

Development and
Quality Safety
of *Puffed Food*

膨化食品 发展与质量安全

河北省食品检验研究院 / 编著
食品行业生产力促进中心

Development and
Quality Safety
of *Puffed Food*

膨化食品 发展与质量安全

河北省食品检验研究院 / 编著
食品行业生产力促进中心



中国经济出版社
CHINA ECONOMIC PUBLISHING HOUSE

北京

图书在版编目 (CIP) 数据

膨化食品发展与质量安全 / 河北省食品检验研究院,

食品行业生产力促进中心编著.

北京: 中国经济出版社, 2016. 7

ISBN 978 - 7 - 5136 - 4275 - 0

I. ①膨… II. ①河… ②食… III. ①油炸食品—食品工业—发展—

研究—世界 ②油炸食品—食品安全—研究 IV. ①F416. 82 ②TS219

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 134685 号

责任编辑 孙晓霞 孙喆浩

责任审读 贺 静

责任印制 巢新强

封面设计 华子图文工作室

出版发行 中国经济出版社

印刷者 北京力信诚印刷有限公司

经销者 各地新华书店

开 本 710mm × 1000mm 1/16

印 张 18.25

字 数 270 千字

版 次 2016 年 7 月第 1 版

印 次 2016 年 7 月第 1 次

定 价 68.00 元

广告经营许可证 京西工商广字第 8179 号

中国经济出版社 网址 www.economyph.com 社址 北京市西城区百万庄北街 3 号 邮编 100037

本版图书如存在印装质量问题, 请与本社发行中心联系调换 (联系电话: 010-68330607)

版权所有 盗版必究 (举报电话: 010-68355416 010-68319282)

国家版权局反盗版举报中心 (举报电话: 12390) 服务热线: 010-88386794

编委会和编制人员

主 任：王丽霞 河北省食品检验研究院

副 主 任：温 凯 食品行业生产力促进中心

李 挥 河北省食品检验研究院

章魁山 温州市双峰轻工机械有限公司

刘洪涛 河南省永城弥诺食品有限公司

主 编：王 红 河北省食品检验研究院

执行主编：程 伟 中融百鸣高等院校成果转化中心

副 主 编：于 芳 《中外食品》杂志主编

张兰天 河北省食品检验研究院

肖俊松 北京工商大学食品学院

编 委：（按姓氏笔划排序）

马俊义 王 宇 王利军 王 勇 毛 琰

田丽娜 冯 霖 司 可 刘 琼 杨佳玉

呈丽芬 吴 磊 张 薇 赵雪柱 赵 静

袁 超 屠振华 彭 涛

序

随着我国经济与社会的发展，人们对食品营养与人体健康越来越关注。食品工业的核心价值应该是注重营养、追求健康。膨化食品是20世纪60年代后期出现的一种新型加工食品，国外又称挤压食品、喷爆食品、轻便食品等。膨化食品加工中的膨化技术是一种较科学和理想的食品加工技术，在膨化过程中，极短时间的高温、高压，使各类食品原料的营养成份保存率较高。膨化食品作为谷类、薯类、豆类等的深加工产品，在世界范围内得到普遍的重视和迅速发展。

膨化食品以含水分较少的粮谷类等作为主要原料，经过加压、加热处理后使原料本身的体积膨胀，内部的组织结构亦发生了变化，再经加工成型后制备而成。在膨化食品的加工中，有一部分采用了油炸技术，该部分产品中为了调味，糖、盐、味精的含量略显多了一些，因而从诞生之日起，该部分膨化食品的健康性和安全性就被人诟病，尤其在人们对健康饮食日益关注的现代社会，高糖、高盐、高味精含量膨化食品更是成为食品安全话题中的热点。

因此，系统而全面地对膨化食品进行梳理、综述、研究显得尤为必要。该书正是这样一本专门对膨化食品的出现、发展、加工技术、质量安全进行专业总结和研究的书籍。

由河北省食品检验研究院和国家食品行业生产力促进中心共同编著的《膨化食品发展与质量安全》，理顺了膨化食品的分类，阐述了膨化食品的加工原理和技术装备现状，介绍了国外膨化食品的发展状况。该

书还从膨化食品中使用的添加剂、终端产品中微生物以及产品品质质量控制等几方面,对膨化食品的质量安全现状进行了解析,并分析了经典案例,介绍了包括理化指标、重金属含量、真菌毒素残留和微生物等膨化食品质量检测指标和检测技术。同时,还在宏观层面对膨化食品的整体发展环境、市场现状和发展趋势进行了解读。

