

生物资源开发与加工技术

易美华 主编

SHENGWU
ZIYUAN
KAIFA
YU
JIAGONG
JISHU



化学工业出版社

生物资源开发与加工技术

易美华 主编

SHENGWU
ZIYUAN
KAIFA
YU
JIAGONG
JISHU



化学工业出版社

·北京·

本书分别介绍了淀粉、油脂与蛋白质资源,陆生动物资源,水产生物资源,水果蔬菜资源,植物新资源及微生物资源的开发与加工技术。每种资源均从其活性成分与研究动态入手,系统介绍了产品开发的工艺路线、生产技术与工艺改进,实用性与可操作性强。

本书适合从事于生物资源开发与利用、农副产品深加工研发等人员阅读,也可供大专院校食品等相关专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

生物资源开发与加工技术/易美华主编. —北京:化学工业出版社, 2009.6
ISBN 978-7-122-05462-3

I. 生… II. 易… III. ①生物资源-资源开发②生物资源-加工 IV. S

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 063649 号

责任编辑:刘 军

文字编辑:周 侗

责任校对:王素芹

装帧设计:周 遥

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 刷:北京永鑫印刷有限责任公司

装 订:三河市前程装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张20½ 字数532千字 2009年8月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:49.00 元

版权所有 违者必究

本书编写人员名单

主 编 易美华

副 主 编 段振华 钟秋平 白新鹏

编写人员 (按姓名汉语拼音排序)

白新鹏 段振华 李永成 申铨日

易美华 肖 红 张伟敏 钟秋平

前言

我国目前粮食、油料、水果、肉类、水产品等产量均居世界第一，但转化率较低：粮食加工约45%，水果5%，蔬菜1%，肉类3%~4%，水产品30%。总的来说，我国农产品加工转化率为30%，而发达国家为80%以上；发达国家农产品的产值一般为农业产值的2~3倍，而我国加工业的产值仅为农业产值的85%。农业部在《全国农产品加工业发展目标》中指出：一是减少农产品收获后损失，提高农产品转化率，实现农产品多重增值，提高农产品加工业占农业产值的比重；二是优化加工结构，提高产品质量，增强国际竞争力。据报告，我国在今后的3年内将使主要农产品加工转化率从目前的30%提高到55%以上。这是摆在科技工作者面前的重大任务，也是编写本书的初衷。

生物资源中蕴藏着巨大的潜力，近年来，随着生命科学、食品科学、现代营养学科的发展，生物资源中新的活性物质、新的加工技术不断被揭示，为生物资源的开发利用拓宽了思路，展示了广阔的前景。生物资源主要包括植物资源、动物资源、微生物资源三大支柱。生物资源的开发包含两层意思：一是充分利用现有的生物资源进行深度的开发加工，提高附加值，增加经济效益；二是利用生物资源加工的废弃物进行综合利用，科学加工，减少环境污染，变废为宝。为此，做好生物资源开发利用具有重要的战略意义。

本书第一章淀粉、油脂与蛋白质资源的开发与加工技术，系统介绍了淀粉、变性淀粉、淀粉塑料、功能性低聚糖、糖醇、活性油脂、大豆蛋白及功能食品、大米水解蛋白、植物油脂副产品的综合利用等的加工技术，质量标准，用途，技术改进，并详细介绍了年产15000t的变性淀粉的生产工艺、设备配置与投资估算。

第二章陆生动物资源的开发与加工技术，主要介绍了动物骨、皮、血、胆汁等的加工利用途径，并介绍了肝素钠、硫酸软骨素、胃蛋白酶、胰蛋白酶等的提取加工技术。

第三章水产生物资源的开发与加工技术，主要介绍了水产调味料、鱼糜制品、模拟水产品、珍珠、牡蛎、琼脂和卡拉胶的加工技术，详细介绍了水产品下脚料综合加工鱼油、鱼粉、鱼鳔、壳聚糖、甘露醇等的加工技术。

第四章水果蔬菜资源的开发与加工技术，主要介绍了香精油与果胶、糖苷类与有机酸、功能性天然色素的提取技术，果蔬汁饮料、果酒与果醋的生产技术，同时介绍了大蒜、洋葱、椰子、菠萝等的开发，废糖蜜的综合利用，特别介绍了微波辐射提取香精油与大孔树脂吸附分离法提取番茄红素新方法。

第五章植物新资源的开发与加工技术，主要介绍了茶多酚、咖啡碱、茶多糖的综合开发，螺旋藻、芦荟、银杏叶、竹叶、葛根、仙人掌、益智、海巴戟等植物新资源的活性成分与开发利用技术，同时以药用植物为例，介绍细胞组织培养与生产技术。

第六章微生物资源的开发与加工技术，主要介绍了乳酸及乳酸食品、益生菌、真菌与真菌多糖、虾青素、红曲、曲酸、微生物农药、微生物肥料、微生物能源等开发技术，并介绍了发酵工厂废水制备单细胞蛋白的生产技术。

每一章都从生物资源的成分（活性物质）、研究动态入手，介绍产品开发的工艺路线、生产技术与工艺技术改进。本书为企业决策者们推荐了实现农产品多重循环增值的新途径，

为科技人员进行农副产品深加工开发、提高农产品加工转化率提供技术指导与启迪方向。

本书由易美华负责整体内容策划、统稿与审稿，白新鹏负责第一章的编写，段振华负责第二、三章的编写，钟秋平负责第四、五章的编写，李永成负责第六章的编写。另外，申铉日、肖红、张伟敏等同志也参加了部分编写工作。

