

食品包装新技术与食品安全

黄志刚^{a,b}, 刘凯^a, 刘科^a

(北京工商大学 a. 材料与机械学院; b. 中国食品安全研究中心, 北京 100048)

摘要: **目的** 介绍近期食品包装技术所取得的新进展,以及新技术条件下的食品安全问题。**方法** 分析新食品包装技术的工作原理及其在食品包装工业中的应用,包括智能包装技术、活性包装技术的工作原理及其在保持食品的品质、保障食品安全中所起到的作用。阐述新型环保材料,如可降解材料、可食性材料的工作机理及其在保护环境中所起到的作用。探讨在新技术条件下的食品安全问题,包括不同包装材料所含有的有害物质对食品安全的影响,以及包装材料由于外界环境的变化如加热、辐射等因素导致材料的变性而引发的食品安全问题。**结果** 新技术、新材料的应用极大地丰富了食品包装的种类和功能,同时对环境保护也起到了积极的作用,但新材料也为食品安全带来一定的隐患,如有害物质的迁移。**结论** 食品包装技术还需要加大研究力度,丰富包装的种类,保障包装食品的安全,降低有害物质的含量,提高包装产品的稳定性。

关键词: 食品包装; 包装技术; 包装材料; 食品安全

中图分类号: TS206 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2014)13-0161-06

New Technologies in Food Packaging and Food Safety

HUANG Zhi-gang^{a,b}, LIU Kai^a, LIU Ke^a

(Beijing Technology and Business University, a. School of Material and Mechanical Engineering;
b. China Center for Food Safety Research, Beijing 100048, China)

ABSTRACT: Objective To introduce the recent development and innovation of food packaging and food safety problems under new technology conditions. **Methods** Working principles of new food packaging technology and its application in food industry were analyzed, including the function of intelligent packaging technology and active packaging technology in preserving food quality and guaranteeing food safety. The working principle of environmental protection material and edible materials and their functions of environment protection were described. And food safety problems under new technology condition including the effect of harmful substance in different packing materials on food safety, and the problems of material degeneration of packing materials due to environmental change like heating or radiation were discussed. **Results** With the application of new technologies and new materials, new types and functions of food packaging have been emerging and it also plays an active role in environment protection. However, the appearance of new food packing materials has caused some new problems of food safety like the migration of harmful substances. **Conclusion** More solid work needs to be done in the field of food packaging to diversify the types of packaging, guarantee food safety, reduce the harmful substances and improve the stability of the packed products.

KEY WORDS: food packaging; packaging technology; packaging material; food safety

食品包装是食品工业中重要的一道工序,使食品 影响消费者的购物体验和产品的品牌价值,而且还
便于运输、储藏和销售^[1]。同时食品包装的好坏,不仅 影响包装食品的安全,由此在现代食品工业中食品

收稿日期: 2013-10-09

作者简介: 黄志刚(1966—),男,博士,北京工商大学教授,主要研究方向为食品加工技术与食品包装机械。

包装起着越来越重要的作用^[2]。食品包装不仅起着保护、宣传食品的作用,而且便于食品的储藏、运输和销售^[2]。在很大程度上食品包装已经成为食品不可分割的组成部分。随着新技术的发展和新材料的应用,食品包装工业产生了很多新的包装技术。新的食品包装技术使得食品包装除了具有传统的功能之外,还具有多功能性(阻湿、防水、杀菌、防腐、耐油、耐酸等)^[3]。同时随着人们对食品安全问题的日益关注,食品包装的一些新技术也为食品安全也提供了新的技术保障。

1 食品包装的新技术及其原理和应用

随着技术的变化,新技术的研究与应用更加成熟,食品包装不再只是将食品简单的封装贮藏,而是被赋予了更多的功能,如便于食品的制造、物流与贮存,延长食品的保质期,保持食品的品质等,为食品安全提供保障,为消费者提供便捷,同时还满足环保、低碳等要求。这是食品包装行业的发展方向,也是食品包装发展的必然趋势。

