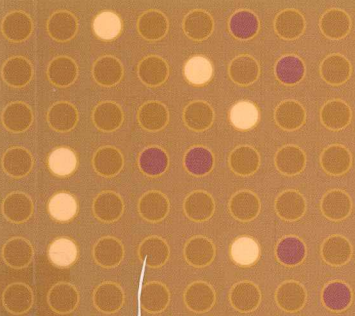


食品原料过程工程 与生态产业链集成



Process Engineering and Eco-industrialization
Integration Technologies for Food Materials

陈洪章 邱卫华 著



高等教育出版社

HIGHER EDUCATION PRESS

食品原料过程工程 与生态产业链集成

Process Engineering and Eco-industrialization
Integration Technologies for Food Materials

陈洪章 邱卫华 著

SHIPIN YUANLIAO GUOCHENG GONGCHENG
YU SHENGTAI CHANYELIAN JICHENG



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

内容简介

本书依据食品原料的特点,参考国内外的最新研究进展,结合作者自身在生物质资源高值化利用方面 20 多年的研究经验和工作基础,从过程工程的“过程集成”和产品工程的“结构与功能”关键问题入手,深入分析食品原料及产品转化过程中的共性问题。全书共 9 章,内容包括:绪论,食品原料学概述,食品原料过程工程原理及生态产业集成,以及谷物原料、油脂原料、果蔬原料、畜禽原料、水产原料、天然食品色素原料的过程工程及其生态产业。

本书适用于食品科学、农产品深加工、生物资源开发利用等领域的科技工作者参考。

图书在版编目(CIP)数据

食品原料过程工程与生态产业链集成/陈洪章,邱卫
华著. -- 北京:高等教育出版社,2012. 8

ISBN 978 - 7 - 04 - 034993 - 1

I. ①食… II. ①陈…②邱… III. ①食品 - 原
料 - 研究生 - 教材 IV. ①TS202. 1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 158376 号

策划编辑 柳丽丽
插图绘制 尹 莉

责任编辑 柳丽丽
责任校对 刁丽丽

封面设计 王凌波
责任印制 刘思涵

版式设计 杜微言

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100120
印 刷 北京人卫印刷厂
开 本 787mm×1092mm 1/16
印 张 20.5
字 数 410 千字
购书热线 010 - 58581118

咨询电话 400 - 810 - 0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
版 次 2012 年 8 月第 1 版
印 次 2012 年 8 月第 1 次印刷
定 价 59.00 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换
版权所有 侵权必究
物 料 号 34993 - 00

前言

民以食为天,食品原料作为人类最重要的资源之一,它的生态高值化利用一直是关乎国计民生的重大问题。近年来,食品原料的概念从传统意义上的自然来源食品原料拓展为包括食品精深加工过程中产生的二次食品原料。因此,食品加工业中越来越多的研究趋于食品原料中高附加值成分的提取或者转化利用的研究,但是这些研究成果的产业化并不理想,其主要原因是食品加工转化过程中的一些关键技术不过关,难以将一些单个的技术连接起来,形成综合利用的产业链。也就是说,离开综合利用的前提,孤立地考虑单个技术的作用很可能会造成深加工产品单一、高成本、低附加值以及巨大的资源浪费。因此,食品原料的过程工程需要从整体上考虑单个环节的技术,使由单个环节的技术组成的整条产业链能够发挥其综合利用的价值,这样才能够真正达到食品原料高值化的目的。

所谓食品原料过程工程,就是要通过加工得到食品上的精原料,为形成多产品的循环产业链奠定基础。因此,要解决食品加工业中食品原料资源浪费严重、转化程度不高以及转化过程污染等问题,提高食品加工工业的收益,需要依据过程工程的理念,梳理出食品原料基产品制备工程中的关键共性问题,应用合理的高新技术,达到食品原料的生物量全利用,创建清洁生产工艺,使食品原料实现多组分分层多级集成利用,建立起食品原料开发利用的生态产业链。

我们在生物质资源高值化利用方面具有二十多年的研究经验。食品原料是一种典型的生物质资源,我们在食品原料全生物量生态产业化利用方面积累了大量的研究基础。为了将我们几十年来在食品原料生物技术的大量研究过程中所积累下的一些经验与国内的同行进行交流,在查阅大量文献的基础上,结合我们自身的工作,并综合国内外研究进展,编撰本书。通过深入分析食品原料加工产品转化过程中的共性问题,在综合多学科知识的基础上,提出了食品原料过程工程学这一理

