

# 食品软包装 材料与技術

Shipin Ruanbaozhuang Cailiao Yu Jishu

徐文达 程裕东 编著  
岑伟平 包海蓉



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS



# 食品软包装材料与技术

徐文达 程裕东 编著  
岑伟平 包海蓉



机械工业出版社

本书主要介绍当今食品软包装的新型包装材料（如可食包装材料、功能性包装材料等）和包装新技术（如气调包装、无菌包装、微波包装等），以及环保型食品包装容器设计，亦介绍一般包装材料的性能和食品包装相关的知识如食品标签、时间-温度标签（TTI）等，有助于读者了解当今食品软包装新材料与技术的应用和发展。其他一些食品软包装技术，如裹包、热收缩包装等因其技术较简单本书未作介绍，请参考有关的食品包装著作，而真空包装和充气包装属于气调包装范畴，已在第6章气调包装内介绍。

本书可供从事食品包装的工程技术人员参考，也可作为有关大专院材的教材。

## 图书在版编目（CIP）数据

食品软包装材料与技术 / 徐文达等编著. —北京：机械工业出版社，2003.1

ISBN 7-111-11461-2

I. 食… II. 徐… III. 食品包装：软包装  
IV. TS206

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2003）第 001380 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）

责任编辑：张秀恩 封面设计：张 静 责任印制：路 琳

北京蓝海印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2003 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

890mm×1240mm A5·13.875 印张·410 千字

0001—4000 册

定价：36.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

本社购书热线电话（010）68993821、88379646

封面无防伪标均为盗版

## 前 言

食品软包装的包装形式多样、印刷图案精美、重量轻而且节能，它已逐步取代传统马口铁罐和玻璃瓶的硬包装，成为当今食品包装发展的主流方向。2000年美国软包装的总消费量为192亿美元，其中食品行业占有很高比例。软包装容器的包装材料是纸与纸板、塑料和铝箔，在2000年国外包装材料消耗量中纸和塑料分别占首位和第二位，而食品在软包装材料应用中又占主要地位。根据1999年中国包装协会对我国主要包装材料消耗量的统计，其中纸占52%、塑料占31%、金属占11%、玻璃占6%，也说明我国包装材料以软包装材料为主。针对国内外包装行业中软包装不断增长的趋势，中国包装协会的全国软包装技术信息中心在2000年10月召开中心年会暨第三次软包装技术交流会上，提出加强新型软包装材料的研究与开发。

食品软包装材料中，纸与塑料占主要地位，而纸/塑/铝复合的包装材料的性能已达到可与金属或玻璃相媲美的程度。纸包装材料的价格低、折叠性优异，并有一定的弹性、卫生、无毒和良好的印刷性能，且可以回收、复制和重复利用，特别受到重视。在开展避免环境污染的世界趋势下，在纸、塑料、玻璃、金属等包装材料的长期竞争中，纸与塑料还是占有优势并保持领先地位。如上海包装行业的“九五”（1996~2000年）发展规划期间，纸制容器产品以每年5%递增计算，到2000年产量可达到4.35万t，产值将达到16~18亿元。塑料由于其性能优越、易于成型加工、成本低廉，发展极为迅速，现在全世界塑料总产量已逾亿吨。包装是塑料制品应用最多的领域，约占25%~30%，我国在2000年塑料包装的应用也达到200万t。然而，在20世纪80年代末塑料包装曾经受来自环境保护的巨大压力，废弃的塑料包装容器散布在自然界中，由于塑料性能稳定难于在短期内降解消失而进入自然循环，给生态平衡造成极大的破坏。是否还要继续大量使用塑料，已成为国际包装行业最大的争议。目前正在大力发展生物降解塑料等可降解塑料制的包装容器亦即绿色包装，然而由于其包装性能和价格等问题，暂时还不能取代塑料包装材料。实践证明，