1.1 智能包装技术

智能包装是指人们通过在食品包装中采用新技术,使其不仅具有传统包装的基本功能,而且具备一些新的功能。

1.1.1 智能标签包装技术

最近,食品包装中采用了无线射频识别(RFID)智能标签技术,它通过无线电波技术进行射频识别,通过读取的数字信息,与电脑中所存储的产品数据库信息进行比对、分析与判断。通过无线射频识别技术对包装的食品进行全产业链的跟踪,保障食品的安全和产品的可追溯性^[5]。

1.1.2 智能侦测包装技术

智能侦测技术主要用于细菌侦测。其原理是利用细菌侦测技术,把膜贴在食品包装薄膜的内侧,当此薄膜碰到被细菌污染的水汁就会变色^[5],这样消费者在购买时就会知道食品是否发生变质。

1.1.3 温度指示包装技术

通过指示剂随温度与时间累积而发生变化的原理,来标示食品在运输、销售等过程中所受到的外界环境的变化^[6]。通过指示剂的颜色来反应食品当前的

品质,提醒消费者是否购买。

1.2 活性包装技术

活性包装又被称为 AP 包装,其原理是通过变化被包装食品的存储环境从而达到延长保质期、保持食品的口感和特性的目的。主要方法是在包装袋内加入各种吸收剂和释放剂,用以消除过多的氧气、水汽、乙烯等,同时适时地补充二氧化碳用来维持包装袋内食品新鲜,保持适宜的气体环境。

1.2.1 湿度控制包装

对于像饼干这类干燥易碎的食品,在水分含量过高的条件下会受潮变软,并且严重影响饼干的口感和保质期。对于鲜活食品的运输和贮藏,由于动植物细胞本身的呼吸作用会产生大量的冷凝水,冷凝水的产生又会加剧呼吸作用。大量的冷凝水为细菌的滋生创造了条件,食物中细菌的滋生和蔓延不仅会导致营养成分的消耗,还会引发食品变质造成无法食用。由此,在食品包装工程中,对于包装中的湿度、水分活度的控制尤为重要。

目前市场上对于水分控制的常见方法是在食品包装中放入干燥剂,干燥剂比食物的吸水能力强,利用这一特性达到控制食品包装中的湿度的作用。常被用的干燥剂主要有糖类、聚丙二醇、氧化钙、蒙脱土等^[6]。国外一些研究表明,通过对不同干燥剂的优化配比,使得混合制成的干燥剂的持水能力大幅提高^[7]。日本研制成了一种外包装材料,其利用葡萄糖浆来控制包装内部相对湿度。通过阻水层、透水层、葡萄糖浆等,来控制食品包装内的水分维持在一定的水平。葡糖糖浆起到中间作用,通过阻水层和透水层对水分的排出和吸入,来控制食物的水分含量,从而保证食品包装内的水分相对活度^[8]。

1.2.2 二氧化碳含量控制包装

对于鲜活食品、水果、奶制品等产品的运输和贮藏,需要较高浓度的二氧化碳。高浓度的二氧化碳能够有效抑制微生物的繁殖、降低生物化学反应的速度^[9],从而达到延长保质期的效果。Hansen 等人对鲑鱼的保鲜效果与二氧化碳释放量之间的联系进行了研究,并建立了一套合理有效的、能表示出二氧化碳含量与鲑鱼表面积和质量关系的数学模型^[10]。

对于水果的贮藏,由于在高浓度的二氧化碳条件下,水果的细胞会发生无氧呼吸,所以植物细胞通过

无氧呼吸将葡萄糖分解为不彻底的氧化物,以此来释放能量维持细胞的生存,这个过程称为酵解。水果的酵解过程会产生大量的酒精和水,使水果有一股酒味,大大降低了水果的品质。由此在水果贮藏方面,为达到降低二氧化碳浓度的效果,通常采用物理吸附或化学反应的方法来实现,常用的试剂主要有活性炭、氢氧化镁、沸石等。有的研究通过对氟化钠、碳酸钠、膨润土的优化组合,调制而成新型的二氧化碳吸附剂称为EMCO,并对这种吸附剂对草莓保鲜效果的影响进行了研究,研究结果表明,EMCO可以有效延缓食品的糖代谢,可以将草莓的保质期延长至1个月^[11]。

