



全国高等农业院校教材

全国高等农业院校教材指导委员会审定

食品包装学

● 杜朋 编

● 农产品贮藏加工、食品工程和食品科学专业用

中国农业出版社

PDG

全国高等农业院校教材

食 品 包 装 学

杜 朋 编

农产品贮藏加工、食品工程和食品科学专业用

中 国 农 业 出 版 社

前 言

食品工艺学是研究把生物性原料转化为有一定保存（或保质）期限的、符合风味和营养等要求的食品并延长它的保存（或保质）期限的科学，而食品包装是最重要的延长食品保存（或保质）期限的手段之一。因此，食品包装学是有关食品的各类专业的大、中专院校学生的必修内容。从事与食品有关的各类专业的科学工作者、工程师、技术人员和工人，对食品包装学的基本原理也应该有充分的了解。

本书是德国 G. Stehle 所著《食品包装（Lebensmitteln Verpacken）》（Milchwirtschaftlicher Fachverlag GmbH, Remagen-Rolandseck, 1989）和 R. Heiss 所著《食品包装学（Verpackung von Lebensmitteln）》（Springer Verlag, Heidelberg, 1980）为基础，参考国内的一些文献资料和有关书籍，在七轮教学的基础上编写而成的。由于篇幅所限，本书只能叙述主要的食品包装材料、食品包装容器和食品包装工艺，并简述几种重要的食品包装实例，而有关食品包装机械、食品包装装潢、食品包装辅助材料、食品包装印刷工艺等内容和大量插图，只得割爱，实为遗憾。编者希望以后能有机会将这些内容补充进来。

关于中国在食品包装领域内的研究成果，有关报道较少。因此，编者在编写本书时着眼于介绍食品包装学的基本内容和直至 80 年代末世界各国在食品包装领域内的研究成果，并涉及了一些直至目前尚未研究或尚未解决的食品包装工艺问题。由于饮食结构不同，国外某些研究对象如奶酪、咖啡等目前并非中国的普及食品，不很适合中国广大居民的饮食习惯。但是一是考虑到人们的饮食习惯总是在不断地变化着（这已经由许多实例所证实），这些食品在不久的将来可能会对我们有越来越大的意义；二是考虑到这些研究方法对我们今后的研究工作可能会有一些有益的启示，所以仍然有选择地将这些内容编入本书。本书引用了大量的国际通用符号，书末附录一可供查阅这些符号的英文全称及中文名称。

本书是在食品保藏学和食品工艺学的基础上编写的，建议安排在大学第七或第八学期学习为宜，课堂讲授时数为 40~50 学时，实验学时根据实验室具体情况安排。为了避免重复，《食品工艺学》教材（天津轻工业学院和无锡轻工业学院合编，轻工业出版社，1984 年第一版）已有的内容，本书不再赘述。考虑到国内有关资料较少，为了增加实用价值，本书列举了不少食品包装材料实例，可供从事与食品和包装有关的各类专业的科学工作者、工程师和技术人员在考虑食品包装工艺时参考。根据课堂教学需要，编者还编制了一部幻灯配套教材，对配套幻灯教材感兴趣的有关院校和其它单位，可直接与中国农业大学东校区电教中心联系。

本书特邀国家食品检测中心副主任李家瑞高级工程师主审，并经全国高等农业院校教材指导委员会审定作为全国高等农业院校教材，供农（畜）产品贮藏和加工、食品科学、食品工程、食品机械等专业使用，也可作为包装工程、包装材料、包装机械等专业的教学参考书以及供从事与食品和包装有关的各类专业的科学工作者、工程师、技术人员和工人

参考。

德国汉斯·赛德尔基金会(Hanns-Seidel-Stiftung)给编者提供了在德国进修食品包装学的机会,有力地支持本书的编写。在长达9个月的进修期间中,编者得到了柏林高等工业学校包装研究所所长、欧洲包装协会主席D. Berndt教授多方帮助。谨此表示衷心感谢。

编者水平有限,书中错误、不当之处在所难免,因此恳切地欢迎读者批评指正。

编 者

1990年11月

目 录

前言

第一章 绪论	1
第一节 食品包装容器的任务	2
一、对食品包装容器的基本要求	2
二、食品包装和分配的合理化	2
第二节 食品包装和环境保护	3
一、减少包装垃圾	3
二、清除包装垃圾	4
三、包装材料的环境保护因素	5
第三节 食品包装工作者的任务	5
第二章 食品包装材料	7
第一节 塑料	7
一、塑料的分类	7
二、主要的食品包装塑料	8
三、塑料的复合	13
四、塑料的收缩和拉伸	14
五、塑料的应力裂纹和应力裂纹腐蚀	15
第二节 纸质材料	15
一、粗制纸	16
二、精制纸	16
三、纸板	17
四、瓦楞纸板和硬纸板	17
第三节 金属	18
一、铝	18
二、极薄钢板	20
第四节 天然材料和陶瓷	20
一、天然材料	20
二、陶瓷	21
第五节 食品与包装材料的相互作用	22
一、迁移	22
二、毒性	23
三、腐蚀	23
第六节 包装材料的加工性能	24
一、热封	24