念,从食品原料的特点,过程工程的“过程集成”和产品工程的“结构与功能”等关键问题入手,分析梳理食品原料加工产品制备工程中关键共性问题,实现食品原料多组分分层多级集成利用。希望借此书抛砖引玉,为我国现代食品加工产业化技术得到更快的革新与发展尽绵薄之力;为发酵工业、工业生物技术产业、医药生物技术产业、精细化工产业和农产品加工等提供理论和技术支撑。

我们在该方面的研究得到了国家重点基础研究计划(973计划)(2004CB719700和2011CB707400)、十二五国家科技支撑计划(2011BAD22B02)、中国科学院知识创新工程重要方向项目(KGCX2-YW-328)和中国科学院知识创新工程重大项目(KSCX1-YW-11A1)的资助。另外,我的二十几位研究生的研究工作是本书得以出版的重要前提,其中邱卫华博士参与了第1章、第2章、第3章、第4章、第9章的撰写,邱卫华博士和张思婧参与了第5章的撰写,张连华硕士参与了第6章的撰写,张翔博士参与了第7章和第8章的撰写。另外,在本书编著过程中,参考了大量国内外前辈和同行们撰写的书籍和期刊论文资料,在此一并表示衷心的感谢。

书中有不当之处,诚请读者批评指正,并欢迎来函指导。

陈洪章

2012年5月于北京市中关村北二条1号

中国科学院过程工程研究所生化工程国家重点实验室

E-mail: hzchen@home.ipe.ac.cn

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任；构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人进行严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话 (010) 58581897 58582371 58581879

反盗版举报传真 (010) 82086060

反盗版举报邮箱 dd@hep.com.cn

通信地址 北京市西城区德外大街4号 高等教育出版社法务部

邮政编码 100120

目 录

1 绪论	(1)
1.1 食品原料的分类及其特点	(1)
1.2 我国食品产业的现状与存在的问题	(2)
1.2.1 粮食加工业	(2)
1.2.2 果蔬加工业	(9)
1.2.3 畜禽产品加工业	(13)
1.2.4 水产品加工	(16)
1.2.5 食品添加剂和食品配料的加工	(18)
1.3 食品原料过程工程	(20)
1.3.1 食品原料过程工程概述	(20)
1.3.2 食品原料过程工程的必要性	(20)
1.3.3 食品原料过程工程的关键技术	(22)
1.4 食品原料生态产业链构建	(23)
参考文献	(24)
2 食品原料学概述	(26)
2.1 食品原料学的一般研究方法	(26)
2.1.1 结构研究	(26)
2.1.2 成分研究	(27)
2.2 食品原料的分类及特点	(27)
2.2.1 按照来源分类	(27)
2.2.2 按照营养特性分类	(30)

2.3	食品原料的主要化学成分	(34)
2.3.1	糖类	(34)
2.3.2	蛋白质	(40)
2.3.3	脂质	(44)
2.3.4	维生素和矿物质	(47)
2.3.5	色素	(48)
2.4	食品原料的利用现状	(50)
2.4.1	粮食原料的利用现状与问题	(51)
2.4.2	油料作物原料的利用现状与问题	(53)
2.4.3	果蔬原料的利用现状与问题	(54)
2.4.4	禽畜原料的利用现状与问题	(55)
2.4.5	水产品原料的利用现状与问题	(56)
2.5	食品原料的合理开发与应用	(57)
2.5.1	利用生物工程技术提高食品的产量及其目标成分的含量	(57)
2.5.2	新资源食品原料的开发与利用	(58)
2.5.3	食品原料加工副产物的资源化	(58)
	参考文献	(59)
3	食品原料过程工程原理及其生态产业链集成方式	(62)
3.1	食品原料过程工程原理及其内涵	(62)
3.2	食品原料过程工程开发思路与方法	(63)
3.2.1	食品原料过程工程开发的总体思路	(63)
3.2.2	食品原料过程工程开发的研究方法	(64)
3.3	食品原料的加工过程关键技术发展现状及问题分析	(69)
3.3.1	食品原料加工过程主要单元操作的关键技术	(69)
3.3.2	食品原料加工新技术的应用	(76)
3.4	食品原料的综合利用及其生态产业链集成模式	(84)
3.4.1	食品原料加工过程存在的关键问题	(84)
3.4.2	食品原料生态产业链集成思路——食品原料的过程工程	(86)
	参考文献	(87)
4	谷物原料过程工程及其生态产业	(92)
4.1	概述	(92)
4.2	谷物原料的资源与成分	(94)
4.2.1	谷物原料的成分组成	(94)
4.2.2	主要谷物原料的资源分布及其性质	(94)
4.3	谷物原料加工关键技术及存在的问题	(101)

