

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2017.06.026

聚乳酸基抗菌材料的研究进展^{*}

何依瑶¹, 张萍², 高德², 徐锋²

(1. 浙江大学生物系统工程与食品科学学院, 杭州 310058; 2. 浙江大学宁波理工学院, 浙江宁波 315100)

摘要: 分别介绍了聚乳酸基无机抗菌材料、有机抗菌材料及天然抗菌材料的研究现状, 提出了目前存在的问题, 并对聚乳酸基抗菌材料未来的发展趋势进行了展望。

关键词: 聚乳酸; 抗菌剂; 抗菌材料

中图分类号: TB34 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2017)06-0132-05

Research Process in Antibacterial Materials Based on Poly(lactic acid)

He Yiyao¹, Zhang Ping², Gao De², Xu Feng²

(1. School of Biosystems Engineering and Food Science, Zhejiang University, Hangzhou 310058, China;

2. Ningbo Institute of Technology, Zhejiang University, Ningbo 315100, China)

Abstract: The research progress of inorganic, organic and natural antibacterial materials based on poly(lactic acid) were introduced, current deficiencies were discussed and the future development trend of research on antibacterial materials based on poly(lactic acid) was prospected.

Keywords: poly(lactic acid); antibacterial agent; antibacterial material

在当前聚烯烃“白色污染”日益严重的情况下, 聚乳酸(PLA)作为一种可完全生物降解且加工性能良好的绿色环保型塑料已被世界各国认定为传统塑料的首选替代品^[1]。而随着塑料制品的普及应用和人类健康意识的提高, 塑料制品的安全卫生问题也逐渐成为各界人士共同关注的焦点之一。在纺织纤维、生物医药、食品包装等领域, 材料是否具有优异的抗菌性能是决定其实用性和长效性的重要指标之一, 因此抗菌塑料应用而生。抗菌塑料是将抗菌剂与聚合物抗菌载体通过一定的方法和技术制备而成的具有抑菌或杀菌活性的功能性材料^[2]。近年来, 聚合物基抗菌材料层出不穷, 而以 PLA 为载体的复合抗菌材料也不断涌现。同其它聚合物抗菌材料一样, PLA 基抗菌材料可根据其抗菌剂的成分性质划分为 3 大类: 无机抗菌材料、有机抗菌材料和天然抗菌材料。笔者针对 PLA 基抗菌材料的研究现状进行总结, 并对其进一步的发展方向进行展望。

1 PLA 基无机抗菌材料

1.1 金属离子型

金属离子型抗菌剂是通过离子交换或物理吸附等方式, 将游离金属离子或其化合物附加在多孔载体上制成的抗菌剂。在此类研究报道中, 添加入 PLA 基体的金属离子以 Ag^+ 和 Cu^{2+} 为主。

Ag^+ 抗菌剂具有抗菌长效性、广谱杀菌性、无耐药性及低挥发性等优点, 因此是研究最深且应用最广的无机抗菌

剂, 但银系抗菌剂易氧化变色, 制备工艺复杂, 故在实际应用中常将其制成纳米粒子。

E. E. Yalcinkaya 等^[3]将银纳米粒子 (AgNPs) 接枝于经界面活性剂处理过的纳米微晶纤维素 (CNC) 表面, 再与 PLA 共混制得新型多功能 PLA 基纳米复合薄膜。该三元复合材料保持了 PLA 原有的光学透明度, CNC 的加入显著提高了复合材料的结晶成核能力和热稳定性能, 而 AgNPs 则使薄膜对大肠杆菌和金黄色葡萄球菌的抑菌性得到较大提升。

A. P. D. O. Pizzoli 等^[4]借助酶交联法成功将 AgNPs 附着在 PLA/淀粉/明胶片材表面, 抑菌圈实验显示, AgNPs 作为表面交联层依然对蜡状芽孢杆菌、金黄色葡萄球菌、大肠杆菌以及铜绿假单胞菌具有较好的抗菌活性。

张硕等^[5]通过静电纺丝技术制备了分散性良好的 PLA/银纳米颗粒纤维材料, 发现仅需添加 0.2% 的银纳米颗粒, 即可在保证细胞相容性的同时, 赋予材料优异的杀菌性能, 因此适用于生物医疗等领域。