塑料包装材料已达到不可替代的境地，塑料包装材料对环境的负面影响可以通过相应的法规和措施来减少，如所谓 3R1D 措施。3R 是：降低（Reduce）塑料包装材料使用时材料的用量，比如较薄的薄膜、容器薄壁化，从而减少污染源；塑料包装材料的多次重复使用（Repeat），避免大量废弃塑料包装材料的产生；回收利用（Reclaim），防止废弃塑料包装材料流入自然环境中。1D（Degradation）是即开发应用可降解型塑料包装材料，使其废弃物能在较短的时间内降解、消亡，并进入自然循环。因而，近期内食品软包装对塑料包装材料的应用不但不会减少而是通过提高其包装性能来减少用量，如高阻隔性能的聚偏二氯乙烯（PVDC）、乙烯—乙醇共聚（EVOH）和功能性薄膜如抗菌性薄膜、抗氧化薄膜、特殊透气性薄膜等。有关环保型包装的内容在本书的第 10 章中介绍。

一般的食品包装，其包装材料的作用只是通过物理手段阻隔外界环境对食品的影响，但对微生物、氧、水分等引起食品变质因素却无能为力，因此被国外包装业内称之为“消极性包装（Passive Packaging）”。目前，食品软包装材料和技术正朝着积极保护食品并延长货架期的“积极性包装（Active Packaging）”方向发展。所谓积极性包装是指通过包装使食品与环境相互协调而产生所需要的效果，它的作用是既保持食品原有的质量又同时提高包装食品的质量。积极性包装的含义广泛，它既包括一些抗菌性、抗氧化性薄膜等新型活性包装材料的开发与应用，也包括气调包装、无菌包装、微波包装等食品加工和消毒新技术的应用。

本书主要介绍当今食品软包装的新型包装材料（如可食包装材料、功能性包装材料等）和包装新技术（如气调包装、无菌包装、微波包装等），以及环保型食品包装容器设计，亦介绍一般包装材料的性能和食品包装相关的知识如食品标签、时间-温度标签（TTI）等，有助于读者了解当今食品软包装新材料与技术的应用和发展。其他一些食品软包装技术，如裹包、热收缩包装等因其技术较简单本书未作介绍，请参考有关的食品包装著作，而真空包装和充气包装属于气调包装范畴，已在第 6 章气调包装内介绍。

本书由徐文达和程裕东主编。编写分工：第 1 章、第 3 章、第 4

章、第 5 章、第 6 章、第 7 章、第 11 章徐文达编写；第 9 章、第 10 章程裕东编写；第 2 章岑伟平编写；第 8 章包海蓉编写。

食品包装内容广泛，食品软包装材料与技术仅是其中的一部分，食品包装材料与技术涉及高分子材料、食品微生物、食品加工工艺、食品包装与设备等多学科的知识。由于编者学识水平所限和资料不够全面，书中的错误和不全之处在所难免，恳请广大读者提出并指正。

上海水产大学食品学院 徐文达 程裕东  
2002 年 9 月

# 目 录

## 前言

|                            |    |
|----------------------------|----|
| <b>第 1 章 食品包装功能</b> .....  | 1  |
| 1.1 食品包装的保藏功能 .....        | 1  |
| 1.1.1 食品质量的保藏 .....        | 1  |
| 1.1.2 食品变质因素 .....         | 2  |
| 1.1.3 包装保藏食品的功能 .....      | 5  |
| 1.2 包装的信息功能 .....          | 9  |
| 1.2.1 食品标签 .....           | 10 |
| 1.2.2 食品管理标志 .....         | 14 |
| <b>第 2 章 食品与微生物</b> .....  | 17 |
| 2.1 微生物的形态 .....           | 17 |
| 2.1.1 细菌 .....             | 17 |
| 2.1.2 真菌 .....             | 18 |
| 2.2 微生物的构造和机能 .....        | 19 |
| 2.2.1 细菌的构造 .....          | 19 |
| 2.2.2 细菌芽孢的构造 .....        | 20 |
| 2.2.3 真菌的构造 .....          | 20 |
| 2.2.4 微生物细胞内各细胞器的机能 .....  | 21 |
| 2.3 微生物的营养与生长 .....        | 21 |
| 2.3.1 微生物的营养 .....         | 22 |
| 2.3.2 微生物的生长 .....         | 22 |
| 2.4 影响微生物生长的因素 .....       | 23 |
| 2.4.1 化学环境因子 .....         | 24 |
| 2.4.2 物理环境因子 .....         | 26 |
| 2.5 微生物对食品的污染 .....        | 27 |
| 2.5.1 食品微生物的来源 .....       | 28 |
| 2.5.2 食品微生物的主要菌群 .....     | 30 |
| <b>第 3 章 食品软包装材料</b> ..... | 35 |
| 3.1 纸包装材料 .....            | 35 |