4.3.1	谷物原料加工关键技术	(101)
4.3.2	谷物原料加工存在的问题	(109)
4.4	谷物原料生态产业链开发关键技术	(113)
4.4.1	低压无污染蒸汽爆破技术	(113)
4.4.2	淀粉微生物发酵技术	(113)
4.4.3	固态发酵技术	(114)
4.4.4	超微粉碎技术	(115)
4.4.5	活性成分提取技术	(116)
4.5	谷物原料生态产业链开发可行性分析	(117)
4.5.1	玉米生态产业链开发的可行性分析	(117)
4.5.2	稻谷生态产业开发的可行性分析	(118)
4.5.3	小麦籽生态产业开发的可行性分析	(119)
4.6	谷物原料生态产业链开发模式	(121)
4.6.1	玉米生态产业链开发模式	(121)
4.6.2	稻谷生态产业新模式	(127)
4.6.3	小麦生态产业模式	(136)
4.6.4	薯类原料生态产业模式	(142)
4.7	谷物原料生态产业技术示范	(143)
4.7.1	玉米生态产业技术示范	(143)
4.7.2	小麦生态产业技术示范	(147)
4.7.3	红薯生态产业技术示范	(148)
	参考文献	(149)
5	油脂原料过程工程及其生态产业链模式	(156)
5.1	概述	(156)
5.2	油脂原料的资源与成分	(157)
5.2.1	油脂原料成分组成	(157)
5.2.2	主要油脂原料的资源分布及其性质	(157)
5.3	传统植物油脂加工关键技术及存在的问题	(160)
5.3.1	大豆油脂加工关键技术	(160)
5.3.2	花生油脂加工关键技术	(162)
5.3.3	油菜籽油脂加工关键技术	(165)
5.3.4	葵花籽油脂加工关键技术	(168)
5.4	油脂原料生态产业开发	(171)
5.4.1	油脂原料生态产业链开发关键技术	(171)
5.4.2	油脂原料生态产业链开发可行性分析	(175)
5.4.3	油脂原料生态产业链开发模式及关键技术	(185)

5.4.4 油脂原料生态产业技术示范	(194)
参考文献	(200)
6 果蔬原料过程工程及其生态产业	(207)
6.1 概述	(207)
6.2 果蔬原料的资源与成分	(208)
6.2.1 果蔬原料的分类	(208)
6.2.2 果蔬原料的主要化学成分	(209)
6.2.3 果蔬原料中的功能成分	(213)
6.3 果蔬原料生态产业开发的可行性分析	(215)
6.4 果蔬原料生态产业链开发关键技术	(216)
6.4.1 果蔬原料预处理技术	(216)
6.4.2 果蔬活性成分提取技术	(218)
6.4.3 果蔬废弃物厌氧消化技术	(223)
6.4.4 果蔬加工副产物固态发酵技术	(225)
6.5 果蔬原料生态产业模式	(228)
6.6 果蔬原料生态产业技术范例	(229)
6.6.1 葛根原料的多联产生态产业链开发	(229)
6.6.2 甘蔗原料的多联产生态产业模式	(232)
参考文献	(233)
7 畜禽原料过程工程及其生态产业	(239)
7.1 概述	(239)
7.2 畜禽原料的资源与成分特点	(239)
7.2.1 畜禽毛	(240)
7.2.2 畜禽骨	(242)
7.2.3 蛋壳	(246)
7.2.4 畜禽血液资源	(250)
7.3 畜禽原料生态产业开发的可行性分析	(254)
7.4 畜禽原料生态产业开发的关键技术	(255)
7.4.1 蒸汽爆碎技术	(255)
7.4.2 喷雾干燥技术	(256)
7.4.3 酶法水解技术	(256)
7.4.4 绿色溶解技术——离子液体	(257)
7.5 禽畜类生态产业模式	(258)
7.6 禽畜类食品原料生态产业开发技术示范	(259)
7.6.1 畜禽皮毛清洁制备纺织纤维原料技术	(259)