J. E. Bruna 等^[6]通过离子交换法改性蒙脱土 (Mt) 制备

^{*} 宁波市自然科学基金项目 (2015A610100), 浙江省教育厅一般科研项目 (Y201534798)

联系人: 张萍, 副教授, 主要从事生物基聚合物、功能性包装材料的制备及改性研究

收稿日期: 2017-04-05

MtCu²⁺ 和 MtCu⁰ 两种铜系抗菌剂,再与 PLA 混合铸塑得到部分插层型纳米复合薄膜。铜系抗菌剂的加入一方面改变了原材料的热性能、力学性能和光学性能,另一方面赋予了复合薄膜对大肠杆菌和单增李斯特菌强力的抗菌活性。

1.2 氧化物光催化型

氧化物光催化型抗菌剂是一类能被光电子激活的半导体金属氧化物,综合考虑离子溶出性、抗菌活性、耐热性和安全性等因素, TiO₂ 和 ZnO 最具研究价值,而其在 PLA 抗菌领域的应用研究也不例外。

王雪芳等^[7]采用静电纺丝技术制备 PLA/TiO₂ 复合纳米纤维膜,在光催化 6 h 的条件下, TiO₂ 质量分数为 1% 的复合纤维膜对两种常见细菌的抑菌率均达到 90% 以上。

A. Dural-Erem 等^[8]研究了负载锐钛矿型 TiO₂ 纳米粒子的 PLA 复合薄膜对肺炎克雷伯氏菌和金黄色葡萄球菌的抑菌功效,发现此种薄膜亲水性良好,且具有高抗菌活性,其抑菌机制是 TiO₂ 在光刺激下,可与氧和水结合产生活性氧自由基,导致菌体因细胞膜破裂而失活。

A. Marra 等^[9]通过喷雾热分解法获取高纯度 ZnO 颗粒,与 PLA 熔融共混得到 PLA/ZnO 复合薄膜。经实验测定,复合材料不仅具备良好的力学性能和阻隔性能,还表现出优异的抗菌特性,尤其当 ZnO 质量分数为 5% 时,其抑菌率高达 99.99%,因此在食品包装中具有潜在的应用价值。

Huang Ying 等^[10]制备了 PLA/氧化石墨烯-ZnO 纳米复合薄膜,其集优秀的力学性能、抗紫外线和抗菌性等多重功能于一身,有望成为新一代抗菌包装材料。

单晓茜等^[11]利用高压静电纺丝法,通过原位固化过程,成功制备了具有抗菌性能和良好生物相容性的纳米 PLA/ZnO 复合纤维膜,可作为治疗皮肤损伤的一种有效途径。

近年有研究发现, MgO 具有不变色、无重金属危害、无光照限制等独特的抗菌性能,因此立即引起了学术界的关注。王伟华^[12]用静电纺丝法制备了 PLA/MgO 复合纳米纤维,发现当纳米 MgO 质量分数为 65% 时,复合纤维的抗菌效果最佳。

1.3 复合型

随着研究的不断深入,单一抗菌剂已无法完全满足相关行业的需求,因此,两种或多种抗菌剂相结合制备的复合抗菌剂越来越受到人们的青睐。目前,关于 PLA 抗菌材料中使用到的复合抗菌剂主要包括金属元素复合型、金属元素-光催化复合型、光催化系以及稀土金属激活银系复合型等^[13]。

吴瑞娟等^[14]通过静电纺丝法成功制备出成丝形态良好的 PLA/含载银 TiO₂(Ag-TiO₂) 的聚氨酯复合纳米纤维空气过滤膜,实验结果表明:负载 Ag-TiO₂ 的复合纤维膜过滤效

率极高(>99%),抑菌带宽度明显,是一类性能优异的新型抗菌过滤材料。

冯晋荃等^[15]采用简单有效的方法将纳米银负载二氧化硅颗粒(Ag-SiO₂)与 PLA 共混来提高 PLA 的抗菌性能,研究发现,纳米颗粒质量分数分别为 2.5% 和 1% 时能将金黄色葡萄球菌和大肠杆菌全数杀灭。

傅超等^[16]首先利用挤出造粒法获得纳米载银磷酸铝与 PLA 的共混母粒,再与纯 PLA 切片共混熔纺制备 PLA 共混纤维。相比于纯 PLA,纳米载银磷酸铝复合抗菌剂质量分数为 1.5% 时共混纤维的断裂强度提高了 49%,同时对大肠杆菌和金黄色葡萄球菌的抑菌率近乎 100%。

