

doi:10.3969/j.issn.1674-7100.2016.04.001

绿色包装领域核心文献、研究热点及 前沿的可视化研究

魏风军, 贾秋丽, 刘 浩

(河南科技大学 包装工程系, 河南 洛阳 471023)

摘 要: 为直观揭示国际绿色包装领域核心文献、研究热点与前沿趋势, 对2006—2015年Web of Science核心合集收录的1 247篇以“green package”或“green packaging”为关键词的文章进行梳理和分析, 利用CitespaceIII软件, 对绿色包装领域的核心文献、研究热点与前沿趋势进行可视化分析。研究表明: 被引量前10名的核心文献内容多为包装材料研究; 研究热点为以film(薄膜)、nanocomposite(纳米复合材料)为代表的包装材料研究、以满足mechanical property(机械性能)、reduction(简约)等要求的包装设计发展、以达到sustainable development(可持续发展)而建立的包装制度研究等; 研究前沿可归纳为3个发展阶段, 即2006—2010年, 对包装物绿色特性研究力度高于对包装绿色特性研究力度, 2010—2012年, 侧重于包装物对环境的危害研究, 针对某一类产品进行特定包装或设计, 2012—2015年, 则侧重于研发绿色包装材料, 重点研发多类产品通用包装。

关键词: 绿色包装; 可视化分析; 核心文献; 研究热点; 研究前沿

中图分类号: G350; TB48

文献标志码: A

文章编号: 1674-7100(2016)04-0001-07

Visualization Research on Core Literature, Research Focus and Frontiers in the Field of Green Packaging

WEI Fengjun, JIA Qiuli, LIU Hao

(Department of Packaging Engineering, Henan University of Science and Technology, Luoyang Henan 471023, China)

Abstract: In order to reveal the core literature, research focus and frontier trends in the field of international green packaging, Web of Science 2006—2015 core collection including 1 247 papers with the keywords related to “green package” or “green packaging” was classified and analyzed. By using the software CiteSpace III, the core literature, research focus and frontier trends in the field of international green packaging were studied with visualized analysis. The results show that: the top 10 cited contents of literature mainly concentrated on studies on packaging materials, while the research focus was on material study of film, nanocomposite and the establishment of packaging system to meet the requirements of sustainable development in mechanical property and reduction; the research frontiers could be divided into 3 stages, namely, scholars’ research efforts in characteristics of green packaging materials exceeded the characteristics of green packaging itself during 2006—2010, focuses were put on the harms of packaging to the environment or on specific packaging or design for some category of products during 2010—2012, while the focus was shifted into green packaging materials with the emphasis on generalized universal packaging from 2012 to 2015.

Key words: green packaging; visualized analysis; core literature; research focus; research frontier

收稿日期: 2016-04-18

基金项目: 河南省教育厅自然科学基金资助项目(2009A460003)

作者简介: 魏风军(1978-), 男, 河南洛阳人, 河南科技大学讲师, 西安理工大学博士生, 主要从事聚合物纳米复合材料及包装工程与知识信息可视化方面的教学与研究, E-mail: wfj@haust.edu.cn

0 引言

随着国际包装产业的迅猛发展,全球环境污染越来越严重,环境保护面临着巨大考验,包装的绿色化改革与设计势在必行^[1]。我国包装学者围绕绿色包装的视觉设计、结构形式、材料应用、驱动机制等方面,形成了诸多研究成果,如:沈艳芳分析了绿色包装材料的基本特性和功能特征,对中国绿色包装提出了一系列建议;赵娜针对包装功能的延伸及拓展设计提出了独到见解;刘应宗结合管理科学,针对国内外在绿色包装领域的限制和管理措施,提出了我国绿色包装的发展目标和对策^[2]。然而,作者尚未发现基于全球绿色包装研究文献的相关研究,基于此,本文即以此为切入点,分析绿色包装研究核心文献、研究热点、研究前沿等,并以此审视国际绿色包装研究发展,以期为国内绿色包装研究提供理论参考。

1 研究来源与方法

本文相关数据均来自 Web of Science 核心合集,以“green package”或“green packaging”为关键词,时间段为2006—2015年,共采集到1 247条符合要求的文献。通过 CitespaceIII 软件,对绿色包装领域的核心文献、研究热点及研究前沿进行可视化分析,展