从内容上看,这是一本并不多见的对膨化食品进行了专门深入而全面的梳理、综述和研究的专业书籍。书中有大量的图表和数据,更能方便读者阅读和理解。

本书的两家编著单位都具有较强的专业性和行业影响力。河北省食品检验研究院是集检测、科研、标准制修订为一体的第三方综合性检验机构,具备产地环境、农副产品、食品、食品相关产品全系列,即“从农田到餐桌”食品链全过程检验能力;是全国首批、河北省目前唯一一家检测能力覆盖国家认监委、卫计委和农业部规定的全部10个复检项目领域的食品复检机构。国家食品行业生产力促进中心是国内食品行业唯一的全国性生产力促进中心,为政府发展食品产业出谋划策,为大专院校、科研院所提供成果转化平台,推动食品行业的科技进步,已成为连接政府与企业 and 科研单位的纽带。

2015年,我国膨化食品零售量约为 $54.5 \times 10^4 \text{t}$,按人均消费量计算目前只达到发达国家人均水平的10%,膨化食品未来还将有巨大的发展空间。该书的出版恰逢其时,无论是对于食品加工行业从业者还是食品监管部门,都有重要和积极的参考意义。

李东

目 录

绪 论	1
一、中国及世界膨化食品的发展过程	1
二、中国传统膨化食品及世界流行的膨化食品	7
三、膨化食品产业现状及存在的问题	13
四、膨化食品发展方向	18
第一章 膨化食品概述	25
第一节 膨化及膨化食品的概念、分类	25
一、膨化及膨化食品的概念	25
二、膨化食品的分类	26
第二节 膨化食品的加工原理	28
一、膨化的理论定义和构成要素	28
二、膨化动力的产生机制	29
三、物料中高分子物质在膨化中的作用	31
四、各类膨化技术的制造原理	32
五、原料的成分及对膨化的影响	41
六、挤压过程中物料成分的变化	49
第三节 膨化工艺技术与装备	61
一、以谷物为原料	61
二、以薯类为原料	68
第四节 国外膨化食品发展概况	70

第二章 膨化食品的质量安全解析	75
第一节 膨化食品的成分指标解析	75
一、常用原料	75
二、常用辅料	80
三、化学成分	80
第二节 膨化食品的品质指标解析	82
一、酸价	82
二、过氧化值	83
三、羰基价	83
第三节 膨化食品的微生物指标解析	84
一、菌落总数	84
二、大肠菌群	84
三、致病菌	85
第四节 膨化食品中食品添加剂指标解析	87
一、膨化食品中允许使用的食品添加剂	87
二、食品添加剂的违法使用	88
第五节 膨化食品中的污染物指标解析	89
一、重金属	89
二、黄曲霉毒素 B ₁	90
三、丙烯酰胺	91
第六节 膨化食品中的禁用物质指标解析	92
一、溴酸钾	92
二、糖精钠	93
三、甜蜜素	94
四、安赛蜜	95
第三章 膨化食品的质量安全	97
第一节 食品添加剂问题	97
第二节 微生物问题	98

第三节 品质指标问题	99
第四节 膨化食品的选购	99
一、感官	99
二、营养价值	100
三、如何选购膨化食品	103
第四章 膨化食品的检验技术	105
第一节 理化指标的检验	105
一、感官	105
二、筛下物	105
三、水分	106
四、脂肪	108
五、氯化钠	109
六、酸价	118
七、过氧化值	120
八、羰基价	123
第二节 重金属的检验	125
一、总砷	125
二、铅	128
第三节 黄曲霉毒素 B ₁ 的检验	131
一、原理	131
二、试剂和溶液	131
三、仪器和设备	132
四、分析步骤	132
第四节 微生物的检验	134
一、菌落总数	134
二、大肠菌群（平板计数法）	138
三、致病菌——金黄色葡萄球菌	141
四、致病菌——沙门氏菌	150

第五章 中国膨化食品行业发展环境	159
第一节 中国宏观经济环境	159
一、中国 GDP 增长情况	159
二、工业经济发展形势分析	161
三、社会固定资产投资分析	163
四、全社会消费品零售总额分析	166
五、城乡居民收入和社会保障分析	168
六、居民消费价格变化分析	171
七、对外贸易发展形势分析	173
第二节 中国膨化食品政策环境分析	174
一、行业管理体制及主管部门	174
二、行业主要法律法规	175
三、膨化食品业主要标准规范	176
四、膨化食品业相关产业政策	176
第三节 中国膨化食品社会环境分析	179
一、人口环境分析	179
二、消费环境分析	182
三、文化环境分析	183
四、中国城镇化发展	183
第六章 膨化食品行业市场现状及发展趋势	185
第一节 膨化食品行业特征及现状	185
一、行业的周期性	185
二、行业经营模式	186
三、行业的季节性	186
四、中国膨化食品行业发展状况	186
五、中国膨化食品行业规模	190
六、中国膨化食品行业成本费用	193
七、中国膨化食品行业运营效益	195