2 PLA 基有机抗菌材料

与无机抗菌剂相比,有机抗菌剂有着无可比拟的优势,如抗菌作用强、时效快、色泽稳定、成本低廉等,但同时也有易分解、毒性大、耐热性差等缺点。总结归纳国内外现有研究报告,与 PLA 复合的有机抗菌剂主要包括季铵盐类、双胍类、酚醚类和卤胺类物质。

制备 PLA 基有机抗菌材料最常见的方式是将有机抗菌物质与 PLA 基体共混形成 PLA 基抗菌材料^[17]。

A. Toncheva 等^[18]研究了负载双氯芬酸钠和苯扎氯铵两种抗炎杀菌药物的 PLA 纤维膜的抗菌性能,测试结果显示复合纤维膜对金黄色葡萄球菌的抑菌区域直径分别为(33±1.3) mm 和(27±1.3) mm,说明两者抑菌性良好。

袁华等^[19]发明了一种制备新型 PLA 抗菌塑料的方法:先将 PLA 与有机抗菌剂(聚六亚甲基胍类/酰胺类)按比例熔融接枝合成抗菌母料,然后再与纯 PLA 混合挤出注塑而成。此种抗菌塑料生产工艺简单,安全无毒,抗菌范围广、效果显著且持久。

B. Kaffashi 等^[20]将负载有二氯苯氧氯酚(TC)的 PLA 纳米粒子(LATC30)与聚己内酯(PCL)熔融共混制得长效抗菌型纳米复合材料。在 PLA 的包覆作用下,TC 实现了缓释效果,使材料的抑菌性延长至两年,因此作者认为这是一种以 PCL 为基体的长期药物输送系统的通用型制备手段。该科研团队又将上述 LATC30 纳米粒子引入 PLA/淀粉/PCL 三元复合体系。LATC30 纳米粒子一方面赋予了共混物优异的抗菌性能;另一方面,TC 的末端基团与 PCL 的酯基之间产生的强烈相互作用大大改善了淀粉与 PCL 的界面粘附力,促使整个体系稳定性增加,其力学性能和生物降解性也得到相应提升^[21]。

C. Praprudivongs 等^[22]对 PLA/木粉/二氯苯氧氯酚/有机粘土四相复合材料的性能进行了探究,发现改性蒙脱土 Cloisite®30B 的加入明显增强了材料的阻隔性能,同时还能改善其抑菌性,这主要归因于硅酸盐层间存在具有杀菌作

用的阳离子季铵基团。

通过化学合成或表面修饰的途径,将抗菌剂直接引入 PLA 分子也是获取 PLA 基有机抗菌材料的手段之一。S. El Habnoui 等^[23]通过阴离子活化技术,将抗菌性季铵化聚[2-(二甲氨基)乙基甲基丙烯酸酯]成功接枝到 PLA 表面,被改性的 PLA 表面对革兰氏阴性菌和革兰氏阳性菌都表现出高抗菌活性,其细菌粘附系数降低率为 99.999%。

H. H. Kara 等^[24]提出了一种制备双分子层纤维接枝膜的新方法:将包封有异硫氰酸烯丙酯(AITC)的 PLA 纤维通过静电纺丝技术接枝到 PLA 薄膜表面,既保留了 PLA 优异的力学性能,又使 AITC 以气态抗菌剂的形式持续释放三周之久,抗食源性病原菌检测实验证明其在抗菌食品包装中具有巨大的发展潜力。

3 PLA 基天然抗菌材料

天然抗菌剂是从自然界中的动植物或矿物质提炼、精制所得,安全无毒且来源广泛。随着人们环保意识的增强,绿色抗菌材料已成为世界各国的研究热点,而绿色高分子聚合物 PLA 与天然抗菌剂的结合无疑是一项意义深远的研究课题。

3.1 动物类

甲壳素纳米晶须(CNW)是以单晶形式存在的甲壳素,广泛存在于低等生物菌类细胞、节支动物和海洋无脊椎动物的外壳等,兼具优异的生物相容性、独特的抗菌性以及可降解性,适用范围广且成本低廉。魏静等^[25-26]研究发现,随着 CNW 含量的增加,PLA/CNW 纳米复合纤维膜的抗菌效果趋于显著,当 CNW 质量分数为 7% 时抑菌效果最为理想;再用此复合纤维膜对草莓进行包装处理,证实其是一种极具前景的果蔬保鲜包装材料。