1.2.3 氧气吸附包装

食品在氧气环境下会发生氧化作用,食品中的蛋白质、维生素、油脂等都是极易发生氧化的成分。这些成分的氧化,不仅导致食物中营养成分的流失,还会导致有害物质的产生,如氧化作用产生的水和氧化物容易导致细菌的滋生和繁殖,细菌的滋生和蔓延会加速食品腐败变质的速度^[12-13]。例如橘汁长时间放置会发生褐变的现象就是由于氧气所造成^[14]。

在传统的包装行业中,使用抽真空的方式,将包装中的氧气抽出来,但包装中仍会有残留大量的氧气,还需要通过氧气吸附剂来吸取剩余的氧气。通常所使用的吸附剂采用的是氧化还原原理,主要有铁粉、生物酶、不饱和脂肪酸等^[15-16]。近年来氧清除剂有了新的研究成果,例如有采用二价铁氧化原理的 α -生育酚、氯化铁^[17],利用铁粉氧化及物理吸附作用的铁粉、羧基丁二酸组合^[18],采用氧化还原反应的铁高岭石^[19],使用活性孢子来消耗食品中的氧气^[20],利用生物酶来降低食品中氧气的含量等^[21]。研究表明含铁的吸附剂对氧气的吸附效果最好,有研究表明含铁的吸附剂可以将包装中氧气的含量降低到万分之一^[22]。

1.2.4 乙烯吸附包装

植物在生长过程中会产生乙烯,乙烯作为植物的生长激素,可以加速植物细胞的呼吸作用,加快植物果实的成熟^[23]。如果包装中含有大量的乙烯将会导致果实过早的成熟,最终导致变质。由此要控制包装中乙烯的含量,通过人为的方式来控制果实的成熟进度。例如对于香蕉的运输和贮藏,为了防止香蕉变质通常采摘不成熟的香蕉,到达目的地以后再通过添加乙烯或等待植物呼吸作用产生的乙烯来使香蕉成熟,

但香蕉的口感变差。苹果的贮藏也是采用类似的方式,同样导致苹果的口感品质不佳。

有研究通过将沸石粘土添加到包装中,来吸附包装中的乙烯达到控制乙烯含量的作用,但这种方法的吸附效果并不理想,而且还会影响包装的透光性^[24],也有研究表明活性炭对乙烯具有一定的吸附作用^[25]。但总体而言,解决食品包装中乙烯含量的问题还需进一步研究。

1.3 环保包装技术

随着国际上环境保护、爱护地球、节约资源的呼声越来越高,国际市场对产品包装的要求也越来越严格。无污染、低碳、环保、可再生、可重复利用的环保商品,在出口贸易中起着越来越重要的作用。

1.3.1 可降解包装材料

随着食品包装材料的大量使用,带来了严重的环境污染问题。传统的食品包装材料是不可降解的材料,加之使用后随意丢弃,使白色垃圾污染日趋严重。市场迫切地需要能够在自然环境下自动分解的新型绿色材料。目前常见的降解材料有光降解材料、生物降解材料等。光降解材料的原理是通过紫外光的照射和氧气的共同作用,使材料中的分子断裂,从而达到降解的目的^[26]。这种降解材料由于需要用到光敏剂,而大多数的光敏剂都是有毒的,降解后的材料随着光敏剂会进入到土壤中,造成对土壤的污染。

生物降解材料在自然界中会因为微生物的作用而分解。生物降解的原理是,当材料分子中亲水基的活性大于疏水基时,材料较易溶于水,当其分子量小于12个碳原子时,就可以通过微生物的细胞壁。有机物材料的分子会逐渐被微生物的细胞拉入,进行分解。生物降解材料已经被广泛应用于医药和农业等领域^[27]。生物降解材料有很多种,如聚羧基丁酸酯、聚环己内酯、蛋白质、微生物多糖等。在众多生物降解材料中,聚羧基脂肪酸酯(PHA)的效果最为理想,它是由很多微生物合成的一种细胞内聚酯,是一种天然的高分子生物材料,具有良好的生物相容性、可降解性和热加工性,是当前研究的热点^[28-29]。