二、粘合	27
三、摩擦	30
四、静电	31
五、折叠和回弹	32
六、纸箱凹槽	34
七、翘曲	35
八、电离辐射作用	36
第三章 食品包装工艺	37
第一节 气候对包装食品的影响	37
一、温度和湿度	37
二、温度变化对包装食品的影响	38
三、光照引起的温度变化对包装食品的影响	41
第二节 外界因素对包装食品的影响	42
一、气体和水蒸气	42
二、液体	56
三、光线	58
四、昆虫	59
五、微生物	61
第三节 各类食品包装	64
一、容易受到水蒸气影响的食品的包装	65
二、容易受到氧气影响的食品的包装	67
三、容易受到光线影响的食品（主要是含脂肪食品）的包装	71
四、食品塑料包装容器的内部压力	73
第四章 食品包装容器	79
第一节 衬袋箱	79
第二节 铭带	80
第三节 杯形容器	80
一、定义和应用领域	80
二、材料	81
三、应用注意事项	81
第四节 袋	82
一、定义、分类和应用领域	82
二、材料	83
三、应用注意事项	86
第五节 泡罩	86
第六节 罐和各种小型桶	87
一、定义和应用领域	87
二、材料	87
三、应用注意事项	89
第七节 标签	89
第八节 桶	90

第九节 瓶	90
一、窄颈瓶	90
二、广口瓶	91
第十节 液体食品纸盒包装	92
第十一节 无盖箱、组合箱、篮、托盘、筐	93
第十二节 网兜	93
第十三节 大袋	94
第十四节 箱	94
第十五节 盘和浅盘	95
一、盘	95
二、浅盘	97
第十六节 收缩包装、贴体包装、拉伸裹包	97
第十七节 冻藏包装容器	99
第十八节 管	100
第十九节 拉伸软包装容器	101
第二十节 卷包容器	102
第二十一节 肠衣	104
第二十二节 封盖物(盖、塞等)	105
一、定义和应用领域	105
二、材料	106
三、应用注意事项	108
第二十三节 包装容器的主要机械负荷	109
一、运输包装容器的抗压强度	109
二、动负荷	112
三、玻璃容器的破碎负荷	115
第五章 运用实例	120
第一节 新鲜肉类、新鲜禽类、新鲜鱼类	120
一、新鲜肉类	120
二、新鲜禽类	122
三、新鲜鱼类	122
第二节 腌肉制品	123
第三节 牛奶	124
一、UHT(超高温)牛奶	124
二、普通牛奶	125
第四节 面包	126
第五节 焙烤食品	128
第六节 咀嚼食品(炸土豆片、土豆条和花生膨化点心)	128
第七节 方便食品	129
一、冻藏方便食品	129
二、巴氏杀菌方便食品	130
三、高温杀菌方便食品	130

四、干制方便食品	132
第八节 奶粉（以及由牛奶制成的儿童食品）	133
第九节 可可制品	134
第十节 奶酪	135
第十一节 黄油	136
第十二节 咖啡	137
第十三节 水果原汁	138
主要参考文献	139
附录一 本书引用的国际通用符号	140
附录二 中国食品包装国家标准和行业标准目录	141
附表 1 食品包装容器应用实例（见插页）	
附表 2 容器封口实例（见插页）	

第一章 绪 论

远古时代人类只知用植物叶片、兽皮、陶器等物包裹食品，到中世纪已知用麻袋和麻绳捆扎远距离运输的大型食品包装容器，从20世纪开始食品包装工业发展十分迅速，新的包装材料、包装容器、包装工艺和包装机械不断涌现，并日趋成熟和完善。在这种情况下有关食品包装的术语、同义词和近义词越来越多，极易造成误解。本书采用的几个重要术语的定义如下（引自GB4112《包装通用术语》和GB7718《食品标签通用标准》）：

1. 包装：为在流通过程中保护食品，方便储运，促进销售，按一定技术方法而采用的容器、材料及辅助物等的总体名称。也指为了达到上述目的而采用容器、材料及辅助物施加一定技术方法等的操作活动。

