

文章编号:1671-1513(2011)06-0001-05

# 食品包装废弃物的综合利用

李仲谨<sup>1</sup>, 余丽丽<sup>2</sup>

(1. 陕西科技大学 教育部轻化工助剂化学与技术重点实验室, 陕西 西安 710021;

2. 西安医学院 药学院, 陕西 西安 710021)

**摘要:** 食品包装业是包装工业的重要组成部分,它带来的环境污染问题日益严重. 介绍了食品包装材料种类,并结合国内外实例综述了不同种类食品包装废弃物的综合利用,为保障食品包装废弃物资源得到有效利用,以及缓解我国经济社会发展面临的资源与环境制约提供参考.

**关键词:** 食品包装; 废弃物; 综合利用

**中图分类号:** TS206.4

**文献标志码:** A

据有关数据显示,2009年我国产生的 $1.57337 \times 10^8$  t 生活垃圾中,有 $4 \times 10^7$  t 属于食品包装物,其中有很多是过度包装,每年仅食品包装废弃物就白白扔掉了2800亿元,同时社会尚未形成良好的环保习惯和完善的法律规则<sup>[1-5]</sup>,致使食品包装废弃物对资源的浪费和环境的影响越来越明显. 食品包装废弃物对环境和生态等方面的破坏已经成为了一个全球性的问题<sup>[6-10]</sup>. 因此如何对这一数量庞大的食品包装废弃物进行处理,实现循环利用,将对整个社会的可持续发展起到重要作用<sup>[11-15]</sup>.

## 1 食品包装废弃物的主要类型

### 1.1 食品包装用纸

纸是使用时间最长且使用时间最早的食品包装材料. 纸作为食品包装材料有许多优点:价格低廉、经济节约、生产灵活性好、储运方便、易于造型装潢、不污染内装物、能与其他材料合成并提高材料性能等<sup>[15-17]</sup>. 同时因为纸品包装使用后可再次回收利用,即使有少量纸品遗弃在环境中也可以自然分解,对自然环境没有不利影响,所以纸板及其制品是绿色产品,符合环境保护的要求,用其来替代部分塑料类食品包装材料对减少由于塑料造成的白色污染能起到积极的作用<sup>[9,18-20]</sup>.

### 1.2 食品包装用塑料

塑料目前已成为一种重要的食品包装材料,是

使用范围最广使用数量最多的食品包装材料,由于它质量轻、使用方便,阻隔性、渗透性、耐热性、耐寒性、耐蚀性好,不易碎等特性,而被广泛运用<sup>[21-23]</sup>. 因为塑料材料及含塑料复合材料有其它材料所不具备的优点,所以在食品包装材料中,塑料制品及复合食品包装材料占有着举足轻重的地位. 塑料食品包装材料在食品包装废弃物中所占的比例最大,其对环境所造成的污染也是各类食品包装材料中最为严重的<sup>[24-26]</sup>. 目前的处理方案为回收利用和开发应用降解塑料相结合方式.

### 1.3 食品包装用金属

金属材料具有较高的机械强度,牢固、耐压、不碎、可延展、可咬合、可焊接、可粘接,具有优良的阻湿性和气密性,以及易于回收、容易处理,其废弃物对环境的污染相对塑料和纸较小等优点,因此金属在食品包装材料中占有相当重要的地位<sup>[27-33]</sup>. 罐头以及一些液体、糊状、粉状或高级食品,多用这类包装材料. 常用的金属食品包装材料有马口铁和铝,广泛用于制造食品和饮料的包装罐.

### 1.4 食品包装用玻璃

玻璃是很常用的食品包装材料之一. 玻璃食品包装材料的主要特点是美观、卫生、抗腐蚀、成本低,而且是惰性材料,对环境污染小. 且玻璃包装容器有以下优点:化学稳定性好;阻隔性、卫生性、保存性好;一般不会变形;容易用盖密封,开封后仍可再度

紧封;易于美化;原料丰富,成本低廉等。牛奶、软性碳酸饮料、酒类和果酱等普遍采用玻璃容器包装,一些烹调用具和餐具也采用玻璃包装<sup>[34-35]</sup>。玻璃食品包装材料的缺点是易碎、笨重。从国外玻璃食品包装材料的发展来看,食品包装用的玻璃瓶正朝着提高玻璃强度和轻量化(薄壁化)的方向发展,同时改善玻璃性能,特别是玻璃包装制品的回收利用和对它易破碎的改性,降低单件玻璃包装容器的能耗和原料消耗<sup>[36-38]</sup>。