1.3.2 可食性包装材料

可食性包装材料是指当包装的功能实现后,该材料可以转变为一种动物或人可食用的原料,是一种无废弃物的资源环保性材料。可食性包装材料使用

可以被人体消化吸收的蛋白质、多糖^[30]、植物纤维、淀粉^[31]等为基本原料。纯天然的材料往往阻水性太差,不易直接使用需要在材料中添加脂类物质^[32-33],制成多网格结构^[34],来增强其阻水性能。

目前可食性材料已经得到了广泛的应用,包括保鲜膜、糕点包装、调味包装等。可食性包装的研究由简单的应用性研究,逐渐过渡到对包装性能改善和加工工艺条件的优化的研究^[35]。可食用性包装可以用作肠衣、豆腐衣、肉类等包装的外皮,也广泛的用于调味品、汤料的包装中。

2 食品包装安全问题

新技术的研究与发展为食品包装行业孕育出了诸多的新材料、新工艺。这些新技术的应用丰富了食品包装的功能,但使人们对食品安全多了一份担心。目前,我国食品包装安全问题堪忧,各种食品包装安全问题屡见报端,如“毒胶囊”事件,方便面碗、奶茶杯中荧光物质超标,可乐瓶、啤酒瓶爆炸伤人,白酒中塑化剂超标等。层出不穷的食品包装安全问题,暴露了我国现阶段食品包装存在的诸多问题^[36]。食品包装引起的食品安全问题主要是由于使用了有害物质超标的食品包装材料,长期存放过程中材料中的物质发生迁移和扩散,高温、高压等外界环境导致材料变形而释放出有害物质。

2.1 食品包装中的有害物质

塑料包装中的有害物质主要是添加剂和低聚体的变性。对于添加剂,常见的有邻苯二甲酸盐类、苯乙烯、DEHA、DEHP等。研究PVC材料发现,添加剂DECP在短时间内没有迁移,但经过一段时间后会发生迁移^[37]。纸质包装材料中有害物质主要是含苯油墨^[38]、荧光增白剂、湿强剂、甲醛等^[39]。金属包装材料中的有害物质主要是各种重金属如铅、镉^[40]等。同时铝罐中的铝会迁移到如啤酒、茶叶等液体食品中,且迁移现象十分明显^[41]。

2.2 食品包装材料在外界环境下的变形对食品安全的影响

微波加热会导致塑料盒复合纸中残留的单体,添加剂等物质的扩散加剧。研究表明加热功率增大,加

热时间延长都会使材料中抗氧化剂的迁移加大^[42]。 γ 辐射常被用来对食品杀菌,Jeon等人^[43]研究指出, γ 辐射会造成PVC材料中抗氧剂的迁移。Panagiota等人^[44]研究也表明 γ 辐射导致食品级PVC塑料中DEHA特定迁移量超过了欧盟拟定的上限(18 g/L)。高压环境下会使材料分子间发生摩擦产生足够的热,从而增加了食品包装的温度。一般水溶性食物每增加100 MPa,温度就会增加2~3℃。Rivas-Canedo等人^[45]用高压(400 MPa, 10 min, 12℃)处理新鲜肉,发现塑料中以支链烷烃和苯化合物为主的大量迁移。

3 结语

新技术的研究与发展,使得食品包装工业正在发生变革^[46]。新型的包装技术如智能包装、活性包装、环保包装等,使得现代的食品包装技术既可以延长食品的保质期,有利于食品的运输和保鲜,还可以智能地为消费者提供更多的便捷,并且低碳、环保。另外在食品安全方面,新的包装方式可以方便消费者选择安全放心的食品,但同时应进一步加大研究力度,以降低有害物质的添加,提高包装在不同环境下的适应能力,减少有害物质的迁移。考虑到环境保护和节能减排等因素,可降解材料与可食性材料的研究和应用还需要更进一步加大研究与开发的力度。

参考文献:

