大学出版社, 2013: 255-303.
- [8] 哈益明. 辐照食品鉴定的热释光分析方法研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2007.