|                                  |           |
|----------------------------------|-----------|
| 3.1.1 纸包装材料性能 .....              | 35        |
| 3.1.2 纸与纸板的类型 .....              | 35        |
| 3.2 塑料包装材料 .....                 | 37        |
| 3.2.1 塑料的命名和塑料膜厚度单位 .....        | 37        |
| 3.2.2 食品软包装常用塑料的包装性能 .....       | 37        |
| 3.3 铝箔和镀铝薄膜 .....                | 45        |
| 3.3.1 铝箔 .....                   | 45        |
| 3.3.2 镀铝薄膜 .....                 | 45        |
| 3.4 复合软包装材料 .....                | 46        |
| 3.4.1 复合软包装材料的复合方法 .....         | 47        |
| 3.4.2 阻隔型复合软包装材料 .....           | 50        |
| 3.5 塑料薄膜透气性的测试 .....             | 51        |
| 3.5.1 塑料薄膜透气系数和透气量计算方法 .....     | 51        |
| 3.5.2 塑料薄膜透气性的测试方法 .....         | 54        |
| 3.6 塑料薄膜透湿性能测试 .....             | 62        |
| 3.6.1 透湿系数和透湿量计算方法 .....         | 63        |
| 3.6.2 塑料薄膜透湿性测试方法 .....          | 64        |
| <b>第4章 可食包装</b> .....            | <b>71</b> |
| 4.1 可食薄膜和涂层的功能、应用技术和性能评估方法 ..... | 72        |
| 4.1.1 可食薄膜和涂层的功能和应用 .....        | 72        |
| 4.1.2 可食薄膜和涂层的配料 .....           | 74        |
| 4.1.3 可食薄膜或涂层的成形技术 .....         | 75        |
| 4.1.4 可食薄膜或涂层性能的评估或测试方法 .....    | 76        |
| 4.2 添加剂 .....                    | 77        |
| 4.2.1 增塑剂 .....                  | 77        |
| 4.2.2 防腐和改善感官与营养性能的添加剂 .....     | 79        |
| 4.3 可食薄膜和涂层的类型和应用 .....          | 80        |
| 4.3.1 糖涂层 .....                  | 80        |
| 4.3.2 淀粉基薄膜或涂层 .....             | 80        |
| 4.3.3 蛋白基薄膜 .....                | 83        |
| 4.3.4 蜡、脂肪及其衍生物薄膜或涂层 .....       | 84        |



