

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2015.12.005

CCA 对 PLA/S-AMB/TBC 纳米复合抗菌材料性能的影响^{*}赵坤^{1,2},樊卫华^{1,2},章蔼静²,赵月²,张臻臻²,刘玉坤²,郭凯²,陈金周²

(1. 郑州大学护理学院, 郑州 450001; 2. 郑州大学材料科学与工程学院, 郑州 450001)

摘要: 用自制抗菌母料 S1-AMB [含 nano-ZnO 和 叶绿素酮酸 (CCA)] 和 S2-AMB (只含 nano-ZnO) 分别与聚乳酸 (PLA), 柠檬酸三丁酯 (TBC) 热机械共混制得 PLA/S1-AMB/TBC 和 PLA/S2-AMB/TBC 纳米复合抗菌材料。对比研究了不同 nano-ZnO 含量的两类复合材料对大肠杆菌抗菌性能和力学性能的影响。结果表明, CCA 的加入使 PLA/S1-AMB/TBC 复合材料的抗菌性能和断裂伸长率大幅度提高; 当 nano-ZnO/CCA 质量比为 18/6, nano-ZnO 质量分数为 1.2% 时, 复合材料的抗菌率达到 99.5%, 为强抗菌材料; 和 PLA/S2-AMB/TBC 相比, 其断裂伸长率提高 17.8 倍, 是纯 PLA 的 16.4 倍; 缺口冲击强度、弯曲强度和拉伸强度保留率分别为 76.0%, 85.8%, 92.0%; 不加 CCA 时, PLA/S2-AMB/TBC 的抗菌率仅为 4.2%, 不具备抗菌性能。

关键词: 聚乳酸; 叶绿素酮酸; 抗菌性能; 力学性能

中图分类号: TP391.7 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2015)12-0020-05

Influence of CCA on Properties of PLA/S-AMB/TBC Antibacterial Nanocomposites

Zhao Kun^{1,2}, Fan Weihua^{1,2}, Zhang Aijing², Zhao Yue², Zhang Zhenzhen², Liu Yukun², Guo Kai², Chen Jinzhou²

(1. The Nurseing College of Zhengzhou University, Zhengzhou 450001, China; 2. College of Material Science and Engineering, Zhengzhou University, Zhengzhou 450001, China)

Abstract: The nanocomposites of polylactic acid (PLA)/S1-AMB (containing nano-ZnO and chlorophyll acid)/citric acid three butyl ester (TBC) and PLA/S2-AMB (only containing nano-ZnO)/TBC were achieved by thermal mechanical blending with self-made antibacterial masterbatch (S1-AMB or S2-AMB), PLA and TBC. The effects of different contents of nano-ZnO on the antibacterial effects and the mechanical properties of the two kinds of nanocomposites were researched. The results indicate that the antibacterial properties and elongation at break of the PLA/S1-AMB/TBC were greatly improve after adding a small amount of CCA. When the mass ratio of nano-ZnO/CCA is 18/6 and the mass fraction of nano-ZnO is 1.2%, the antibacterial rate of the composite is 99.5%, it is strong antibacterial material. Compared with PLA/S2-AMB/TBC, the elongation at break increased by 17.8 times and was 16.4 times of pure PLA, the retention rates of the impact strength, bending strength and tensile strength are 76.0%, 85.8%, 92.0% respectively. Without CCA, the antibacterial rate of PLA/S2-AMB/TBC is only 4.2%, which does not have antibacterial properties.

Keywords: polylactic acid; copper chlorophyll acid; antibacterial property; mechanical property

随着环境问题的日趋恶化, 抗菌材料逐渐向绿色、环保、健康的方向发展。聚乳酸 (PLA) 被公认为最具潜力的生物基可降解高分子材料, 已广泛应用于农业、工业、包装和医药等行业^[1-3]。众多 PLA 抗菌剂的研究中, 纳米氧化锌 (nano-ZnO) 因价格低廉、白色外观、抗紫外线等特点已成为研究使用的热点^[4]。然而 nano-ZnO 作为高效抗菌剂, 只有在紫外光照射下 (400 ~ 700 nm) 才能发挥光催化抗菌作用, 在太阳光谱中, 能被 nano-ZnO 吸收的紫外光不到 5%。因此, 寻求和开发具有可见光催化作用的 nano-ZnO 复合抗菌材料是十分重要的研究课题。