2. 包装件：食品经过包装所形成的总体。

3. 包装容器：为储存、运输或销售而使用的盛装食品或包装件的器具的总称，简称容器。

4. 包装材料：用于制造包装容器和构成食品包装的材料总称。

5. 包装食品：包装在容器中的食品。

6. 内装物：包装内所装的产品。

7. 运输包装：以运输储存为主要目的的包装。

8. 销售包装：以销售为主要目的、与食品一起到达消费者手中的包装。

9. 标签：在食品包装容器上或附于食品包装容器的一切附签、吊牌、文字、图形、符号及其它说明物。

10. 保存日期：指预示在任何标签上规定的条件下食品可以食用的最终日期。在此之后，该食品不再适于食用。

11. 保质日期：指预示在任何标签上规定的条件下保证食品质量的日期。在此期间，食品完全适用于出售，并符合标签或产品标准中所规定的质量，但超过此期限，食品仍然可能是可以食用的。

12. 集合包装：为了便于装卸、储存和运输，将若干包装件或食品包装在一起，形成一个合适的搬运单元。

13. 回收包装：能回收再用的包装。

本书所用“热封（热压封合，Heat sealing）”一词，其定义是两种或两种以上的包装材料的热塑性层在热力和压力的作用下连接在一起，但各热塑性层的底材（载体）并没有被塑化，“熔接（Weldin）”的定义是热塑性材料在热力和压力的作用下合成一体。但在食品包装领域内，作为包装材料结合的一种方式热封和熔接已不再是泾渭分明的两个对立概念，因而出现了表示其总概念的“热封（Heat sealing）”一词。

第一节 食品包装容器的任务

一、对食品包装容器的基本要求

近 50 年来,食品的销售由各零售商店和专营店逐渐转移到自选商场和大型百货商店,为了适应这种形势,对食品包装容器的要求也随之变化。除少数例外,大型食品容器几乎已经绝迹。各种秤和计量容器代替了手工计量和份装。食品卫生、污染和大量腐败的问题也已基本解决。食品份装是食品分配形势变化的必然结果,它给食品工业、商业和消费者带来了非常明显的优点,从而促进了食品包装工业的发展。随着生活水平的提高,人类不仅要求购买工业食品以减轻家务劳动,而且对食品的成分损失程度和质量下降程度也越来越挑剔。因而它们分别对食品包装容器提出了一系列基本要求:

(一) **消费者要求** 能够从标签上了解食品的名称、商标、厂名、净含量、保存日期和/或保质日期、价格及有关的单位重量或体积的价格;容器透明,可以看到食品 and 检查食品;份量合适;防盗封口,保证原装;封口良好,保证食品质量和食品卫生;容器易拿,易开启,坚固,耐撞击,不破碎;容器易码放,在购货篮筐中就象在冰箱中一样平稳;容易从容器中取出食品;如果容器较大,应能重新盖合;没有过分的和欺骗性的宣传;废弃容器能够方便地和无公害地抛弃。

(二) **商业要求** 尺寸、尤其集合包装容器的尺寸应标准化,适于码放,适于贮藏,节省空间;易于堆垛;即使在不利的条件(高温、高湿、光照)下也有很好的贮藏性能;容易识别食品;易于打开集合包装;容易处理包装垃圾;容易标注价格;符合有关法规法令规定;集合包装容器也有宣传作用;份量适合市场要求;能够保护食品,避免损失;适合自选商场摆设要求;防盗封口;不会伤害儿童;集合包装同时是回收包装。

(三) **食品制造、包装企业和包装机械制造企业要求** 在规定期限内具有保护食品的作用;对人体无害,符合有关法规法令规定;有适合于包装食品和包装工艺的特殊性能,如化学一物理惰性,微生物稳定性,能够进行抽真空、充气、冻藏、巴氏杀菌、高温杀菌等等;有适合于自动包装机械的性能,如在允许的公差范围内的尺寸(如单位面积重量、厚度、宽度、长度、形状等)稳定性,各容器间的分离性能,运动时的侧向移动倾向,成槽性能,弯折性能,抗撕裂性能,抗破裂性能,抗切割性能,变形性能,熔合性能,耐磨性能,翻边性能,粘合性能,附着强度,滑移阻力,翘曲倾向,阻塞倾向,废品率等等;良好的压力传递性能和压力稳定性能;气体、水蒸气、液体、气味物质密封性能;光线稳定性和光线密封性;运输安全,并可集合包装;在规定的空间中可以长期贮存;尽可能小的环境污染问题;可以回收等等。

