

我国乳品包装研究进展

杨媛媛, 张有林

(陕西师范大学, 西安 710119)

摘要: **目的** 了解国内外乳品包装的发展概况与研究现状, 为我国开发新型乳品包装材料和高新技术提供参考。**方法** 通过查阅文献, 综述我国乳品包装技术、包装形式和包装材料的研究与应用现状, 并引述国外先进技术。经比较分析, 找出我国乳品包装行业存在的问题。**结果** 对我国乳品包装的研究情况进行了基本论述, 并提出我国乳品包装业与发达国家相比存在自主创新性不足、包装行业水平良莠不齐、市场准入制度不严格等问题。**结论** 需结合我国实际情况进行深入的科学研究, 采用高新技术发展乳品包装多元化, 以保障我国乳品产业良性发展。

关键词: 乳品; 乳品包装; 研究现状

中图分类号: TS206.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2017)11-0017-06

Research Progress of Dairy Packaging in China

YANG Yuan-yuan, ZHANG You-lin

(Shaanxi Normal University, Xi'an 710119, China)

ABSTRACT: The work aims to understand the general development situation and research status of domestic and overseas dairy packaging and provide a reference for development of new dairy packaging materials and high technology. Through reviewing the literature, the research and application of dairy packaging technology, packaging form and packaging materials in China were summarized, and the advanced technology of foreign countries was introduced. Then, the problems of dairy packaging industry in China were put forward by comparative analysis. The research status of dairy packaging in China was basically discussed. Compared with developed countries, such problems as the lack of independent innovation, the uneven level of the packaging industry, the undemanding market access system and so on existing in the dairy packaging industry of China were proposed. In order to protect the sound development of Chinese dairy industry, we should, combined with the specific situations, engage in in-depth scientific research and adopt high and new technology to develop dairy packaging diversification.

KEY WORDS: dairy products; dairy packaging; research status

乳品是以牛羊乳为主要原料, 经过加工制成的各种食品, 富含蛋白质、维生素、钙以及锌、镁等其他微量元素^[1]。营养学研究表明, 乳的生物学价值(人体生理上的利用率)为85%, 消化率为98%, 因其营养丰富, 乳与乳制品被认为是“接近完美的食品”^[2]。近年来, 随着人们对健康的日益关注, 推动了乳品产业的发展, 乳品包装也随之快速发展。文中论述我国乳品包装现状以及国内外最新研究进展, 旨在为我国乳品产业开发以及

新颖多样包装材料的研制提供参考。

1 乳品包装

乳的成分复杂, 容易受温度、氧气、光照、微生物、机械作用等的影响, 导致其产品变色、氧化、破损、变质, 从而缩短保质期^[3]。乳品包装是指采用适当的包装材料、容器和包装技术, 把乳品灌装、装

收稿日期: 2017-04-15

基金项目: 陕西省农业科技攻关项目(2015NY007); 西安市科技计划项目(NC10017)

作者简介: 杨媛媛(1992—), 女, 陕西师范大学硕士生, 主攻农产品加工。

通讯作者: 张有林(1956—), 男, 陕西师范大学教授、博导, 主要研究方向为食品科学。

载或包裹起来,使乳品在运输和贮藏过程中保持其价值和原有状态^[1]。包装是乳品加工的最后一道工序,处于非常关键的地位。

1.1 乳品无菌包装

由于乳的营养丰富,在贮藏、运输或销售过程中,易被微生物污染。乳品的无菌包装是指将经过杀菌的乳品在无菌环境中包装,封闭在已杀菌的容器中,过程主要包括包装机械和操作环境的无菌化,包装乳品的无菌化,包装材料的无菌化以及灌装,封合的各个环节的无菌化。采用无菌包装的乳品不添加防腐剂,可在常温条件下取得较长的货架寿命。无菌包装的优点是在无菌条件下能够最大限度地保留食品中原有的营养成分和风味^[4]。