笔者运用 nano-ZnO 能够改善 PLA 抗菌性能的机理, 根据叶绿素酮酸 (CCA) 能够吸收和传递可见

光的原理, 自制出含有适量 CCA 的聚乳酸抗菌母料 (S-AMB)。将 S-AMB, PLA, 柠檬酸三丁酯 (TBC) 简单热机械共混, 制得 PLA/S-AMB/TBC 纳米复合抗菌材料, 实现了在可见光照射下, nano-ZnO 质量分数较低时, PLA/S-AMB/TBC 复合抗菌材料对大肠杆菌具有强抗菌作用的目的。

1 实验部分

1.1 主要原材料

PLA: 4032D, Nature Works LLC 公司;

nano-ZnO: (30 ± 10)nm, 苏州纳泰纳米材料有

^{*} 河南省科技攻关项目 (142102210606)

联系人: 樊卫华, 博士, 副教授, 主要从事高分子复合材料研究

收稿日期: 2015-09-20

限公司;

叶绿素铜钠盐(SCC):工业纯,河南诚旺化工有限公司;

HCl,氯仿:分析纯,上海阳光试剂有限公司;

TBC:工业纯,宁波东来化工有限公司;

酵母提取物(FM860):化学纯,湖北安琪酵母股份有限公司;

NaCl:分析纯;东莞市乔科化学有限公司;

蛋白胨:分析纯,中食都庆生物技术有限公司;

PE灭菌覆盖膜:30 mm×30 mm,郑州志成化工有限公司。

1.2 设备及仪器

恒温搅拌装置:20L,上海达丰玻璃仪器厂;

超声波清洗器:HH-1730型,郑州南北仪器设备有限公司;

高速混合机:SHR-5A型,张家港市锦冠机械有限公司;

平板硫化机:600×600×2型,青岛锦九洲橡胶机械有限公司;

双螺杆挤出机:TE-34型,南京科亚集团;

注塑机:HT680R-W2型,宁波市海曙泰力机械有限公司;

悬臂梁冲击试验机:XJU-22型;长春创元测试设备有限公司;

电子万能试验机:CMT6104型,深圳新三思检测仪器有限公司;

振荡器:HZ-9311K型,金坛市汉康有限公司;

双人双面净化工作台:SW-CJ-2F型,谦科仪器设备上海有限公司;

恒温培养箱:DHP-360型,江苏省金坛市友联仪器研究所。

1.3 CCA的制备

称取定量的SCC加入到装有蒸馏水的圆底烧瓶中,机械搅拌至一定时间,加入适量HCl,继续搅拌,使溶液沉淀。真空抽滤得到沉淀物,并用蒸馏水反复洗涤至中性,烘干,称重,保存备用。

1.4 AMB的制备

用烧杯称取适量nano-ZnO,CCA,超声波震荡使其充分分散2 h后,置入装有氯仿溶剂的烧瓶中,加入适量PLA,40℃恒温搅拌3~4 h使其分散均匀,转入盛有质量分数为1%明胶水溶液的恒温搅拌装置,使体系混合均匀,升温75℃使氯仿蒸发,抽滤、在蒸馏水中洗涤、烘干,即得S-AMB。制

备S1-AMB和S2-AMB两个系列,其中S1-AMB系列:nano-ZnO/CCA质量比为18/6,nano-ZnO质量分数分别为3%,6%,9%,12%,15%,分别记为S1-AMB₁,S1-AMB₂,S1-AMB₃,S1-AMB₄,S1-AMB₅;S2-AMB系列:不含CCA,nano-ZnO含量与S1-AMB系列对应相同,分别记为S2-AMB₁,S2-AMB₂,S2-AMB₃,S2-AMB₄,S2-AMB₅。