示全球近 10 a 来绿色包装领域具有代表性的研究文献及该领域的研究现状与规律,明晰国内外绿色包装的研究差距。

2 绿色包装领域核心文献分析

2.1 绿色包装领域核心文献的可视化

一般而言,高被引文献与基础知识文献统归于核心文献范畴,本文以高被引文献作为核心文献。利用 CitespaceIII 软件,设置相关参数,得到如图 1 所示的高被引文献共现分布图。同时,选取前 10 篇核心文献,并对前 5 聚类予以分析,其核心文献的详细内容如表所示 1(表中所有文献均为期刊文献)。

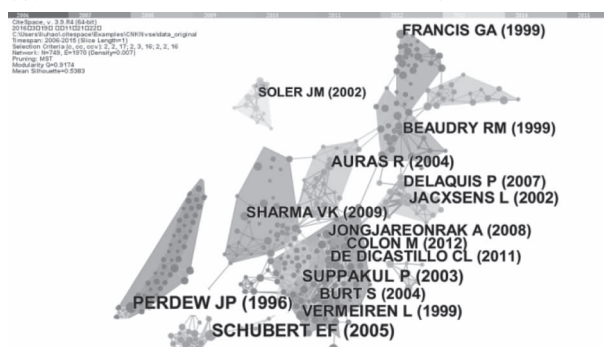


图 1 2006—2015 年核心文献分布情况
Fig. 1 The distribution of the core literature
in 2006—2015

表 1 2006—2015 年核心文献详细内容
Table 1 2006—2015 core literature details

频次	年份	作者	文 题	来 源
8	2014	C. M. Bitencourt 等	Gelatin-Based Films Additivated with Curcuma Ethanol Extract: Antioxidant Activity and Physical Properties of Films	Food Hydrocolloids
8	2015	M. J. van Setten 等	GW100: Benchmarking GOWO for Molecular Systems	Journal of Chemical Theory and Computation
12	2015	C. D. Simão 等	Optical and Mechanical Properties of Nanofibrillated Cellulose: Toward a Robust Platform for Next-Generation Green Technologies	Carbohydrate Polymers
42	2010	D. A. Pereira de Abreu 等	Evaluation of the Effectiveness of a New Active Packaging Film Containing Natural Antioxidants (from Barley Husks) that Retard Lipid Damage in Frozen Atlantic Salmon (<i>Salmo Salar</i> L.)	Food Research International
7	2009	S. Sanz 等	Evolution of Quality Characteristics of Minimally Processed Asparagus During Storage in Different Lighting Conditions	Food Science
8	2010	M. Wrona 等	A Novel Active Packaging for Extending the Shelf-Life of Fresh Mushrooms (<i>Agaricus Bisporus</i>)	Food Control
23	2012	H. O. Ji 等	Excellent Color Rendering Indexes of Multi-Package White LEDs	Optics Express
21	2012	J. D. J. Ornelas-Paz 等	The Barrier Properties and Potential Use of Recycled-LDPE Films as a Packaging Material to Preserve the Quality of Jalapeño Peppers by Modified Atmospheres	Scientia Horticulturae
34	2015	J. Ambrosio-Martín 等	Melt Polycondensation to Improve the Dispersion of Bacterial Cellulose into Polylactide via Melt Compounding: Enhanced Barrier and Mechanical Properties	Cellulose
7	2015	A. A. Nikoukar 等	A SIEPON Based Transmitter Sleep Mode Energy-Efficient Mechanism in EPON	Optical Fiber Technology

2.2 绿色包装领域聚类文献

结合图1与表1以及对相关文献进行分析,并结合聚类标识与相关研究对绿色包装核心文献进行解读,可得到如下结论:

0# 聚类文献数为72篇,聚类关键词为 active packaging film (活性包装膜),其中以 C. M. Bitencourt 等人的文章 Gelatin-Based Films Additivated with Curcuma Ethanol Extract: Antioxidant Activity and Physical Properties of Films^[4] 被引频次最高,为8次,其在核心期刊 Food Hydrocolloids 发表。该文提出使用姜黄乙醇提取物制备明胶基薄膜并评价膜的物理特性和天然抗氧化剂提取法对膜品质的影响。在明胶质量分数分别为0, 5, 50, 100, 150, 200 g/100 g 条件下,加入姜黄乙醇提取物,研究薄膜的颜色参数、光传输、光泽度、显微结构、红外光谱特征、力学性能、水分含量、水溶物、透水性和抗氧化能力。研究结果表明,明胶基薄膜中加入姜黄乙醇提取物可以增加对紫外光和可见光的阻隔,其中交互酚类化合物和明胶共混,可能具有改进其力学性能和降低水溶性物质渗透性的作用。加入姜黄乙醇提取物能够赋予明胶产品更好的阻隔性能和抗氧化能力。

