

可降解塑料的微生物降解研究进展

吕 荣 徐晓航 (宁波寰氏化学科技有限公司, 浙江 宁波 315048)

摘要: 塑料的广泛使用对环境、环境污染和管理有着巨大的影响, 用可降解塑料代替传统塑料是解决这一问题的重要途径。由于对传统石油塑料的过度使用, 暴露出各种环境保护方面的问题, 这些问题已成为世界环境污染的主要来源, 在严峻的形势下, 我们想方设法从环境保护的角度来处理塑料降解的问题, 用生物降解塑料代替普通塑料是材料科学发展的必然趋势。此外, 使用生物降解塑料的方法, 优点在于其具有热塑性的同时, 还具备生物相容性以及产品安全性等优点, 在此, 研究人员对可以用生物降解的塑料进行了广泛的研究, 本文将从这一点展开阐述生物降解的具体过程。

关键词: 生物降解塑料; 生物降解; 降解酶

1 引言

塑料是一种长链的合成高分子材料, 在食品、医药等领域具有很高的实用性, 据统计, 全球约 30% 的塑料用于包装, 每年他们的使用增加率也持续在 10% 到 12%。塑料材料在世界范围内的广泛应用给人类的生产和生活带来了巨大的利益和问题。塑料往往是环境中的一个重要污染源, 它不仅直接威胁到人类的安全, 还可能危及社会的可持续发展。要想解决现状, 必须以环保的角度出发, 对塑料降解做综合的研究和探讨, 本文也会以塑料的降解为主要讨论对象, 通过生物的方法, 对塑料降解进行科学的论述^[1]。

2 塑料降解概述

任何聚合物都具备一些相同的化学和物理性质, 而塑料聚合物的物理和化学变化都是由于光、热、湿度和其他环境因素发生了一定的变化, 使其本身的性质发生了一定的变化, 其一个重要的影响因素还在于微生物的影响, 如果微生物能够在塑料的降解中满足一定的生物特性, 那么对于一些可降解的塑料来说, 降解的问题就迎刃而解了。在前面的研究中, UV-B (295-315nm) 和 UV-A (315-400nm), 这两种不同频率的光辐射, 在一定程度上可直接引起塑料的光降解。并且在可见光 (400-760nm) 和 (760-2500nm) 不同程度的照射下, 塑料可以有效的加速热氧化。为了达到降解的目的, 吸收光谱中紫外线部分的高能辐射, 可以有效地激活更活跃的电子反应, 导致塑料内部的聚合物能够很快的氧化、开裂等降解^[2]。

高聚物的热降解是由于高聚物的过热、断裂和长链单元间的相互作用引起的分子降解, 热降解的化学反应中, 其过程可以对材料的光学性质进行改变。热降解, 在以往的化学实验中我们能够发现, 其通常会使聚合物分子量和典型性能在一定的条件下发生不同程度的变化, 其可塑性降低, 挥发性发生了一定的变化, 颜色也和以往有了很大的区别, 材料的其他性能多多少少也受到了一定的影响。生物降解是塑料降解的主要方法。一般来说, 在自然状态下, 塑料相对比较容易发生好氧降解, 好氧生物降解过程中, 通过一定的催化剂和酶的影

响, 反应产物为二氧化碳和水, 与好氧生物不同的是, 厌氧生物降解的过程中, 生成物只有二氧化碳, 但是要注意一点, 就是聚合物在降解过程中, 需要很多不同微生物群落之间的相互作用与反应。另一个重要过程就在于: 相对简单的群落释放单体, 这部分群落是可以用于聚合物的完全降解过程的^[3]。