目前市场上销售的液态乳主要有巴氏杀菌乳和超高温灭菌乳(即UHT乳)^[5]。前者是将液态乳加热到75~80℃,由于加热温度较低,能保留乳中绝大部分营养成分,但同时乳液中的一些嗜热菌、芽孢菌和结核菌没有被杀死,所以巴氏杀菌乳在缺乏冷链支持的储藏环境中,不能长时间保存^[6]。UHT乳常采用140℃的超高温在4s内瞬时杀菌,可以杀死所有能够使乳品变质的微生物,达到商业无菌状态,延长保质期,但是用UHT灭菌技术生产的乳品,其维生素、蛋白质等营养成分的损失率都远远高于巴氏杀菌乳^[5]。远红外加热杀菌是最近几年新兴的一种乳品杀菌技术,由于热破坏程度小、节能高效的优点,被广泛运用于乳品的灭菌。此外超高压杀菌技术、磁力杀菌技术、高压电场杀菌技术等都是近年兴起非常高效的非热杀菌技术^[7],发展空间广阔。

在用无菌包装材料对食品进行包装时,要保证不带任何微生物。乳品包装材料的多样性决定了其灭菌方式的多元化。我国乳及乳制品使用的无菌包装材料灭菌方法主要有以下4种:加热法、紫外线(UV)照射法、化学药剂处理法、放射线杀菌法^[8]。上述4种灭菌方法各有其优缺点,针对不同的材料和条件,选择合适的灭菌方法尤为重要。汽化过氧化氢灭菌是目前许多发达国家用于乳品包装材料灭菌的前沿技术。作为一种绿色杀菌消毒剂,汽化过氧化氢灭菌法成为灭菌技术规范所推崇的方法,逐渐被广泛用于乳品包装领域^[9]。

无菌包装技术的非常重要条件之一就是包装环境无菌,在乳品生产线的无菌包装系统中把充填灌装部分的工作室设计成一个无菌室,它要求包装机内腔无菌,并且具有一定压力。近年来我国包装机大多采用过氧化氢灭菌,然后用无菌热风干燥,并定期检查、清洗、灭菌。

1.2 乳品包装形式

目前市售的液态乳品包装形式主要有超高温灭

菌乳包装的利乐砖和康美盒,超高温瞬时灭菌乳包装的利乐枕、微菌乳包装的屋顶盒,以及无菌复合膜制成的百利包等塑料袋。利乐砖是国内外普遍采用的一种乳品包装形式。这种包装产品一般散放或者成箱,无需放入冷柜保存。采用这种包装的乳品微生物全部被杀死,达到商业无菌的标准,所以货架期可长达6~9个月^[10]。康美盒是瑞士SIG集团设计开发的纸盒类乳品包装,在没有任何添加剂的情况下,可以防止内装食品受到光照、氧气的破坏,保护食品的营养成分和维生素。近年SIG集团又推出一款创新包装产品——康美砖型超级苗条包,根据相关目标人群的需求定做不同规格的产品,同时还为食品公司开发多元化产品提供便利,广泛应用于乳品包装指日可待^[11]。百利包是采用欧洲百利公司无菌包装系统生产的包装,其结构为多层共挤薄膜,20世纪90年代末被我国引进,这种包装占据我国很大的消费市场。百利包液态乳保质期在30~180d不等,缺点是该类包装成本较高、环保性较差^[12]。屋顶盒是一种纸、塑复合包装,外形似小房子,需冷藏,可用微波炉直接加热,制作成本较高,高档产品可采用这种包装,保质期约为14~21d。

无菌塑料包保质期可达30d,这是因为里面装的是UHT乳,且包装材料经过特殊处理,因此在常温下保质期被大大延长。此类包装比较经济,但会出现破包或串味等现象。灭菌发酵酸乳多采用塑料杯包装,与其他包装相比,塑料杯具有成本低廉、使用方便、货架形象好等优点,是乳制品的最佳包装形式。