7.6.2 牛肉加工副产物综合利用技术	(260)
参考文献	(262)
8 水产原料过程工程及其生态产业	(267)
8.1 概述	(267)
8.2 水产原料的资源与成分	(268)
8.2.1 水产原料的壳	(268)
8.2.2 鱼皮、鱼鳞	(272)
8.2.3 其他加工下脚料	(276)
8.3 水产原料生态产业链开发的可行性分析	(277)
8.4 水产原料生态产业链开发的关键技术	(278)
8.4.1 蒸汽爆破处理技术	(278)
8.4.2 超临界流体萃取技术	(279)
8.4.3 膜分离技术	(280)
8.4.4 酶解技术	(281)
8.5 水产原料生态产业开发范例	(282)
8.5.1 海带全生物量利用生态产业开发技术	(282)
8.5.2 鱿鱼生态产业开发技术	(283)
8.5.3 对虾生态产业开发技术	(284)
参考文献	(285)
9 天然食品色素原料的过程工程及其生态产业	(291)
9.1 概述	(291)
9.2 植物天然色素的资源与成分	(292)
9.2.1 植物天然色素原料的分类	(292)
9.2.2 植物天然色素资源的特点	(294)
9.3 植物天然色素生产的关键技术及存在的问题	(295)
9.3.1 植物原料预处理技术	(295)
9.3.2 植物原料色素提取技术	(296)
9.3.3 植物原料色素资源开发存在的主要问题	(299)
9.4 植物天然色素生态产业开发的可行性分析	(301)
9.5 植物天然色素生态产业模式及其范例	(301)
9.5.1 玉米黄色素生态产业链开发	(301)
9.5.2 板栗壳棕色素生态产业链开发	(308)
参考文献	(312)

绪 论

现代食品工业面临一个很重要的问题就是技术低俗化,大量科技工作者都把研究的方向盯在配方的研制和改造上,然而笔者认为,食品工业更应该从食品加工过程技术入手,研究过程中的关键技术。其中最重要的就是原料问题。正确的食品工业发展之路应该是从原料做起,形成食品成分中必不可少的特殊含量的原辅料,最终形成独特的不可替代的配方。所以食品原料过程工程就是要通过加工得到食品上的精原料,为形成多产品的循环产业链奠定基础。因此,食品原料过程工程要经历三个阶段,首先是原料加工成为初级原料,然后经过程工程加工成精原料,最后调配成各种配方食品。由此可见,食品工业的发展必须立足于原料的过程加工,从原料的改造到原料中辅料、活性成分或添加剂的提取,再到原料加工的过程关键技术改造,进行深入研究探索^[1]。

1.1 食品原料的分类及其特点

民以食为天,作为食品的原料经历了几个发展阶段,第一阶段是由自然采果发展到了五谷养殖;第二阶段是食物选择和烹饪的出现;第三阶段是医食同源,食品原料与身体健康的探索阶段。随着人类生存条件的改善及生活水平的提高,对于作为食品的原料不仅种类日益增多,安全性、营养性的要求也不断提高。总的来说,食品原料的分类主要包括以下几种方式。按照来源分为植物性食品和动物性食品。按照生产方式分为农产品、畜产品、水产品、林产品和其他食品原料。按照食品的营养特点分为:① 能量原料,即干物质中蛋白质含量小于20%,同时热能较高的谷类、淀粉质根茎类、油脂类及糖类等;② 蛋白质原料,即干物质中蛋白质含量不小于20%的豆类、花生瓜子类、畜禽肉类、畜乳类、蛋类、鱼类、虾蟹类、软体动物类、菌藻类及其他类等;③ 矿质维生素类原料,是指热能和蛋白质含量均较低,矿物质和维生素含量相对较高的瓜果类、蔬菜类、茶类和木耳海带类等;④ 特种原