由于编者水平有限，不妥之处，敬请批评指正。

编 者

2009 年 3 月

目 录

第一章 淀粉、油脂与蛋白质资源的开发与加工技术	1
第一节 淀粉与降解淀粉的生产技术	1
一、各类淀粉原料的化学成分	1
二、淀粉生产的基本工艺	2
三、淀粉的用途	4
四、降解淀粉的生产	5
第二节 变性淀粉的生产技术	6
一、变性淀粉的种类	6
二、变性淀粉的生产方法	6
三、年产 1.5 万吨变性淀粉生产投资概况	7
四、主要品种的变性淀粉制备简介	8
五、淀粉的深度开发产品简介	14
第三节 功能性低聚糖的制备	16
一、低聚异麦芽糖	16
二、低聚龙胆糖	17
三、低聚果糖	18
四、异麦芽酮糖	18
五、偶联糖	19
六、低聚乳果糖	19
七、低聚半乳糖	20
八、乳酮糖	20
九、低聚木糖	21
十、水苏糖	21
十一、棉子糖	22
第四节 糖醇生产技术	22
一、山梨醇	22
二、甘露醇	25
三、木糖醇	26
四、麦芽糖醇	27
五、异麦芽酮糖醇	28
六、赤藓糖醇	28
七、乳糖醇	29
第五节 活性油脂的制备及应用	30
一、EPA 和 DHA	30
二、米糠油	35
三、月见草油	37
四、紫苏油	38
五、葵花籽油	38
六、葡萄籽油	40
七、油脂替代品	40
八、油脂模拟品	41
第六节 大豆蛋白及功能食品的开发	42
一、大豆蛋白	42
二、大豆多肽	44
三、大豆异黄酮	46
四、大豆异黄酮苷元	47
五、大豆低聚糖	48
六、大豆磷脂	49
七、大豆膳食纤维	52
八、大豆营养食品	53
第七节 大米水解蛋白的生产技术	54
一、以大米为原料直接制取葡萄糖、味精	54
二、大米渣的营养	55
三、大米水解蛋白的开发	55
四、大米蛋白粉及水解蛋白的质量	56
五、水解蛋白保健品的开发应用	56
第八节 植物油脂副产品的综合利用	57
一、脂肪酸的制取与分离	57
二、植物皂脚制取肥皂	61
三、生物柴油的生产	62
四、植酸钙的生产	63
五、植酸的生产	64
六、肌醇的生产	65
七、谷维素和谷甾醇	66
八、制取糠蜡和三十烷醇	67
九、提取维生素 E	69
参考文献	69
第二章 陆生动物资源的开发与加工技术	71
第一节 概述	71
第二节 动物骨的加工利用	71

一、骨胶与明胶的生产技术	72	一、概述	84
二、骨油的生产技术	72	二、原辅料和设备	85
三、骨粉的生产技术	73	三、肝素粗品的提取	85
第三节 动物皮的加工利用	74	四、肝素钠的精制工艺	86
一、猪皮的加工利用	74	第七节 硫酸软骨素等多糖药物的提取	86
二、羊皮的加工利用	75	一、硫酸软骨素的提取	86
三、牛皮干的加工及食用方法	76	二、透明质酸的提取	88
第四节 动物血的加工利用	77	第八节 胃蛋白酶、胰蛋白酶、糜蛋白酶和溶菌酶的制备	90
一、从猪血中提取血红素	77	一、胃蛋白酶的制备	90
二、从猪血中提取 SOD	78	二、胰蛋白酶的制备	91
三、从猪血中提取凝血酶	79	三、糜蛋白酶的制备	92
四、猪血食用蛋白粉的制备	81	四、溶菌酶的制备	92
第五节 动物胆汁的利用技术	81	第九节 降钙素、胸腺激素和胸腺肽的提取	93
一、概述	81	一、降钙素的提取技术	93
二、胆红素的生产技术	82	二、胸腺激素的提取技术	95
三、猪去氧胆酸的生产技术	82	三、胸腺肽的提取技术	95
四、胆酸的生产技术	83	参考文献	96
五、人工牛黄制备技术	84		
第六节 从肠衣中提取肝素钠	84		

第三章 水产生物资源的开发与加工技术

第一节 概述	97	第六节 罗非鱼的加工与综合利用技术	118
一、水产生物资源的一般化学组成和特点	97	一、罗非鱼肉的加工技术	118
二、水产生物资源的开发与加工发展趋势	98	二、罗非鱼加工废弃物的综合利用技术	121
第二节 鱼油与鱼粉的生产技术	99	第七节 鱼鳔的开发利用技术	123
一、鱼油的生产	99	一、鱼鳔的干制加工	123
二、鱼油保健食品的生产	101	二、鱼鳔营养口服液的制备	124
三、鱼粉的生产	103	三、鱼鳔的烹饪加工	124
第三节 水产调味料的加工技术	107	四、鱼鳔的药用加工	125
一、鱼露	107	五、鱼鳔的其他利用	125
二、蚝油的加工技术	108	第八节 珍珠和牡蛎的开发与加工	125
三、蛭油的加工技术	109	一、珍珠的开发与加工	126
四、虾鲜调味料加工技术	109	二、牡蛎的开发与加工	127
五、贝类煮汁调味料	110	第九节 甲壳素和壳聚糖的制备	129
第四节 鱼糜制品及模拟水产品加工技术	110	一、甲壳质概述	129
一、概述	110	二、自虾、蟹壳中提取甲壳素和壳聚糖	131
二、鱼糜制品的一般加工技术	111	三、低壳聚糖的制备方法简介	132
三、模拟虾肉的加工技术	114	第十节 从海藻中提取碘、甘露醇与褐藻胶	132
四、模拟蟹肉的加工技术	115	一、从海藻中提取碘的加工技术	133
五、人造鱼子的加工技术	115	二、从海藻中提取甘露醇的加工技术	133
第五节 鲨鱼的开发与加工	115	三、褐藻胶的提取加工技术	135
一、鲨鱼中的生理活性物质	116	第十一节 琼脂和卡拉胶的制备	137
二、鲨鱼的加工技术	116	一、琼脂的加工技术	137