1.3 乳品包装材料

乳品包装材料是乳品的“间接食品添加剂”,与人体健康密切相关。由于乳品包装体现在对乳品的保护性、方便性、产品品质和品牌价值等方面,因此乳品包装材料的选择是复杂而严谨的^[13]。近年来,全球市场上液态乳产品的包装材料中纸塑复合材料占1/2,塑料占1/3。国内市场2/3的液态乳产品采用纸塑复合材料包装^[14]。

1.3.1 塑料材料

塑性材料一般包括塑杯、塑桶和塑瓶。塑杯材料主要为聚丙烯(PP)和聚苯乙烯(PS)。PP是食品包装行业使用最广泛的热塑性塑料,具有易加工、机械平衡性好、成本低等优点^[15-16]。纯PP材料安全卫生,符合食品包装的要求。美国一家塑料公司研制出一种可再生的PP材料,回收率达到100%,该种环保型材料在液态乳及乳制品的包装中应用前景广阔^[17]。PS制品具有极高的透明度,透光率可达90%以上,电绝缘性好,易着色,加工流动性好,刚性及耐化学腐蚀性好。缺点是不耐热,稳定性较差^[18],适用于冷藏

乳制品、冰激凌等包装。塑瓶主要由高密度聚乙烯(HDPE)、双向拉伸聚丙烯(BOPP)及聚对苯二甲酸类塑料(PET)制成,也有采用多层共挤材料。塑杯、塑桶主要由HDPE材料制成,HDPE是一种无毒无味、化学稳定性好的材料,可回收利用^[19],多用来包装低于220 mL的酸性乳饮料。经过10余年的发展,小包装HDPE塑瓶已成为酸性乳饮料的绝对主导包装形式。PET材料是全球公认的环境友好型包装材料,大方美观,性能卓越,成本较低,它在各类乳品包装材料的竞争中一直处于不败之地。单层PET材料不避光,Holland Colors公司推出了Holcomer III,可屏蔽100%紫外线和99.9%的可见光,价格低廉、设计灵活、高光泽、无变形,无分层,成为超高温(UHT)牛奶包装光阻技术的最新成果^[20—22]。

1.3.2 纸塑复合材料

纸塑复合材料主要指能使乳品储存期在6个月以上的多层复合材料,市场上主要有砖型、枕型、屋顶型、三角型,最新款式还有六角型、圆罐型^[23—24]。该类包装材料常用的是PE/纸板/PE/铝箔/AD/PE六层复合结构,总厚度约为320 μm。其中PE材料中添加了黑颜料,与铝箔共同组成隔氧避光保护系统,既能防止液体食品渗出,又能防止液态乳及乳制品受光照、氧气等有害因素的破坏。国内乳品利乐包就采用了这种复合包装材料^[25]。采用铝箔作为阻隔层,能达到新的标准要求,但是产品成本高,难以降解,不利于环境保护。近年来在产品研发过程中重视节约,在保持包装性能不变的前提下,利乐包中纸板的使用量减少了8%,铝箔的厚度减少了30%^[26—27]。康美包由瑞士SIG集团设计开发,采用PE/白纸板/PE/Al/粘合层/PE六层复合结构,成本较利乐包低,印刷装饰效果好,用于包装UHT乳及果汁等液体饮料,保质期可达3个月。蒙牛250 mL包装的纯牛奶、乳饮料和乳酸饮料都采用了康美包。

1.3.3 塑料复合膜

巴氏杀菌乳、超高温瞬时灭菌乳的包装材料多为塑料,采用多层共挤技术复合而成,国内乳品采用这种包装材料的有百利包、芬包、万容包等。

百利包采用的是普通包装用的塑料复合膜(简称SS膜),它的成本比乙烯/乙烯醇共聚物(EVOH)五层共挤结构的包装成本低50%^[28],这一优势使其占领了中低端乳品包装的重要市场。采用塑料材料进行液态乳包装,材料轻便,利于运输,方便设计印刷,可连续大规模生产,成本较低,适合一次性销售包装。普通的三层塑料复合膜的透氧率高,阻氧性差,易出现破包和串味现象,不能保证产品的安全和卫生,不适用于长期流通的产品包装^[29]。