## 2 食品包装废弃物的综合利用

### 2.1 食品包装用紙的回收和利用

食品包装用紙的回用不仅有利于生态平衡和环境保护,更有利于保护现有资源。在欧美和日本等发达国家已经形成系统的食品包装用紙回用产业,由此带来的社会效益和经济效益不言自明。2008年日本造纸行业生产用的原浆只占了38.8%;废纸回收率高达75.1%,废纸利用率为61.8%,两项均位于世界前列,这其中食品包装用紙占了相当多的比重<sup>[7]</sup>。

#### 2.1.1 食品包装用紙回收的价值

近10年,造纸工业面临着原料紧缺,能源危机和污染严重三大难题。而食品包装用紙的回收和再利用,具有生态(保护森林、减少污染)和经济(低价纤维、有利可图)双重价值,这些又给造纸业带来了转机。

1) 节省原材料、降低成本。食品包装用紙的回收利用可以获得客观的经济效益。例如每回收1t食品包装用紙,可重新造纸约800kg,可节约烧碱300~400kg,煤炭400kg,少用电300~400kW·h,设备投资减少30%,成本降低30%~80%。

2) 保护森林。1t食品包装用紙浆(以牛皮纸浆为例)需3.5~4.2m<sup>3</sup>木材,若按照每吨4m<sup>3</sup>木材计,就需要50棵树龄25年左右的林木。以北京为例,2009年当年的生活垃圾中食品包装用紙约为1.5×10<sup>5</sup>t,北京人等于不经意当中就砍伐了7.5×10<sup>6</sup>棵大树。回收食品包装用紙用于纸张制造可以说是一项“保护绿色森林,开发城市森林”的事业。

3) 减缓水污染。造纸业废水中BOD排放量占工业总排放量的1/4,COD排放量占工业总排放量的一半以上,造纸业的工业污染负荷居第一位。每回收1t食品包装废纸可使得约470t水免遭污染。

4) 减少外汇支出。我国食品包装用紙纸浆长期大量依赖进口,回收食品包装用紙对于我们减少进口纸浆和紙的量,节省外汇,富国富民都有重大意义。

#### 2.1.2 食品包装用紙回收实例

1) 利用食品包装用紙回收生产一般用紙。美国BLACK CLOWSON公司、芬兰凯博拉(KAIPOLA)纸厂是较早开始利用食品包装用紙制造新闻紙的企业,其利用食品包装用紙回收制得的紙浆在没有漂白的情况下成浆白度为58%~60%,完全适合制造高档新闻紙使用。

2) 废纸浸渍法生产高档餐巾紙。废纸浸渍法制浆,由于食品包装用紙,洁净度和卫生性都较好,对于该类紙采用少量碱液,浸渍、加热、混匀、脱墨得到的紙浆能生产出高档餐巾紙。

#### 2.1.3 食品包装用紙的综合利用

食品包装用紙除重新造纸外,还可用于制造制浆注塑件、复合材料、建筑材料和改良土壤等用途。

## 2.2 食品包装用塑料的回收和利用

### 2.2.1 食品包装用塑料的分类

自20世纪初合成纤维树脂类材料用于食品包装业以来,相继出现了聚氯乙烯、聚苯乙烯、聚酰胺、聚偏二氯乙烯、聚乙烯、聚酯、聚丙烯等,以及它们与纸、铝箔等构成的复合材料,这些材料逐渐广泛地用于软包装塑料袋类和半刚性、刚性的塑料杯、瓶、浅盘类。目前塑料容器在欧美、日本等经济发达国家中已占全部包装容器的15%~20%。

塑料容器是以合成树脂为基本原料,品种繁多,主要有以下3种类型。1) 单层塑料薄膜袋:常用的塑料品种有高压聚乙烯(即低密度聚乙烯)、低压聚乙烯(即高密度聚乙烯)、聚丙烯、聚偏二氯乙烯等。2) 复合薄膜袋:由不同种类的塑料薄膜或由塑料薄膜与纸、铝箔等层压加工制得。如聚乙烯-聚酯、玻璃纸-聚偏二氯乙烯等薄膜袋。3) 由单层或复合材料经吹塑、抽真空、挤出、注射等成型方法制成的塑料瓶、杯、浅盘等塑料容器,这类材料多适应于饮料、快餐食品及冷冻食品的包装。

#### 2.2.2 食品包装用塑料的综合利用途径

近年来随着科学技术的不断进步,对于食品包装用塑料的回收处理和综合利用的方法和技术越来越多<sup>[11-13]</sup>。一般来说,回收食品包装用塑料的利用主要有以下途径:1) 制造建筑材料;2) 制造日杂用