1.5 PLA/S-AMB/TBC纳米复合抗菌材料制备

将PLA,S-AMB,TBC按适当配比,经高速混合机混合均匀后在双螺杆挤出机上熔融共混,挤出、造粒、烘干即得PLA/S-AMB/TBC纳米复合抗菌材料。从加料段到机头的温度依次为155,160,165,170,175,170,165℃;主螺杆转速为80 r/min。笔者制备TBC质量分数均为10%的PLA/S1-AMB/TBC和PLA/S2-AMB/TBC的复合抗菌材料,其中PLA/S1-AMB/TBC系列:CCA/nano-ZnO质量比为18/6,nano-ZnO质量分数分别为0.3%,0.6%,0.9%,1.2%,1.5%,分别简记为A0.3,A0.6,A0.9,A1.2,A1.5。PLA/S2-AMB/TBC系列:不含CCA,nano-ZnO含量与以上系列对应相同,分别简记为B0.3,B0.6,B0.9,B1.2,B1.5。

1.6 抗菌薄膜的制备

设定平板硫化机温度为165~175℃,预热时间为2~3 min,压强为2~4 MPa,保压时间为2~5 min,将挤出制备的粒料热压成厚度为0.32 mm的薄膜,将薄膜裁切成40.0 mm×40.0 mm的试样。

1.7 抗菌性能测试

复合材料的抗菌性能的定量试验采用贴膜接触抗菌法,将抗菌复合粒料在平板硫化机上于170℃下模压,然后裁成40 mm×40 mm大小,厚度为0.5 mm的薄膜。将一定浓度的菌液置于复合材料薄膜上,通过光照培养24 h,将菌液稀释转移下来,在固体培养基上涂布均匀,培养24 h,观察培养出来的细菌数量,计算复合材料的抗菌率。

1.8 力学性能测试

缺口冲击强度按照GB 1843-1980测试;

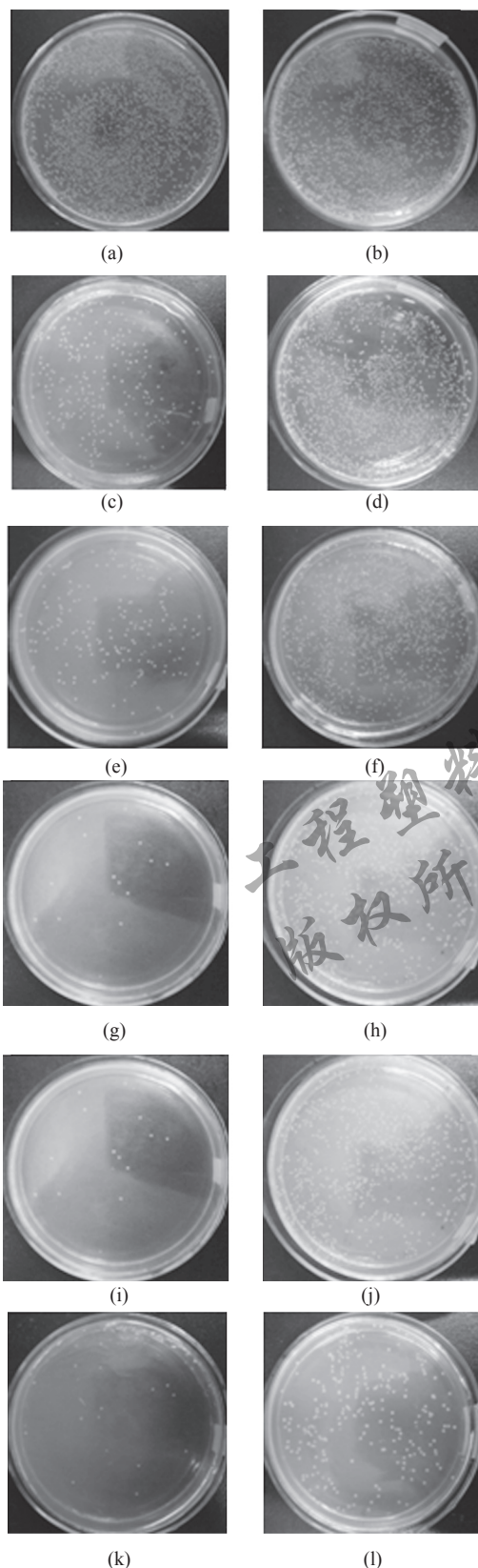
拉伸性能按GB/T 1042-1992测试;