壳聚糖(CS)是甲壳素脱乙酰基后的产物,也是目前最常用的一种天然抗菌剂。它无毒无味,生物相容性和降解性良好,具有消炎、镇痛、抑菌等作用。纯 CS 材料的亲水性较强,力学性能欠佳,而与 PLA 复合即可产生协同作用,相辅相成,由此国内外学者纷纷对 PLA/CS 复合材料进行了探究。班长伟等^[27]考察了 CS 对 PLA 复合材料力学性能和抗菌性能的影响,结果显示:CS 质量分数为 4% 时,复合材料的综合力学性能较为理想;当 CS 质量分数为 8% 时,复合材料抗菌活性显著。

J. Bonilla 等^[28]通过熔融共混法制备 CS 质量分数分别为 5% 和 10% 的 PLA 基复合薄膜,将其应用于碎肉末样本,抑菌实验证明复合薄膜能有效抑制肉末样品中的微生物生长,且 CS 颗粒尺寸越小抑菌效果越显著。

M. Râpă 等^[29]制备的 PLA/CS 生物基复合材料对巴西曲霉 ATCC 16404 等 3 种真菌以及金黄色葡萄球菌等细

菌都表现出了良好的抗菌活性。迁移性实验表明,这种材料适合作为非脂肪型食物在低温贮藏下的保鲜包装,将在食品活性包装领域得到广泛应用。

除此之外,A Hardiansyah 等^[30]选取氯仿、水、乙酸和乙醇混合体系作溶剂,通过静电纺丝过程制得 PLA/脱乙酰 CS 复合纳米纤维,该纤维膜不仅具有抗菌活性,同时对哺乳动物细胞也表现出非毒性,因此未来可应用于生物医学领域。

3.2 植物类

肉桂醛来源于肉桂提取的精油,较低浓度时即对食品常见腐败菌和霉菌产生强烈的杀菌作用,因此可作为食物防腐保鲜的抗菌剂。国内有多位学者研究了 PLA/肉桂醛复合膜的抗菌特性,由于肉桂醛本身易挥发,常用 β -环糊精将其包封形成缓释包合物。实验表明,加入肉桂醛的 PLA 复合膜对大肠杆菌、金黄色葡萄球菌、枯草芽孢杆菌和霉菌等均表现出抑菌活性,还能明显延长鲜切苹果和蛋糕的货架期^[31-33]。美国南伊利诺伊大学也对 PLA/肉桂醛复合体系做了研究,他们将溶液中游离的肉桂醛和包封在纳米微胶囊中的肉桂醛分别负载于玻璃表面和 PLA 表面,发现固定有纳米肉桂醛脂质体的玻璃表层,以及铸塑游离肉桂醛的 PLA 表面对大肠杆菌和蜡样芽孢杆菌都具有显著的抗菌活性,而涂覆纳米肉桂醛脂质体的 PLA 表层却没有任何抗菌性能^[34]。

茶多酚(TP)是茶叶中主要的化学成分之一,具有多种生理活性和药理作用,已被证实是一种安全无毒副作用的绿色化合物,近年来也备受关注。江南大学针对 TP 与 PLA 复合材料的抗菌活性进行了大量的研究工作:将 TP 添加到 PLA 纺丝液中,采用静电纺丝法制备不同配比的 PLA/TP 纳米复合纤维膜,发现其对大肠杆菌和金黄色葡萄球菌都表现出良好的抗菌活性,且抗菌效果随 TP 含量(低浓度时)的增加逐步增强;透射电子显微镜检测结果表明,复合纳米纤维薄膜的抑菌作用是通过破坏菌体细胞膜结构的完整性而致其死亡^[35-37]。

除上述常见的植物类天然抗菌剂,学者们也在积极开发利用新型天然产物并将其应用于 PLA 复合抗菌材料,目前这类报道主要以外文文献居多。

Z. Ö. Erdohan 等^[38]将橄榄叶提取物(OLE)作为抗菌剂添加到 PLA 薄膜中,抑菌实验结果显示,OLE 用量从 0.9 mg 增加至 5.4 mg,薄膜对金黄色葡萄球菌的抑菌圈直径从 9.10 mm 增加到了 16.2 mm,此外,OLE 的加入还对 PLA 降解起到一定的促进作用。

