

科学知识图谱视角下国际绿色包装科研中的合作性分析

doi:10.3969/j.issn.1674-7100.2017.03.001

魏风军 刘 浩

河南科技大学

包装工程系

河南 洛阳 471023

摘 要: 深度剖析国际期刊刊载的与绿色包装相关的文献, 探讨科研合作在团队中的重要性, 追踪绿色包装的研究动态, 为绿色包装领域的科研人员提供一定理论参考。对 Web of Science 核心合集 2007—2015 年收录的 1 252 篇以“green package”或“green packaging”为关键词的文献进行梳理和分析; 利用 Citespace III 软件, 挖掘国际绿色包装领域的核心作者、研究机构、国家地区之间的合作关系, 并对关键点进行详尽阐述。研究表明: 在国际绿色包装研究中文献合著率维持在较高水平; 高产作者合著团队众多, 形成了比较稳定的合著研究结构; 大部分具有重要学术影响力的文献合著人数为 2 以上, 因此合作团队人数以 3~6 最佳; 国际机构间合作的宽度和广度不断加大, 美国处于所有合作国家中心, 中心度为 0.56, 几乎所有的国家与其都建立了合作关系。

关键词: 绿色包装; 可视化分析; 合著团队; 合作关系

中图分类号: G350; TB48

文献标志码: A

文章编号: 1674-7100(2017)03-0001-08

1 研究背景

所谓科研合作, 就是科研人员的个人与个人、个人与团体、团体与团体之间为完成同一科研任务而彼此按照计划协同合作的一种劳动形态, 是导向学科创新、实现创新、促进创新的有效途径之一。它既是学术性的产业活动过程, 又是产业性的学术活动过程。作为各个学科的科研生产要素间和各要素内部次要素之间的桥梁和纽带, 科研合作贯穿于科研过程的始终, 成为科研生产诸要素的结合形式^[1]。随着社会的发展和知识的丰富多样, 科研合作也显得日趋重要, 绿色包装领域亦不例外。

自 1979 年以来, 我国政府先后颁布了《中华人

民共和国环境保护法》《固体废物防治法》《水污染防治法》《大气污染防治法》等 4 部专项法和 8 部资源法, 30 多项环保法规中明文规定了包装废弃物的管理条款, 倡导绿色包装^[2]。1980 年, 中国包装技术协会成立; 1984 年, 我国政府开始实施环保标识制度; 自 1985 年起, 国内各大高校开设包装工程专业, 从事包装工程教育, 绿色包装的研究也逐步兴起, 虽然其发展历程只有 30 多年, 然而绿色包装研究在中国乃至国际上引起了强烈关注, 绿色包装相关科研成果不断涌现, 其在多个学科分支上也取得了不可忽视的成绩。但统计发现, 国内绿色包装研究大多局限于理论、管理模式等方面的研究, 产业化导向不足, 与发达国家相比还有较大差

收稿日期: 2017-01-08

基金项目: 河南省教育厅自然科学计划基金资助项目(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, 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

距^[3]。习近平总书记在十八届五中全会上强调：实现“十三五”时期发展目标，破解发展难题，厚植发展优势，必须牢固树立并切实贯彻创新、协调、绿色、开放、合作、共享的发展理念，这是关系我国发展全局的一场深刻变革。

科学知识图谱可视化（Citespace III）是通过将应用数学、图形学、信息可视化技术、信息科学等学科的理论方法与计量学引文分析、共现分析方法结合，并利用可视化的图谱形象地展示学科的核心结构、发展历史、前沿领域以及整体知识架构达到多学科融合目的的现代理论^[4]。Citespace III 能将抽象的数据以可视化的形式进行直观展示，以挖掘数据、发现规律和制定决策，可知利用 Citespace III 处理数据的流程为数据采集、数据处理、参数功能选择、可视化和解读。目前，科学知识图谱可视化在管理、教育、体育等社会科学领域应用广泛，同时在医学、材料、计算机等自然科学领域也获得了一定应用。

目前，对国际绿色包装领域的科研人员、科研机构、国家地区之间的合作关系等的研究尚未有提及。科技合作会催生丰硕的科技成果，这些成果主要以论文、报告等形式出现。科技合作现象折射到期刊这种文献载体中就形成了期刊论文的合著现象，因此对于期刊论文合著现象的研究是研究科研合作问题的重要途径之一。因此，本文利用科学知识图谱可视化，分析国际绿色包装科研的合作状况，以追踪绿色包装领域的研究现状和变化趋势，希冀为国内绿色包装研究及其发展提供参考。