- [1] 黄志刚. 食品包装技术发展趋势[J]. 包装工程, 2003, 24(5): 90—97.
HUANG Zhi-gang. Food Packaging Technology and Developmental Tendency[J]. Packaging Engineering, 2003, 24(5): 90—97.
- [2] 黄志刚, 朱慧, 俱浪. 包装对产品销售的影响研究[J]. 北京工商大学学报(社会科学版), 2006, 21(3): 59—62.
HUANG Zhi-gang, ZHU Hui, JU Lang. Effects of Packaging on Goods Sold[J]. Journal of Beijing Technology and Business University(Social Science), 2006, 21(3): 59—62.
- [3] AZZI A, BATTINI D, PERSONA A, et al. Packaging Design: General Framework and Research Agenda[J]. Packaging Technology and Science, 2012, 25(8): 435—456.
- [4] PEREIRA de ABREU D A, CRUZ J M, LOSADA P P. Active and Intelligent Packaging for the Food Industry[J]. Food Reviews International, 2012, 28(2): 146—187.
- [5] 胡焱清. 食品包装新技术[J]. 中国包装, 2006(6): 95—96.

- HU Yan-qing. New Foodpackaging Technology[J]. Chinese Packing, 2006(6): 95—96.
- [6] 朱勇, 胡长鹰, 王张伟. 智能包装技术在食品保鲜中的应用[J]. 食品科学, 2007, 28(6): 356—359.
- ZHU Yong, HU Chang-ying, WANG Zhi-wei. Application of Intelligent Packaging Technology in Food Preservation[J]. Food Science, 2007, 28(6): 356—359.
- [7] AZEVEDO S, CUNHA L M, MAHAJAN P V, et al. Application of Simplex Lattice Design for Development of Moisture Absorber for Oyster Mushrooms[J]. Proedia Food Science, 2011(1): 184—189.
- [8] BRODY A L, STRUPINSKY E R, KLINE L R. Active Packaging for Food Applications[M]. London: CRC Press, 2001.
- [9] SINGH S. Preservation Technologies for Fresh Fruits and Vegetables[J]. Stewart Postharvest Review, 2011, 7(1): 1—7.
- [10] HANSEN A A, MORKORE T, RUDI K, et al. The Combined Effect of Superchilling and Modified Atmosphere Packaging Using CO₂ Emitter on Quality During Chilled Storage of Pre-rigor Salmon Fillets (*Salmo Salar*) [J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2009, 89(10): 1625—1633.
- [11] ADAY M S, CANER C, RAHVALI F. Effect of Oxygen and Carbon Dioxide Absorbers on Strawberry Quality[J]. Postharvest Biology and Technology, 2011, 62(2): 179—187.
- [12] BUSOLO M A, LAGARON J M. Oxygen Scavenging Polyolefin Nanocomposite Films Containing an Iron Modified Kaolinite of Interest in Active Food Packaging Applications[J]. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 2012, 16: 211—217.
- [13] MOHAN C O, RAVISHANKAR C N, SRINIVASAGOPAL T K. Effect of O₂ Scavenger on the Shelf-life of Catfish (*Pangasius Sutchi*) Steaks During Chilled Storage[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2008, 88(3): 442—448.
- [14] ZERDIN K, ROONEY M L, VERMUE J. The Vitamin C Content of Orange Juice Packed in an Oxygen Scavenger Material[J]. Food Chemistry, 2003, 82(3): 387—395.