1# 聚类文献数为49篇,聚类关键词为 GW100 (G0W0 分子系统基准),其中以 M. J. van Setten 等人的文章 GW100: Benchmarking G0W0 for Molecular Systems^[5] 被引频次最高,为8次,其在核心期刊 Journal of Chemical Theory and Computation 发表。该文提出了基于 perdw-burke-ernzerhof 融合的 G0W0 计算,这种 G0W0@PBE 分子广义梯度近似可测性结果可以作为 G0W0 的未来实现和计算参考。该计算光谱方法有助于解释实验光谱,从而可以预测一些未知材料的性能,对绿色包装材料的发展作出了重要的理论贡献。

2# 聚类文献数为42篇,聚类关键词为 silver nanoparticle (纳米纤维),其中以 C. D. Simão 等人的文章 Optical and Mechanical Properties of Nanofibrillated Cellulose: Toward a Robust Platform for Next-Generation Green Technologies^[6] 被引频次最高,为12次,在核心期刊 Carbohydrate Polymers 发表。由于纳米纤维具有较多优异性能,其在绿色包装与设备研究领域越来越受到重视,但在实际应用中的挑战依然很多。该文通过实验和建模的方式,阐释了纳米纤维在实际应用工程中的注意事项和可控措施,例如可以通过可逆控制来改变纳米纤维素的特性,提高纳米纤维性能扩展的潜力,为绿色包装技术转向实际应用作出了积极贡献。

3# 聚类文献数为32篇,聚类关键词为 lipid damage (脂质损伤),其中以 D. A. Pereira de Abreu 等人的文章 Evaluation of the Effectiveness of a New Active Packaging Film Containing Natural Antioxidants (from Barley Husks) that Retard Lipid Damage in Frozen Atlantic Salmon (*Salmo Salar* L.)^[7] 被引频次最高,为42次,在核心期刊 Food Research International 发表。作者以含有高水平不饱和脂肪酸且极易氧化变质的三文鱼作为研究对象,提出使用大麦稻壳提取物为天然抗氧化剂,以其改性食品包装薄膜,以延长食品的货架寿命,并通过测定过氧化值 (peroxide value, PV)、共轭二烯烃 (conjugated diolefins, CD)、共轭环烯过氧化物 (conjugated triene hydroperoxides, TH) 等值,验证了该活性食品包装安全可靠、绿色环保。

4# 聚类文献数为31篇,聚类关键词为 quality characteristic (质量特性),其中以 S. Sanz 等人的文章 Evolution of Quality Characteristics of Minimally Processed Asparagus During Storage in Different Lighting Conditions^[8] 被引频次最高,为6次,在核心期刊 Food Science 发表。该文研究了不同类型的照明光 (白色、绿色、红色和蓝色光) 对贮藏于 4 °C 条件下芦笋质量的影响。结果表明:绿色照明光对芦笋的贮藏质量参数会造成负面影响,显著缩短了芦笋的保质期;而蓝色照明光能够延长芦笋的保质期,不会产生有害物质,且在蓝色光下能够更好地向消费者进行展示。

3 绿色包装领域研究热点分析

利用 CitespaceIII 软件,绘制绿色包装研究热点图谱,共有47个节点、132条连线,除去“绿色包装”关键词,形成绿色包装领域的关键词共现网络,见图2。

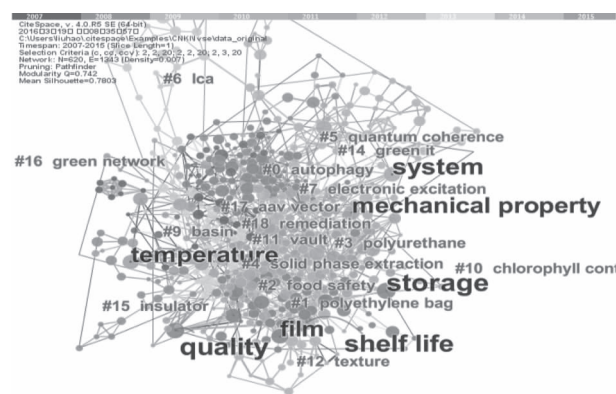


图2 关键词共现网络图

Fig. 2 Key words co-occurrence network graph

在关键词共现网络中,取前10个关键词按照被引频次排列,其排列结果见表2。

表2 频次前10位关键词
Table 2 Frequency of the top10 key words

被引频次	中心性	关键词
13	0.02	composite (合成物)
12	0.02	quality (质量)
11	0.01	system (系统)
10	0.01	mechanical property (机械性能)
10	0.01	storage (贮藏)
10	0.02	film (薄膜)
9	0.03	shelf life (保质期)
9	0.04	sustainable development (可持续发展)
8	0.01	reduction (简约)
8	0.03	nanocomposite (纳米复合材料)