Z. Javidi 等^[39]考察了牛至精油(OEO)对 PLA 薄膜的力学性能及抗菌特性的影响,发现仅需添加 0.5% OEO 即可

使复合薄膜的断裂伸长率增长 6 倍;而在抗菌活性测试中,PLA/OEO 生物活性膜对 4 种常见食品腐败菌都具有良好的抑制作用,尤其对金黄色葡萄球菌效果最佳。作者又进一步针对此复合膜在虹鳟鱼贮藏期间的抗菌效力进行了评价,与纯 PLA 包装膜相比,PLA/OEO 抗菌膜能显著延缓微生物的生长,推迟冷冻鳟鱼的货架期。

S. Salmieri 等^[40]将抗菌剂 OEO 混入 PLA/CNC 基质中,通过溶液浇注法制备抗菌纳米复合薄膜。用此薄膜包装已接种单增李斯特菌的混合蔬菜,并于 4℃ 条件下贮藏 14 d,测试结果表明,含有 OEO 的抗菌生物活性膜会缓慢释放酚类物质,对目标菌种具有极强的抗菌性。

W. Yang 等^[41]采用熔融挤出工艺制备含有木质素纳米粒子(LNP)的 PLA/CNC/LNP 三元纳米复合膜,CNC 与 LNP 的加入改善了原 PLA 材料的热力学、光学和力学性能,而且对植物病原微生物丁香假单胞菌表现出较强的抗菌活性。作者最后指出,将 LNP 作为包装材料的增塑剂和抗菌剂可引领新一代绿色食品包装的发展。

4 结语

基于 PLA 来源广泛及理化性质优良的特点,PLA 基抗菌材料已在国内外学术界掀起了巨大的研究热潮,甚至某些产品已经实现了商业化生产。但从客观角度讲,一种新兴产业的出现及发展必定伴随诸多困难与挑战。首先,PLA 是一种疏水性高分子聚合物,如何使亲水性抗菌剂的活性得以高效表达是 PLA 基抗菌材料在未来的研究中急需攻克的首要难点。其次,与 PLA 复合的抗菌剂过于传统且种类稍单一,大力开发适合塑料使用且质优价廉的新型抗菌剂是扩大 PLA 基抗菌材料应用范畴的重要途径。再则,充分探究材料的抗菌机理,并对其抗菌成分的迁移性进行分析评价才能实现保证食品质量安全的终极目的。相信随着研究的逐步深入和人们卫生保健意识的增强,PLA 基抗菌材料定会向多元化、高效化方向快速发展。