- [15] MEXIS S F, BADEKA A V, KONTOMINAS M G. Quality Evaluation of Raw Ground Almond Kernels (*Prunus Dulcis*): Effect of Active and Modified Atmosphere Packaging, Container Oxygen Barrier and Storage Conditions[J]. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 2009, 10(4): 580—589.
- [16] AZEVEDO S, CUNHA L M, MAHAJAN P V, et al. Application of Simplex Lattice Design for Development of Moisture Absorber for Oyster Mushrooms[J]. Proedia Food Science, 2011(1): 184—189.
- [17] BYUN Y, DARBY D, COOKSEY K, et al. Development of Oxygen Scavenging System Containing a Natural Free Radicals Scavenger and a Transition Metal[J]. Food Chemistry, 2011, 124(2): 615—619.
- [18] BELON C, ALLONAS X, CROUTX?—BARGHORN C, et al. Overcoming the Oxygen Inhibition in the Photopolymerization of Acrylates: A Study of the Beneficial Effect of Triphenylphosphine[J]. Journal of Polymer Science Part A: Polymer Chemistry, 2010, 48(11): 2462—2469.
- [19] BUSOLO M A, LAGARON J M. Oxygen Scavenging Polyolefin Nanocomposite Films Containing an Iron Modified Kaolinite of Interest in Active Food Packaging Applications[J]. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 2012, 16: 211—217.
- [20] ANTHIERENS T, RAGAERT P, VERBRUGGHE S, et al. Use of Endospore-forming Bacteria as an Active Oxygen Scavenger Inplastic Packaging Materials[J]. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 2011, 12(4): 594—599.
- [21] JOHANSSON K, WINESTRAND S, JOHANSSON C, et al. Oxygen-scavenging Coatings and Films Based on Lignosulfonates and Laccase[J]. Journal of Biotechnology, 2012, 161(1): 14—18.
- [22] LYVER A, SMITHE J P, AUSTIN J, et al. Competitive Inhibition of Clostridium Botulinum Type by Bacillus Species in a Value-added Seafood Product Packaged under a Modified Atmosphere[J]. Food Research International, 1998, 31(4): 311—319.
- [23] TERRY L A, ILKENHANS T, POULSTON S, et al. Development of New Palladium-promoted Ethylene Scavenger[J]. Postharvest Biology and Technology, 2007, 45(2): 214—220.
- [24] GARC A—GARC A I, TABOADA—RODR GUEZ A, L PEZ—GOMEZ A, et al. Active Packaging of Cardboard to Extend the Shelf Life of Tomatoes[J]. Food and Bioprocess Technology, 2011, 23: 2460—2466.
- [25] MARTINEZ—ROMERO D, BAILEN G, SERRANO M. Tools to Maintain Postharvest Fruit and Vegetable Quality through the Inhibition of Ethylene Action: A Review[J]. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 2007, 47(6): 543—560.
- [26] 梁文耀, 谢宝君, 罗颖, 等. 二氧化钛光催化降解塑料研究进展[J]. 工程塑料应用, 2012(1): 91—94.
- LIANG Wen-yao, XIE Bao-jun, LUO Ying et al. Development of Photo Catalytic Degradation of Plastic with TiO₂ as Photocatalyst[J]. Engineering Plastics Application, 2012(1): 91—94.