关键词之间互有渗透,而且有一定融合,从而共同形成了一幅完整的绿色包装领域研究热点图。依照关键词聚类,结合关键文献做进一步梳理,可将全球近10a来绿色包装领域研究热点归纳为以下3个方面。

3.1 绿色包装材料研究

包装材料是包装工业的基础,其创新研发对包装工业的发展具有重要意义。film(薄膜)种类较多,包括塑料、胶黏剂、橡胶、光学薄膜、复合薄膜、超导薄膜、聚酯薄膜、尼龙薄膜、聚乙烯薄膜等。其中,聚酰胺与一般塑料相比具有耐磨、强韧、耐药性、耐热、耐寒、易成型、自润滑、无毒等优点,且氧气透过率低,因而聚酰胺薄膜在包装领域的应用较为广泛。在可降解塑料方面,因成本较高及其他因素,可降解包装薄膜多用于高档商品包装,且一般无法达到良好的抗菌要求。而其他产品的包装薄膜因不可降解或者降解周期太长,会对环境造成严重污染。Wu Yuehan 等人在其文章 Green and Biodegradable Composite Films with Novel Antimicrobial Performance Based on Cellulose^[9]中提出一种接枝壳聚糖氧化的纤维素膜,该薄膜的透光率约为80%,且具有优良的氧气阻隔性能及较好的抗菌性能,能够抗大肠杆菌及金黄色葡萄球菌,能有效延长被包装产品的保质期。此外,采用 sausage 模型测试其性能,结果表明,该材料比传统聚乙烯包装材料的性能更好,能被广泛应用于各种快餐食品、乳酸类食品、饮料等的包装。

nanocomposite(纳米复合材料)是指以树脂、橡胶、陶瓷和金属等基体为连续相,以纳米尺寸的金属、半导体、刚性粒子和其他无机粒子、纤维、纳米碳管等改性剂为分散相,通过适当的制备方法,

将改性剂均匀地分散于基体材料中,形成一相含有纳米尺寸材料的复合体系。绿色纳米银 AgNPs 是一种无毒、环保的复合材料,其合成方法简单、经济高效。Lukasz Klapiszewski 等人在其文章 Kraft Lignin/Silica-AgNPs as a Functional Material with Antibacterial Activity^[10]中报道,通过实验观察绿色纳米银对高级功能性二氧化硅/木质素杂化材料杂交种细菌生长的抑制作用,结果表明:绿色纳米银对人类致病菌铜绿假单胞菌有很好的抑制作用。另外,AgNPs/PS 纳米复合膜表现出优越的抗菌活性,尤其对革兰氏阴性菌、大肠杆菌、肺炎克雷伯菌、沙门氏菌、革兰氏阳性细菌和金黄色葡萄球菌等有着良好的抗菌性能,在绿色食品包装中具有广阔的应用前景。

3.2 绿色包装设计研究与发展

传统意义上的包装设计主要考虑的是保护产品及促销的功能。绿色包装设计需要考虑提高产品的保质期(shelf life)和适应不同的仓储(storage)环境,满足产品所需机械性能(mechanical property),能够在运输和装卸等作业环境下保证内装产品的质量。绿色包装设计以简约(reduction)为发展宗旨,以人与环境的和谐统一为最终目的。在保证包装设计符合客户要求的前提下,尽可能节约材料。Tobi Fadiji 等人在其文章 Susceptibility to Impact Damage of Apples Inside Ventilated Corrugated Paperboard Packages: Effects of Package Design^[11]中通过实验测试得出:采用通风瓦楞纸包装水果,能更好地保持冷藏链周围的气流,水果质量损失与搬运处理的机械损伤较小。同时,作者倡导遵循“用简化结构做不简单设计”的理念,并提出包装设计应尊重自然生态,尽量不对环境造成危害。