二、卡拉胶的加工技术	138	参考文献	138
第四章 水果蔬菜资源的开发与加工技术	140		
第一节 概述	140	二、果酒的酿造工艺	159
第二节 香精油与果胶的提取	140	三、果醋的酿造	163
一、果蔬中香精油的提取	140	四、果醋酿造实例	164
二、果胶的提取	142	第七节 大蒜和洋葱的开发利用	165
第三节 糖苷类与有机酸物质的提取	145	一、大蒜和洋葱的生物活性成分	166
一、橙皮苷的提取	146	二、大蒜和洋葱的生理功效	168
二、柚皮苷的提取	146	三、葱属制品的开发	169
三、柠檬酸的提取	147	第八节 椰子的加工与综合利用	171
四、酒石酸的提取	147	一、椰子综合加工流程	172
第四节 功能性天然色素的提取	149	二、主要工艺及工艺要点	172
一、葡萄红色素的提取	149	第九节 菠萝的开发利用	174
二、番茄红色素的提取	149	一、菠萝罐头	174
三、辣椒红色素的提取	150	二、菠萝汁	175
四、柑橘中类胡萝卜素的提取	151	三、菠萝脯	176
五、利用菠菜叶制备叶绿素铜钠盐	151	四、从菠萝下脚料中提取菠萝蛋白酶	176
第五节 果蔬汁饮料的生产	152	第十节 废糖蜜的综合利用	178
一、果蔬汁的分类	152	一、糖蜜发酵生产衣康酸	178
二、果蔬汁制造工艺	153	二、甘蔗废糖蜜发酵生产葡萄糖酸钠	181
三、果蔬汁加工实例	156	三、微生物发酵糖蜜生产多不饱和脂 肪酸	182
第六节 果酒与果醋的生产	158	参考文献	183
一、果酒的分类	158		
第五章 植物新资源的开发与加工技术	184		
第一节 茶多酚、咖啡碱、茶多糖的综合 开发	184	三、竹叶保健食品的开发	205
一、茶多酚	184	第六节 葛根的开发利用	207
二、咖啡碱	185	一、葛根的活性成分	207
三、茶多糖	186	二、葛根的生理功能	208
第二节 螺旋藻的成分与开发利用	188	三、葛根总黄酮和淀粉的提取	209
一、螺旋藻的营养成分	188	四、葛根功能性食品的开发	210
二、螺旋藻的加工特性	191	第七节 仙人掌属植物的开发利用	212
三、螺旋藻功能性食品的开发	192	一、仙人掌属植物的化学成分	212
第三节 芦荟的化学成分与开发利用	193	二、仙人掌属植物的药理活性	213
一、芦荟的化学成分	194	三、仙人掌的开发和应用	214
二、芦荟的开发利用	195	第八节 益智的化学组成、药理功能及开发 利用	218
第四节 银杏叶的成分与开发利用	197	一、益智的化学组成	218
一、银杏叶的主要活性成分及其结构	197	二、益智的药理功能	219
二、黄酮类化合物的提取	200	三、超临界 CO ₂ 萃取益智精油	220
三、含银杏叶提取物的功能性食品 开发	202	四、益智的抗氧化试验	221
第五节 竹叶的开发利用	203	五、益智加工品的开发	222
一、竹叶的化学组成	204	第九节 海巴戟果的开发利用	223
二、竹叶提取物的功效	204	一、海巴戟果中主要的营养成分	223
		二、海巴戟果中主要的活性成分	223

三、海巴戟果的主要生理功能	224	二、药用植物细胞培养的基本技术	227
四、海巴戟果产品的开发	224	三、提高植物细胞悬浮细胞合成产物能力 的技术手段	230
第十节 药用植物细胞的培养与生产 技术	226	四、东北红豆杉悬浮培养生产紫杉醇	232
一、药用植物细胞培养的基本设备	226	参考文献	233
第六章 微生物资源的开发与加工技术	235		
第一节 微生物分离筛选技术	235	二、沼气	292
一、微生物的特点	235	三、燃料酒精	296
二、微生物的来源	236	第八节 活性干酵母的开发利用	298
三、微生物菌种的分离与筛选	237	一、活性干酵母的基本生产工艺过程	298
第二节 乳酸及乳酸食品的开发	241	二、干燥工艺	299
一、乳酸	241	三、活性干酵母的质量标准	300
二、乳酸食品	245	第九节 单细胞蛋白生产	300
第三节 益生菌及其制剂开发	247	一、作为蛋白质资源的微生物	301
一、益生菌	247	二、由糖类原料生产酵母菌体蛋白	302
二、益生菌制剂	249	三、利用酒精废水生产饲料酵母	303
第四节 食用真菌与真菌多糖的生产	251	四、利用丙酮-丁醇发酵废液生产蛋白 饲料	306
一、食用真菌的生产	251	五、利用谷氨酸废液生产蛋白饲料	307
二、真菌多糖的生产	256	六、利用柠檬酸废液生产酵母粉	308
第五节 虾青素、红曲、曲酸的开发	271	第十节 辅酶类的制备	308
一、虾青素	271	一、辅酶 A	308
二、红曲	272	二、辅酶 I	309
三、曲酸	275	第十一节 核酸类物质的提取和生产	311
第六节 微生物农药与微生物肥料的 生产	276	一、从微生物中提取 RNA	311
一、微生物农药	276	二、酶法降解制备核苷酸	312
二、微生物肥料	284	三、发酵法生产核苷酸	315
第七节 微生物能源的开发	290	四、核苷酸的应用	316
一、概述	291	参考文献	316