品;3)制作化工产品;4)裂解成汽、柴油和单体。食品包装用塑料的回收工艺过程用图1表示。



图1 食品包装用塑料的回收工艺过程

Fig.1 Recycling process of plastic food packaging wastes

目前使用较为普遍的且已经形成工业规模的再生利用途径是机械再生、解聚和热解液化和气化。

## 2.3 食品包装用金属的回收和利用

金属包装材料有耐加工性好、环境适应性好、隔绝保护好、表面装饰性好、加工技术与设备成熟、品种规格齐全等优点,但同时金属食品包装材料也具有化学稳定性差、重量大、容器的开口性较差、废弃物的处理比较困难等缺点。

### 2.3.1 金属包装材料的主要类型

目前食品用金属包装材料主要以低碳钢和铝作为基材,其主要产品是马口铁、无锡钢板、铝和铝箔等。

### 2.3.2 食品用金属材料应用情况

1)马口铁。马口铁是表面镀有一层锡的铁皮,它不易生锈,又叫镀锡铁。这种镀层钢板在中国很长时间称为“马口铁”,有人认为由于当时制造罐头用的镀锡薄板是从澳门(Macao,可读作马口)进口的,所以叫“马口铁”。

2)无锡钢板。在食品包装中无锡钢板主要有镀铬薄钢板、镀锌薄钢板和低碳薄钢板。镀铬薄钢板价格便宜,虽然抗酸性不及镀锌板但是抗腐蚀性较好;镀锌薄钢板指的是在低碳钢基板上镀一层0.02 mm厚的锌层所构成的金属板材,该类金属板在食品包装中主要作为大容量的包装桶使用;低碳薄钢板指含碳量 $\leq 0.25\%$ ,厚度0.35~4 mm的普通碳素钢或优质碳素钢的钢板,主要用来制作各种规格油桶包装罐,在外层涂饰高分子材料后可用于食品和饮料罐及制造玻璃瓶盖。

3)铝和铝箔。铝制食品包装材料主要指铝合金薄板和铝箔。铝制食品包装材料主要具有表面性能优异、表面易装饰、热传导率较高、质轻、耐腐蚀性较好、成型加工性和阻隔性良好、无异味、阻燃、阻光、无静电、无毒性以及再循环性好等优点;其缺点主要

是耐酸、碱性较差,无磁性,无锡焊性和强度较低。铝合金薄板主要用来制作食品包装容器如罐、盒、瓶等,其用于鱼、肉类罐头无硫化斑。此外,铝合金薄板因加工性好,是制作易拉罐的专用材料,用作啤酒饮料及碳酸饮料易拉罐无风味变化现象。由于铝箔的阻隔性好,可阻止氧气进入食品,因此铝箔被大量以铝塑复合材料的形式用于食品密封包装,应用的主要领域有:糖果巧克力包装,方便食品、熟食包装,奶类产品包装,茶叶和咖啡等产品。

### 2.3.3 食品用金属包装材料的综合利用途径

1)马口铁。目前,国内对各类马口铁罐的需求量每年约为7000亿个,相当一部分原料依赖进口。然而,巨大的用量和不吝用料、只求奢华的包装背后,其回收率尚不足30%,这些金属罐大多仅经历一次短暂消费后便被闲置或丢弃。德法两国马口铁罐回收率均高达73.8%。2010年,我国马口铁的年消耗量约为 $1.6 \times 10^6$  t。国际上对于马口铁的再利用主要是先脱锡,脱锡技术主要由德国在上世纪初发展起来,现在欧美等地区和国家已经广泛应用于工业生产中,约125 t马口铁食品包装废弃物就可回收1 t锡。经过脱锡的马口铁经压块可作为回收炼钢的原料,从而实现马口铁的再利用。

2)铝。食品包装用铝制品的回收主要是用于再生铝、制造铝粉和制造聚合氯化铝。用于再生铝制造过程中,主要是要将食品包装用废铝罐或铝箔上的涂层(如漆层)和其他表面污染物先清除干净,以免造成不应有的熔体损失<sup>[30-31]</sup>。其清除方式主要有两种:一种是用有机溶剂,如丙酮,将漆类、油类和其他表面污染物清除;另一种方法是用脱漆液清除废铝上的涂层,炉内的废铝料由运输带连续经高温控制区,逐渐加热到538℃而脱漆。

食品包装中用的防潮镀铝、覆铝纸及铝箔都可用作生产铝粉的原料。铝粉俗称银粉,具有质量轻、遮盖力强、稳定性好、反射光热性能优良等优点,主要用于油漆、油墨等工业,也可用作混凝土加气剂使用<sup>[32]</sup>。