3.3 绿色包装法制建设

绿色包装的推行已成为必然趋势,各国也都已在实施,这和绿色包装法制建设密不可分。Wang Qi 在其文章 A Disquisition on the Idea and Approaches to Green Design Based on Sustainable Development^[12]中探讨了绿色包装设计不能仅仅止于装饰、美化和完善环境的功能,还应该担当起其社会责任和重视道德价值,并提出绿色包装相关法律法规应符合时代需要和坚持可持续发展方向。根据文献作者的国籍可以分析得出,德国、荷兰、日本等国家不断制定和完善相关法律,禁止过度包装以及限用有害环境的包装材料,实施包装减量化,发展包装后端产业,大力发展废弃物回收利用产业,并出资鼓励企业研究及应用可降解包装材料。联合国环境部也通过了多

展阶段,绿色包装研究主题出现了显著转变,edible films(可食性薄膜)、natural antioxidants(天然抗氧化物)、silver nanoparticles(银纳米粒子)、green tea(绿茶)等关键词成为该阶段绿色包装研究的主导。Ferreira Mariana SI等人在其文章Edible Films and Coatings Based on Biodegradable Residues Applied to Acerolas (*Malunificolia Punicifolia* L.)^[16]中通过膜解决方案进行微生物感官分析,以评估可食性材料的可接受性和安全性,得出该种材料适宜多种瓜果蔬菜包装。从动物或者植物内部提取有效成分,利用新的高分子合成技术。这种包装技术改变高分子包装材料的结构单元,以此代替传统塑料包装,成为这一阶段包装行业的热门技术。这种包装技术可用于快餐、调味品、食品等多种类别的产品包装,逐步满足包装国际化、规范化、通用化需求,并有效解决包装材料与环境保护之间的矛盾^[17]。

4 结语

在绿色包装研究领域,不管是绿色包装材料的研发,还是包装结构设计的创新、包装制度的完善等方面,相关学者都做了大量工作。从改善被包装物特性以满足绿色包装要求,到控制包装物对环境的危害,针对某一类产品进行特定包装或设计并研究其效果,再到研发绿色包装材料,尤其是多产品通用包装,这一发展演变逐步使绿色包装研究成为业内关注的焦点。国际绿色包装的发展演变研究有利于国内学者对绿色包装的清晰界定,有助于国内学者明确绿色包装的发展方向和最终目标,以加快实现我国包装产业由绿色包装向生态包装的过渡,推进国内绿色包装的快速健康发展^[18-20]。

参考文献:

- [1] 邱均平, 苏金燕, 雄尊妍. 基于文献计量的国内外信息资源管理研究比较分析[J]. 中国图书馆学报, 2008, 34(5): 37-45.
- [2] 李强彬, 王 宁. 群体性事件治理研究 20 年: 主要进展与展望: 基于 CNKI (1994—2013) 数据的分析[J]. 学术论坛, 2014(12): 122-126.
- [3] LI Qiangbin, WANG Ning. Governance Research Group Events in 20 Major Progress and Prospect: Based on CNKI (1994—2013), the Analysis of the Data[J]. Academic Forum, 2014(12): 122-126.
- [4] 兰 天, 何小凤. 2005—2009 年《图书馆学研究》载文被引统计分析[J]. 农业网络信息, 2011(5): 98-100.
- [5] LAN Tian, HE Xiaofeng. Citation Analysis on Researches in Library Science During 2005—2009[J]. Agriculture Network Information, 2011(5): 98-100.
- [6] BITENCOURT C M, FÁVARO-TRINDADE C S, SOBRAL P J A, et al. Gelatin-Based Films Additivated with Curcuma Ethanol Extract: Antioxidant Activity and Physical Properties of Films[J]. Food Hydrocolloids, 2014, 40(10): 145-152.
- [7] SETTEN M J V, CARUSO F, SHARIFZADEH S, et al. GW100: Benchmarking G0W0 for Molecular Systems [J]. Journal of Chemical Theory and Computation, 2015, 11(12): 5665-5687.
- [8] SIMÃO C D, REPARAZ J S, WAGNER M R, et al. Optical and Mechanical Properties of Nanofibrillated Cellulose: Toward a Robust Platform for Next-Generation Green Technologies[J]. Carbohydrate Polymers, 2015, 126: 40-46.
- [9] DE PEREIRA ABREU D A, PASEIRO Losada P, MAROTO J, et al. Evaluation of the Effectiveness of a New Active Packaging Film Containing Natural Antioxidants (from Barley Husks) That Retard Lipid Damage in Frozen Atlantic Salmon(*Salmo salar* L.)[J]. Food Research International, 2010, 43(5): 1277-1282.
- [10] SANZ S, OLARTE C, AYALA F, et al. Evolution of Quality Characteristics of Minimally Processed Asparagus During Storage in Different Lighting Conditions[J]. Journal of Food Science, 2009, 74(6): S296-S302.
- [11] WU Yuehan, LUO Xiaogang, LI Wei, et al. Green and Biodegradable Composite Films with Novel Antimicrobial Performance Based on Cellulose[J]. Food Chemistry, 2015, 197: 250-256.
- [12] KLAPISZEWSKI Lukasz, RZEMIENIECKI Tomasz, KRAWCZYK Magdalena, et al. Kraft Lignin/Silica: Agnps as a Functional Material with Antibacterial Activity[J]. Colloids and Surfaces B: Biointerfaces, 2015, 134: 220-228.
- [13] FADIJI Tobi, COETZEE Come, PATHARE Pankaj, et al. Susceptibility to Impact Damage of Apples Inside Ventilated Corrugated Paperboard Packages: Effects of Package Design[J]. Postharvest Biology and Technology, 2015, 111: 286-296.
- [14] WANG Qi. A Disquisition on the Idea and Approaches to