第一章 淀粉、油脂与蛋白质资源的开发与加工技术

第一节 淀粉与降解淀粉的生产技术

淀粉是由碳和氢为主要组分的高聚物，从化学的角度来说，淀粉是由 α -葡萄糖缩聚而成的一种多羟基天然高聚物，属于多糖类物质，广泛存在于某些植物的种子、块茎、块根或果实中，它系二氧化碳和水，以植物绿叶中的叶绿素作为介质，在阳光照射下发生光合作用而成。植物淀粉资源在自然界分布广，取之不尽，是人们生活的重要物质来源。

淀粉虽然广泛地存在于各种植物体中，但作为生产淀粉的原料必须具有淀粉含量高、易于提取等特点。因此，供工业生产利用的种类总计不超过 10 余种。归纳起来可分为薯类、谷类及豆类三种。其次为某些野生植物淀粉资源。

薯类原料主要有马铃薯、甘薯、木薯；谷类原料主要有稻米、小麦、玉米、谷子、高粱、大麦、青稞、莜麦等；豆类原料主要有绿豆、豌豆和蚕豆等。在一些植物中，如藕、菱、百合、山药、葛根、芭蕉芋、魔芋等都含有相当多的淀粉。

一、各类淀粉原料的化学成分

植物淀粉原料中，除含有大量淀粉外，还含有其他化学成分。其中一部分为营养成分，提取淀粉后，可供综合利用；另一部分是有害成分，或者由于它们的存在而影响淀粉的提取、分离。因此了解植物淀粉原料的化学成分和含量，对生产淀粉及综合利用有重要意义。

1. 植物淀粉原料的营养成分

几种主要植物淀粉原料的营养成分见表 1-1，从营养成分看，谷类和豆类较薯类高。

表 1-1 几种主要植物淀粉原料的营养成分含量

原料	水分 /(g/g)	蛋白质 /(g/g)	碳水化 合物 /(g/g)	脂肪 /(g/g)	粗纤维 /(g/g)	灰分 /(g/g)	钙 /(mg /mg)	磷 /(mg /mg)	铁 /(mg /mg)	胡萝卜 素/(mg /mg)	硫胺素 /(mg /mg)	核黄素 /(mg /mg)	尼克酸 /(mg /mg)	维生素 C /(mg /mg)
稻米	13.0	7.7	74.2	2.5	0.5	1.0	18.0	157	2.8	0	0.15	0.06	1.8	0
玉米	12.0	8.5	72.2	4.8	1.3	1.7	22.0	210	1.6	0	0.35	0.09	2.1	0
小麦	12.0	10.4	72.9	1.5	0.6	1.4	43.0	148	5.9	0	0.24	0.07	2.0	0
绿豆	9.5	23.8	58	0.5	4.2	3.2	80.0	360	6.8	0.22	0.53	0.12	1.8	0
蚕豆	12.0	24.7	52.5	1.4	6.4	2.5	88.0	320	5.2	0	0.53	0.15	2.8	0
豌豆	10.0	24.6	57.0	1.0	4.5	2.9	84.0	400	5.7	0.04	1.02	0.12	2.7	0
马铃薯	79.9	2.0	16.6	0.1	0.3	0.8	11.0	64.0	1.2	0.01	0.10	0.02	0.4	16
甘薯	67.1	1.8	24.0	0.2	0.7	0.9	18.0	20.0	0.4	0.35	0.10	0.02	0.3	18
木薯	69.4	1.0	28.0	0.2	0.8	0.6	85.0	30.0	1.3	0.35	0.10	0.08	0.9	22

2. 某些有害化学成分

在谷类作物中,高粱籽粒内含有单宁物质,在生产高粱淀粉过程中,往往使淀粉粒着色。因此应尽量除去。

小麦中的面筋,遇水变成很黏的物质,给淀粉提取带来了相当大的困难,因此,往往是在提取面筋后再生产小麦淀粉。

甘薯中含有的果胶、多酚类物质是生产中造成黏度增加与甘薯着色的原因。木薯中含的氰化物,能与其中的酶作用,生成氢氰酸,而且遇铁能形成蓝色的亚铁氰化物,使淀粉着色。所以加工木薯时一定要去掉皮层,避免使用铁制设备。

马铃薯中含有较大量的酪氨酸和酪氨酸酶,易形成有色物质,使薯汁呈红色。若有铁离子存在,酪氨酸会被氧化成黑色的颗粒状物质,影响淀粉的色泽。马铃薯块茎中还含有有毒的生物碱、酚类化合物等,会直接影响到马铃薯的颜色,加工过程中要注意。