料,是指营养素含量全面、合理或具有多种医疗保健功能的食品,包括全营养食品类和药食两用食品类;⑤ 食品添加剂,是指食品加工或食用过程中,向食品中加入的起特殊作用的少量物质,包括维生素、矿物质、合成氨基酸、调味剂、防腐剂、发色剂、抗氧化剂、增稠剂、乳化剂、疏松剂、凝固剂、品质改良剂、着色剂、漂白剂、消泡剂、抗结块剂和香精香料单体等。

随着人类生活水平的不断提高,开始出现了大量功能性食品及其辅料,例如营养强化剂、功能性甜味剂、功能性鲜味剂、功能性多糖、功能性蛋白质和肽、功能性防腐剂、功能性抗氧化剂、功能性油脂、功能性食用色素和乳酸菌等,因此相应出现了各种新型的食品原料,主要有活性肽类新原料、蛋白质类新原料、糖类食品新原料、糖醇类新原料、强力甜味剂类新原料、生物抗氧化剂类新原料、生物防腐剂类新原料、食用色素类新原料、矿物质元素类新原料、氨基酸类新原料、有机酸类新原料和酶制剂类新原料。这些新型食品原料及其制备技术不断丰富食品产业的发展。

本书按照食品的生产方式进行分类,主要介绍这些产品的过程开发及其产业链集成技术,包括农产品原料(粮食原料、植物油脂原料、果蔬食品原料)、畜产品原料、水产品原料及天然食品色素原料等。

1.2 我国食品产业的现状与存在的问题

食品原料包括可食用部分和不可食用部分。现有的食品加工过程主要是对可食用部分进行加工,而不可食用部分却被浪费了。造成这一现象的主要原因是现有的食品加工主要以作坊式小企业为主,缺乏对食品原料关键过程技术的开发,难以形成食品原料产业开发产业链条。

1.2.1 粮食加工业

食品工业是关系国计民生的生命工业,也是一个国家、一个民族经济发展水平和人民生活质量的重要标志。粮食加工业是食品工业和农产品加工业的重要组成部分。粮食是人们最重要的食粮,也是食品工业的最基础原料。“十一五”以来,我国粮食加工业呈现持续快速发展态势,粮食加工业总体经济规模不断扩大,企业经济效益稳步提高。2009年,我国粮食总产量达到53 082万t,比上年增产211万t,粮食总产量再创历史新高,连续6年增产,创造了我国改革开放30多年来最长的粮食增产周期。《2011中国粮食加工市场趋势观察研究预测报告》数据显示:2009年1—3月,全国谷物磨制行业累计工业总产值(当年价格)为878.3亿元,比2008年同期增长30.75%。2009年1—12月,全国谷物磨制行业累计销售产值(当年价格)为4 550.7亿元,比2008年同期增长28.95%。2009年1—11月,我国谷物磨制行业累计利润总额为173.5亿元,比2008年同期增长29.33%^[2]。

粮食加工是粮食生产内涵的深化和外延的扩大,就生产方式而言,它是独立于粮食生产外的一个产业部门,但就生产内容来说,它是粮食生产的继续和延伸,是连接初级产品与消费市场的中间环节,属于食品工业范畴,关系到国计民生以及农业、工业、流通等领域的产业,在农产品加工业中占有很大比例^[3]。粮食资源的科学、合理利用,对提高农业经济效益、增加农民收入、稳定市场、提供有效供给,都起着十分重要的作用。

1.2.1.1 粮食加工业的发展现状

(1) 稻谷加工

稻谷是我国单产最高、稳定性最好、总产量最多的粮食作物。2010 年我国稻谷总产量约为 19 958 万 t,预计到 2020 年为 20 700 万 t。稻米是全球一半以上人口的主食,仅在亚洲就有 20 亿居民从稻米中摄取 60% ~ 70% 的热量。2015 年世界人年均大米消费量预计为 67 kg,发展中国家人年均消费量预计为 80 kg。2020 年世界大米需求量将增加 32%,即增加 12 200 万 t,大米总产量将达到 50 000 万 t 左右。稻谷加工业主要包括:大米生产,大米食品生产,碎米、米胚、米糠、稻壳等副产品综合利用,以及稻谷加工机械装备和检测仪器设备的制造。它是粮食再生产过程中的重要环节,是粮食产业链条中的重要组成部分,是关系国计民生的重要产业,在国民经济和国家粮食安全中具有重要的地位和作用^[4]。