弯曲强度按照GB/T 9341-2000测试。

2 结果与讨论

2.1 PLA/S-AMB/TBC抗菌材料抗菌性能影响

图1和表1、表2分别是PLA,PLA/TBC,PLA/S-AMB/TBC纳米复合材料的抗菌效果图和抗菌数据。



a—PLA ; b—PLA/TBC ; c—A0.3; d—B0.3; e—A0.6; f—B0.6;
g—A0.9; h—B0.9; i—A1.2; j—B1.2; k—A1.5; l—B1.5

图1 PLA, PLA/TBC,不同 nano-ZnO 含量的 PLA/S-AMB/TBC 纳米抗菌材料的抗菌效果图

表1 不同 nano-ZnO 含量的 PLA/S1-AMB/TBC 的抗菌率

试样	nano-ZnO 质量分数 / %	平均菌落数 / ($\times 10^5 \text{cfu} \cdot \text{mL}^{-1}$)	抗菌率 / %
PLA	-	3.120	-
PLA/TBC	-	2.988	4.2
A0.3	0.3	0.269	91.4
A0.6	0.6	0.240	92.3
A0.9	0.9	0.034	99.0
A1.2	1.2	0.013	99.5
A1.5	1.5	0.021	99.3

表2 不同 nano-ZnO 含量的 PLA/S2-AMB/TBC 的抗菌率

试样	nano-ZnO 质量分数 / %	平均菌落数 / ($\times 10^5 \text{cfu} \cdot \text{mL}^{-1}$)	抗菌率 / %
PLA	-	3.120	-
PLA/TBC	-	2.988	4.2
B0.3	0.3	2.840	9.0
B0.6	0.6	1.480	52.6
B0.9	0.9	0.921	70.5
B1.2	1.2	0.760	75.7
B1.5	1.5	0.280	91.0

由图1可看出,相比之下,PLA和PLA/TBC的菌斑十分稠密,说明PLA和PLA/TBC在可见光下对大肠杆菌没有抗菌作用。B0.3的菌斑比较稠密,说明当nano-ZnO质量分数为0.3%时,不含CCA的PLA/S2-AMB₁/TBC复合抗菌材料的抗菌性能仍然很差,表2数据显示抗菌率仅为9.0%,不具有抗菌性能。当加入CCA后,复合材料的抗菌性能突然增大,抗菌率从9.0%提高到91.4%,提高了9倍多,抗菌效果和不添加CCA时nano-ZnO质量分数为1.5%的PLA/S2-AMB₅薄膜相当(B1.5);当nano-ZnO质量分数为1.2%时,PLA/S1-AMB₄/CCA纳米复合薄膜(A1.2)的抗菌效果最佳,抗菌率为99.5%。不加CCA时,PLA/S2-AMB/TBC复合材料只有在nano-ZnO质量分数为1.5%时才具备抗菌作用(抗菌率为91.0%);而在所研究的nano-ZnO质量分数为0.3%~1.5%范围内,含有CCA的PLA/S1-AMB/CCA纳米复合材料均具有抗菌作用(抗菌率为91.4%~99.5%),且nano-ZnO质量分数为0.9%~1.5%时,复合材料的抗菌率均达99%以上,即可见光下均具有强抗菌作用。

由图1和表1还可看出,随着nano-ZnO质量分数的增加,PLA/S1-AMB/CCA纳米复合材料的抗菌率表现为先大幅增加后又轻微减小的趋势。当nano-ZnO质量分数为0.9%~1.5%时,PLA/S1-AMB/CCA纳米复合抗菌薄膜的大肠杆菌只有稀疏的几个菌落,抗菌效果明显。主要原因是CCA和nano-ZnO存在相互作用^[6],能显著提高nano-