上述要求可以根据食品种类、份量、包装机械、贮存期限和贮存条件变化,还可以提出一些特殊要求。

二、食品包装和分配的合理化

为了降低成本,现代化的食品包装作业在节约原材料、提高生产率、提高贮藏空间利用率和保持食品质量等方面进行了不懈的努力。

(一) **包装合理化** 研制高效率包装机械和有良好机械作业性能(如热封时间短、易于成槽等等)的包装材料。不同的包装机械,对包装材料的要求不同。包装合理化意味着节约包装材料和包装辅助材料、将食品损耗量减少到最低程度、缩短作业时间、减少操作人员、提高设备和机械的使用寿命、降低能耗、采用最佳几何形状的工具和模具、提高包装机械的生产率等等。

(二) **生产合理化** 某些没有包装容器便不能制造或虽能制造但损耗量很大的食品,生产合理化相当重要,例如①制造香槟酒和干香槟酒时应采用合适的玻璃瓶和瓶塞。如果瓶内发酵工艺不能很好进行,用传统工艺便不能生产出纯正的香槟酒和干香槟酒;②如果不采用特殊的“成熟”薄膜,在成熟过程中硬干酪便会出现一层表皮和产生较大的重量损失;③没有无菌的和微生物密封性能良好的包装容器,便没有可保藏的高温杀菌食品。为了减少热负荷对食品质量的不利影响,无菌包装工艺的应用越来越广,此时包装材料应适应无菌包装工艺和无菌包装设备的要求;④应用于冷冻保藏作业的包装材料应符合冻藏特别是速冻作业的要求。

(三) **运输、贮藏合理化** 集合包装和多件包装是包装工业运输、贮藏合理化的非常重要的措施。ISO规定集合包装和多件包装的基本尺寸为 $400\text{mm} \times 600\text{mm}$,并由此派生出一些尺寸,其中优先选用的是 $400\text{mm} \times 200\text{mm}$ 、 $200\text{mm} \times 600\text{mm}$ 、 $100\text{mm} \times 400\text{mm}$ 、 $100\text{mm} \times 300\text{mm}$ 、 $100\text{mm} \times 200\text{mm}$ 和 $100\text{mm} \times 150\text{mm}$ 。这些尺寸与GB2934相对应,并为自动化作业(如高架贮藏)创造了条件。为了适应于人力提、举和码放,集合包装的重量不应超过 $12 \sim 15\text{kg}$ 。

第二节 食品包装和环境保护

环境污染已经严重威胁着人类的生存。世界各国十分重视环境保护问题,有关法规在不断完善的同时越来越严格,其中包括减少包装垃圾以及包装垃圾的处理和再生问题。不论制造包装材料、包装容器和食品的企业是否愿意正视,实际上选择能够减轻环境污染的食品包装容器和包装工艺,以及研制能够减轻环境污染的包装材料,在一定意义上比选择食品包装容器和包装工艺更为重要,而且越来越重要。因此人们对包装与环境污染的关系已进行了大量的研究。

一、减少包装垃圾

减少包装垃圾的问题,实际上就是节约包装材料的问题。人们对此进行了许多探索,取得了不少成绩。

改变包装系统:例如在大宗白糖运输包装中,包装麻袋处理一直是商业部门的难题,而现在散装白糖集装箱运输或货罐车运输已逐步代替了麻袋运输。又如水果和蔬菜的运输,现在大量采用格形隔离板,从而保证从收获直至销售各个产品互不接触。此外收缩薄膜托盘包装系统也逐渐代替了单件运输包装。

选择合理的包装容积:大包装比小包装节省包装材料。但消费者根据实际消费量需要小份额装。应该在适合于家庭消费速度的基础上选择包装容器的容积。

通过改善包装容器的制造工艺、改善包装材料的包装性能或提高包装容器的壁厚均匀性来减少包装材料的耗用量。例如到70年代,一个175g酸牛奶杯形塑料容器的重量已从初始

的 12g 降低到 7.5g；一个 0.33L 啤酒瓶的重量已从初始的 180g 降低到 130g；葡萄酒和香槟酒用玻璃瓶的重量下降了 37%；与 1930 年相比，制造相同容积和形状的金属罐头镀锡薄板的耗用量降低到 64%；等等。

采用回收包装：从节约和减少包装垃圾的观点出发，回收包装是值得试一试的措施。但到目前为止，大多数食品包装容器如液体食品包装纸盒、所有软包装容器、金属罐头、婴幼儿食品容器等等都不是回收包装，目前使用的回收包装主要是饮料包装，按重量计回收包装食品仅占全部包装食品的 7.5%，按体积计则为 23.2%。