八、中国膨化食品产品市场竞争格局	197
第二节 中国膨化食品产业市场运行态势	199
一、中国膨化食品产业市场供应情况	199
二、中国膨化食品产业市场动态分析	199
三、膨化食品行业产业链分析	201
四、膨化食品行业销售渠道分析	202
五、膨化食品行业市场规模分析	204
第三节 中国膨化食品行业盈利性与成长性	206
一、膨化食品行业盈利性	206
二、膨化食品行业成长性	208
第四节 中国膨化食品产业区域发展状况及进出口情况	210
一、各地区膨化食品行业发展的环境	210
二、各地区膨化食品行业主要企业	212
三、各地区膨化食品行业发展现状	219
四、2009—2015 年中国膨化食品进口情况	222
五、2009—2015 年中国膨化食品出口情况	225
第五节 中国膨化食品行业发展趋势及风险对策	228
一、膨化食品行业未来变化	228
二、中国膨化食品发展趋势	230
三、中国膨化食品市场预测	231
四、膨化食品行业所面临的风险	232
五、膨化食品企业应对策略	237
第七章 资料汇总	251
第一节 膨化食品生产许可证审查细则	251
一、发证产品范围及申证单元	251
二、基本生产流程及关键控制环节	251
三、必备的生产资源	252
四、产品相关标准	253

五、原辅材料的有关要求	253
六、必备的出厂检验设备	253
七、检验项目	253
八、抽样方法	254
九、其他要求	254
第二节 膨化食品卫生标准	255
一、GB 17401—2014 食品安全国家标准 膨化食品	255
二、GB 17404—1998 膨化食品良好生产规范	259
第三节 参与编制单位	274
参考文献	279

绪 论

一、中国及世界膨化食品的发展过程

(一) 中国膨化食品的发展过程

我国的食品膨化技术历史悠久，古代民间的爆米花、冻米糖、爆豆子及油炸虾片等各种油炸食品都属于膨化食品。油炸食品出现得最早，在青铜炊具诞生之后，周代“八珍”中的“炮豚”就出现了炸法，也就是把油炸作为食品膨化的重要方法之一。到了唐宋时期，炸制技术已经十分精湛。

爆米花起源于何朝何代，历史有多长，至今也无人能说清。早在唐朝时期出现了爆米花的传说，据说武则天篡夺了李氏江山，做了皇帝，而惹怒了玉皇大帝，便谕旨龙王三年内不准向人间降雨。这可苦了老百姓，只见大地旱得庄稼枯死，河塘干竭，断绝生路。龙王看见人间五谷干枯，饿殍遍野，不忍心，违旨降了雨。玉皇大帝闻之勃然大怒，即将龙王压在一座山下受刑，并立一石碑，上面写道：“龙王降雨犯天规，当受人间千秋罪。若想重返灵霄阁，金豆开花方可归。”老百姓为了搭救龙王，就到处寻找开花的金豆，找呀找呀，可哪里都找不到这样的豆呀！到了二月初二，有人看见一个老婆婆在集上卖苞谷粒，他灵机一动，这玉米粒不就是金豆吗？炒炒就能开花了。于是，玉皇大帝就免了龙王的罪，将它召回天庭重掌风雨大权，不久人间普降春雨。打这以后每年的二月初二老百姓就都爆炒玉米花吃，还编了“二月二，龙抬头，大囤满，小仓流”的顺口

溜，以寄托五谷丰登的美好希望。

到了被称为创造美食的朝代宋朝，诗人范成大在他的诗词集《石湖集》中曾提到上元节（正月十五，也叫元宵节）吴中（现我国浙江省）各地爆谷的风俗，并解释说：“炒糯谷以卜，谷名孖娄，北人号糯米花。”古代人们把爆米花叫做“孖娄”是模拟其爆谷时的响声，当地的方言把打雷的声音也叫做“孖娄”。

明朝时，李诩在《爆孖娄》中记录了古人爆米花的过程：“东入吴门十万家，家家爆谷卜年华。就锅排下黄金粟，转手翻成白玉花。红粉美人占喜事，白头老叟问生涯。晓来妆饰诸儿子，数片梅花插鬓斜。”其中，“就锅排下黄金粟，转手翻成白玉花”，这无疑就是对膨化食品工艺的描写，诗人不仅把爆米花写得很美，而且洋溢着生活的情趣，在新春来临之际老人用爆米花来卜知一年的吉凶，姑娘们则以此卜问自己的终身大事。古人们在饮食中加入传统文化使之有了更丰富的内涵。