发达国家水稻加工的产业结构已经进入基本稳定阶段。以美国为例,其稻米加工业经过 150 年的发展,产业结构已基本稳定,稻米制品品种繁多,有备受消费者钟爱的米酒、米饼、米粉、米糕、速煮米、方便米饭、冷冻米饭和调味品等米制食品。稻米的深加工和综合利用主要是对稻米加工的主副产品进行进一步的充分利用,使稻米资源得到有效的利用和极大的增值。世界发达国家稻米的深加工主要分米制食品和稻米深加工转化,使之成为多品种、专用化、系列化。稻米深加工产品也丰富多样,美国和日本是稻米深加工产品最多的两个国家,已制造出 3 500 种以上的产品,有高纯度米淀粉、各种新用途的功能产品、不同蛋白质含量和不同性能的大米蛋白产品、以米糠为原料的日化产品和米糠高强度材料。稻米的综合利用是国外技术力量雄厚企业集团发展的重点。利用当代高新技术,使稻米资源得到有效的利用和极大的增值(深加工使其附加值提高 5 ~ 10 倍)。同时,这样的一种产业结构正在为美国创造丰厚的利润。然而,我国包括东北地区在内以稻米为原料的新产品加工技术,大多是从日本引进的,但却远落后于日本。美国目前正在开展稻米蛋白和功能性多孔淀粉以及米糠副产品综合利用的研究,一旦投入批量生产,将有更多的功能保健食品、婴儿食品、药品和医药中间体系商品进入国际市场^[5]。

当前,我国稻谷加工企业的现状则呈现出以下几个问题:① 稻谷加工的程度不高。我国稻谷加工业对稻谷资源的增值率(1:1.3)的水平,远远低于国际先进水平(1:4 ~ 1:5);从总体上来看,我国各省稻谷加工转化在经济中所处的地位远低于

发达国家稻谷在经济中所处的地位。② 水稻加工企业的绩效参差不齐。③ 水稻加工处于粗加工阶段。水稻产品加工以大米加工为主,而且主要是粗加工,缺乏深加工的龙头企业。④ 大米加工转化的技术含量不高,产业链很短且仅处于初级加工阶段,缺少有规模的、技术含量高的企业,缺乏在国际上叫得响的稻米及其加工转化产品品牌,技术装备落后。即使是在大米包装方面,也存在技术装备落后,尤其是抛光、色选、分级、真空包装等后处理技术跟不上,产品外观品质难上档次,销售价格位自然难以提高。

(2) 小麦加工

小麦是我国仅次于稻谷的口粮作物,近几年产量都在1亿t以上。近90%小麦被加工成各种面粉,如面包粉、饼干粉、面条粉、饺子粉、蛋糕粉、颗粒粉、营养强化粉和自发馒头粉等。其他深加工产品还有小麦淀粉与谷朊粉、小麦蛋白制品、变性淀粉等,广泛应用到食品、化工、酿造、医药、造纸和纺织等行业,产生高附加值,提高经济效益。近年来我国小麦加工业企业集中度提高,产品档次得到提升,但仍然存在企业数量多、规模小,行业利润偏低等问题^[6]。

目前,根据所采用的技术不同,这些企业可以分为四种类型,第一种是完全引进国外先进的工艺技术和设备,它们代表了小麦加工的最高水平,多集中在大城市中的国有企业;第二种是引进先进工艺技术,同时采用国产制粉设备的制粉企业,代表了中国本土制粉工业的最高水平;第三种是以传统的液压磨粉机等老式设备为主的制粉企业,技术基础相对较差,产量低,难以适应高档面粉质量的需求;第四种是私有的小型加工企业,设备简陋,工序、功能简单,卫生条件差,产品质量指标不稳定^[7]。