|            |                                       |            |
|------------|---------------------------------------|------------|
| 4.3.5      | 复合型的可食薄膜或涂层 .....                     | 88         |
| 4.3.6      | 巧克力和与巧克力类似的涂层 .....                   | 89         |
| 4.3.7      | 国外可食薄膜或涂层产品介绍 .....                   | 92         |
| <b>第5章</b> | <b>功能性包装</b> .....                    | <b>95</b>  |
| 5.1        | 抗菌塑料薄膜 .....                          | 97         |
| 5.1.1      | 银离子、硝酸银和银-沸石的抗菌活性 .....               | 97         |
| 5.1.2      | 银-沸石抗菌塑料薄膜结构和银-沸石与<br>食品成分的相互反应 ..... | 100        |
| 5.2        | 气体吸收和气体发生剂 .....                      | 103        |
| 5.2.1      | 气体吸收和气体发生剂的分类 .....                   | 103        |
| 5.2.2      | 氧吸收和二氧化碳吸收/发生剂 .....                  | 106        |
| 5.2.3      | 乙烯吸收剂 .....                           | 117        |
| 5.2.4      | 乙醇蒸汽发生剂 .....                         | 117        |
| 5.3        | 防湿包装 .....                            | 124        |
| 5.3.1      | 防湿包装的作用 .....                         | 124        |
| 5.3.2      | 防湿包装保存期预测 .....                       | 125        |
| <b>第6章</b> | <b>气调包装</b> .....                     | <b>133</b> |
| 6.1        | 食品气调包装的混合气体和包装要求 .....                | 135        |
| 6.1.1      | 食品气调包装常用气体 .....                      | 135        |
| 6.1.2      | 食品气调包装混合气体组成和配比 .....                 | 138        |
| 6.1.3      | 食品气调包装要求 .....                        | 139        |
| 6.2        | 新鲜肉类气调包装 .....                        | 143        |
| 6.2.1      | 鲜肉的腐败变质 .....                         | 143        |
| 6.2.2      | 鲜肉包装型式 .....                          | 148        |
| 6.2.3      | 国外各种鲜肉保鲜包装的商业应用 .....                 | 156        |
| 6.3        | 新鲜水产品气调包装 .....                       | 161        |
| 6.3.1      | 新鲜水产品气调包装混合气体组成和气体<br>混合配比 .....      | 163        |
| 6.3.2      | 新鲜水产品包装前预处理 .....                     | 168        |
| 6.3.3      | 新鲜水产品气调包装的安全性 .....                   | 169        |
| 6.4        | 新鲜果蔬气调包装 .....                        | 171        |

|            |                                      |            |
|------------|--------------------------------------|------------|
| 6.4.1      | 新鲜果蔬的呼吸特点 .....                      | 172        |
| 6.4.2      | 新鲜果蔬呼吸速度测定方法 .....                   | 177        |
| 6.4.3      | 新鲜果蔬气调包装保鲜原理和气调建立的型式 .....           | 182        |
| 6.4.4      | 影响果蔬气调包装效果的因素 .....                  | 185        |
| 6.4.5      | 果蔬气调包装的塑料薄膜 .....                    | 190        |
| 6.4.6      | 果蔬气调包装新型薄膜 .....                     | 193        |
| 6.4.7      | 果蔬气调包装研究的数学模型 .....                  | 198        |
| 6.5        | 焙烤食品和面条食品气调包装 .....                  | 200        |
| 6.5.1      | 西式焙烤食品和面条食品分类 .....                  | 201        |
| 6.5.2      | 焙烤食品和面条食品的腐败变质 .....                 | 202        |
| 6.5.3      | CO <sub>2</sub> 对烤食品和面条食品的抑菌作用 ..... | 206        |
| 6.5.4      | 焙烤食品的气调包装应用 .....                    | 209        |
| 6.5.5      | 新鲜面条气调包装应用 .....                     | 212        |
| 6.6        | 真空包装和气调包装的包装系统 .....                 | 214        |
| 6.6.1      | 真空或真空充气包装机的类型和结构 .....               | 214        |
| 6.6.2      | 气体比例混合器 .....                        | 225        |
| 6.6.3      | 气调包装方式 .....                         | 229        |
| <b>第7章</b> | <b>无菌包装 .....</b>                    | <b>233</b> |
| 7.1        | 超高温瞬时杀菌(UHT)原理 .....                 | 234        |
| 7.1.1      | 微生物致死速率和热力致死时间 .....                 | 234        |
| 7.1.2      | 超高温瞬时杀菌原理和效果 .....                   | 237        |
| 7.2        | 超高温瞬时杀菌的连续热处理方式和工艺流程 .....           | 240        |
| 7.2.1      | 超高温瞬时杀菌的热处理方式 .....                  | 240        |
| 7.2.2      | 蒸汽间接加热 UHT 杀菌系统 .....                | 242        |
| 7.2.3      | 蒸汽直接加热 UHT 杀菌系统 .....                | 248        |
| 7.2.4      | 欧姆加热 UHT 杀菌系统 .....                  | 251        |
| 7.2.5      | 电阻加热 UHT 杀菌系统 .....                  | 259        |
| 7.3        | 软包装材料的灭菌 .....                       | 261        |
| 7.3.1      | 化学灭菌法 .....                          | 261        |
| 7.3.2      | 物理灭菌法 .....                          | 266        |
| 7.3.3      | 紫外线照射与化学杀菌剂并用灭菌法 .....               | 269        |