2 数据来源与处理方法

本研究于2016年11月26日进行数据检索，在Web of Science 数据库核心合集^[5-6]中，以“green package”或“green packaging”为关键词，采集2007—2015年1 252篇符合要求的学术论文。通过Citespace III 等软件，对绿色包装领域的作者、研究机构、国家地区之间的合作关系进行可视化分析，由此展示国际绿色包装领域近10 a的合作研究现状与规律，明晰国内外绿色包装的研究差异，以期为我国绿色包装的发展提供参考。

3 结果与分析

3.1 文献合著情况分析

2007—2015年国际期刊刊载的与绿色包装相关

的文献合著情况如表1和图1所示。文献合著率指的是合著的文献数与全部文献数之比，在科学计量学中通常用来表征某一学科的合作情况。

表1 2007—2015年文献合著情况统计表

Table 1 Co-authorship statistics of year 2007—2015

年份	文献量 / 篇	篇均作者数 / 人	合著量 / 篇	合著率 / %
2007	106	4.3	103	97
2008	89	4.0	83	93
2009	94	3.9	93	99
2010	109	4.1	107	98
2011	138	3.7	128	93
2012	149	3.5	140	94
2013	145	4.1	141	97
2014	186	3.7	181	97
2015	236	4.2	226	96
合计	1 252	3.9	1 201	96

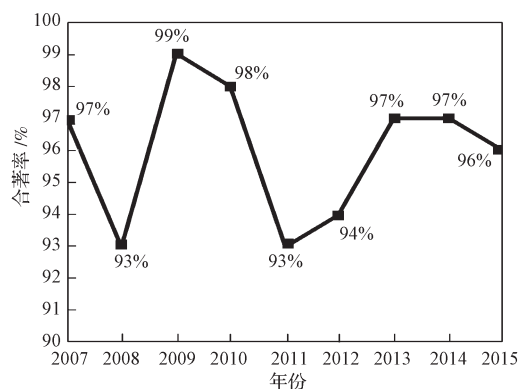


图1 2007—2015年文献合著率统计图

Fig. 1 Statistic of co-authored rate 2007—2015

由表1、图1可以看出：

1) 2007—2015年绿色包装领域的发文量呈现先降低后增加的变化趋势，这说明研究队伍逐渐壮大，相关研究成果不断增加。

2) 2007—2015年文献合著率维持在96%左右，文献合著率最高为2009年的99%，最低为2008和2011年的93%。

3) 2007—2015年文献篇均作者数约为3.9人。2007年文献篇均作者数最高，约为4.3人。2011年和2014年篇均作者数最低，约为3.7人。

可见在国际绿色包装研究中科研人员之间的合作强度之大，该现象的出现与绿色包装研究的性质是分不开的。绿色包装学科是物理学、化学、材料学、美学、管理学、艺术学、设计学等多学科的交叉融合与延伸，从而促使了不同学科的科研人员之间的合作^[7]。可知，在未来的绿色包装研究中，文献合作率会保持在一个较高的范围内。

3.2 高产作者的合著情况分析

“洛特卡”定律表明科学研究的产出率在作者间分布是不均匀的。因此, 将发文较多、影响较大的作者集合称之为高产作者。高产作者可以作为衡量一个学科发展水平的依据。分析高产作者的合著情况有利于展现学科发展的 2 个维度: 深度与广度, 有利于了解学科信息的流通性和作者合作关系的稳定性, 从而通晓该领域的研究热点和行业的生态环境。因此, 本文拟对绿色包装领域高产作者合著的广度和深度来剖析高产作者之间的相互关系。

受篇幅限制, 本文只截取了前 24 名高产作者, 2007—2015 年高产作者的合著情况如表 2 所示。由表 2 可以看出, 2007—2015 年前 24 名高产作者的文献合著量在 3 篇以上。这说明随着科学技术的飞速发展, 导致绿色包装领域科学和技术创新的难度相对于现有的可利用资源而言越来越大, 创新周期也越来越长。