万容包和芬包采用多层共挤材料加干式复合工

艺,表层材料为具有优良阻隔性能的印刷基材,里层材料由多种高性能聚乙烯共挤制成,具有良好的阻隔性、热封性及高抗冲击性,货架期长,适应长距离销售。

1.3.4 新型包装材料

随着乳及乳制品消费的日益增长,高阻隔复合包装材料已成为全球性的潮流^[30],要求包装材料从品质、形式、功能、种类等方面不断改进和提高。控制光的氧化对乳品质量极为重要。Kumar Shanmugam教授研制出一种由石墨烯、碳纳米管、纳米级硅酸盐黏土混合而成的材料,这种混合材料阻断氧气扩散途径,对氧气有一定的吸收作用,降低包装内的氧含量^[31],在保护乳品方面表现出极佳的性能,是一种很具潜力的包装材料。

可降解塑料是指在生产过程中加入一定量的添加物(如改性淀粉或其他维生素、光敏剂、生物降解剂等),使其稳定性下降,易在自然环境中降解的塑料,也被称为“绿色材料”^[32—34]。为了满足对可持续发展和环境安全日益增长的需求,越来越多的研究涉及可在环境中迅速降解并完全矿化的食品包装材料^[35]。黄灵阁、刘培义等人^[36]对采用醋酸淀粉酯为主要原料,聚乙烯醇为改性剂的生物降解包装塑料进行了深入分析,韦丽明等人^[37]研制出了可完全生物降解的流延聚丙烯薄膜(CPP)。西班牙塑料技术研究中心研发出了乳品生物降解塑料袋/瓶,该包装材料可以热处理^[38—39]。这无疑给乳品工业的发展带来了新的机遇,同时也促进了生物降解塑料行业快速发展^[40]。

纳米复合材料因具有传统材料所不具备的抗菌、机械强度高、阻隔能力强、保鲜效果好等特性,已成为21世纪最具潜力的食品包装材料^[41—44]。近年来,中科院化学所研究人员用PET复合技术,将有机蒙脱石与PET单体加到聚合釜中,研制出PET纳米塑料(NPET),比普通塑料阻隔性提高了20多倍^[45],用该种材料对易受外部环境污染的液态乳进行包装,延长了保存期限,在高档乳品包装工业中,具有很大的发展潜力。

2 乳品包装存在的问题

目前,我国对乳品包装的安全性问题还处于一个被动处理阶段,市场准入制度不严格,包装材料中有害物质安全评价理论和方法不明确,没有针对油墨、粘合剂等与乳品包装相关材料的使用标准^[46],而这些物质正是食品安全隐患。为了提升我国乳品包装材料的安全性,必须对包装产业结构进行调整,促进技术专业化,提高产品质量和安全水平。

乳品包装上的信息是消费者了解该产品的重要途径,但现在市场存在乳品标识信息主次不分明,包装内容不真实,夸大宣传,误导消费者,扰乱市场秩

序。政府应该积极推行乳品商标备案制度,并将相关法律系统化,从根本上解决问题。

我国包装行业作为一项“新兴产业”,虽然已得到较快发展,但与国外同行业相比,无论包装材料还是灌装技术都相对滞后。我国蒙牛、伊利、光明等大型乳品加工企业,所采用的无菌包装生产线及包装材料均来自国外,自主创新与研发能力缺乏,使得我国乳品企业在竞争中充满挑战^[47]。我国包装企业迅速开发高性价比、高阻隔性、安全环保的包装材料,以取代价格昂贵的材料,确保我国乳品行业健康发展,已成为当务之急。