- Green Design Based on Sustainable Development[J]. Materials Processing Technology, 2012(6): 2978-2981.
- [13] 孙 湛. 中国应对国外绿色包装壁垒的对策[J]. 包装学报, 2012, 4(3): 64-67.
- SUN Zhan. The Countermeasures of China Against Foreign Green Packaging Barrier[J]. Packaging Journal, 2012, 4(3): 64-67.
- [14] AN Guohua, MUKKER Jatinder Kaur, DERENDORF Hartmut. Enzyme- and Transporter-Mediated Beverage-Drug Interactions: An Update on Fruit Juices and Green Tea[J]. Journal of Clinical Pharmacology, 2015, 55(12): 1313-1331.
- [15] DE PEREIRA ABREU D A, CRUZ J M, PASEIRO LOSADA P. Active and Intelligent Packaging for the Food Industry[J]. Food Reviews International, 2012, 28(2): 146-187.
- [16] FERREIRA Mariana SI, ANA Elizabeth C Fai, ANDRADE Crisina T, et al. Edible Films and Coatings Based on Biodegradable Residues Applied to Acerolas (*Malpighia Punicifolia* L.)[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2015, 96(5): 1634-1642.
- [17] 刘文良. 困惑与超越: 走出绿色包装的误区[J]. 包装学报, 2010, 2(3): 39-43.
- LIU Wenliang. Puzzling and Surmounting: Step Out of Misunderstandings Surrounding Green Packaging[J]. Packaging Journal, 2010, 2(3): 39-43.
- [18] 李正军. 绿色包装对低碳物流的影响[J]. 包装学报, 2011, 3(4): 66-69.
- LI Zhengjun. Influence of the Environmental Packaging on Low-Carbon Logistics[J]. Packaging Journal, 2011, 3(4): 66-69.
- [19] 詹 艳. 绿色包装: 各国法制新进展及对我国立法的思考[J]. 包装学报, 2010, 2(2): 52-55.
- ZHAN Yan. Green Package: New Development in Law and the Reference to China[J]. Packaging Journal, 2010, 2(2): 52-55.
- [20] 刘言松, 曹巨江. 我国绿色包装研究进展[J]. 包装与食品机械, 2014, 32(1): 60-64.
- LIU Yansong, CAO Jujian. The Progress and Trend of the Green Packaging Researching in China[J]. Packaging and Food Machinery, 2014, 32(1): 60-64.
- (责任编辑: 徐海燕)

.....

《包装学报》被评为“2016年度中国高校优秀科技期刊”

据中国高校科技期刊研究会网站 (<http://www.cujs.com/index.asp>) 发布的“杰出·百佳·优秀科技期刊入选名单公示”,《包装学报》被评为“2016年度中国高校优秀科技期刊”。

此次评选在利用全文数据库、检索数据库和评价机构等的有关评价成果的同时,采用分类、分层次遴选方法,对参评期刊所获荣誉、传播与利用效应、学术影响力与行业影响力、政治与编辑出版质量等进行全面评价,择优遴选。

这是《包装学报》继2015年“第三届中国高校科技期刊优秀网站”“中国高校技术类优秀期刊”后获得的又一殊荣。