3 天然可生物降解塑料的生物降解

天然生物降解塑料通常是指生物化学降解塑料, 在目前的塑料降解中, 最常见属聚羟基丁基、聚羟基硅酸盐及其共聚物居多。然而, 微生物具有保留 FAS 的能力, 但在很大程度上, 这个能力不能保证其在环境中的降解性能够有效的发挥其作用, 微生物必须首先在一定的适宜条件下, 提前分离 FAS 细胞外的水解酶, 可通过细胞壁氧化和三羧酸循环完全氧化成二氧化碳和水, 因此血清中含有所有高等动物的 3- 羟基丁酸, 因此 PFA 可用于医药, 它包括长期监测医药产品、手术针、外科缝线和骨血管置换术。PHB 胞外多糖酶, 说白了, 它就是微生物分泌的一种性质比较特殊的酶, 在环境的循环中, 起着至关重要的作用。许多 PHB 多肽已被纯化。催化组分由催化元件组成, 它由三个组分组成。研究了 PHB 的解聚性能, 认为 PHA 聚合物的相对分子量小于 10 万, 最适宜的 pH 值为 7.5~9.8, 但皮氏假体和反多面体除外, 分别为 5.5 和 7.0。在目前环境中普遍的 pH 值, 温度变化, 以及离子不同强度范围的影响下, 其稳定性大多数因为 PA 脱水剂被丝氨酸类型的抑制剂进行了抑制^[4]。

4 因聚合物成分为生物降解营造环境

聚合物是由可降解塑料和一些其他物质通过一些化学反应, 混合而成的。聚合物的分解速度, 在一定程度上, 主要取决于更容易分解的成分。随着分解过程破坏聚合物的基本结构, 高分子链聚合物的比表面积有大幅的增加, 在实验中我们还检测到残余聚合物, 这些成分的出现改善了当前的分解酶的活性, 典型的聚合物混合物按照化学成分来说的话主要由淀粉组成。

4.1 生物降解受淀粉和聚酯混合物的影响

淀粉和聚酯 PLC 相关物质被认为是完全降解的, 因

为相关物质的每种成分都容易被生物降解,西贡和其他五个国家研究了商业聚酯在不同水平的活性污泥、土壤和堆肥中的生物降解,而开发生物醇与低成本淀粉的复配可以进一步提高生物柴油的竞争力,认为淀粉的加入可以大大提高生物柴油的分解程度^[5]。

4.2 生物降解在淀粉和水溶性聚合物聚乙烯醇的环境下的分解能力

水溶性聚乙烯醇(PVA)与淀粉是一致的,其中许多已被开发并用于包装,可生物降解的PVA和淀粉混合物也被认为是可生物降解的,因为它们与淀粉-聚乙烯醇结合在不同的生物环境中可生物降解,甘油和尿素的结果表明,污泥是从城市污水处理厂和垃圾填埋场的活性污垢中分离出来的,它的结晶区不是淀粉、聚乙烯、甘油和尿素可以被微生物摄取的,结晶区PVA不易被生物降解^[6]。

4.3 生物降解在脂肪族-芳香族共聚酯的环境下活性分析

脂肪族芳香族共聚合物(APCs)将可生物降解的脂肪族聚酯与高强度的芳香族聚酯结合在一起。为了降低淀粉AAC的成本,通常将其作为原料进行混合。特别是在薄膜释放的情况下,AAC满足了薄膜保持新鲜的所有功能要求,如透明度、弹性和防雾性,因此这种材料非常适合用水果和蔬菜包装食品。在特定的条件下,可以在家庭和工业堆肥条件下被微生物部分分解。

5 合成塑料的生物降解

5.1 聚乳酸聚酯的生物降解

聚乳酸(PLA)是由乳酸自然缩合或聚酯催化萃取而成的一种线性脂聚酯。聚乳酸与酯的结合对破坏聚乳酸非常敏感,用于制造热压制品,如:一次性水杯等。聚乳酸降解的第一步是水解成水溶性化合物和乳酸^[7]。

5.2 生物降解(PBS)的过程分析

在自然界条件下,自然菌群就可以降解掉。聚丁二酸丁二醇酯(PBS)具有良好的力学性能,通过传统的熔融工艺可用于许多最终产品。酯类化合物发生水解时,细菌的相对分子量随之降低,导致微生物进一步降解。