目前,我国在小麦初级加工以及深加工方面取得了很大的进步,但是与国外发达国家相比,在小麦加工副产物转化与利用方面的技术、规模、科技含量还相对较低,产业化发展速度缓慢,资源优势不能更好地转化为经济优势。小麦经过加工得到成品面粉的同时,还得到次粉、小麦麸皮以及小麦胚3种副产物,其中成品面粉以及各种副产物所占的比例分别为:面粉69%~73.3%,次粉3%~5%,小麦麸皮23%~25%,小麦胚0.7%~1%。次粉、麸皮和小麦胚这些加工副产物中含有丰富的营养物质,如果能够有效地对其进行开发和利用,将是一笔巨大的财富。

国外从20世纪90年代就兴起开发麸皮食用价值的热潮。相比较而言,国内对小麦麸皮的开发则远远落后于发达国家。随着经济的发展和科技水平的提高,人们逐渐意识到小麦麸皮所具有的开发和增值价值,再加上如今面粉加工企业效益普遍不是太好,已有越来越多的企业认识到对其加工副产物——麸皮进行开发和综合利用的价值。国外通过长期对小麦戊聚糖性质的研究表明,戊聚糖对面包的焙烤品质有着重要影响,面粉中添加戊聚糖可明显改善面包的焙烤品质。小麦加工所得到的次粉也被称为尾粉,是一种由外层胚乳、糊粉层和少量皮层及麦胚的混合物。我国每年小麦次粉的产量在400万t左右,这是一项非常大的资源,值得开发和利用。目前,次粉主要是作为饲料使用,增值较低^[8]。

(3) 玉米加工

玉米为全球性主要的粮食作物之一,因其丰富的产出和可再生的资源优势而受到广泛的关注,玉米深加工产业也被世界誉为“黄金”产业。玉米是中国三大粮食作物之一,年种植面积达到 2 500 万 hm^2 ,主要分布在东北和华北玉米生产区以及西南、西北的部分地区。近年来,世界玉米总产量在 6 亿 t 左右,美国、中国、欧盟、巴西和墨西哥是五大玉米生产地,其中美国占全球玉米总产量的 40%,美国每年用于深加工的玉米量已经超过 5 000 万 t,占玉米产量的 20% 左右,中国为 1 000 万 t,占 10% 左右^[9]。

玉米深加工是指以玉米初加工产品为原料或直接以玉米为原料,利用生物酶制剂催化转化技术、微生物发酵技术等现代生物工程技术并辅以物理、化学方法,进一步加工转化的工业。从玉米深加工现状来看,玉米资源仅利用了 70% 的玉米淀粉,还有 30% 的非淀粉部分没有得到充分利用。针对我国玉米深加工现状,可以将玉米深加工和综合利用的模式归纳如下:淀粉和淀粉糖,发酵制品,酒精类产品,玉米食品的开发,玉米副产品综合利用。国内玉米深加工产品主要是淀粉、淀粉糖、糖醇及发酵产品等。玉米深加工副产品玉米胚芽、玉米皮、玉米蛋白、玉米浆等主要用于饲料工业或以废液形式被排放掉,不仅造成极大的浪费,还污染了环境。这些副产品约占玉米重量的 30%,作为饲料工业的重要原料来源,价格低廉,附加值不高。据有关部门统计,年加工 100 万 t 玉米,副产品玉米蛋白、玉米胚芽、玉米浆、玉米皮的产值合计仅约 4.67 亿元,大约为玉米淀粉产值(13.6 亿元)的 1/3,不到玉米原料(13 亿元)的 35%。据报道,美国较好的玉米加工企业,其副产品附加值为玉米原料的 60% 以上。造成这种差距的主要原因是我国玉米深加工副产品综合利用技术水平低,开发的产品附加值不高。尽管国内资源、人力成本均低于国外,国内的产品质量即使达到了国际先进水平,由于技术水平跟不上,也会造成产品开发成本高,市场竞争力差^[10]。