参考文献

- [1] Farah S, et al. *Advanced Drug Delivery Reviews*, 2016, 107:367–392.
- [2] Tawakkal I S M A, et al. *Journal of Food Science*, 2014, 79(8): 1477–1490.
- [3] Yalcinkaya E E, et al. *Carbohydrate Polymers*, 2017, 157:1557–1567.
- [4] Pizzoli A P D O, et al. *Journal of Applied Polymer Science*, 2016, 133(8):43039.
- [5] 张硕,等. *沈阳化工大学学报*, 2015, 29(2):149–153.
Zhang Shuo, et al. *Journal of Shenyang University of Chemical Technology*, 2015, 29(2):149–153.
- [6] Bruna J E, et al. *Journal of the Chilean Chemical Society*, 2015, 60(3):3009–3014.
- [7] 王雪芳,等. *材料科学与工程学报*, 2014, 32(1):70–73.
Wang Xuefang, et al. *Journal of Materials Science & Engineering*, 2014, 32(1):70–73.
- [8] Dural-Erem A, et al. *The Journal of The Textile Institute*, 2015, 106(6):571–576.
- [9] Marra A, et al. *International Journal of Biological Macromolecules*, 2016, 88:254–262.
- [10] Huang Ying, et al. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, 2015, 90:1677–1684.
- [11] 单晓茜,等. *科学技术与工程*, 2015, 15(4):180–185.
Shan Xiaoqian, et al. *Science Technology and Engineering*, 2015, 15(4):180–185.
- [12] 王伟华. *纳米氧化镁/聚乳酸复合纳米纤维的制备与抗菌性能研究* [D]. 深圳:深圳大学, 2015.
Wang Weihua. *Preparation of nano-MgO / polylactide nanofibers and research of its antibacterial performance* [D]. Shenzhen:Shenzhen University, 2015.
- [13] 章蕊静. *聚乳酸/Nano-ZnO/叶绿素铜酸钠纳米复合抗菌材料的制备及表征* [D]. 郑州:郑州大学, 2014.
Zhang Aijing. *Preparation and characterization of the antibacterial PLA / nano-ZnO / CCA nanocomposites* [D]. Zhengzhou:Zhengzhou University, 2014.
- [14] 吴瑞娟,等. *安徽工程大学学报*, 2016, 31(5):1–5.
Wu Ruijuan, et al. *Journal of Anhui Polytechnic University*, 2016, 31(5):1–5.
- [15] 冯晋荃,等. *常州大学学报:自然科学版*, 2015, 27(1):37–40.
Feng Jinquan, et al. *Journal of Changzhou University: Natural Science Edition*, 2015, 27(1):37–40.
- [16] 傅超,等. *工程塑料应用*, 2016, 44(11):32–35, 39.
Fu Chao, et al. *Engineering Plastics Application*, 2016, 44(11):32–35, 39.
- [17] 李顺江,等. *应用化工*, 2014, 43(5):916–918.
Li Shunjiang, et al. *Applied Chemical Industry*, 2014, 43(5):916–918.
- [18] Toncheva A, et al. *Macromolecular Research*, 2011, 19(12):1310–1319.
- [19] 袁华,等. CN103172991A[P]. 2013–06–26.
Yuan Hua, et al. CN103172991A[P]. 2013–06–26.
- [20] Kaffashi B, et al. *International Journal of Pharmaceutics*, 2016, 508(1–2):10–21.
- [21] Davoodi S, et al. *Rsc Advances*, 2016, 6(46):39870–39882.
- [22] Praprudivongs C, et al. *Polymers & Polymer Composites*, 2014, 22(7):643–652.
- [23] El Habnoui S, et al. *Acta Biomaterialia*, 2013, 9(8):7709–7718.
- [24] Kara H H, et al. *Journal of Applied Polymer Science*, 2015, 133(2):726–736.
- [25] 魏静,等. *化工新型材料*, 2013, 41(5):43–45.

- Wei Jing, et al. New Chemical Materials, 2013, 41(5):43-45.
- [26] 魏静,等. 食品与生物技术学报, 2012, 31(11):1 184-1 188.
- Wei Jing, et al. Journal of Food Science and Biotechnology, 2012, 31(11):1 184-1 188.
- [27] 班长伟,等. 包装工程, 2015, 36(23):72-74, 88.
- Ban Changwei, et al. Packaging Engineering, 2015, 36(23):72-74, 88.
- [28] Bonilla J, et al. Journal of Food Engineering, 2013, 119(2):236-243.
- [29] Răpă M, et al. Composites Part B, 2016, 102:112-121.
- [30] Hardiansyah A, et al. Journal of Polymer Research, 2015, 22(4):59.
- [31] 李林建,等. 中国塑料, 2014, 28(2):79-85.
- Li Linjian, et al. China Plastics, 2014, 28(2):79-85.
- [32] 吴艳,等. 食品与发酵工业, 2014, 40(9):215-218.
- Wu Yan, et al. Food and Fermentation Industries, 2014, 40(9):215-218.
- [33] 王庆玲,等. 食品工业科技, 2012, 33(5):296-298.
- Wang Qingling, et al. Science and Technology of Food Industry, 2012, 33(5):296-298.
- [34] Makwana S, et al. LWT-Food Science and Technology, 2014, 57(2):470-476.
- [35] 费燕娜,等. 材料导报, 2010, 24(8):42-45.
- Fei Yanna, et al. Materials Review, 2010, 24(8):42-45.
- [36] Fei Yanna, et al. Fibers and Polymers, 2011, 12(3):340-344.
- [37] Fei Yanna, et al. The Journal of The Textile Institute, 2014, 105(2):196-202.
- [38] Erdohan Z Ö, et al. Journal of Food Engineering, 2013, 119(2):308-315.
- [39] Javid Z, et al. LWT-Food Science and Technology, 2016, 72:251-260.
- [40] Salmieri S, et al. Cellulose, 2014, 21(6):4 271-4 285.
- [41] Yang W, et al. European Polymer Journal, 2016, 79:1-12.