表 2 2007—2015 年高产作者合著情况
Table 2 High yield authors of 2007—2015

姓 名	合著量 / 篇	姓 名	合著量 / 篇
C. Nerin	8	V. Romero-Gil	4
Kim K. S.	7	F. Rodriguez-Gomez	4
Do Y. R.	7	F. N. Arroyo-Lopez	4
Oh J. H.	5	R. C. Marques	4
Xiao H. N.	5	Zhang X.	4
Lee D. S.	5	Zhang Z.	4
A. F. Garrido	5	Zhang M.	4
R. Bruschi	5	Zhang L.	4
N. F. Da Cruz	5	C. Spence	4
Luo Y. G.	5	S. Avancha	4
Wang X. Y.	5	R. Bolla	4
P. Garcia-Garcia	5	M. V. Gonzalez-Rodriguez	4

采集由多个作者合著的 1 201 篇文献, 利用 CiteSpace III 分析工具绘制了作者合作网络图, 如图 2 所示。图 2 显示了作者间合作次数为 2 以上、合著人数为 3 以上的作者合著情况。网络图谱中的每个节点代表一个作者, 每个作者与其他作者的联系越多, 节点就越大; 节点之间的连线代表 2 个作者之间合作发表文献的情况, 合作次数越多, 连线越粗。具有重要学术影响力的作者不仅是高产作者, 还会因其研究思想的传播而拥有较多的合作者, 这样的学者更可能成为一个研究团队的核心, 其思想往往成为一个团队的主流思想。

由图 2 可知, 作者合作网络分为 2 种类型: 对角

四边形结构和放射状结构。

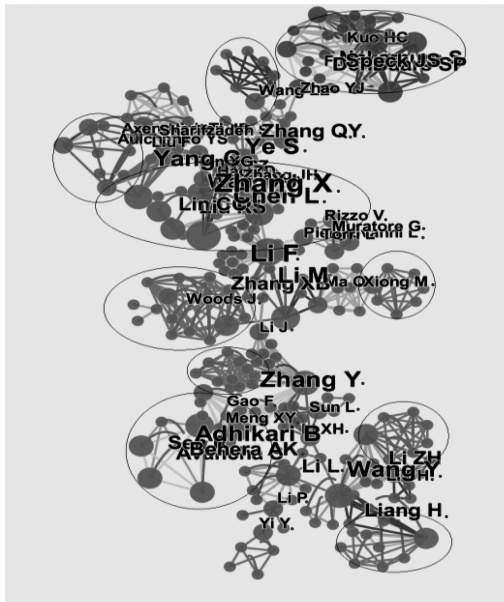


图 2 2007—2015 年高产作者合著图
Fig. 2 Map of high yielding authors 2007—2015

1) 对角四边形结构。

对角四边形结构由 4 个节点组成, 每个节点与其余的 3 个节点相连, 不存在中心节点。该网络结构增强了团队的信息流通性, 即使某个节点消失, 合作网络也能够维持原状^[8]。对角四边形结构的研究团队有“Park H. K.、Oh J. H.、Eo Y. J.、Do Y. R.”“A. K. Behera、R. Sen、S. Avancea、B. Adhikari”“J. F. Conway、F. L. Homa、K. Toropova、J. B. Huffman”“C. Olarte、S. Sanz、F. Ayala、J. F. Echavarri”等。

著名的 Oh J. H. 是韩国国民大学化学系教授, 专注于包装材料及物理学方面的研究, 是绿色包装材料研究的重要贡献者之一, 在国际核心期刊发表论文 20 余篇, 出版专著 6 部, 这些研究成果都与“high color quality LED”“nanophosphor LED”“AgInSCuInS”等相关。Oh J. H. 于 2015 年在期刊 *Journal of Materials Chemistry C* 发表 *Synthesis of Narrow-Band Red-Emitting K₂SiF₆: Mn⁴⁺ Phosphors for a Deep Red Monochromatic LED and Ultrahigh Color Quality Warm-White LEDs* 一文, 提出了通过改变原子核生长温度和时间, 利用热注射和化学合成制作无毒经济的包装材料方法。该文被引频次为 31, 下载量为 145 次。

著名的 A. K. Behera 是印度理工学院生物技术系教授, 专注于化学和高分子科学方面的研究, 是高分

子领域的专家,在国际核心期刊发表论文26篇,出版专著4部,这些研究成果都与“biodegradation”“green composite”“jute fabric”“soy milk”有关,且他提出的理论被很多学者发扬光大。A. K. Behera等人于2012年在核心期刊 *Carbohydrate Polymers* 发表 *Fabrication and Characterizations of Biodegradable Jute Reinforced Soy Based Green Composites* 一文,提出麻纤维增强大豆基复合材料具有很好的可降解性能,能够作为塑料的替代品。该文被引频次为34,下载量为231次。