回收包装容器必须设计得牢固而耐久，以便能够经受多次运输和清洗作业。回收、贮存和清洗用过的旧容器，不仅费用较高，而且还要耗用大量清洁水，此外清洗时排出的废水中含有大量洗涤剂 and 旧容器所含的有机成分残留物。所以从一次性使用包装到回收包装已从节约包装材料的问题进而变成了新鲜水耗用量和污水排放的问题。另外在实施旧容器商业性回收也存在困难。因此回收包装仍存在着一系列不足之处。但也不允许不经全面考虑就草率决定对回收包装的限制性措施。从商业和工业的角度出发，将回收包装系统限制在 15~20km 的范围内在经济上还是合算的。

现在塑料容器已被大量采用，深入千家万户。塑料容器是否采用回收包装，主要取决于对旧瓶是否能够进行足够而安全的清洗。

二、清除包装垃圾

任何消费品都有使用期限，包装容器包括回收包装容器也不例外。废弃的包装便成了垃圾。包装垃圾处理除了弃置，便是再生。弃置并不是处理包装垃圾的好方法，理想的方法是利用垃圾，即再生。再生又分为能量再生、直接再生和间接再生三种。

中国目前主要采用野外露天垃圾场放置垃圾。这种垃圾处理方式会污染土壤、地下水和空气，在国外正在逐步淘汰。70 年代以来，新的弃置垃圾堆放场在世界各国纷纷建立。这些垃圾堆放场将垃圾压实存放，有保护地下水和土壤的阻隔层，不污染周围环境的优点。

从环境保护的角度出发，水溶性、体积可压缩性和可腐性（包括分解性能）是包装垃圾的主要性能。包装垃圾分解机理为光解、光致氧化分解和微生物分解三种。某些细菌以及霉菌能够分解韧皮纤维、树叶、纸、纸板、瓦楞纸板等天然物质。玻璃、陶瓷和塑料（除少数例外如聚乙烯醇）是不溶于水的，化学—物理稳定性很高，不会污染地下水。为了使共聚物能够分解，需添加有关食品法规允许的光敏剂。如果垃圾堆放场没有足够的地下水阻隔层，金属会被地下水或渗漏水腐蚀。

能量再生即用燃烧垃圾或热解垃圾获得高能量气体的方法来利用垃圾中的能量。目前国外已经建造了许多垃圾焚烧设备。如在 1986 年联邦德国已有 47 台垃圾焚烧设备，承担了该国 34% 人口家务垃圾的焚烧任务，其中 98% 转换为热能，相当于 $1000 \times 10^4 \text{ t}$ 煤当量或该国能耗的 2.5%。包装材料尤其是塑料，是再生能量的重要来源。

直接再生即将垃圾作为原料制造相同的或相似的产品，间接再生即用垃圾制造其它廉价产品。将垃圾弃置、能量再生、直接再生或间接再生，其判断因素为①集中和运输成本，②分离无用物质的成本，③化学—物理处理的成本，④处理无用物质的成本，⑤所用工艺方法的能耗，⑥原材料节约量，⑦材料的可利用性，⑧经济性。直接再生只能利用比较纯净的、

不含杂质的垃圾，如仓库中的废纸板、办公室字纸篓中的废纸、饮料灌装车间中的碎瓶等等。要从垃圾混合物中分离出可供直接再生的原料，目前还很困难，往往得不偿失。

无论从物理性质还是再生成本来看，天然材料和陶瓷只适于一次性使用。废玻璃回收重炼有很大经济和能源意义，如联邦德国 1985 年总计回收玻璃 $97 \times 10^4 \text{t}$ ，回收率达 39%。纸的回收意义更大，其历史与造纸业一样悠久，如联邦德国 1984 年回收废纸 $400 \times 10^4 \text{t}$ ，再生纸产量达纸总产量的 43%。废纸中的多氯联苯 (PCB) 有毒，食品用再生纸包装材料的 PCB 含量不得超过 10mg/kg ，越低越好。此外再生次数越多，纸纤维的质量就越差，因而成品纸的质量就越差，所以纸的再生是有限度的。食品包装的金属垃圾主要为镀锡薄板。用废钢炼制钢铁，对充分利用资源有越来越大的意义。由于镀锡薄板是铁磁性的，所以无须花费多大代价，仅用磁性分离工艺就能很容易地把废弃镀锡薄板从垃圾堆中分离出来。1984 年联邦德国从垃圾中回收镀锡薄板 240000t，回收率达 40%。目前从废弃镀锡薄板回收锡已进入实用性阶段。由于制铝成本很高，所以回收废弃铝包装容器是很有前途的。由于废弃铝包装容器难以从垃圾堆中分离，许多国家正在试图建立废铝回收系统。塑料回收困难也不小，因为塑料种类繁多，目前还无法将其从垃圾堆中按类分离。法国已在较大范围内建立了聚氯乙烯 (PVC) 瓶回收系统，将其粒化后作为直接再生原料。混合废弃塑料一般用作间接再生原料，如日本用混合废弃塑料制造篱笆桩和压制塑料板。目前看来，高温分解回收塑料是一项很有前途的研究，不仅可以获得热能，而且还能从高温裂解液体中获得有价值的化学物质。