二、淀粉生产的基本工艺

谷类、薯类、豆类中,除主要含有淀粉外,一般都还含有不同数量的纤维素、蛋白质、脂肪、无机盐和其他物质。因此,从原料中提取淀粉,不仅要原料破碎,使淀粉分离出来,而且还必须将非淀粉物质分开,以得到水分含量大约为10%~15%、蛋白质0.28%~0.35%、纤维素0.1%、脂肪0.23%~0.28%及无机盐0.1%的工业生产淀粉。当需要生产高纯度的淀粉时,可进一步精制提纯。

(一) 淀粉生产的工艺流程

原料的预处理 → 浸泡 → 破碎 → 分离胚芽 → 磨碎 → 分离纤维 → 分离蛋白质 → 清洗淀粉 → 成品整理 ← 脱水和干燥 ←

当然,不是所有的淀粉原料都要经过这10道工序,而是要根据淀粉原料的性状来决定。一般来说薯类原料的加工工艺比较简单,不需要分离胚芽工序;谷类原料的加工工艺比较复杂,加工玉米、高粱需要分离胚芽,而小麦还需要做成面团,经过揉洗再提淀粉。

(二) 工艺简介

1. 原料清理

淀粉原料中夹杂的泥沙、石块和杂草等各种杂质。不仅会影响淀粉生产工艺操作,而且还会影响成品质量。所以在原料破碎之前,必须经过预处理,清除各种夹杂物。

原料清理的方法应根据原料的品种而定,通常有湿法和干法两种。

(1) 湿法处理 薯类原料常常有泥沙等夹杂物,可以用湿法处理,用水在流送沟中粗洗和在洗涤机中清洗。

① 流送沟粗洗 以马铃薯作原料的淀粉工厂,一般采用流送沟的方法,流送沟既可作为轮送装置,又可作为洗涤装置。流送沟内流水用水泵从一端泵入,借助水力输入马铃薯,耗水量约为马铃薯量的5~6倍。在流送过程中,大部分泥沙、石块可被除掉。草秆可用除草器除去。在流送沟的尾端为一注池,底部装铁栅,马铃薯留在铁栅上,污水流过铁栅由水沟排出。也可能入沉淀池中,经沉淀泥沙后,清水可循环使用。在铁栅上的薯类原料可用螺旋输送机或斗式提升机输送到洗涤机进行清洗。

② 洗涤机清洗 带有搅拌装置的洗涤机主要是洗去残留在薯类原料表面的污泥,同时进一步除沙、除草,以免损坏破碎机。

(2) 干法处理 谷类或豆类原料在收获、干燥和运输过程中,常会混入玉米棒,各种碎片、杂粮、石块以及其他杂质。这些杂质进入破碎机内,容易损坏工作构件,造成设备事故

和人身事故。同时碎粒中的小碎片将会影响浸泡液在料堆中的正常流动,杂质还可造成进料口堵塞,使物料流通不畅,造成停车事故。轻杂质和粉尘可采用吸风分离除去;磁性金属杂质由永磁滚筒清除;杂粮、碎片、玉米棒和石块由筛选法、比重去石机等除去。

2. 原料浸泡

(1) 浸泡的作用 除含 60%~80% 水分的鲜薯原料可直接进行破碎外,谷类、豆类和薯干等原料含水分低,颗粒坚硬,有的还有胚芽,浸泡处理后方能破碎。浸泡有以下的作用。

① 软化颗粒 谷类、豆类和薯干等在浸泡过程中大量吸收水分,使颗粒软化,降低颗粒结构强度,有利于胚乳的破碎。由于玉米胚芽和皮层吸收水的数量大大超过胚乳,所以增强了胚芽和皮层的韧性,不易碎裂。例如浸泡良好的玉米颗粒,用手指挤压时,籽粒软得足以轻易地裂开,胚芽能容易地脱离而不黏附在胚乳或种皮上。当胚乳在水中捣碎搅拌时,淀粉能容易地分离产生一种白色的乳浊液。

② 溶出部分水溶性物质 在水分通过颗粒的胚芽和皮层向胚乳内部渗透的同时,颗粒中一部分水溶性物质和浸泡水之间存在浓度差,借扩散作用而溶出水溶性物质。如浸泡好的玉米,溶出物质约占胚芽质量的 35%,占全干物质的 6.0%~6.5%。溶出物中以灰分最多,其次是糖分和蛋白质。这些物质溶解出来,有利于以后的分离。

③ 清洗原料 淀粉原料在浸泡过程中,不仅能黏附在原料表面的泥沙脱落,而且还因原料与杂质的密度不同,能有效地分离各种轻、重杂质,有利于原料粉碎和提粉。

(2) 浸泡剂的作用 浸泡剂对某些淀粉原料可起到一些特殊作用。加用碱水浸泡淀粉原料,能促进原料中的蛋白质溶解;用石灰水(即氢氧化钙)浸泡薯干能使薯干中的蛋白质部分溶解,在薯干磨碎和洗涤过程中,若保持淀粉乳的 pH 值在 9~10,能促使蛋白质凝聚,使色素物质悬浮于溶液中,易于分离;石灰水中的钙离子可降低果胶之类胶体物质的黏性,使薯液易于过筛,从而提高淀粉的质量和得率。又如用二氧化硫水溶液浸泡玉米和小麦等谷类原料能松弛和破坏各粒细胞中蛋白质基质的组织结构,促使淀粉游离出来。二氧化硫对于蛋白质的分解作用,主要是利用还原性和酸性。同时,二氧化硫水溶液浸泡谷物还能抑制微生物的繁殖和活动。一般来说,1kg 浸泡好的玉米籽粒原料要吸收二氧化硫 0.2~0.4g。