聚合氯化铝(碱式氯化铝,羟基氯化铝)主要用途生活用水和工业用水的净水剂,也可用于净化工业废水。与一般净水剂相比具有效率高、用量少、使用方便、适用性强等优点,并且还能有效地去除水中的氟及各种重金属杂质,对各种细菌亦能起到沉降和抑制作用。利用食品包装用铝制材料回收制造聚合氯化铝的方法主要是先将回收铝制品的表面涂

饰清除干净,再经过酸解、水解、过滤、聚合的步骤制造出合格的聚合氯化铝<sup>[33]</sup>。

## 2.4 食品包装用玻璃的回收和利用

玻璃在食品包装中主要用于包装饮料、罐头食品及粘稠物料(果酱)等。

目前我国除了啤酒瓶、汽水瓶得到一定程度的回收外,其他各种包装玻璃瓶、罐回收利用程度不高。食品包装玻璃瓶经过回收再利用是食品包装玻璃废弃物最有价值的应用途径<sup>[38]</sup>。回收的玻璃容器若要重新作食品包装容器使用,须经过清理、水洗、碱洗、洗涤剂清洗、再水洗、烘干、消毒等工序。

1)生产棕色试剂瓶和药品。棕色试剂瓶由于不要求很高的透明度,因此可采用100%的废玻璃生产,使成本得以大幅度降低。

2)生产平板玻璃。采用平拉生产线,利用100%废旧玻璃来生产的平板玻璃,价格低廉,广泛用于民用建材和低层楼房建筑中。

3)生产玻璃纤维。许多玻璃钢制品要求玻璃纤维并不严格,如聚酯玻璃钢瓦和硅镁水泥瓦所用的玻璃纤维,完全可以用废玻璃生产。

4)生产玻璃肥料。利用玻璃将植物所需的元素烧结在一起,使其缓慢释放,可使得植株不缺乏微量元素,以达到稳产高产的目的。玻璃肥料对易淋溶性土壤和灌溉的土壤特别有效,尤其对亚麻、玉米、稻谷、蔬菜作物的作用明显。

## 3 结束语

随着包装材料、包装工艺的改进、创新,食品包装材料已经得到了快速发展,将来会进一步发展、创新。食品包装逐渐向材料减量化、可重复化、可回收化和可降解化发展,与此同时在当今世界提倡低碳、绿色环保、健康的形势下,对现有的各类食品包装材料进行充分的回收利用,减少对于现有资源的浪费,就具有相当的现实意义。

使食品包装科学化、合理化、规范化,将食品包装废弃物由污染环境的物质变成可再生利用的资源是每一位科技工作者需要共同解决的问题,相信食品包装行业的明天将更加美好。

### 参考文献:

[1] 阿弗索南. 现代食品包装技术[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2006:37.

[2] Nahman A. Food packaging in South Africa: reducing, re-using and recycling [J]. Government Digest, 2009 (8):20-21.

[3] Gutiérrez L, Sánchez C, Battle R, et al. New antimicrobial active package for bakery products[J]. Trends in Food Science & Technology, 2009, 20(2):92-99.

[4] 汪丰云, 沐小龙, 吴凤兮, 等. 食品包装中的化学问题[J]. 化学教育, 2011(1):1-3.

[5] 许文才, 李东立, 魏华. 国内外食品包装安全研究进展[J]. 包装工程, 2009, 30(8):86-90.

[6] 黄海峰. 新型果蔬包装材料研究进展[J]. 中国包装, 2008, 28(2):83-85.

[7] Rooney M L. Active food packaging[M]. London: Chapman & Hall, 1995:20.

[8] 王章旺. 大力发展“绿色包装”促进我国出口贸易[J]. 北京工商大学学报:社会科学版, 2007, 22(6):95-98.

[9] Mcneal T P, Biles J E. Determination of Suspected Endocrine Disruptors in Foods and Food Packaging[J]. ACS Symposium Series, 2000(747):33-52.

[10] 姚彩红. 浅议食品包装的危害、原因及展望[J]. 大众标准化, 2008(S2):66-67.

[11] 戴宏民, 戴佩华. 食品包装材料安全性及应对[J]. 中国包装, 2008(5):19-23.

[12] 梁燕君. 食品包装与环境[J]. 中国包装, 2011(2):19-20.

[13] Ahvenainen R. Novel food packaging techniques[M]. Cambridge: Woodhead Publishing, 2003:23-43, 384-400.

[14] Aaron L, Broddy T, Betty B, et al. Innovative Food Packaging Solutions [J]. Journal of Food Science, 2008, 73(8):107-116.