爆米花松脆易消化，是人们日常的可口零食，其发明折射出了中国古代饮食的丰富多彩，说明了我国古代食品加工不仅仅是简单的加热制熟，而且是通过物理高温高压作用原理来改变食物的状态口感。这种加工方式就是现代新兴的食品膨化加工工艺，可以说，千百年前的爆米花是近现代各种五花八门膨化食品零食小吃的祖先。

然而，由于生产厂家对膨化食品的研究开发工作不够重视等各种原因，我国现代膨化技术发展缓慢。直到 20 世纪 70 年代末，国内才开始现代膨化技术与膨化食品的研究，首先在上海研制出了我国第一台挤出机，这标志着我国工业生产挤压膨化食品开始起步^[1]。挤压加工技术实现了供料、输送、加热、成型一体化连续生产，小型挤压机处理原料的能力为每小时几十公斤，大型挤压机每小时可处理十几吨以上，但能耗仅是传统生产方法的 60%~80%，从而大大提高了生产效率。随后一些高等院校和科研单位才相继研制出多种膨化挤出机，但主要是单螺杆挤出机，将小麦、玉米、大米和大豆等原料进行膨化处理，经粉碎后制成泡泡果等各种膨化小食品。由于食品挤压属于高温短时的加工过程，食品中主体营养成分破坏程度低，一时在全国掀起了“挤压膨化热”，全国生产挤出机的工厂达

数百家，膨化食品在大街小巷都有出售。但由于当时膨化食品口味单调，品种较少，远远不能满足消费者对食品的全新要求，因而逐渐受到消费者的冷落。

20 世纪 80 年代初期，以太阳牌锅巴为代表的膨化休闲食品开始出现，丰富了中国传统的以瓜子、花生、饼干及糖果为代表的休闲类食品，同时带动了一批新兴企业的建立和成长。当时太阳锅巴风靡于陕西西安，可以说是家喻户晓，这种以精白大米、黑米、小米为主要原料，经过膨化工艺加工而成的产品，填补了休闲食品市场的空白；加上便于携带这一特点，太阳锅巴一经面市就引爆了全国市场，赢得了广大消费者的青睐。然而由于企业扩张速度过快，再加上产品包装没有防伪措施，假冒伪劣产品层出不穷，太阳牌锅巴逐渐衰落。到了 80 年代末，中国第一台商业化国产双螺杆挤出机诞生，相比于单螺杆挤出机，双螺杆挤出机的转速快、产量大且单位产量耗能低，为之后的膨化食品加工工艺的发展奠定了坚实的基础。

20 世纪 90 年代，随着人民生活水平的提高、消费市场的进一步扩大，为满足人们对膨化食品的需求，国内组建了专门从事膨化技术的研究所。我国的膨化技术逐渐成熟，出现了自热式、等温式、高压螺杆式、低剪切螺杆式、高剪切螺杆式、多变螺杆式等适合于不同加工要求的多种食品挤压机，膨化技术的应用范围也从膨化食品发展到强化食品，如强化可可粉、干海带颗粒等。膨化物料也不再仅限应用于食品行业，而是开始在饲料、酿造、医药、建筑、铸造等行业应用，取得了较好的效果。同时，美国的 Frito-Lay 公司、日本的 Calbee 公司以及欧洲和东南亚的国际著名膨化食品生产企业在我国投资建厂，为我国带来了先进的技术、设备和经验，膨化食品企业走上了产业化发展的道路。

进入 21 世纪，更多的休闲食品不断涌现，多种原料制成的膨化食品令人眼花缭乱，丰富着食品市场和人们的生活。GB/T 22699-2008《膨化食品》中将膨化食品分为五类：焙烤型，即采用焙烤或焙炒方式膨化制成的膨化食品，如雪米饼膨化食品等；油炸型，即采用食用油煎炸方式膨化制成的膨化食品，如油炸猫耳朵等膨化食品；直接挤压型，即原料经挤压机

挤压，在高温、高压条件下，利用机内外压差膨化而制成的膨化食品，如挤压型膨化玉米条等；花色型，即以焙烤型、油炸型或直接挤压型产品为胚子，用油脂、酱料或果仁等辅料夹心、注心或涂层而制成的膨化食品，如乐芙球膨化食品等；其他型，即采用微波、气流或真空等方式膨化制成的膨化食品，其中微波加热是通过微波能与食品直接相互作用进行表面与内部一致的整体加热，具有加热速度快、时间短、产品质量高、加热均匀且加热过程具有自动热平衡性能、反应灵敏、易于控制、热效率高、设备占地面积少等优点。此外，利用微波膨化技术可以克服砂炒、油炸加工不卫生、脂肪含量高的缺点。