我国乳制品以液态奶为主^[48],大多使用巴氏杀菌和超高温瞬时灭菌,应用无菌包装袋/盒/瓶包装,没有利用国际上最先进的气调保鲜技术。气调保鲜技术可抑制微生物的生长繁殖,大大延长乳及乳制品的保质期^[49-50],具有工艺简单、保鲜效率高、成本低、不破坏营养成分及酶活性的优势^[51],在没有冷链运输的情况下,气调保鲜技术独占鳌头。

3 结语

随着经济的高速发展,消费者的健康理念和消费模式正在发生重大变化,对乳品包装提出了更高要求,乳品包装不仅要多元化、多功能,以满足不同消费者的要求,同时还要环保和节约资源,这已成为新世纪乳品包装的发展趋势。

尽管我国在乳品包装材料及包装形式方面的研究已取得了一定的成绩,但还存在不足之处。主要表现在自主创新性不够,目前还是以引进国外先进技术和设备为主,导致加工成本高,质量良莠不齐。今后研究重点应放在对我国现有乳品包装材料进行改性,优化制作工艺等方面。相信经过科技工作者的不懈努力,终会实现我国乳品包装高科技化,使我国乳品行业得以健康发展。

参考文献:

- [1] 王燕. 乳制品包装概述[J]. 印刷质量与标准化, 2010(9): 12—14.
WANG Yan. Dairy Packaging Overview[J]. Printing Quality and Standardization, 2010(9): 12—14.
- [2] 张轶, 赵萍, 张丙云, 等. 我国乳品行业现状与展望[J]. 甘肃科技, 2002(6): 66.
ZHANG Yi, ZHAO Ping, ZHANG Bing-yun, et al. Current Situation and Prospect of Dairy Industry in China[J]. Gansu Science and Technology, 2002(6): 66.
- [3] 李颜丽. 奶饮料软包装脂氧化影响研究与材料选用[D]. 无锡: 江南大学, 2009.
LI Yan-li. Study on the Effect of Soft Packaging on Fat Oxidation of Milk Drink and Material Selection[D]. Wuxi: Jiangnan University, 2009.
- [4] 齐银玲. 无菌包装在乳制品行业中的应用前景[J]. 中国包装工业, 2006(6): 36—37.
QI Yin-ling. Application Prospect of Aseptic Packaging in Dairy Industry[J]. China Packaging Industry, 2006(6): 36—37.
- [5] 文君. 纵观中国乳品包装[J]. 印刷技术, 2004(18): 4—8.
WEN Jun. Throughout Chinese Dairy Packaging[J]. Printing Technology, 2004(18): 4—8.
- [6] 方贵春. 液态奶的无菌包装——未来牛奶包装发展的趋势[J]. 中国乳业, 2002(5): 4—5.
FANG Gui-chun. Aseptically Packing of Liquid Milk: Future Trends in the Development of Milk Packaging[J]. Chinese Dairy Industry, 2002(5): 4—5.
- [7] 苏琦, 杜密英, 杜进民. 无菌包装中的杀菌技术[J]. 饮料工业, 2007, 10(3): 9—12.
SU Qi, DU Mi-ying, DU Jin-ming. Sterilization Technology in Aseptic Packaging[J]. Beverage Industry, 2007, 10(3): 9—12.
- [8] 孙书静. 食品无菌包装技术的发展概况[J]. 湖南包装, 2007, 25(2): 33—35.
SUN Shu-jing. Development of Aseptic Packaging Technology for Food[J]. Hunan Packaging, 2007, 25(2): 33—35.
- [9] 楚莉沙, 黄莉莉, 汪良峰, 等. 汽化过氧化氢灭菌研究现状与展望[J]. 包装工程, 2016, 37(21): 145—151.
CHU Li-sha, HUANG Li-li, WANG Liang-feng, et al. Current Status and Prospect of Vaporized Hydrogen Peroxide Sterilization[J]. Packaging Engineering, 2016, 37(21): 145—151.
- [10] 高宇萍, 徐莹. 浅析我国液态乳的包装[J]. 农产品加工(学刊), 2009(8): 42—44.
GAO Yu-ping, XU Ying. Analysis on the Packaging of Liquid Milk in China[J]. Agricultural Products Processing, 2009(8): 42—44.
- [11] 祝文琪. 小包装 大轰动——SIG 康美包推出创新型超级苗条包[J]. 中国乳业, 2014(9): 78.
ZHU Wen-qi. Small Package Big Sensation: SIG Combibloc Introduces Innovative Super Squares[J]. Chinese Dairy Industry, 2014(9): 78.
- [12] 米鹿. 我国新型乳制品包装材料蓄势待发[N]. 中国包装报, 2011-02-22(02).
MI Lu. Chinese New Dairy Packaging Materials Ready to Go[N]. China Packaging News, 2011-02-22(02).
- [13] 王建飞, 郭本恒, 刘志东, 等. 乳品包装材料安全性的研究进展[J]. 食品工业科技, 2012, 33(12): 418—421.
WANG Jian-fei, GUO Ben-heng, LIU Zhi-dong, et al. Research Progress on the Safety of Dairy Packaging Materials[J]. Food Science and Technology, 2012, 33(12): 418—421.
- [14] 刘国信. PET 包材在乳品包装领域中的发展[J]. 中国乳业, 2010(9): 56—57.
LIU Guo-xin. The Development of PET Packaging