(3) 浸泡的方法 浸泡可分为单桶浸泡法和逆流浸泡法。

① 单桶浸泡法(又称间歇式浸泡法) 将淀粉原料倒入浸泡器内,加入浸泡水并保持一定的温度和浓度。经过规定的浸泡时间后,先将浸泡水放出,然后打开放料阀,将浸泡后的原料排出。单桶浸泡法一般都用新鲜水进行浸泡,它的浸泡效果较好,但耗水量大,溶出的物质不易回收而造成损失。

② 逆流浸泡法 用几只或几十只浸泡桶顺序连接,每只桶装备一个泵,浸泡水从出料的前 1 只桶泵入而从加料的第一只桶排出,按此操作重复进行。此法的优点是耗水量少,浸泡水中所溶解的水溶性物质的浓度高,有利于回收,缺点是浸泡率不如单桶浸泡高。

3. 原料破碎

从薯类、谷类和豆类等淀粉原料中提取淀粉,都须经过破碎工序,使淀粉颗粒从原料细胞中游离出来。

含水分高的鲜薯淀粉原料可直接进行破碎,再分离纤维。谷类和豆类等原料应经过浸泡软化后,方能破碎。对于含有胚芽的谷类原料,最好是先进行粗碎,使胚芽从谷粒上脱落下来,分离掉胚芽后再进行破碎。

4. 分离胚芽、纤维和蛋白质

(1) 胚芽分离 玉米和高粱等带胚芽的谷类原料,因胚芽含大量的脂肪和蛋白质,而淀

粉含量很少,所以在经过粗碎后,必须先经过分离胚芽,然后再进行磨碎、分离纤维和蛋白质等工序。分离胚芽的方法,主要是利用胚芽和粉质胚乳碎片之间密度的差异进行。分离设备有老式的胚芽漂浮分离槽和较先进的旋液分离器两种。前者是利用胚乳和胚芽密度不同,由自然沉淀和漂浮达到分离,后者则是粗碎的原料在一定的压力下,以正切的方向进入旋液分离器上部圆筒,产生旋流,胚乳部分的密度大,受到的离心惯性力大,被甩向外层,沿分离器壁下降到底部排出,称为底流。密度较小的胚芽受离心惯性力的作用较小,流向分离器的中心部分,以涡流状态经由上部中央管溢流排出。旋液分离器占地少,易于维修和清理,操作条件有较大的灵活性。回收的胚芽用加工过程水在曲面筛上逆流洗涤2~3次,除去吸附的淀粉。清洗的胚芽便于干燥和综合利用。

(2) 细磨和分离纤维 淀粉原料经过分离胚芽和细磨,或直接破碎后,所得到的大多为糊状物料,除含有大量淀粉外,还含有纤维和蛋白质等组分。为了得到质量较高的淀粉和良好地完成分离操作,必须除去这些物质,通常是先分离纤维后分离蛋白质。

分离纤维大都采用过筛的方法,称为筛分工序。筛分工序包括清洗胚芽和粗细纤维、回收淀粉等作业。传统方法是使用老式的六角筛、平摇筛。现代化的淀粉工厂都采用曲筛和离心筛。

(3) 分离蛋白质 淀粉原料经过破碎、分离纤维后所得的淀粉乳,除了含有大量淀粉外,还含有蛋白质、脂肪和灰分等物质。这些物质的密度顺序为:泥沙>淀粉>细渣>蛋白质,它们在悬浮液中的沉降速度不同。因此,利用其密度不同可使它们分开。

通常分离蛋白质用传统的静止沉淀法或流动沉淀法。现代淀粉工厂广泛用离心分离法和旋液分离法。静止沉淀法设备简单,也可获得较纯净的淀粉,但缺点是每次沉淀约需6~8h,较费时,设备生产能力低。此外,淀粉长时间停留在沉淀桶内,容易发酵变质,且影响质量、得率。流动沉淀法是淀粉乳在槽内作薄层流动,淀粉颗粒沉淀时间短,且蛋白质由槽尾连续流走,分离效率较高。但仍然存在槽内淀粉停留时间长、容易发酵变质、淀粉得率低、不易保持环境卫生、劳动条件差、间歇生产以及占地面积大等缺点。离心分离法分离效率高、设备体积小、密闭生产、连续操作,故在现代淀粉厂内广泛采用离心机代替流槽分离蛋白质。唯一的缺点是设备结构复杂,造价昂贵。旋液分离法是使用较新式的旋液分离器进行分离蛋白质的方法。旋液分离器与离心机比较,其结构简单、造价便宜、节省劳力、使用方便,分离效率也较高。

5. 清理、干燥和成品整理

(1) 清洗淀粉 淀粉乳经分离蛋白质后,通常还含有一些水溶性杂质,必须进行清理。最简单的淀粉清洗方法是在淀粉桶或池内进行,重复加入清水、搅拌、静置、沉淀、排出上清液,最后可得到较为纯净的淀粉。此法的缺点是太费时间。较先进的清洗方法是两台串联的真空吸滤机连续操作和多级旋液分离器进行清洗淀粉。