[15] 薛福连. 纸类包装材料发展走向[J]. 中国包装, 2008(6):91-92.

[16] Asako O, Yukihiro Y, Tadao F, et al. Chemical analysis and genotoxicological safety assessment of paper and paperboard used for food packaging [J]. Food and Chemical Toxicology, 2004, 42(8):1323-1337.

[17] Langley J, Turner N, Yoxall A. Attributes of packaging and influences on waste[J]. Packaging Technology and Science, 2011, 24(3):161-175.

[18] 侯汉学, 董海洲, 王兆升, 等. 国内外可食性与全降解食品包装材料发展现状与趋势[J]. 中国农业科技导报, 2011, 13(5):79-87.

[19] 徐绍虎. 纳米材料在食品包装中的应用研究进展[J]. 包装工程, 2011, 7(13):108-111.

[20] 贺琛, 王臻, 梅婷, 等. 食品活性包装研究的进展与

- 趋势[J]. 包装与食品机械, 2011, 29(3):40-44.
- [21] 梁艳君. 食品用塑料包装七大性能分析[J]. 塑料与包装, 2011(6):62-64.
- [22] 秦蓓. 塑料食品包装材料安全性研究现状[J]. 包装工程, 2011, 32(19):33-37, 42.
- [23] Arvanitoyannis I S, Bosnea L A. Recycling of polymeric materials used for food packaging: current status and perspectives [J]. Food Reviews International, 2001, 17(3):291-346.
- [24] 李爱珍, 邵秀芝, 张建华. 可食性包装膜的研究进展及其发展前景[J]. 包装与食品机械, 2009, 27(1):54-57.
- [25] Davisa G, Song J H. Biodegradable packaging based on raw materials from crops and their impact on waste management[J]. Industrial Crops and Products, 2006, 23(2):147-161.
- [26] 黄晓英, 刘天模. 纳米包装材料及其应用[J]. 包装工程, 2006, 27(5):304-305.
- [27] 康卫民, 程博闻, 李全祥, 等. 废旧易拉罐回收技术:中国, 101392413[P]. 2009-03-25.
- [28] 刘济华, 毛协民, 刘炜. 废旧易拉罐铝保级还原熔炼制备技术及生产工艺探讨[J]. 资源再生, 2010(10):60-64.
- [29] BOPET 专业委员会. 国内外食品包装卫生标准的现状[J]. 塑料包装, 2011, 21(4):52.
- [30] 苏鸿英. 全球废铝回收的现状和未来[J]. 资源再生, 2009(4):24-25.
- [31] 张伦和. 我国再生铝产业现状及发展对策[J]. 轻金属, 2009(6):3-6.
- [32] 王恭敏. 中国再生铝产业的回顾与展望[J]. 资源再生, 2007(6):6-9.
- [33] 郭海军. 欧洲废铝的回收与中国之举[J]. 世界有色金属, 2007(1):22.
- [34] 才秀芹, 曾雄伟, 冯明良, 等. 废玻璃的回收处理与利用[J]. 玻璃, 2011(2):20-24.
- [35] 刘芳, 叶青, 贾凤超, 等. 回收啤酒瓶的质量现状调查及防止爆瓶的措施[J]. 食品与发酵工业, 2008, 34(6):102-105, 111.
- [36] 闫凤娟, 杨奎. 食品真空包装的应用与研究[J]. 印刷技术, 2011(8):26-27.
- [37] 苗锡哲, 曹娟. 用循环经济解决啤酒瓶资源管理问题[J]. 中国海洋大学学报:社会科学版, 2010(2):66-70.
- [38] 中国轻工总会玻璃搪瓷研究所. GB 4544—1996 啤酒瓶[S]. 北京:中国标准出版社, 1996.

## Comprehensive Utilization of Food Packaging Wastes

LI Zhong-jin<sup>1</sup>, YU Li-li<sup>2</sup>

(1. Key Laboratory of Auxiliary Chemistry and Technology for Chemical Industry of Ministry of Education, Institute of Chemistry and Chemical Engineering, Shaanxi University of Science and Technology, Xi'an 710021, China; 2. Department of Pharmacy, Medical University of Xi'an, Xi'an 710021, China)

**Abstract:** Food packaging is one of the most important parts in packaging industry, which leads to increasingly serious environment pollution. The contaminations in food packaging were pointed out and the comprehensive utilization of food packaging wastes were also introduced by analyzing many examples of domestic and overseas. It would give reference for the effective utilization of food packaging wastes in China, and alleviation of the resource and environment restriction.

**Key words:** food packaging; waste; comprehensive utilization

(责任编辑:叶红波)