- Materials in Dairy Packaging[J]. Chinese Dairy Industry, 2010(9): 56—57.
- [15] 张宇, 刘向红. 酸乳塑杯封口盖膜揭开力测试方法及其应用[J]. 乳业科学与技术, 2016(6): 12—15.
ZHANG Yu, LIU Xiang-hong. Test Method and Application of Uncovering Capability of Sealing Cap of[J]. Journal of Dairy Science and Technology, 2016(6): 12—15.
- [16] KHALAJ M J, AHMADI H, LESANKHOSH R, et al. Study of Physical and Mechanical Properties of Polypropylene Nanocomposites for Food Packaging Application: Nano-clay Modified with Iron Nanoparticles[J]. Trends in Food Science & Technology, 2016, 51: 41—48.
- [17] 佚名. 新型可再生 PP 获 FDA 食品包装许可[J]. 塑料制造, 2014(11): 33—33.
Anon. The New Renewable PP is Approved by the FDA Food Packaging[J]. Plastic Manufacturing, 2014(11): 33—33.
- [18] OEVER M V D, MOLENVELD K. Replacing Fossil Based Plastic Performance Products by Bio-based Plastic Products—Technical Feasibility[J]. New Biotechnology, 2016: 37.
- [19] KRYSOSIAK P, TOMASZEWSKI W, Megiel E. High-density Polystyrene-grafted Silver Nanoparticles and Their Use in the Preparation of Nanocomposites with Antibacterial Properties[J]. Journal of Colloid & Interface Science, 2017, 498: 9—21.
- [20] 王薇. PET 瓶包装新包材让乳制品不再受到光线伤害[N]. 中国食品报, 2012-01-16(07).
WANG Wei. PET Bottle Packaging New Packaging Materials so that Dairy Products are No Longer Subject to Light Damage[N]. Chinese Food Newspaper, 2012-01-16(07).
- [21] Anon. Holland Colours Unveils Lower-cost Light Barrier for UHT Milk Packaging[J]. Additives for Polymers, 2016(10): 2.
- [22] Anon. Novapet authorizes PolyOne to Manufacture Light-blocking Additive for Dairy Packaging[J]. Additives for Polymers, 2016(7): 5.
- [23] 秦永喜. 纸塑铝复合包装材料的现状和发展趋势[N]. 中国包装报, 2011-01-31(06).
QIN Yong-xi. Present Situation and Development Trend of Paper-plastic Aluminum Composite Packaging Materials[N]. China Packaging News, 2011-01-31(06).
- [24] 赵振平. 纸塑铝无菌复合包装材料的现状及发展趋势[J]. 塑料包装, 2008(4): 37—38.
ZHAO Zhen-ping. Present Situation and Development Trend of Paper-plastic Aluminum Sterile Composite Packaging Materials[J]. Plastic Packaging, 2008(4): 37—38.
- [25] 肖艳. 多种材料研发为无菌包装打开新视野[J]. 印刷工业, 2014(12): 84—85.