ZnO在可见光下的抗菌能力。随着CCA的进一步增加,抗菌效果却下降,可能由于CCA的增加会对nano-ZnO具有一定包覆作用,材料表面的nano-ZnO与细菌的接触几率降低,nano-ZnO的溶出率也会同时减小,因而抗菌效果受到抑制。

2.2 nano-ZnO含量对PLA/S-AMB/TBC纳米抗菌材料力学性能的影响

表3、表4分别示出TBC质量分数为10%, nano-ZnO/CCA质量比为18/6时, nano-ZnO质量分数分别为0.3%,0.6%,0.9%,1.2%,1.5%的PLA/S1-AMB/TBC复合材料(A0.3~A1.5)和不含CCA的对应PLA/S2-AMB/TBC复合材料(B0.3~B1.5)的力学性能数据。

表3 不同nano-ZnO含量的PLA/S1-AMB/TBC材料力学性能

试样	拉伸强度 / MPa	断裂伸长率 / %	弯曲强度 / MPa	缺口冲击强度 / (kJ·m ⁻²)
PLA	62.9	3.8	86.8	3.2
PLA/TBC	52.9	11.2	63.4	3.7
A0.3	47.8	5.6	55.9	2.4
A0.6	44.8	14.0	49.1	2.0
A0.9	40.3	43.9	42.5	1.9
A1.2	40.0	62.2	42.3	1.9
A1.5	38.2	54.9	42.2	1.9

表4 不同nano-ZnO含量的PLA/S2-AMB/TBC材料力学性能

试样	拉伸强度 / MPa	断裂伸长率 / %	弯曲强度 / MPa	缺口冲击强度 / (kJ·m ⁻²)
PLA	62.9	3.8	86.8	3.2
PLA/TBC	52.9	11.2	63.4	3.7
B0.3	45.2	4.1	53.6	2.6
B0.6	44.9	3.8	53.2	2.5
B0.9	43.4	3.5	50.2	2.4
B1.2	43.5	3.3	49.3	2.5
B1.5	42.8	3.5	49.0	2.4

由表3可知,随着nano-ZnO质量分数的增加,PLA/S1-AMB/TBC纳米复合抗菌材料的拉伸强度、弯曲强度和缺口冲击强度均呈现降低趋势,而断裂伸长率先大幅度增加后又轻微减小。

由表4可知,TBC对PLA具有明显的增塑作用。但在PLA/TBC中加入S2-AMB后,材料的拉伸强度、弯曲强度和缺口冲击强度都有明显下降。因为S2-AMB中nano-ZnO的加入会使PLA部分降解,且nano-ZnO粒径容易严重团聚。随着nano-ZnO质量分数的增加,复合材料的力学性能变化不明显,可能因为体系中nano-ZnO的质量分数变化较小,对基体的性能影响不大,且nano-ZnO与PLA相容性差,降解现象得到一定程度的抑制。

对比表3和表4可知,对于相同nano-ZnO质量分数的复合抗菌材料PLA/S1-AMB/TBC和PLA

/S2-AMB/TBC,前者的断裂伸长率明显较大,当nano-ZnO质量分数为1.2%, nano-ZnO/CCA质量比为18/6时,PLA/S1-AMB/TBC材料(A1.2)的断裂伸长率达到最高,较相同nano-ZnO质量分数的PLA/S2-AMB/TBC(B1.2)提高了17.8倍,达到62.2%,是纯PLA的16.4倍,而拉伸强度、弯曲强度和缺口冲击强度相对于PLA/S2-AMB/TBC的保留率较好,分别为42.0%,85.8%,和76.0%。这可能是因为适量CCA的加入可与体系形成氢键作用,增加了分子链的移动能力,材料的大变形得到彰显,断裂伸长率相应得到大幅度的提高。基体分子量对材料的缺口冲击强度具有重大的影响:添加低分子量组分会使材料的缺口冲击强度明显降低。而添加nano-ZnO/CCA使基体PLA部分降解,降低了基体平均分子量;且nano-ZnO存在团聚现象,对复合抗菌材料的缺口冲击强度具有负面影响。此外,nano-ZnO和CCA是小分子,在体系中呈分散状态,过量nano-ZnO和CCA的加入便会导致复合抗菌材料的部分力学性能降低。