2) 放射状结构。

放射状结构是由相互联系的4个及以上节点组成的更加复杂的合作网络,即由中心节点向四周散开。团队的中心节点是沟通其他学者的桥梁与纽带,一旦该节点消失,则整个团队将失去平衡。该结构可以借助中心节点以实现信息共享和交流合作^[9]。属于该结构的团队有“C. L. de Dicastillo, C. Nerin, P. Alfaro, R. Catalá, R. Gavara, P. Hernández-Muñoz”“Kim K. S., Zhao Y., Jang H., Lee S. Y., Kim J. M., Kim K. S.”“M. V. Cherrier, V. A. Kostyuchenko, Xiao C., V. D. Bowman, A. J. Battisti, Yan X. D., P. R. Chipman, T. S. Baker, J. L. Van Etten”。

Kim K. S. 是韩国成均馆大学化学系教授,专注于化学科学方面的研究,是化学科学领域的殿堂级大师,在国际核心期刊发表论文330篇,出版专著212部,其研究成果与“epitaxial graphene”“silicon”“oxide”相关。Kim K. S. 等人于2009年在期刊 *Advances in Natural Sciences-Nanoscience and Nanotechnology* 发表 *Large-Scale Pattern Growth of Graphene Films for Stretchable Transparent Electrodes* 一文,利用化学气相沉积法在薄镍层制备大面积的石墨烯薄膜方法,并将石墨烯转移到任意基板,转移后的石墨烯表现出更好的物理性能和力学性能,能大范围的代替其性能相仿的材料。该文掀起了石墨烯的研究高潮,被引频次为4994,下载量为12832次。

C. Nerin 是西班牙萨拉戈萨大学分析化学系教授,专注于生物化学与分子生物学方面的研究,在国际核心期刊发表文献128篇,出版专著45部,其研究成果都与“microextraction techniques”“solid phase microextraction (SPME)”“liquid phase microextraction (LPME)”“hollow fiber liquid phase microextraction (HFLPME)”“subcritical water extraction (SWE)”等相关。C. Nerin 等人于2009年在期刊 *Analytical*

and Bioanalytical Chemistry 发表 *Critical Review on Recent Developments in Solventless Techniques for Extraction of Analytes* 一文,通过理论分析和矩阵组织技术证实了无溶剂萃取技术的可行性,并提出了该技术的应用前景。该文被引频次为176,下载量为387次。

从上述分析结果可知,高产作者发表的论文都具有较高影响力,高产作者对包装学科的发展起到非常重要的作用。

3.3 具有重要学术影响力的文献合著情况分析

可以从2个方面对文献质量进行评价:一是期刊影响力;二是文献的被引频次。本文主要针对第2个方面进行分析。根据统计分析,国际核心期刊和非核心期刊所刊载论文的平均被引频次之比为9:1,因此从某种程度来讲,文献的质量和被引频次有着直接的关系,即文献的被引频次越高,则该文献质量越高、学术影响力越大^[10]。在此,本文分析2007—2015年被引频次在20以上的文献合著状况,统计结果如图3和表3所示。

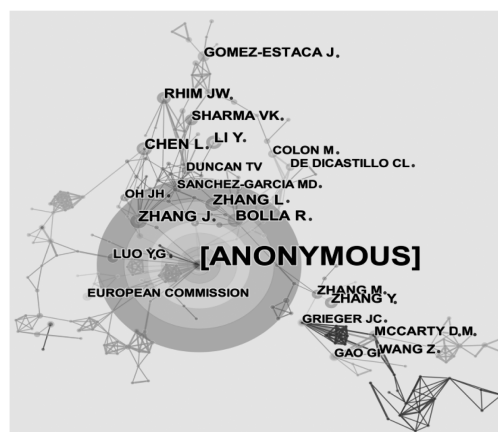


图3 2007—2015年具有重要学术影响力的文献合著统计图

Fig. 3 Map of co-authors of academic influential papers 2007—2015

从表3可知,文献的最高被引频次为1182,最低为24。被引频次排前三名的文献情况如下。

被引频次最高的文献是 *Silver Nanoparticles: Green Synthesis and Their Antimicrobial Activities*, 2009年发表于 *Advances in Colloid & Interface Science*, 团队人数为3。该文概述了银纳米粒子(AgNPs)的绿色合成方法,通过绿色合成方法制备的银纳米粒子具有对环境无害、抗菌性能更高等优点,尤其是对Gram阳性细菌和革兰氏阴性细菌的抗菌效果最佳。该课题组主张将银纳米粒子应用于医疗包装或空气净化。