国家食品药品监督管理局统计数据显示，目前我国膨化食品生产企业遍布全国 20 多个省市，小型企业居多，产量较小。各膨化食品生产厂家主要在焙烤型和花色型膨化食品上下功夫，开发出各种形状、口味和香味的产品，深受人们的喜爱。截至 2015 年年底，我国共有 1823 家膨化食品生产企业获得生产许可证，然而目前全国知名品牌膨化食品产量超过万吨的企业不多，仍有较大发展空间。

（二）世界膨化食品的发展过程

爆米花的发明，反映出了我国古代饮食文化的繁荣，而在国外，最早出现的膨化食品就是马铃薯片。1853 年，在美国，一位顾客就餐时认为厨师做的炸薯片太厚，他不喜欢，因此拒绝付账。于是厨师就想跟他开个玩笑，他将马铃薯切成像纸一样的薄片，在热油中油炸，然后撒上调料。薯片做得非常薄、非常脆，以致于叉子都插不起来。然而，那位客人非常喜欢这种浅黄色、像纸一样薄的马铃薯片。其他客人也要求厨师为他们做这种马铃薯片。从此，菜单上出现了萨拉托加马铃薯片，并成为特色食品。20 世纪 20 年代，马铃薯削皮机的发明，使得马铃薯片从小规模制作变成销售量最大的零食。不久，这种马铃薯片被包装并且出售，风靡全美。

相比于国内，国外的现代食品膨化技术作为一种新型食品加工技术出现时间早并且发展迅速。1936 年，第一台单螺杆挤压膨化机首次应用于方

便谷物食品生产中，并成功生产出膨化玉米圈。在二战期间，日本人就应用挤压膨化技术加工玉米、麦类，再经过压制做成军粮，为军队提供食物补给。20 世纪 40 年代末期，挤压机的应用在食品领域进一步扩大，美国利用挤压膨化机生产出谷物类膨化食品，深受学生的欢迎。20 世纪 50 年代，挤压膨化食品在很大程度上取代了当时的焙烤饼干，并且出现了由谷物、油、蛋白质、肉、调味料、半干食品制成的膨化动物饲料。1956 年，美国沃德申请了第一份关于食品挤压技术的专利。到了 20 世纪 60 年代，由于省时省力，应用 HTST（高温高压短时杀菌）挤压机对食物进行有效热处理、杀菌、钝化酶活力，对营养成分破坏较少，挤压膨化技术得到迅速发展，挤压膨化谷物快餐及早餐快速发展起来，同时证明了挤压处理对保存食品的营养成分效果较好。

20 世纪 70 年代，我国膨化技术的研究才刚刚起步，而许多国家已经开展了挤压膨化机理的研究，探讨谷物淀粉及蛋白质在挤压膨化过程中的变化，以及挤压膨化食品的营养及吸收问题，挤压机的应用在食品领域进一步扩大^[3]。种类繁多的方便食品、休闲食品、儿童营养米粉、糖果制品等膨化食品相继问世。日本长期以来对挤压膨化技术及理论，尤其是在谷物膨化淀粉方面做了大量研究，据有关资料报道，截至 1979 年，其生产的膨化食品有 300 多种，年产量达 $14.6 \times 10^4 \text{t}$ 。此外，日本还将挤压膨化技术应用到原料处理方面，如制作淀粉，处理谷物、大豆等，例如用膨化原料酿造酱油，蛋白质利用率可高达 90%，大大提高了酱油的产量和质量^[4]。除此之外，膨化原料在制油、酿酒等方面亦有应用。

20 世纪 80 年代，挤压膨化食品的研究越来越受到重视，美国罗杰斯大学的食物先进工艺研究中心将食品挤压蒸煮列为三大研究领域之一，并研制了外壳和螺杆都是透明的试验用双螺杆挤压机；欧洲共同体成员国的食品热处理国际协作计划中，挤压膨化技术占有重要地位。此外，西方许多国家（如英国、法国、德国、意大利、瑞士等）对挤压膨化技术也做了大量的研究，相继研发出了功能各异的挤压机，如德国研发的锥形双螺杆食品挤压机、可测定谷物流变特性的由计算机控制并进行数据处理的试验型食品挤压机，意大利研发的烤炸食品挤压机，等等。