3 结论

(1) CCA的加入,使PLA/S1-AMB/TBC复合抗菌材料对大肠杆菌的抗菌性能和断裂伸长率大幅度提高,拉伸强度、弯曲强度和缺口冲击强度保留率较好。

(2) 当nano-ZnO/CCA质量配比为18/6, nano-ZnO质量分数为1.2%时,PLA/S1-AMB/TBC纳米抗菌材料的综合性能最好,可见光下对大肠杆菌的抗菌率为99.5%,为强抗菌材料;与PLA/S2-AMB/TBC相比,断裂伸长率提高了17.8倍,是纯PLA的16.4倍;缺口冲击强度、弯曲强度和拉伸强度保留率分别为76.0%,85.8%,92.0%。不加CCA时,抗菌率仅为4.2%,不具备抗菌性能。

参考文献

- [1] Raquez J M, Habib Y, Murariu M, et al. Polylactide(PLA)-based nanocomposites[J]. Progress in Polymer Science, 2013, 38(10-11):1504-1542.
- [2] 张春月,焦通,刘云,等. 纳米氧化锌在抗菌食品包装中的应用研究进展[J]. 食品科学, 2014, 35(11):274-278.
Zhang Chunyue, Jiao Tong, Liu Yun, et al. Recent advances in the application of nano zinc oxide in antimicrobial food packaging[J]. Food Science, 2014, 35(11):274-278.
- [3] 张红梅,朱同贺. PLA/MgAlCu-LDH复合材料的制备、表征及性能研究[J]. 材料导报 B, 2015, 29(1):91-95.

Zhang Hongmei, Zhu Tonghe. Fabrication, characterization and properties of PLA/MgAlCu-LDH composites material[J]. Material Review B, 2015, 29(1):91-95.

- [4] Kaja K, Angela I, Henri-Charles D, et al. Toxicity of nanoparticles of ZnO, CuO and TiO₂ to yeast *saccharomyces cerevisiae*[J]. Toxicology in Vitro, 2009, 23:1 116-1 122.

- [5] 樊卫华, 赵月, 章蔼静, 等. 抗菌母料中 Nano-ZnO/CCA 配比对 PLA/AMB/TBC 纳米复合材料性能的影响[J]. 工程塑料应用, 2014, 42(9):30-33.

Fan Weihua, Zhao Yue, Zhang Aijing, et al. Influence of nano-ZnO/CCA ratios in antibacterial masterbatch on the properties of PLA/AMB/TBC nanocomposites[J]. Engineering Plastics Application, 2014, 42(9):30-33.

- [6] 乔虹桥, 高伟吉, 徐长山, 等. 氧化锌纳米粒子与叶绿素 a 相互作用机制[J]. 发光学报, 2008, 29(3):591-594.

Qiao Hongqiao, Gao Weiji, Xu Changshan, et al. Mechanism of interaction between zinc oxide nanoparticles and chlorophylla[J]. Chinese Journal of Luminescence, 2008, 29(3):591-594.

12 家塑料企业净利润实现大幅度增长

据了解, 2015 年我国 22 家上市塑料企业, 有 10 家实现营收增长, 12 家实现净利润大幅度增长, 净利润同比减少的企业占三分之一。

截止目前, 2015 年我国 22 家上市塑料企业已公布第三季度业绩报告, 企业营收及利润都出现了不同程度的变化, 从营业收入可以看出, 有 10 家塑料制品行业营收实现增长, 占到总数的 45%。

据悉, 湖北凯乐科技及无锡双象营收增长幅度较大, 剩余 8 家涨幅不大, 均在 5% 左右。湖北凯乐科技主营塑料硬管及管件、软管、管材、网络光缆塑料护套材料、光纤、光缆等产品的制造与销售, 在国内塑料新材行业中居龙头地位。2015 年前三季度由于光纤光缆产品收入及通信软件技术开发收入增加, 营业收入高达 21.53 亿, 同比增长 47.38%。同时, 公司积极推动产业结构调整, 大举涉足通信科技领域, 开发出新产品网络信息护套材料——高密集聚乙烯硅, 在广阔的市场前景下, 第四季度业绩值得期待。