被引频次次之的是 *Applications of Nanotechnology in Food Packaging and Food Safety: Barrier Materials, Antimicrobials and Sensors*, 2011 年发表于 *Journal of Colloid & Interface Science*, 团队人数为 1。作者对食品包装和食品安全中纳米材料的应用进行了回顾, 包括聚合物 / 黏土纳米复合材料等高阻隔性包装材料和抗菌剂纳米银, 还针对目前的商业状态及纳米材料对健康的影响进行了讨论。

被引频次排第三的是 *Morphology and Barrier Properties of Solvent Cast Composites of Thermoplastic Biopolymers and Purified Cellulose Fibers*, 2008 年发表于 *Carbohydrate Polymers*, 团队人数为 3。课题组

分析了含有纯化的阿尔法微纤维素的热溶剂浇铸效果, 将聚羟基丁酸戊酸酯 (poly-(hydroxybutyrate-co-hydroxycalerate), PHBV) 和聚己内酯 (polycaprolactone, PCL) 纤维作为填料, 得到含量函数, 制备纯化纤维素, 实验结果表明, 该纯化纤维素可以增强热塑性、阻隔性能, 可应用于包装膜。

根据上述分析, 得到的结论如下: 团队合作更有利于创造高质量的学术成果; 团队合作的人数不是越多越好, 以 3~6 人最佳, 该合作方式能更明确每个人的职责和义务, 将团队合作的优势发挥得淋漓尽致; 高被引的文献所涉及的领域一般是包装材料, 可见绿色包装的主要研究方向与包装材料联系紧密^[11-12]。

表 3 2007—2015 年具有重要学术影响力的文献一览表
Table 3 Details of academic influential papers of 2007—2015

文 献 题 名	期刊名称	作者数 / 人	被引频次
<i>Silver Nanoparticles: Green Synthesis and Their Antimicrobial Activities</i>	<i>Advances in Colloid & Interface Science</i>	3	1 182
<i>Applications of Nanotechnology in Food Packaging and Food Safety: Barrier Materials, Antimicrobials and Sensors</i>	<i>Journal of Colloid & Interface Science</i>	1	318
<i>Morphology and Barrier Properties of Solvent Cast Composites of Thermoplastic Biopolymers and Purified Cellulose Fibers</i>	<i>Carbohydrate Polymers</i>	3	63
<i>Upconversion Luminescence Properties of Er³⁺-Bi³⁺ Codoped CaSnO₃ Nanocrystals with Perovskite Structure</i>	<i>Journal of Nanoscience & Nanotechnology</i>	6	59
<i>Incorporation of Antioxidant Borage Extract into Edible Films Based on Sole Skin Gelatin or a Commercial Fish Gelatin</i>	<i>Journal of Food Engineering</i>	4	58
<i>Effect of Modified Atmosphere Packaging on the Persistence and Expression of Virulence Factors of Escherichia Coli O157:H7 on Shredded Iceberg Lettuce</i>	<i>Journal of Food Protection</i>	6	37
<i>Performance Enhancement of Multilevel Cell Nonvolatile Memory by Using a Bandgap Engineered High-Kappa Trapping Layer</i>	<i>Applied Physics Letters</i>	8	35
<i>The Green Abstraction Layer: A Standard Power-Management Interface for Next-Generation Network Devices</i>	<i>IEEE Internet Computing</i>	10	26
<i>Development of New Antioxidant Active Packaging Films Based on Ethylene Vinyl Alcohol Copolymer(EVOH) and Green Tea Extract</i>	<i>Journal of Agricultural & Food Chemistry</i>	6	25
<i>Mechanical and Barrier Properties of Biodegradable Soy Protein Isolate-Based Films Coated with Polylactic Acid</i>	<i>LWT-Food Science and Technology</i>	6	23