|              |   |            |
|--------------|---|------------|
| 7.3.4        | 包装材料灭菌要求 .....                              | 272        |
| 7.4          | 纸盒无菌包装材料和包装机械 .....                         | 273        |
| 7.4.1        | 利乐包纸板卷制盒包装材料和无菌包装机 .....                    | 273        |
| 7.4.2        | 康美预制纸盒包装材料和无菌包装机 .....                      | 282        |
| 7.5          | 塑料容器无菌包装材料和包装机械 .....                       | 289        |
| 7.5.1        | 埃卡 (ERCA) 塑料杯包装材料和无菌包装机械 .....              | 289        |
| 7.5.2        | 芬包 (Finn Pak) 塑料袋包装材料和无菌包装机械 .....          | 297        |
| 7.5.3        | 大袋或箱中袋 (bag in box) 包装材料和无菌包装机械 .....       | 303        |
| 7.5.4        | 塑料瓶无菌包装材料和包装机械 .....                        | 307        |
| <b>第 8 章</b> | <b>软罐头包装 .....</b>                          | <b>316</b> |
| 8.1          | 软罐头包装型式及其包装材料 .....                         | 316        |
| 8.1.1        | 蒸煮袋 .....                                   | 317        |
| 8.1.2        | 蒸煮盒 (盘) 或罐 .....                            | 322        |
| 8.1.3        | 结扎灌肠 .....                                  | 327        |
| 8.2          | 软罐头杀菌原理 .....                               | 327        |
| 8.2.1        | 微生物的抗热性 .....                               | 327        |
| 8.2.2        | 杀菌和 $F_0$ 值计算 .....                         | 330        |
| 8.3          | 软罐头生产工艺 .....                               | 332        |
| 8.3.1        | 加压加热高温杀菌 .....                              | 332        |
| 8.3.2        | 气体置换包装—阶段杀菌 .....                           | 339        |
| 8.3.3        | 真空包装—巴氏杀菌 (Sous Vide, 欧美国家专用<br>包装术语) ..... | 348        |
| 8.4          | 软罐头包装的质量检测 .....                            | 351        |
| 8.4.1        | 高温处理蒸煮袋机械强度和成品的质量检测 .....                   | 352        |
| 8.4.2        | 结扎灌肠的铝结扎扣要求 .....                           | 356        |
| <b>第 9 章</b> | <b>微波食品的包装材料与容器 .....</b>                   | <b>358</b> |
| 9.1          | 微波食品包装材料 .....                              | 358        |
| 9.1.1        | 微波食品包装材料的基本特性与功能 .....                      | 358        |
| 9.1.2        | 微波食品包装材料的热稳定性 .....                         | 361        |
| 9.1.3        | 微波食品包装材料的现状与类型 .....                        | 364        |
| 9.1.4        | 微波对应型软包装材料的开发 .....                         | 368        |