无锡双象公司主要生产人造革、合成革以及超纤维真皮革——广泛应用于高档运动鞋、球鞋和体育器材产品等领域。在体育成为各方关注的大风口下, 借助成立专项基金, 与旧有的体育用品领域资源进行结合, 销售业绩明显增长, 扭亏为盈, 前三季度营收同比增长 23.91%, 营收实现 7.12 亿。

2015 年塑料制品行业营收同比减少的企业占比已超二分之一, 营收同比减少最多的高达 30.57%。各家企业营收同比减少也各不相同, 金发科技, 蓝帆医疗, 深圳市通产丽星, 江阴海达橡塑及大连橡胶塑料, 营收同比减少较小, 均在 5% 之内。

但是, 华塑控股同比减少最多, 营收同比减少 30.57%。公司主营塑料型材、铝合金型材及门窗的生产、销售; 羽毛(绒)制品, 服装的生产销售和出口业务等, 虽然在国家宏观调控下, 建材行业市场相对稳定, 但是行业竞争加剧使得公司面临压力; 加之公司流动资金严重缺乏, 主营业务收入继续维持在较低水平, 致使公司营收出现大幅度减少的情况。在这种情况下, 公司及时加强内部管理, 保持建材业务稳定, 促进业务转型, 力争在下一季度实现减亏, 取得成效。

珠海中富由于饮料包装市场需求不振, 市场竞争激烈,

导致营业收入减少, 同比减少 21.98%。结合上半年的业绩报告, 该公司已采取一系列的整改措施扭转公司的经营状况。在市场、成本及资金方面都进行全面系统的优化, 综合盈利能力得到改善。但业务旺季已过, 预计下一季度经营业绩提升不大。其中安徽国通主营硬质聚氯乙烯(PVC-U)管、聚乙烯(PE)管、无规共聚聚丙烯(PP-R)管等塑料管材、金属塑料复合管材及管件生产、销售, 实现营业收入 4.3 亿元, 比上年同期减少 16.72%。虽然企业针对生产经营中的困难作出相应的调整, 但是营业收入依然出现下降的趋势。

从净利润来看, 12 家企业净利润实现大幅度增长。其中安徽国通涨幅最为明显, 通过公司对经营生产的调整, 加强对账款风险和成本费用的监控, 净利润同比增长高达 599.59%; 蓝帆医疗通过创新研发, 大幅提升了自动化和智能化水平, 提升了运营效率和盈利水平, 使得净利润高达 1.4 亿, 同比增长 345.2%。其余 10 家企业, 均出现不同程度的同比增长, 均在 50% 左右。

净利润同比减少的企业占三分之一, 其中安徽国风塑业同比减少最多, 公司属于塑料加工行业, 市场竞争激烈, 经营压力较大; 加之报告期内进行生产设备检修, 产能没有完全释放, 导致经营亏损增加。本报告期净利润为 -0.175 亿, 净利润同比减少高达 1738.66%。华塑控股公司由于资金缺乏, 前三季度的净利润是 -0.279 亿, 同比减少 328%。其余 7 家企业净利润同比减少幅度较小。(中国塑料机械网)

巴西研发出新型生物降解塑料

巴西研究人员近日研发出一种可在一个月内完成自然生物降解的新型塑料材料。与这种材料相比, 传统塑料在自然界中完成自然降解需要超过 100 年。而一些添加了可降解成分的环保塑料袋的降解时间通常也需要一年左右。

据当地媒体报道, 巴西圣卡洛斯农业研究公司历时两年研发的这款新型塑料, 在外观上与普通塑料没有什么区别。该材料包含玉米淀粉、木薯淀粉及一些纤维素衍生物中的多种糖分子, 且不含任何化学添加剂, 因而具有通过平时消化糖类的微生物实现生物降解的特性, 通常情况下一个月内便可自然降解。

据报道, 生产这种新型塑料比生产普通塑料所需温度和压力更低, 因而生产成本更低。研究人员预计这种新材料将在两年内投放市场。(中国塑料机械网)