3.4 研究机构合著情况分析

本文从 Web of Science 采集了 2007—2015 年与绿色包装相关的文献作为数据样本, 利用 Citespace III 对国际绿色包装研究机构的合作状况进行了研究。图 4 为 2007—2015 年机构合著情况分布图。图中各点分别代表各个机构, 点的大小代表该机构的合作次数, 顶点越大说明该机构与其它机构的合作次数越多; 连线代表 2 个机构的合作关系, 连线越多说明该机构与其它机构的合作越广泛, 连线的粗细表示机构间的合作力度, 连线越粗, 机构间的合作力度越大, 连线的颜色对应合作的年度^[13]。

由图 4 可知, 国际绿色包装研究机构之间的合作

关系较为密切。2009 年之前国际机构的合作网络主要以中国科学院、德国德累斯顿科技大学、东京科技大学、中国台湾国立交通大学为主, 其中以中国科学院为中心节点。2009—2014 年合作机构以美国北卡罗来纳大学、比利时天主教鲁汶大学、中国东北大学、英国利兹大学、英国剑桥大学、葡萄牙新里斯本大学为核心, 并且其他的区域合作也在不断地展开。2015 年国际绿色包装机构间的合作关系最为紧密广泛, 也出现了较多的合作群, 如以美国佛罗里达大学、美国普渡大学、美国康涅狄格大学、中国南方医科大学、美国农业部农业研究局组成了强强合作网络, 以中国清华大学、英国牛津大学、德国卡尔斯鲁厄理工学院、

西班牙瓦伦西亚大学为中心的合作网络。

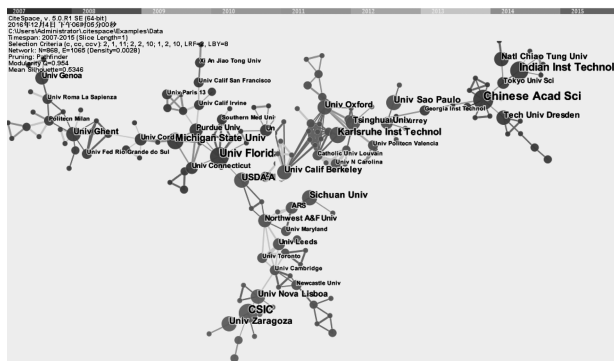


图4 2007—2015年机构合著状况分布图
Fig. 4 Distribution diagram of collaborative institutions 2007—2015

3.5 国家地区合作情况分析

利用 Web of Science 的分析功能得出各个国家或地区的文献数量,再使用 Citespace III 分析了绿色包装的国家地区合作状况,如图5所示。

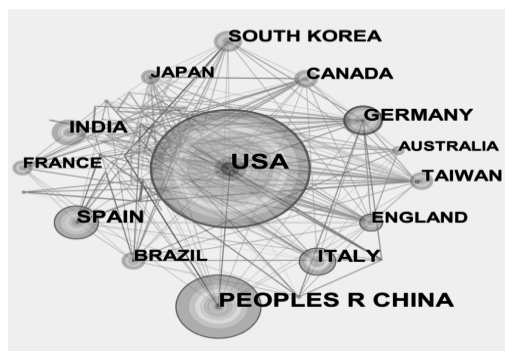


图5 2007—2015年国家地区合著分布图
Fig. 5 Distribution map of partnership among countries 2007—2015

图5中,节点大小代表国家或地区的发文量,节点之间的连线代表合作关系^[14]。从文献所属的国别来看,美国的研究文献最多,有311篇,占总文献量的25%,这说明美国在绿色包装研究领域占据绝对领先地位,并在这一领域相对成熟。中国169篇、西班牙93篇分列第2、3位,占总文献量的14%和7%,这说明绿色包装也引起了中国和西班牙的高度重视,2个国家都做出了一定成绩,获得了国际的认可,建立了较为完善的绿色包装理论体系,也具备了向实际产业化生产转型的条件。在绿色包装材料方面,美国、英国、日本、西班牙等国家并驾齐驱。在绿色包装管理方面,中国与美国、德国、意大利走在世界前列。

美国作为绿色包装领域的强家,与自身的学科实力有关,当然还与合作共享是分不开的。由图5可知,

美国处于所有合作国家的中心,中心度为0.56,几乎所有的国家与其都建立了合作关系。与美国联系最紧密的国家是中国(包括台湾省)、韩国、德国、意大利、日本,与中国联系最紧密的有德国、加拿大、英国、美国。