(2) 淀粉的干燥 在现代淀粉厂中大都采用干燥机连续干燥,常用的干燥机有转筒式干燥机、真空圆筒式干燥机、立式旋转干燥机、带式干燥机和气流干燥机等。

(3) 成品整理 干燥后的淀粉,往往粒度很不整齐,必须进行筛分和粉碎工序,才能作为成品淀粉。用气流干燥机所得的淀粉呈粉末状,可直接作为成品出厂。

为了防止筛分过程中粉尘飞扬,甚至引起粉尘爆炸,必须加强筛分和粉碎设备的密闭措施。同时还需安装通风、除尘设备,及时回收飞扬的粉末淀粉。

三、淀粉的用途

淀粉的用途很广,大致分为以下5个领域。

(1) 利用高分子特性的领域 主要用于食品、黏结剂、造纸、纤维等大的领域，还可用于医药、铸造（砂型）、印刷油墨的干燥剂等方面。

(2) 利用降解淀粉的领域 淀粉用酸或酶水解制成葡萄糖、麦芽糖及利用葡萄糖异构酶生产异构糖——人造蜂蜜等。

(3) 发酵原料的利用领域 以植物淀粉为原料，目前发酵的主要产品有酒精、乳酸、醋酸、柠檬酸、丙酮、丁醇、谷氨酸及普鲁兰等。

(4) 淀粉副产物综合利用的领域 目前的主要加工产品有玉米油、杂醇油、小麦胚芽油、蛋白质（包括面筋）、植酸钙、植酸、肌醇及利用酒糟生产食醋、米糠制饴糖等。

(5) 变性淀粉及淀粉衍生物利用的领域 在淀粉高分子具有的固有特性基础上，利用加热、酸、碱、氧化剂、酶制剂及具有各种官能团的有机反应试剂，通过增强其机能或引进新的特性，即取得高度发展的变性淀粉。这些衍生物广泛用于造纸、纺织、印刷、食品、铸造等工业领域。

四、降解淀粉的生产

1. 淀粉的酸性水解

淀粉与水一起加热即可引起分子裂解。当与无机酸共热时，可彻底水解成 α -D-葡萄糖。但实际上，由于使用酸的浓度、水解时间及温度的差异（表 1-2），淀粉在水解过程中可形成一系列中间产物，即：

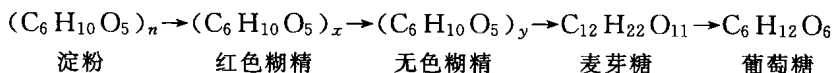


表 1-2 酸、温度、时间对淀粉水解的影响

类 型	葡萄糖值(DE 值)	硫酸浓度/(mol/L)	水解时间/min	温度/℃
淀粉糊精	2	0.007	16	132
淀粉糊精	16	0.010	19	142
淀粉糖浆	42	0.016	26	142
淀粉糖浆	58	0.016	21	148
葡萄糖	90	0.03	18	168

淀粉在水解过程中产生的多苷链片段，统称为糊精。糊精可溶于冷水，有黏性。糊精化程度低的淀粉，仍然与碘生成蓝色，但较普通淀粉易溶于水，称可溶性淀粉。各种糊精的特性列于表 1-3。

表 1-3 各种糊精的特性

糊精名称	与碘反应	$[\alpha]_D^{20}$	沉淀所需乙醇浓度
淀粉糊精	蓝色	$190^\circ \sim 195^\circ$	40%
显色糊精	褐色	$194^\circ \sim 196^\circ$	65%
消色糊精	无色	192°	溶于 70% 乙醇中
麦芽糊精	无色	$181^\circ \sim 182^\circ$	溶于 70% 乙醇中

2. 淀粉的酶法水解

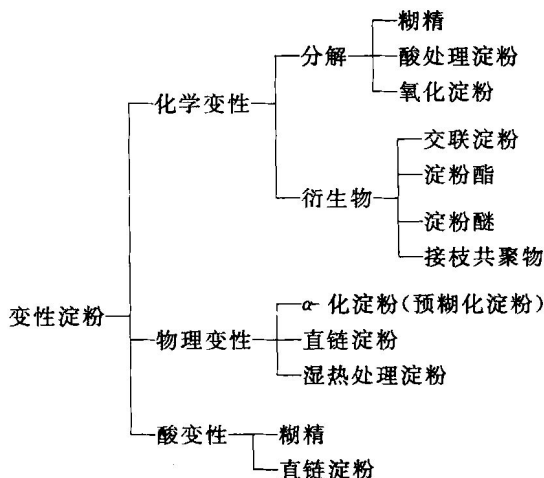
过去我国工业生产淀粉的降解产品一般用酸法，随着科技的开发与应用研究，各类淀粉酶的工业化生产以来，目前大工业基础的淀粉水解都是采用酶法生产的。实际上，酶广泛存在于动植物和微生物中。早在数千年以前，人类就利用淀粉酶从事酿酒、制饴糖等。淀粉酶的作用方式，是在 20 世纪 50 年代阐明了淀粉分子结构以后才逐渐搞清楚的。按照水解方式的不同，主要的淀粉酶分为 4 类，即 α -淀粉酶、 β -淀粉酶、葡萄糖淀粉酶及异淀粉酶。另外，与此相关的还有环糊精酶及葡萄糖异构酶。酶法生产特点：条件温和，产品专一。随着

现代生产工艺设备的开发,工艺比较成熟。

第二节 变性淀粉的生产技术

一、变性淀粉的种类

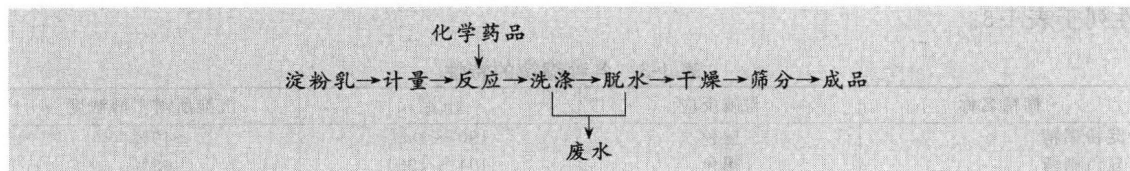
由于淀粉是高分子化合物,其变性后结构复杂,种类很多,分类十分困难,而且产品种类发展很快,现只能按处理方法分为下列几类。