|                                     |            |
|-------------------------------------|------------|
| 9.2 微波食品的包装容器 .....                 | 373        |
| 9.2.1 微波食品包装容器的设计 .....             | 373        |
| 9.2.2 微波食品包装容器的类型 .....             | 379        |
| 9.2.3 微波食品包装容器的选择 .....             | 381        |
| <b>第 10 章 食品软包装新技术与环保型包 .....</b>   | <b>384</b> |
| 10.1 食品保鲜包装新技术 .....                | 384        |
| 10.1.1 食品保鲜包装技术应用 .....             | 384        |
| 10.1.2 控制微生物的保鲜方法 .....             | 385        |
| 10.1.3 紫外线抑制微生物法 .....              | 387        |
| 10.1.4 真空调理包装 .....                 | 389        |
| 10.1.5 食品高压利用技术 .....               | 390        |
| 10.1.6 固液混合食品的无菌包装 .....            | 390        |
| 10.2 食品包装与环保、容器再利用 .....            | 393        |
| 10.2.1 包装环境对策 .....                 | 393        |
| 10.2.2 食品包装的环境评价 .....              | 394        |
| 10.2.3 食品包装的环境设计流程 .....            | 395        |
| 10.3 环保型食品包装容器技术 .....              | 399        |
| 10.3.1 环保型食品包装材料的设计 .....           | 399        |
| 10.3.2 环境对应包装材料设计实例 .....           | 400        |
| <b>第 11 章 商品条码和冷藏食品的时间-温度 .....</b> | <b>405</b> |
| 11.1 商品条码 .....                     | 405        |
| 11.1.1 商品条码的作用 .....                | 405        |
| 11.1.2 商品条码 (EAN/UPC) 的结构 .....     | 406        |
| 11.2 冷藏食品的时间-温度标签 (TTI) .....       | 407        |
| 11.2.1 几种 TTI 标签的工作原理 .....         | 409        |
| 11.2.2 食品温度敏感性的数学模型 .....           | 412        |
| 11.2.3 食品质量变化与 TTI 标签反应的关系 .....    | 414        |
| 11.2.4 TTI 标签的应用 .....              | 416        |
| <b>附录 .....</b>                     | <b>430</b> |
| 附录 A 塑料包装材料英文缩写词 .....              | 430        |
| 附录 B 我国食品软包装材料国家标准目录 .....          | 432        |

# 第 1 章 食品包装功能

包装具有保护、保藏食品的功能，在商品流通过程中使食品免受外界环境影响而保持质量和减少经济损失，并进一步延长食品的货架期或保藏期，这是食品包装的主要目的。各种包装容器是产品信息（如商标、标签、标志、条码、价格等）的载体，有利于批发商或销售商对商品的经营管理和为消费者购买商品提供必要的信息。此外，包装的形象设计对产品的销售具有推销功能。

## 1.1 食品包装的保藏功能

食品加工后在仓贮、批发与销售过程中常因外界环境因素使食品受到不同程度的污染或机械损伤而影响产品的质量。包装的保藏功能是保护产品免受或减少外界环境影响，保持质量并在一定程度上延长食品的保藏期。

### 1.1.1 食品质量的保藏

食品保藏的概念是随时间、地点和文化背景而变化的，通过采取各种措施降低或限制食品腐败变质的各种因素来保持食品质量和尽可能延长保藏时间的食品保藏概念是广泛可以接受的。食品保藏需要保持或保存食品的质量有以下几个方面。

#### 1. 食品的卫生质量

无毒性是食品卫生质量的基本要求，食品不能含有有毒物质或超过对消费者有危害性的剂量，必须严格地评估频繁食用而引起中毒的毒素摄取量和毒性程度。毒素有可能从以下几个方面进入食品：

- (1) 从外界进入食品。
- (2) 意外污染（如包装材料有毒物质迁移到食品）。
- (3) 食品加工时重金属隐蔽性的积聚。
- (4) 食品贮藏时变质产生（如病原菌释放的毒素、有毒真菌繁

殖等)。

## 2. 食品的营养质量

食品的营养质量为人们提供了充足的营养,有两方面:一是能量,能量在食品中常以化学形式贮存(如淀粉、脂肪),可以用热量计测出,但因分解或被生物组织消耗(如霉菌或昆虫、鼠类啮咬)使食品不能食用或损失;二是营养素,包括各种氨基酸、维生素、铁元素等各种营养素的平衡值。