4 结论

本文对从 Web of Science 数据库核心合集采集了2007—2015年与绿色包装相关的1252篇文献进行研究,利用 Citespace III 分析了高产作者合著、高影响力文献合著及其机构地区合作情况。由分析结果可知,国际绿色包装已经成为科学领域的研究热点,并在实际生活中应用越来越广泛,作者合著趋势也愈发明显^[15-16]。

1) 国际绿色包装的合著率随着时间的推移变化不大,维持在96%左右,预计这一现状会长期持续下去。

2) 高产作者合著呈现2种合作结构。一种是以“Park H. K.、Oh J. H.、Eo Y. J.、Do Y. R.”“A. K. Behera、R. Sen、S. Avancea、B. Adhikari”等为代表的对角四边形结构;另一种是以“C. L. de Dicastillo、C. Nerín、P. Alfaro、R. Catalá、R. Gavara、P. Hernández-Muñoz”“Kim K. S.、Zhao Y.、Jang H.、Lee S. Y.、Kim J. M.、Kim K. S.”为代表的放射状结构。

3) 具有重要学术影响力的文献作者合著以3人以上居多,因此,团队合作以3~6人最佳。具有重要学术影响力的文献与包装材料有关,可知,今后绿色包装的主要研究方向与包装材料联系紧密。

4) 机构合著状况呈现一定阶段性。2007—2009年国际机构的合作网络主要以中国科学院为中心,2010—2014年主要以美国北卡罗来纳大学和剑桥大学为中心,2015年主要以美国佛罗里达大学和中国清华大学为中心。

5) 国家或地区之间的合作广泛而紧密。美国的研究文献最多,有311篇,占总文献量的25%,中国、西班牙紧随其后。美国处于所有合作国家的中心,中心度为0.56,几乎所有的国家与其都建立了合作关系。

根据以上研究结果,可得绿色包装研究需要打破闭塞,加强不同学术思想之间的碰撞和交流,促使国际间重要项目的深度合作,从而取得实质性的科研成果,当然这还有赖于更加完善的国际合作研究体系及

激励措施来引导^[11]。

参考文献:

- [1] 谢彩霞, 刘则渊. 科研合作及其科研生产力功能 [J]. 科学技术与辩证法, 2006, 23(1): 99-112.
XIE Caixia, LIU Zeyuan. Science Collaboration and Its Function of Productivity[J]. Science, Technology and Dialectics, 2006, 23(1): 99-112.
- [2] 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.
- [3] 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.
- [4] 佚名. 知识图谱 [EB/OL]. [2016-03-25]. http://baike.baidu.com/link?url=1hGTvdiMeLiUKvvf0W91ySCmyJRPfWmfEry6cWE4-9wvaVfAxcRecloQMjxFNpPxdfRA6gfUtHIJIC_O3DXin-5yUNP_fUKODz74FguVIPKJsk0bDAktZTFOWyCRaORB.
Anon. Knowledge Graph/Vault[EB/OL]. [2016-03-25]. http://baike.baidu.com/link?url=1hGTvdiMeLiUKvvf0W91ySCmyJRPfWmfEry6cWE4-9wvaVfAxcRecloQMjxFNpPxdfRA6gfUtHIJIC_O3DXin-5yUNP_fUKODz74FguVIPKJsk0bDAktZTFOWyCRaORB.
- [5] 张松涛, 李 毅, 刘迎雪, 等. 基于 Web of Science 的心脏性猝死研究文献文献计量分析 [J]. 心脏杂志, 2011, 23(6): 830-832.
ZHANG Songtao, LI Yi, LIU Yingxue, et al. Sudden Cardiac Death Based on Web of Science Research Paper Bibliometric Analysis[J]. Chinese Heart Journal, 2011, 23(6): 830-832.
- [6] 傅余洋子, 华薇娜. 基于 Web of Science 数据库中云计算研究文献的计量分析 [J]. 新世纪图书馆, 2013(7): 57-63.
FU-YU Yangzi, HUA Weina. Based on the Research of Cloud Computing in the Web of Science Database Analysis[J]. New Century Library, 2013(7): 57-63.
- [7] 李淑宇, 秦小燕, 蒲 放, 等. 基于知识图谱的国际工程学科教育研究可视化分析 [J]. 高等工程教育研究, 2015(3): 64-70.
LI Shuyu, QIN Xiaoyan, PU Fang, et al. Visualization Analysis of International Higher Engineering Education Based on Knowledge Mapping[J]. Research in Higher Education of Engineering, 2015(3): 64-70.
- [8] 魏风军, 贾秋丽, 刘 浩. 绿色包装领域核心文献、研究热点及前沿的可视化研究 [J]. 包装学报, 2016, 8(4): 1-7.
WEI Fengjun, JIA Qiuli, LIU Hao. Visualization Research on Core Literature, Research Focus and Frontiers in the Field of Green Packaging[J]. Packaging Journal, 2016, 8(4): 1-7.
- [9] 曹 焱. 体育科研文献合著状况分析: 基于知识图谱的 CSSCI 文献计量分析 [J]. 北京体育大学学报, 2012, 35(9): 49-54.
CAO Ting. Analysis on the Co-Author Status of the Sports Scientific Research Thesis: A Study Based on the Knowledge Map of CSSCI Literature Metrological Analysis[J]. Journal of Beijing Sport University, 2012, 35(9): 49-54.
- [10] 黄 璨. 产学研合作的必要性研究 [J]. 科技经济市场, 2009(1): 43-45.
HUANG Can. Research on the Necessity of Industry University Research Cooperation[J]. Science & Technology Economy Market, 2009(1): 43-45.
- [11] 王会杰, 谢彩霞. 科学知识图谱视角下科研中的合作性分析: 以 H 指数研究为例 [J]. 图书馆论坛, 2014(5): 24-28.
WANG Huijie, XIE Caixia. Study on Research Cooperation Under the Knowledge Graph Perspective: A Case Study on H-Index[J]. Library Tribune, 2014(5): 24-28.
- [12] 郑霄雯, 李 熊, 赵 英. 我国英语写作的研究态势分析及科研团队挖掘 [J]. 外语界, 2014(3): 70-77.
ZHENG Xiaowen, LI Xiong, ZHAO Ying. Analysis on Research Situation of English Writing and Research Team in China Mining[J]. Foreign Language World, 2014(3): 70-77.
- [13] 姜春林, 丁 莹. 关于我国高水平管理科学研究合作