swop 2017——尽显全球“包装力量”

swop 包装世界(上海)博览会将于2017年11月7~10日在上海新国际博览中心举行。预期,将有来自全球的大约1 000家加工和包装机械制造商、包装材料生产厂商携最新的产品、技术、服务参展,展览面积将达6万m²。来自加工和包装机械领域的知名展商有华联、杭州中亚、莫迪维克、上海嘉迪、浙江瑞大等;提供印刷包装材料和制品以及印刷包装材料和制品生产机械的知名展商有惠普、界龙、大族激光、珂明注塑、青木固、苏州金纬、浙江新立等;展示自动化和机器人设备的知名展商有深圳杨森、上海星派、山东深蓝等。展商遍布中国、日本、德国、英国、意大利、土耳其、西班牙、荷兰、比利时、英国、美国等国家和地区,其他来自海外的知名展商有德国HOARUF, HÄNSEL, WINKLER + DÜNNEBIER, 意大利科思, 英国RPC等。

覆盖八大终端领域,整合包装全产业链

swop主办方之一杜塞尔多夫展览(上海)有限公司总部杜塞尔多夫展览集团,出于战略层面考虑,整合旗下所有加工和包装领域的专业展,建立了interpack联盟。swop作为interpack联盟一员,将充分受益于interpack——全球第一大加工与包装展的国际推广网络和专业资源,目前已得到了国内外包装业界包括欧洲软包装协会(FPE)、意大利自动化包装机械制造商协会(UCIMA)、德国机械设备制造业联合会(VDMA)等国际加工机械行业协会的强力支持。

SAVE FOOD 虽首次亮相中国但反响热烈

SAVE FOOD是指通过优化、创新包装,为“从田间到餐桌”的整个价值链建立相应的解决方案,从而为对抗全球粮食损失作出贡献。由联合国粮农组织(FAO)、联合国环境规划署(UNEP)、杜塞尔多夫展览集团、interpack联合发起。目前已有超过850家来自工业领域的企业和行业组织成为会员,包括BOSCH(博世)、陶氏、杜邦、利乐、西门子等。

2017年swop引入了“节约粮食(SAVE FOOD)”这一特别主题,以展示和高峰论坛的双重形式亮相。作为SAVE FOOD的发起方之一,联合国粮食和农业组织FAO给与了SAVE FOOD中国强力支持,已通过邮件的形式广泛宣传至

所有的会员单位。SAVE FOOD高峰论坛将于swop 2017的第二天——11月8日举行,FAO、中国农业部将与大家分享SAVE FOOD在联合国的推广、技术发展及中国在粮食节约方面的需求。厦门长塑——首个加入SAVE FOOD的中国本土企业,将成为SAVE FOOD中国的宣传大使,与其他领先包装企业一同就粮食储存、货架期延长、生鲜果蔬保鲜进行专题分享。

与“包装之家”再度携手,全新“快消品主题馆”整合升级

暨2015年swop包装世界(上海)博览会与包装业界先锋交流平台“包装之家”成功筹建了“swop包装材料与制品专区”,吸引了近200家企业入驻,展示最具创新的包装材料、创意和设计。此次与“包装之家”再度携手,将促成更加深入和全面的长期合作。全新升级的“快消品主题馆”规模将扩大3倍,占地逾10 000 m²,预计将云集国内外知名的各类包装材料和制品生产商600余家,覆盖塑料、金属、玻璃、纸制品、木制品、油墨、粘合剂等,为快消品用户展示高品质的产品、营造跨领域的交流平台,从而提升品牌竞争力。与此同时,同期还将举办高端快消品论坛,邀请终端企业与包装产业链企业,探讨产品包装和设计的核心需求,共话未来产品技术研发方向。

innovationparc——创新包装智能解决方案 & 包装工业4.0引领未来

主办方将innovationparc——interpack同期建立的一个引领包装未来发展的独特专区首次引入到国内,展示针对全产业链的创新包装智能设备和解决方案,如人机交互系统。展商和观众将共聚一堂,探讨未来各种包装创新的可能性,无论是在生态还是经济方面。

“components加工与包装配件 & 自动化设备”展示专区——高效、快速和多产的润滑剂

此次在swop现场引入interpack同期展览“components加工与包装配件 & 自动化设备”展示专区,将让从事于包装或类似加工行业的工作者,以及设备和机器的生产者,真正体验精准配件是如何使包装线工作的更高效,快速和多产。

(工程塑料应用)