## 3. 感官质量

人们对感官质量的要求随地区的文化背景而变化,而且每个消费者的口味、视觉甚至听觉的要求都不相同。食品的感官质量应最大限度地满足某地区的文化背景下大多数人的要求。食品的感官质量与食品加工工艺和包装有密切关系,如包装质量差或包装的材料不恰当会使食品产生差的感官质量,如口味、气味和硬度变化等。

## 4. 工艺质量

食品产品的工艺质量主要取决于加工原料的质量,这与食品生产商对生产原料质量监控或加工过程中采用的辅料质量有密切的关系。

质量好的产品是从栽培、加工到包装进行全过程质量管理的最终结果,即质量链的标准。当质量链的某一环节质量差或缺少连接,就可能对整个质量链所作的努力受到影响,最终影响食品的质量。因此,质量链的每个环节都必须关心它的上游(供应商)和下游(用户)的质量或要求。如食品包装生产商必须关心包装材料供应商产品的质量(如纸与塑料、印刷商标图案的油墨等)和消费者对产品的质量要求。此外,食品加工所采用原辅材料(尤其是防腐剂或添加剂)、产品包装设计、与包装材料选择和产品的贮藏温度等质量要求是食品生产商的职责。

### 1.1.2 食品变质因素

食品保藏包括保持食品最初质量水平和防止食品变质的全过程。食品变质的全过程取决于一个或多个的变质因素来源,无论是食品内在或外在的、生物的或物理化学性质的变质因素,都会使食品变质达到危害人类健康的水平。

### 1. 食品内在变质因素

食品内在变质因素可分为四种类型,并产生不同的影响。

(1) 食品变质的各种化学反应 在高温下,以下的化学反应很重要:

—美拉德反应(非酶褐变)。

—大分子的热量转变。

—蛋白质和核酸的变性。

—淀粉的物理化学变化(非酶引起),在高温时典型变化如谷粒断裂、淀粉重量明显地或多或少的增加。

—非酶氧化(被大气中的氧直接氧化),这是一种有代表性的变质问题,尤其是脂肪、不饱和脂肪酸(自身氧化),使含高脂肪的食品(白脱、冻干法生产的咖啡等)产生酸败味。

(2) 酶性变质 在平均温度为 $15\sim 50^{\circ}\text{C}$ 时,食品的自身酶或侵入食品微生物的外生酶促进生物化学反应而产生酶性变质。这种生物化学反应基本上水解反应和氧化反应。

(3) 生物性变质 生物性变质与活的生物组织有关,必须了解到一些活的原料(如谷类)或一些食品的成分(奶酪、肉、酒、发酵食品)与微生物一起(甚至昆虫)是一个名符其实的“生态系统”。它们的新陈代谢活动(即呼吸或厌氧微生物的发酵)产物之一是放热。某些新陈代谢产物是挥发性的,会改变食品的口味或气味,甚至是有毒性的(如真菌、细菌产生的毒素)。

(4) 物理化学性能的改变 温度变化较大时,食品的物理化学性能变化将影响食品的组织结构,根据食品的性质有以下几种情况:

—乳化液(脂肪在水中或相反)成不稳定状态,分成明显的两部分。

—凝胶体变得不稳定,可能回复到溶液或分散相状态。

—某些凝胶容积收缩并渗出部分溶液(脱水收缩),如酸奶酪等。

—淀粉凝胶“老化”(再结晶为无定形)是面包、糕点硬化的主要原因。

—产生沉淀或凝聚使液体混浊(如酒、果汁)。

—固态食品熔化(如冻食品)或液态食品凝固(结晶,如硬脂肪)。

## 2. 外在的环境因素

某种保藏方法起主导作用的变质和变质的速度，取决于某方面的环境因素，以下各种环境因素引起的食品变质：

(1) 时间因素和特定反应发生的速度 为了评估食品最大可能的保藏期，必须确定由化学动力所控制的浓度与反应速度之间的相互关系。食品包装上的贮藏截止期已具体地表明食品保藏的时间因素。