三、包装材料的环境保护因素

选择食品包装材料时，不仅要考虑到食品对包装材料的性能要求和包装材料的成本，还要考虑到一系列与环境保护有关的因素，包装容器空重、清洁水耗用量、环境污染程度、废水排放环境、包装容器容积、包装垃圾体积及其压缩和堆垛性能等等。以饮料包装为例，如果肯定能够回收和重复使用 20 次左右，那么采用回收玻璃瓶包装最为有利；其次可以选择纸盒包装；然后再考虑一次性塑料瓶（最好是 PVC 瓶）。而金属包装容器和一次使用玻璃瓶。尤其是后者，最为不利。

第三节 食品包装工作者的任务

食品包装的服务作用是以向消费者提供食品、安全地运送食品 and 提供就业机会为基础的。应该用最低的包装成本来达到包装食品所需的和社会所要求的每项包装要求来完成上述任务。从这点出发，食品包装工作者的研究方向如下：

1. 阐明在制造食品包装容器时和在食品充填及容器封口的过程中从容器外部和内部作用于包装食品的各种效应及其作用程度，以及它们是如何产生的，并与哪些因素有关。

2. 研究出检验上述各种效应的作用程度的方法，而且这些方法能够用完善的物理原理重复；如果难以做到，就模拟出相应的检验环境。前者往往可以进行简化模拟试验，后者却在实践中并非总是可以提出相同的周边条件而有一定的局限性。

3. 按照包装材料的可测性能建立食品包装容器的计算公式。如果不能对包装容器进行

计算，那么势必为了确保安全而强化包装容器，造成原料浪费。

4. 创立包装容器检验标准的基础理论。

5. 测量所用包装材料的质量极限值。与此有关的分析方法和感官检验方法是食品法立法的基础。

6. 认识包装食品在贮藏过程中所产生的各种变化。了解哪些是主要变化，以及食品包装容器是否能够在所要求的保质期限或保存期限内完全可靠地抑制这些变化，或者是否还需要采用辅助工艺，如热加工或冷处理等等。协调包装食品对包装材料提出的各种性能要求，由此确定主要易腐包装食品对包装容器的最低要求。

第二章 食品包装材料

第一节 塑 料

塑料作为包装材料使用，用途非常广泛。除了制造各种形状、各种容积的包装容器外，还可直接利用收缩薄膜、拉伸薄膜等做包装材料。

一、塑料的分类

塑料是将低分子结构聚合而制成的高聚化合物，是有机物质。食品包装领域内用的塑料见表 2-1。

表 2-1 塑料的分类

纤维素衍生物	聚 烯 烃	聚酯和 聚酰胺	氯乙烯聚合物	苯乙烯聚合物	其它聚合物	复合材料
CA	PE	PET	PVC	PS	NR	很多，例如：
有机玻璃	ULDPE	PA	CPVC	SB	EP	PA/PE、
CN	VLDPE	OPA	PVDC	SBR	MDI	PA/EVOH/PE、
	LDPE		PVAC	PSB	MF	LDPE/LLDPE、
	LLDPE		PVAL	ABS	氢氯化橡胶	PP/EVOH/PP、
	MDPE		EVOH	SAN	PC	PP/EVOH/PP、
	LMDPE		(= EVAL)		PIB	PS/PE、
	HDPE				PUR	PS/EVOH/PE/PP、
	LHDPE				SI	PS/EVOH/PS、
	HMPE				UF	
	PP				VAC	
	OPP					
	Ionomer					
	EAA					
	EVA (
	= EVAC)					
	TPX					等等

采用下列添加剂可以改善塑料的性能，主要是改善加工性能：①软化剂（改善柔性和延伸性能）；②加工稳定剂（避免裂解反应）；③润滑剂及抗结团剂；④光线稳定剂（主要为紫外线吸收剂）；⑤色素、填充剂及颜料；⑥抗静电剂（减少静电荷）；⑦漂白剂；⑧冲击韧性增强剂。此外表面处理也能改善塑料的性能，如利用电晕放电可以改善塑料的表面张

注：镀锡薄板和玻璃在《食品工艺学》中已做介绍，本章不再赘述

力,以增加其粘合性能和印刷性能。

二、主要的食品包装塑料

(一) 纤维素衍生物 食品包装用的主要纤维素衍生物有如下几种:

1. 有机玻璃 有机玻璃是一种重要的食品包装材料。在大约 100 种有机玻璃中,对食品包装而言最重要的是用硝基纤维素(NC)和 PVDC 涂层的有机玻璃。与其它塑料比较,有机玻璃的密度在 $1.45\sim 1.47\text{g}/\text{cm}^3$ 之间,抗拉强度高(但一旦破裂、便很容易继续破裂),涂层性能很好,静电充电倾向很低,回弹力很小,摩擦系数小,切削性能好,印刷性能优良,在干燥状态下氧气和氮气透过率很低,气味物质、脂肪和油难以渗透,耐油,无味无嗅,无毒,NC 型有机玻璃的热封区域较宽($90\sim 140^\circ\text{C}$),这些都是重要的包装性能。此外有机玻璃还有良好的光泽和透明度(可视性),而这正是自选商场对食品包装材料的重要要求。有机玻璃不能热封。

$22\sim 23\mu\text{m}$ 未涂层有机玻璃薄膜(单位面积比重在 $32\sim 33.5\text{g}/\text{m}^2$ 之间,密度为 $1.45\text{g}/\text{cm}^3$)具有不透油类、抗撕裂、一定的抗湿能力、良好的印刷性能和粘合性能、可以很好地进行机加工等优点,但它的氧气透过率随其湿度的变化而大幅度变化,而且还易于收缩和膨胀,主要用于需要防尘、防异物接触并且同时又要求看到包装食品的场所。增加由硝基纤维漆、树脂和石蜡组成的 $2\sim 3\mu\text{m}$ 的漆层,有机玻璃便能抗风化。双面涂 NC 漆层的有机玻璃,在 23°C 、相对湿度为 85% 的环境中水蒸气透过率为 $2\sim 5\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ 。双面涂 PVDC 的有机玻璃,在 23°C 、相对湿度为 85% 的环境中水蒸气透过率高达 $1\sim 2\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$,氧气透过率为 $4\sim 8\text{Ncm}^3/\text{m}^2\cdot\text{d}\cdot\text{bar}$ (N 指标准,不是牛顿, Ncm^2 即标准立方厘米。下同),而且湿度对焊缝强度和气体透过率的影响大大下降,尺寸稳定性增加,同时弯折作业对材料的氧气透过率的影响也显著减少。NC 有机玻璃和 PVDC 有机玻璃不仅水蒸气透过率很低,可以防止内装物干燥,而且机加工性能良好,可以承受机器的高速加工作业,所以非常适用于香烟包装。PVDC 有机玻璃还可用来包装焙烤面包、面包片和糖果等等。用 PVDC 涂层后有机玻璃的焊缝承载能力显著增加,从而改善了包装容器的水蒸气、尤其是氧气的密封性能。近年来它常被用来包装香肠片、奶酪片、面包片和蛋黄酱等等。有机玻璃与涂漆的 PP 拉伸薄膜组成的复合薄膜具有良好的光泽,可以用来包装炸土豆片等食品。有机玻璃/铝/LDPE 复合薄膜可用于包装果汁、冷冻干燥制品和即食(熟)土豆粉等食品。

2. 醋酸纤维素(CA) 与有机玻璃比较,CA 的密度在 $1.25\sim 1.35\text{g}/\text{cm}^3$ 之间,软化温度在 $125\sim 175^\circ\text{C}$ 之间,有良好的光泽和透明度,硬,抗弯折、抗皱和抗破裂性能差,未精制的 CA 水蒸气透过率高,因而在包装件的内、外表面上不会出现冷凝水。CA 主要用作箱和袋的窥视窗,也可用来制造折叠箱、圆箱和翻边箱。

(二) 聚烯烃 聚烯烃类包装材料的共同特点是水蒸气透过率极低,不易受湿汽损害和熔接性能良好。因为它们的化学稳定性很高,所以可以通过必要的预处理以改善其不良的印刷性能和粘合性能。

1. 聚乙烯(PE) 食品包装用的 PE 有如下几种:

(1) 低密度聚乙烯(LDPE) LDPE 的密度在 $0.917\sim 0.924\text{g}/\text{cm}^3$ 之间,热封温度在 $100\sim 150^\circ\text{C}$ 之间,热粘合强度一般,无味无嗅无毒,有很好的抗撕裂和抗继续撕裂的性能,