XIAO Yan. A Variety of Materials Developed for the Aseptic Packaging to Open a New Horizons[J]. Printing Industry, 2014(12): 84—85.
- [26] 刘华. 利乐包装的“朴实有华”[J]. 中国包装, 2006, 26(4): 94—94.
LIU Hua. Tetra Pak's "Not plain"[J]. Chinese Packaging, 2006, 26(4): 94—94.
- [27] 佚名. 利乐包装可再生材料比例超过八成[J]. 中国包装工业, 2014(9): 11.
Anon. Tetra Pak Packaging More Than 80% of the Proportion of Renewable Materials[J]. China Packaging Industry, 2014(9): 11.
- [28] 钱曙. 浅析中国的百利包——百瑞包[J]. 饮料工业, 2007(12): 60—61.
QIAN Shu. Analysis of China's Gabriel Bag: Bagui Package[J]. Beverage Industry, 2007(12): 60—61.
- [29] 刘国信. PET 包材: 将在乳品包装领域唱主角[N]. 中国食品报, 2010-08-02(05).
LIU Guo-xin. PET Package Material: Will Play a leading Role in the Field of Dairy Packaging[N]. Chinese Food Newspaper, 2010-08-02(05).
- [30] GIULIO M. 2-High Barrier Composite Materials Based on Renewable Sources for Food Packaging Applications[J]. Food Packaging, 2017: 45—78.
- [31] 佚名. 博禄研发不怕长途的新型食品包装材料[J]. 绿色包装, 2016(7): 22—23.
Anon. Boro R & D Is not Afraid of Long-distance New Food Packaging Materials[J]. Green Packaging, 2016(7): 22—23.
- [32] 臧文苑. 可降解塑料包装材料的研究现状及展望[J]. 科技风, 2017(4): 88—88.
ZANG Wen-yuan. Research Status and Prospect of Biodegradable Plastic Packaging Materials [J]. Science and Technology, 2017(4): 88—88.
- [33] 高清华, 田晓宇. 绿色包装材料的研究及应用现状[J]. 科技展望, 2016(27): 133.
GAO Qing-hua, TIAN Xiao-yu. Research and Application of Green Packaging Materials[J]. Science and Technology Outlook, 2016(27): 133.
- [34] 刘林, 王凯丽, 谭海湖, 等. 中国绿色包装材料研究与应用现状[J]. 包装工程, 2016, 37(5): 24—30.
LIU Ling, WANG Kai-li, TAN Hai-hu, et al. Research and Application of Green Packaging Materials in China[J]. Packaging Engineering, 2016, 37(5): 24—30.
- [35] OTHMAN S H. Bio-nanocomposite Materials for Food Packaging Applications: Types of Biopolymer and Nano-sized Filler[J]. Agriculture & Agricultural Science Procedia, 2014, 2: 296—303.
- [36] 黄灵阁. AS/PVA 生物降解包装塑料的红外光谱分析[C]// 第十三届全国包装工程学术会议论文集[C], 2010: 4.
HUANG Ling-ge. Infrared Spectral Analysis of AS/PVA Biodegradable Packaging Plastics[C]// The Proceedings of the 13th National Conference on Packaging Engineering, 2010: 4.
- [37] 韦丽明, 梁雁扬, 曾令丰. 完全生物降解 CPP 薄膜的