(2) 热和温度 热和温度（即热能）很重要，温度增加是以物质的分子运动增加来衡量的，温度增加的结果是热能增加且提高了分子的碰撞率。当分子运动增加到一定的程度，其能量就足以使大分子结构间的某种连接断裂。

根据阿列尼乌斯定律（Arrhenius），已知化学反应的速度常数增加与温度几乎呈指数的关系。从食品保藏的观点看，必须了解到温度愈高，引起变质的反应（化学、生物、微生物）愈快，有时甚至温度轻微增加也会产生有害的影响（反应加速）。当温度平均增加  $5^{\circ}\text{C}$  时，食品的保藏期将减半。

热动力平衡或发展，温度是基本的参数。食品的物理状态的稳定性（乳化、胶凝、液态或固态、结晶或无定形态）基本上取决于温度，而 pH、 $A_w$  等的影响较少。在食品包装上指明最佳贮藏温度，质量链的各环节都必须重视。

(3) 水合作用 水合作用是很重要的因素，已知由物理现象（毛细管作用、渗透）而放大构成复合分子（主要是糖、蛋白质等极性大的大分子与水分子间的水合作用）的机理是水与食品间亲和力的原因。

吸附曲线的吸湿度可以热力平衡、物质水分含量与物质的“活性水”含量（ $A_w$ ）间的关系来表示。食品暴露在空气中的面积大，则有利于增加吸湿的速度和水分传输的面积。业已证明，如在某温度时的相对湿度接近相对湿度限度则食品的变质受到限制。如水分活度（ $A_w$ ）低于某临界极限（约  $A_w=0.6$ ）时，除少数例外，在正常贮藏期间没有或明显的生物反应（微生物）、生物化学反应（酶）发生。此外，仅有非酶氧化的美拉德反应和某种酶的活性（脂肪酶、脂肪氧化酶）可能发生。



(4) pH 值因素 pH 值影响酶的活性和微生物生长, 通常酸的介质有利于食品的保藏。

(5) 氧含量和二氧化碳因素 氧含量和二氧化碳因素对需氧或厌氧微生物的新陈代谢、其他活的生物组织、非酶氧化水平和某些酶氧化反应(脂肪氧化酶)有影响。

(6) 机械作用力因素 机械作用力(压力、碰撞、各种应力)会使食品变形、碎裂或断裂, 对产品的外观有影响。

虽然以上各种现象的作用很易区别, 但实际上各种因素是相互关联和协同作用的, 根据它们的性质产生强烈的或产生相互矛盾的不同效果, 须加以考虑。为了评估某种食品的最大可能保藏期, 所有的介质和它们相互关系的因素必须同时加以考虑。

就各种环境因素对食品变质的作用或抑制作用而言, 已很清楚表明包装最初的作用是作为内在介质与外部介质或环境之间的阻隔(如图 1-1 所示)。因此, 包装已作为整个食品工艺技术的一部分, 用以延长食品的保藏期。

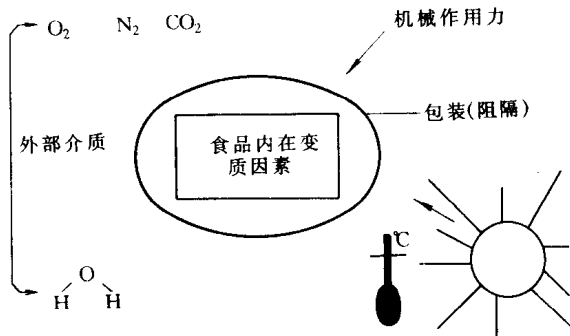


图 1-1 包装对内、外介质的阻隔作用

### 1.1.3 包装保藏食品的功能

国外根据对食品保藏的功能将包装分为两种类型: 消极性包装 (passive packaging), 即包装与食品的加工工艺或保藏技术无关(如包装饼干等); 积极性包装 (active packaging), 即包装与食品的加工工艺或保藏技术有密切联系, 实际上是消极性包装与积极性包装共同