透明度也比较好,但刚性和弹性很差,所以机加工性能劣于聚制品。厚度为 $100\mu\text{m}$ 的LDPE在 23°C 、相对湿度85%时的水蒸气透过率仅为 $1\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$,氧气透过率在 $1300\text{Ncm}^1/\text{m}^2\cdot\text{d}\cdot\text{bar}$ 左右。LDPE的使用温度在 $-60\sim+90^{\circ}\text{C}$ 之间。通过电晕放电处理可以大大改善LDPE的印刷性能和粘合性能,但其熔接性能却因此而受到损害。LDPE的性能可以通过选择原料、更换添加剂和改变加工工艺大幅度地变化。

LDPE可用于制造塑料管道、容器封头、各种类型袋等等。LDPE还是一种重要的复合材料和优良的复合剂。厚度大于 $40\mu\text{m}$ 的LDPE可用于真空包装和充气包装;厚度大于 $60\mu\text{m}$ 的LDPE可用于液体食品包装和膏状食品包装。厚度为 $90\mu\text{m}$ 的褐色LDPE与白色色素共挤复合薄膜可用于牛奶软包装。 $20\sim 50\mu\text{m}$ 的LDPE薄膜可用于收缩包装, $30\sim 60\mu\text{m}$ 的LDPE薄膜可用于较重件的包装容器,如软罐头、塑料瓶等, $80\sim 200\mu\text{m}$ 的LDPE薄膜可用于很重件的包装和托盘包装等。

对许多食品来说,LDPE的气味物质透过率过高,耐油性能也不甚好。

(2) 中密度聚乙烯(MDPE) MDPE的密度在 $0.925\sim 0.935\text{g}/\text{cm}^3$ 之间,热封温度高于LDPE,热稳定性较高,可达 $115\sim 120^{\circ}\text{C}$ 。热粘合强度与LDPE相似。脆性随密度的增加而增加。透明度劣于LDPE。

(3) 高密度聚乙烯(HDPE) HDPE的密度在 $0.936\sim 0.960\text{g}/\text{cm}^3$ 之间,热封温度大于 150°C 。与LDPE比较,HDPE的抗撕裂强度(尤其在长度方向上)、疲劳强度、刚性和耐磨性能增加,结晶度提高(LDPE在60%~75%左右,HDPE在90%左右),对几乎所有稀酸、碱和盐液都有很高的温度性,热粘合强度增强,热稳定性增加(热封温度在 $135\sim 150^{\circ}\text{C}$ 之间,使用温度在 $-50\sim +100^{\circ}\text{C}$ 之间),但应力裂纹腐蚀、水蒸气透过率、氧气透过率和透明度下降。

(4) 高密度高分子聚乙烯(HDPE-HM) 和高密度中分子聚乙烯(HDPE-MM) HDPE-HM薄膜和HDPE-MM薄膜是一种类似纸的、薄至 $8\sim 10\mu\text{m}$ 的薄膜。它耐湿,坚韧,抗撕裂强度、抗继续撕裂强度和断裂延伸率都很高,并且可以熔接和蒸煮。分子量越大,这类薄膜的机加工性能就越好,但熔融原料的粘度也越大,因而制造就越困难。与纸比较,它的主要优点是耐湿和抗冲击强度高,但粘合性能、弯折性能、机加工性能、刚性和印刷性能均不如纸。它的主要应用范围是包装潮湿食品,如用 $10\mu\text{m}$ HDPE-MM薄膜包装新鲜肉和新鲜鱼。它还可以用来制造蒸煮袋、家用塑料袋、手提袋(用 $10\sim 20\mu\text{m}$ HDPE-HM薄膜代替 $45\mu\text{m}$ 左右的LDPE薄膜)和用作复合基材。

(5) 线型聚乙烯 线型聚乙烯是用很低的压力制成的具有线性大分子链的聚乙烯,它的支链很短很少。按密度它又可分为线型超低密度聚乙烯(ULDPE, $<0.900\text{g}/\text{cm}^3$)、线型最低密度聚乙烯(VLDPE, $0.901\sim 0.917\text{g}/\text{cm}^3$)、线型低密度聚乙烯(LLDPE)、线型中密度聚乙烯(LMDPE)和线型高密度聚乙烯(LHDPE)。在复合材料中,与非线型薄膜比较,线型薄膜有一系列优点:热封温度低,如ULDPE低达 85°C ;机械强度和承受动载荷能力好;延伸率高;热粘合强度好;焊缝质量好;密度达 $0.92\text{g}/\text{cm}^3$ 时可蒸煮,大于 $0.92\text{g}/\text{cm}^3$ 时可巴氏杀菌或高温杀菌;成本低。采用线型薄膜,不仅可以降低薄膜厚度和改进薄膜的性能,而且可以扩大薄膜的用途。

2. 聚丙烯(PP) PP的密度在 $0.85\sim 0.92\text{g}/\text{cm}^3$ 之间,是最轻的常用食品包装用塑