- [27] 刘圆圆. 可生物降解塑料全球市场与市场准入分析[J]. 生物技术世界, 2013(1): 22—24.
LIU Yuan-yuan. Global Market Access Analysis of Biodegradable Plastics[J]. Biology Technology World, 2013(1): 22—24.
- [28] KASIRAJAN S, NGOUAIJO M. Polyethylene and Biodegradable Mulches for Agricultural Applications: A Review[J]. Agronomy for Sustainable Development, 2012, 32(2): 501—529.
- [29] PHILIP S, KESHAVERZ T, ROY I. Polyhydroxyalkanoates: Biodegradable Polymers with a Range of Applications[J]. Journal of Chemical Technology and Biotechnology, 2007, 82(3): 233—247.
- [30] 徐中岳, 何小维, 罗志刚, 等. 多糖可食性包装膜的研究进展[J]. 食品研究与开发, 2008, 29(7): 179—182.
XU Zhong-yue, HE Xiao-wei, LUO Zhi-gang, et al. Research Development of Polysaccharide Edible Packing film[J]. Food Research and Development, 2008, 29(7): 179—182.
- [31] JIMENEZ A, FABRA M J, TALENS P, et al. Edible and Biodegradable Starch Films: A Review[J]. Food and Bioprocess Technology, 2012, 5(6): 2058—2076.
- [32] JIM NEZ A, FABRA M J, CHIRALT A. Effect of Lipid Self-association on the Microstructure and Physical Properties of Hydroxypropyl-methylcellulose Edible Films Containing Fatty Acids[J]. Carbohydrate Polymers, 2010, 82(3): 585—593.
- [33] EMBUSCADO M E, HUBER K C. Edible Films and Coatings for Food Applications[M]. London: Springer Dordrecht Heidelberg, 2009, 11: 320—323.
- [34] DUAN J Y, WU R Y, STRIK B C, et al. Effect of Edible Coatings on the Quality of Fresh Blueberries (Duke and Elliott) under Commercial Storage Conditions[J]. Postharvest Biology and Technology, 2011, 59(1): 71—79.
- [35] 洪小明, 杨坚. 国内外可食性包装研究进展[J]. 包装与食品机械, 2011, 29(2): 60—63.
HONG Xiao-ming, YANG Jian. Development of Research on Edible Packaging at Home and Abroad[J]. Packaging and food machinery, 2011, 29(2): 60—63.
- [36] 张镭. 食品包装安全现状及应对措施[J]. 现代农业科技, 2013(8): 283—284.
ZHANG Mei. Status and Countermeasures of Food Packing Safety[J]. Modern Agricultural Science and Technology, 2013(8): 283—284.
- [37] GOTARDO M A. Migration of Diethylhexyl Phthalate from PVC Bags into Intravenous Cyclosporine Solutions[J]. Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis, 2005, 38(4): 709—713.
- [38] 孔凡真. 食品包装安全现状与解决对策[J]. 中国包装, 2013(6): 62—64.
KONG Fan-zhen. Situation of Packaging Food Safety and Countermeasures[J]. Chinese Packaging, 2013(6): 62—64.
- [39] 薛山, 赵国华. 食品包装材料中有害物质迁移的研究进展[J]. 食品工业科技, 2012(2): 404—409.
XUE Shan, ZHAO Guo-hua. Research Progress on Migration of Harmful Substances from Food Packaging Materials[J]. Science and Technology of Food Industry, 2012(2): 404—409.
- [40] 赵艳云, 连紫璇, 岳进. 食品包装的最新研究进展[J]. 中国食品学报, 2013, 13(4): 1—10.
ZHANG Yan-yun, LIAN Zi-xuan, YUE Jin. Recent Development in Food Packaging[J]. Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology, 2013, 13(4): 1—10.
- [41] VER SSIMO M I, GOMES M T. Aluminium Migration into Beverages: Are Dented Cans Safe[J]. Science of the Total Environment, 2008, 405: 385—388.
- [42] 刘志刚, 胡长鹰, 王雷, 等. 微波条件下聚烯烃抗氧剂向脂肪食品模拟物的迁移研究[J]. 包装工程, 2007, 28(8): 22—24.
LIU Zhi-gang, HU Chang-ying, WANG Lei, et al. Study of the Migration of Polyolefin Antioxidants to Fat Food Simulacra under Microwave Radiation[J]. Packaging Engineering, 2007, 28(8): 22—24.
- [43] JEON D H, PARK G Y, KWAK I S, et al. Antioxidants and Their Migration into Food Simulants on Irradiated LLDPE Film[J]. Food Science and Technology, 2007, 40(1): 151—156.
- [44] ZYGOURA P D, GOULAS A E, RIGANAKOS K A, et al. Migration of Di-(2-ethylhexyl) Adipate and Acetyltributyl Citrate Plasticizers from Food-grade PVC Film into Isooctane: Effect of Gamma Radiation[J]. Journal of Food Engineering, 2007, 78(3): 870—877.
- [45] RIVAS-CAEDO A, FERN NDEZ-GARC A E, NUEZ M. Volatile Compounds in Fresh Meats Subjected to High Pressure Processing: Effect of the Packaging Material[J]. Meat Science, 2009, 81(2): 321—328.
- [46] 黄志刚. 计算机仿真技术在包装机械设计制造中的应用[J]. 包装工程, 2002, 23(3): 67—68.
HUANG Zhi-gang. Application of Computer Simulation Technology in Packing Machines[J]. Packaging Engineering, 2002, 23(3): 67—68.