(4) 薯类作物加工

薯类作物又称为根茎类作物,主要包括甘薯、马铃薯、木薯、山药和芋类等。这类作物的产品器官是块根和块茎,生长在土壤中。其中马铃薯、甘薯、木薯称为世界三大薯类作物。马铃薯,又名土豆,是我国主要的薯类产品之一。马铃薯由于其具有良好的特性,所以被广泛应用于食品、制药、化工、农业、造纸等领域。虽然,我国马铃薯加工业在过去几年里有了较快的发展,但产量仍然很小,而且种类和品质都不能满足需求,仍需大量进口。甘薯,又称红薯、番薯和地瓜,属旋花科植物,原产于美洲中部和南美洲西北部的热带地区,我国的甘薯主要分布于华南、华东和华北等地区。甘薯营养丰富,养分平衡,并且具有多种保健功能,被世界卫生组织(WHO)评选为最佳食品之一,富含蛋白质、多糖、糖蛋白、酚类物质、膳食纤维、脱氢表雄酮、维生素、胡萝卜素和矿物质等。但是,目前甘薯的利用率很低。我国甘薯的种植面积位居世界第一,甘薯的年产量也居世界首位,但我国甘薯深加工利用率低。据有关部门统计分析,我国甘薯年产量达 1 亿 t,其中直接作为饲料的占

50%,用于工业加工的占15%,直接食用的占14%,用做种薯的占6%,另有15%的甘薯因保藏不当而霉烂掉,其叶茎利用率更低^[11]。木薯是世界三大薯类作物(马铃薯、甘薯、木薯)之一,已成为世界公认的综合利用价值极高的经济作物和重要的工业原料,伴随着木薯深加工的发展和变性淀粉的开发,其产品涉及食品、医药、造纸、纺织、塑料、化工等2 000多个品种。木薯于19世纪20年代引入中国,目前主要集中在广东和广西一带种植。我国木薯主要用于淀粉加工和酒精加工。木薯的深加工品主要有变性淀粉、化工产品、淀粉糖等。据不完全统计,我国木薯加工企业现有200多家,生产变性淀粉的厂家约有150家。近年来,中国木薯产业发展很快,已经成为热带作物产业的重要组成部分,但是国内大多数加工企业都以木薯粗加工为主,深加工和综合利用的企业很少,而且规模小,经济效益差。

(5) 油料作物加工

油料加工是指以植物种子、果实等为原料提取油脂的工艺过程。可供提取油脂的油料很多,主要的食用油料作物包括大豆、菜籽、花生、葵花子、芝麻和油橄榄等。油脂是人类营养不可缺少的物质,所提供的热量在多种主要营养成分中最高,达37.7 kJ/g。油脂的主要成分为多种甘油三酯,还含有磷脂、固醇和维生素等,除供食用外,还是制作肥皂、油漆、甘油、油墨、润滑油和香料等的重要原料。制油后的饼粕富含蛋白质,是良好的精饲料和肥料。大豆、花生等的饼粕还可提取食用蛋白或加工成其他食品。我国油脂产业加工能力增长速度明显大于实际需求的增长,随着我国城乡居民水平的提高,对食用油的需求加大,油脂油料快速发展。以大豆为例,根据国家发展和改革委员会(简称发改委)的统计数据,2007年大豆进口量达到3 400万t,而1997年时只有1 000多万t。进入21世纪以来,大豆压榨量增加了72%,年均增长8.1%;豆油产量从2000年390万t到2007年增长了80%;豆粕产量增加到2007年的600万t,增长70%^[12]。

我国是主要的花生生产国,其总产量占世界花生的40%,居第一位。花生在我国主要用于榨取花生油,近些年随着花生加工方法的增加,花生总利用量中用于食品加工和直接食用的比例逐年上升,但产品品质和总量仍与发达国家有着不小的差距,导致这种现象的直接原因就是我国花生深加工产业技术和设备落后,使得我国花生加工业的发展严重滞后于国外的发展^[13,14]。大豆是四大油料作物之一,是蛋白质的重要来源。随着全球对植物油料及蛋白消费需求增加和应用领域的不断扩大,大豆加工业已逐步成为一个地区和国家的支柱产业,在许多国家农副产品加工中有相当重要的位置。与世界大豆产业的迅速发展相比,我国大豆产业的发展显得十分缓慢,已经由世界传统的大豆生产和出口大国成为世界第一大豆进口国。我国2009年大豆的产量约1 450万t,使用量约5 450万t,进口约4 000万t,其中用于食品工业的大豆约800万t,占使用量的15%;而在食品大豆中用于传统大豆食品的加工大豆约400万t,占食用大豆的50%。据统计,到目前为止,大豆制品已有几千种之多,其中包括具有几千年历史的中国传统豆制品和采用新工艺、新技术生产的新兴豆制品^[15]。