- 现象的统计分析: 兼看第一作者年龄分布特征 [J]. 研究与发展管理, 2004, 16(1): 72-78.
- JIANG Chunlin, DING Kun. A Statistics Analysis on the High Qualitative Collaboration in Management Science Research in China: A Look into the Distribution of First Author's Ages[J]. R & D Management, 2004, 16(1): 72-78.
- [14] 石东波, 蒋洪清. 基于合著视角的高校图书馆学术合作分析: 以贵州高校为例 [J]. 内蒙古科技与经济, 2015(18): 124-126.
- SHI Dongbo, JIANG Hongqing. Analysis on Academic Cooperation in University Library Based on Co-author Perspective[J]. Inner Mongolia Science Technology & Economy, 2015(18): 124-126.
- [15] 戴宏民, 戴佩燕. 绿色包装发展的新趋势 [J]. 包装学报, 2016, 8(1): 82-89.
- DAI Hongmin, DAI Peiyan. New Trends in the Development of Green Packaging[J]. Packaging Journal, 2016, 8(1): 82-89.
- [16] 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 Jujiang. The Progress and Trend of the Green Packaging Researching in China[J]. Packaging and Food Machinery, 2014, 32(1): 60-64.

Analysis on Cooperation in International Green Packaging Scientific Research from the Perspective of Scientific Knowledge Map

WEI Fengjun, LIU Hao

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

Abstract: In-depth analysis of green packaging literature in international journals was made with the discussion of the importance of cooperation in research teams, which was conducive to tracking green packaging research trends and providing references and inspirations for researchers in the field of green packaging. 1 252 articles of Web of Science core collection 2007—2015 with the keywords of “green package” or “green packaging” were reviewed and analyzed, while software Citespace III was used to explore the cooperation among chief authors, research institutions, countries and regions, with the elaboration on key points. Research results showed that: the rate of writing in collaboration maintained a high level in international green packaging research; A big number of high yielding authors formed into stable collaboration research structures; Most of literatures with great academic influences claimed co-authors more than 2, with the optimal group number being 3~6 people; The width and length of international cooperation have ever been increasing, while the US was located in the center, boasting the center degrees of 0.56, with the partnership with almost all the other countries.

Keywords: green packaging; visual analysis; co-authored team; cooperative relationship