- 研制[J]. 塑料包装, 2014(4): 11—16.
- WEI Li-ming, LIANG Yan-yang, ZENG Ling-feng. Development of Fully Biodegradable CPP Thin Films[J]. Plastic Packaging, 2014(4): 11—16.
- [38] 佚名. 欧洲研制乳制品的生物可降解包装[J]. 塑料科技, 2016(8): 84.
- Anon. European Developed Biodegradable Packaging for Dairy Products[J]. Plastics Technology, 2016, (8): 84.
- [39] 张群. 生物基可降解食品包装材料关键技术研究[J]. 食品与生物技术学报, 2016(7): 784.
- ZHANG Qun. Study on Key Technologies of Biodegradable Food Packaging Materials[J]. Journal of Food Science and Biotechnology, 2016(7): 784.
- [40] 朱俊. 包装材料的减排新途径——可降解塑料[J]. 上海包装, 2013(5): 38—40.
- ZHU Jun. New Ways to Reduce Emissions of Packaging Materials: Biodegradable Plastics[J]. Shanghai Packaging, 2013(5): 38—40.
- [41] JIANG X, VALDEPEREZ D, NAZARENUS M, et al. Future Perspectives Towards the Use of Nanomaterials for Smart Food Packaging and Quality Control[J]. Particle & Particle Systems Characterization, 2014, 32(4): 408—416.
- [42] MIHINDUKULASURIYA S D F, LIM L T. Nanotechnology Development in Food Packaging: A Review[J]. Trends in Food Science & Technology, 2014, 40(2): 149—167.
- [43] 孙中琦, 王雅立, 马真, 等. 多糖类纳米可食性保鲜膜的研究进展[J]. 包装与食品机械, 2015, 33(2): 54—58.
- SUN Zhong-qi, WANG Ya-li, MA Zhen, et al. Research Progress of Polysaccharide Nano-edible Fresh-Keeping Film[J]. Packaging and Food Machinery, 2015, 33(2): 54—58.
- [44] ECHEGOYEN Y. Nano-developments for Food Packaging and Labeling Applications[M]. Nanotechnologies in Food and Agriculture. Springer International Publishing, 2015: 141—166.
- [45] 赵桐. 纳米材料在包装中的研究现状[J]. 今日印刷, 2016(11): 63—66.
- ZHAO Tong. Research Status of Nanomaterials in Packaging[J]. Printed today, 2016(11): 63—66.
- [46] 王俊平, 关岩. 浅析我国食品包装材料的安全问题[J]. 食品研究与开发, 2016(21): 219—221.
- WANG Jun-ping, GUAN Yan. Analysis on the Safety of Food Packaging Materials in China[J]. Food Research and Development, 2016(21): 219—221.
- [47] 张凡. 吉林省乳品加工企业技术创新能力研究[D]. 长春: 吉林农业大学, 2014.
- ZHANG Fan. Research on the Technological Innovation Ability of Dairy Processing Enterprises in Jilin Province[D]. Changchun: Jilin Agricultural University, 2014.
- [48] QIAN G X, ZHANG Y P, JIAN-GUO W U, et al. Revenue Sharing in Dairy Industry Supply Chain-A Case Study of Hohhot, China[J]. Journal of Integrative Agriculture, 2013, 12(12): 2300—2309.
- [49] 佚名. 近几年气调包装已成为研究热点[J]. 食品工业科技, 2013(1): 215—215.
- Anon. Air Conditioning Packaging has Become a Hot Research, Recently[J]. Food Science and Technology, 2013(1): 215—215.
- [50] 张雄文, 张鹏程. 气体包装及气调包装中的二氧化碳[J]. 中国包装, 2013(3): 77—78.
- ZHANG Xiong-wen, ZHANG Peng-cheng. Gas Packaging and Atmospheric Packaging of Carbon Dioxide[J]. Chinese Packaging, 2013(3): 77—78.
- [51] 黄俊彦, 韩春阳, 姜浩. 气调保鲜包装技术的应用[J]. 包装工程, 2007, 28(1): 44—48.
- HUANG Jun-yan, HAN Chun-yang, JIANG Hao. Application of Modified Fresh-keeping Packaging Technology[J]. Packaging Engineering, 2007, 28(1): 44—48.