5.3 生物降解对苯二甲酸乙二酯的分析

改性对苯二甲酸酯聚酯(PET)是由酯、酰胺或脂类组成的匀浆,其分解机理包括酯的水解和酯与酰胺的酶促反应,可以在家庭和工业堆肥条件下被微生物部分分解。通过改变共聚物的用量可以调节和控制改性PET的降解速率^[8]。

6 聚氨酯的生物降解

聚氨酯(PUR)是多异氰酸酯与多元醇的缩合产物,具有分子内氨基甲酸酯键(碳酸盐键nhcoo),据报道,氨基甲酸酯键受到微生物的纯攻击,被认为是一种纯生物降解机制,PUR与酯键合的水解是生物降解机制。塞内加尔弯孢菌、茄镰刀菌、短梗海芋和枝孢霉对土壤中的聚氨酯有降解作用。通过对16种不同细菌降解纯沙氏杆菌的能力研究,从埋置6个月的聚氨酯薄膜中分离

出5种细菌,分别为芽孢杆菌af8、假单胞菌AF9、微生物AF10、节杆菌af11和棒状杆菌af12。

红外光谱表明,聚氨酯的生物降解机理是酯在聚氨酯中的水解。显示从2963cm⁻¹(对照)到2957cm⁻¹(测试)的小幅下降,表明C-H带断裂,并在1400-1600cm⁻¹处形成C=C。IR-FT分析表明,聚合物酯是微生物酯酶的主要攻击部位!312290目前已分离鉴定出两种Pu酯酶:Pu酯酶与细胞膜结合和胞外Pu酯酶。在这些酶中,细菌可以吸附在聚氨酯表面,水解和代谢聚氨酯基质^[9]。

7 结论

2019年2月16日,海南省出台了《海南省全面禁止生产、销售和使用一次性不可降解塑料制品实施方案》。并根据国情确定了时间限制:2025年底前海南全省全面禁止生产、销售和使用列入《海南省禁止生产销售使用一次性不可降解塑料制品名录(试行)》的塑料制品。2020年1月份,国家发展改革委和生态环境部联合发文,出台了“关于进一步加强塑料污染治理的意见”《发改环资〔2020〕80号》,更是对中国的“禁塑”设定了时间限制,并提出:中国的一次性塑料制品,要逐渐使用生物可降解塑料替代。中国的可降解塑料行业,将会迎来较好的发展阶段。与之相匹配的,我们的塑料微生物的降解研究也要紧追不舍。

在自然界中,相关生物降解塑料的降解往往很慢,在合成生物降解塑料的过程中,经过改性或再加工后在环境中的降解速度很慢。我们还应重视生物降解的研究,建立有效的生物循环体系,并对产品进行物理循环,保证废弃物的快速彻底分解。

参考文献:

- [1] 黄泳斐,李立.全生物降解淀粉塑料的研究进展[J].塑料包装,2019(02):4-8.
- [2] 朱雯雯.生物降解塑料的研究进展[J].农村科学实验,2017(02).
- [3] 谢宝君,梁文耀,宋霜霜,罗颖,董先明.可生物降解塑料的降解性能研究进展[J].工程塑料应用,2012(01):88-91.
- [4] 王志钢,曹新鑫,韩云峰.可生物降解塑料的应用研究进展[J].塑料助剂,2012(44):5-9+14.
- [5] 周友军,杨云珂,桂双英.生物可降解微针的研究进展[J].中国新药杂志,2013(12):55-60.
- [6] 毛海龙,白俊岩,姜虎生,王战勇.可降解塑料的微生物降解研究进展[J].微生物学杂志,2014(23):86-90.
- [7] 李玺,杨慧娴,雷莹,罗加丽,张成钰,张少东,刘治铭,罗凌云.淀粉基可降解塑料研究进展[J].广东化工,2020,47(17):81-82.
- [8] 黄涛,赵建青.微生物可降解塑料的研究进展[J].塑料工业,2012(4):23-27.
- [9] 羊依金,李志章,张雪乔.微生物降解塑料的研究进展[J].化学研究与应用,2006(09):9-15.