二、变性淀粉的生产方法

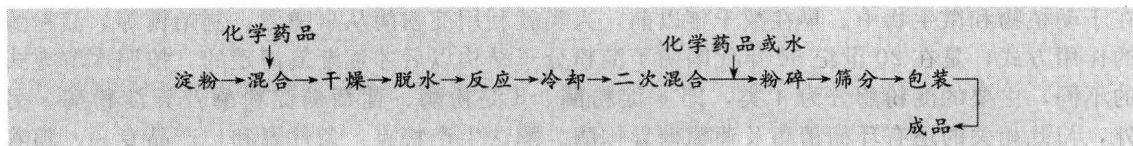
尽管变性淀粉的品种很多,但生产方法主要为湿法、干法和蒸煮法等几种,也就是说,一个企业只要建成了变性淀粉的湿法生产线、干法生产线和蒸煮法生产线各一条,就可以生产几乎所有的变性淀粉产品,但目前蒸煮法生产的预糊化淀粉主要用于饲料工业,造纸工业应用较少。一般选择湿法和干法生产工艺。

1. 湿法变性淀粉生产的工艺流程



湿法生产的变性淀粉质量稳定,这是该法的最主要的优点。湿法生产线的缺点是工艺较复杂,药品消耗量较大,水消耗量大,废水产生量很大,而且废水较难处理。因而湿法变性淀粉的生产成本较高。故湿法生产线主要用于干法无法生产或产品质量要求较高的场合,如表面施胶用变性淀粉的生产,氧化淀粉的生产等。

2. 干法变性淀粉生产的工艺流程



干法工艺简单,不用水、收率高、无污染,生产成本很低,是一种很有发展前途的生产方法。干法生产线的缺点是能生产的产品品种较少,仅能生产糊精、阳离子淀粉、磷酸酯淀粉等几种产品,但阳离子淀粉在工业上(主要是造纸工业)的应用量较大,若生产工艺控制得好,其产品在造纸工业上应用是没有问题的,由于价格明显低于湿法生产的变性淀粉,因而具有较强的市场竞争力。

三、年产 1.5 万吨变性淀粉生产投资概况

假定设计年总产 15000t 的变性淀粉生产车间。其中年产 5000t 的干法生产线 1 条,年产 10000t 的湿法生产线 1 条,这样基本上可以生产各种变性淀粉。

1. 设备投资

① 干法生产线 主要生产设备如表 1-4 所示。

表 1-4 年产 5000t 的干法生产线主要生产设备

序号	名 称	规格型号	材 质	数量	配电功率/kW
1	加料器	非标	与物料接触部分为不锈钢	1 套	1.5
2	高速混合器(含计量泵 1 只)		与物料接触部分为不锈钢	2 套	7.5
3	气流干燥机(含布袋除尘)		与物料接触部分为不锈钢	1 套	22
4	料仓(配 2 只电磁振动器)		与物料接触部分为不锈钢	1 只	
5	带式反应器(含布袋除尘器)		与物料接触部分为不锈钢	1 套	24
6	风冷系统(含布袋除尘器)		与物料接触部分为不锈钢	1 套	8
7	粉碎机		与物料接触部分为不锈钢	1 套	11
8	控制柜			2 台	

该生产线设备总投资估算为 100 万元。为连续式运行,工人劳动强度低,人工省。与其他变性淀粉生产设备相比,本生产线具有设备利用率高、能耗低、收率高等优点。

干法产品未经洗涤,故产品中杂质、盐分等较高。产品质量低于湿法产品,但因为成本低,环境污染少,在生产湿部添加的阳离子淀粉、层间增强用的喷淋淀粉等产品时具有明显的优势。

② 湿法生产线 根据前面提到的工艺流程,以精制淀粉作原料,根据所生产的变性淀粉品种的要求,采购玉米淀粉或木薯淀粉进行生产。主要生产设备见表 1-5。

2. 厂房投资

厂房包括原料仓库、成品仓库、湿法生产车间(含配料、反应、干燥等)、干法生产车间、化验与新产品研究室、办公室等,大部分为单层厂房,局部为二层厂房,可以采用框架结构厂房,也可以采用钢结构厂房。实际上配料、反应、干燥等可布置在 1 个车间内,为节省投资和缩短建设周期,可以采用钢结构厂房,局部采用平台即可。干法生产线与湿法生产线应分开,但距离不要相距太远,以便生产某些复合变性淀粉时比较方便。建筑面积大约需要 2000m²,厂房投资总计大约 100 万元以下。

3. 该项目总投资估算

建筑投资 100 万元,干法生产线 100 万元,湿法生产线 400 万元,化验室和新产品开发实验室 20 万元,总计 620 万元。

4. 适用范围

本工艺适于生产:①造纸工业变性淀粉(阴离子淀粉、阳离子淀粉);②食品工业变性淀粉(氧化淀粉、酯淀粉、醚化淀粉);③纺织工业变性淀粉(酸解淀粉、氧化淀粉);④石油工业(预凝胶淀粉、羧甲基淀粉);⑤医药及其他工业等变性淀粉生产。

5. 质量指标