

魔芋

MOYU PUGANJUTANG JIQI GONGNENG CAILIAO

葡甘聚糖及其功能材料

田大昕 ◆ 著



科学出版社

魔芋葡甘聚糖及其功能材料

田大昕 著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

魔芋葡甘聚糖是从魔芋块茎中提取的一种天然多糖,具有来源广泛、生物相容性好和生物降解性好等特点。近年来,基于魔芋葡甘聚糖及其功能材料的研究受到众多研究者的青睐。本书从介绍魔芋葡甘聚糖的分子结构与相对分子质量入手,在分子水平上探讨其溶液性质与凝胶特性,系统分析其与其他多糖的相互作用机理,详细论述其化学与物理改性现状,最后介绍基于魔芋葡甘聚糖的功能材料的研究进展。本书旨在全面阐述魔芋葡甘聚糖及其衍生物的基本结构、基础理论及相关应用,反映国内外有关研究成果和发展趋向。

本书可供从事魔芋葡甘聚糖科学研究、开发和教学的科技人员及研究生、高年级的大学生阅读。

图书在版编目(CIP)数据

魔芋葡甘聚糖及其功能材料/田大昕著. —北京:科学出版社, 2015.4

ISBN 978-7-03-043950-3

I. ①魔… II. ①田… III. ①芋-葡甘聚糖-功能材料-研究
IV. ①TQ351.37

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 057696 号

责任编辑:贾超 孙曼/责任校对:韩杨

责任印制:徐晓晨/封面设计:东方人华

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京科印技术咨询服务公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2015年4月第 一 版 开本:720 × 1000 B5

2015年4月第一次印刷 印张:20 5/8

字数:416 000

定价:88.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

随着地球上石化资源的日趋紧张,科学技术在 21 世纪已趋向于研究可再生资源的原料及环境友好、可持续发展的方法和过程。基于天然动物、植物和微生物的高分子材料已成为化学、材料等领域的重要研究方向。魔芋广泛种植于东南亚和非洲部分山区,主要分布在中国、日本、印度、越南及缅甸等国。魔芋葡甘聚糖是从魔芋块茎中提取,再经过精制而得的一种天然多糖。它由 D-葡萄糖和 D-甘露糖以 β -1,4 糖苷键连接而成,二者物质的量比约为 1/1.6,具有很多合成材料不可比拟的优点,如高水溶性、良好的生物相容性和可降解性等,而且它来源广、产量高,又可在较宽范围内用多种方法予以改性,这些都促进了魔芋葡甘聚糖相关研究的快速发展。基于魔芋葡甘聚糖的功能材料已成为国内外众多研究者的一个热点研究领域。从目前的报道来看,基于魔芋葡甘聚糖的功能材料可广泛用于医药、食品及化工等领域。

众所周知,对于研究者已经熟悉的多糖如纤维素、淀粉等,其相关研究已经有大量报道(包括相关专著)。但是,基于魔芋葡甘聚糖的功能材料的研究却起步较晚,因而开展这方面的研究具有较高的理论和现实意义。作者查阅了大量文献,同时结合自身长期从事魔芋葡甘聚糖研究的研究经历与心得,撰写了本书。力图吸收国内外关于魔芋葡甘聚糖的最新研究成果,反映相关研究的发展趋向,以期帮助研究者获得比较系统和全面的魔芋葡甘聚糖科学知识,及时了解本领域国内外的发展动态和研究进展,从而促进魔芋葡甘聚糖资源的综合开发与利用。

本书共七章。第一章为绪论;第二章介绍魔芋葡甘聚糖的结构与相对分子质量;第三章介绍其溶液性质;第四章介绍其凝胶特性;第五章分析其与其他多糖的相互作用;第六章论述其化学与物理改性现状;第七章介绍魔芋葡甘聚糖及其衍生物的应用进展。另外,书后附有中英文缩写对照表,方便读者查阅。

本书的研究工作先后获得国家自然科学基金项目(51263009)、湖北省自然科学基金项目(2010CDB00903)和湖北省高等学校优秀中青年科技创新团队计划资助项目(T201006)等的资助,特此致谢!对支持和关心作者研究工作的所有单位和个人表示衷心的感谢!作者在撰写本书过程中,参考了大量国内外文献,在此一并表示感谢!

由于作者学识有限,本书在内容和取材上,难免存在不妥之处,恳请读者不吝指正。

田大听

2015 年元月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 魔芋的形态特征	2
第二节 国内外关于魔芋使用的法规管理	2
第三节 魔芋加工和使用的安全性提示	3
第四节 魔芋资源及原材料	4
一、植物中 KGM 的存在形式	4
二、魔芋的栽培	4
三、魔芋的作物经济学	5
第五节 魔芋的加工	6
一、魔芋粉加工的主要方法	6
二、魔芋加工中遇到的困难与挑战	7
参考文献	7
第二章 魔芋葡甘聚糖的结构与相对分子质量	9
第一节 概述	9
第二节 甘露糖与葡萄糖的物质的量比	10
一、酶降解法测定甘露糖与葡萄糖的物质的量比	10
二、核磁共振法测定甘露糖和葡萄糖的物质的量比	10
第三节 KGM 主链上两种单糖连接位置的确定	12
一、高碘酸氧化及 Smith 降解法	12
二、核磁共振波谱法	13
第四节 KGM 分子支链位置的确定	14
第五节 KGM 的相对分子质量	14
一、KGM 分子的分级	15
二、凝胶渗透色谱法测定 KGM 的相对分子质量	15
三、凝胶渗透色谱与多角度激光光散射串联法测定 KGM 相对分子质量	16
四、黏度法测定 KGM 的相对分子质量	21
参考文献	22
第三章 魔芋葡甘聚糖的溶液性质	23

第一节 特性黏度	23
第二节 零切增比黏度	23
第三节 链构象	27
一、双螺旋构象	27
二、半柔性卷曲线团构象	28
三、非典型螺旋构象	28
第四节 KGM 分散体系的动态黏弹性	32
一、不同质量分数 KGM 的流变性	32
二、KGM 的时间-温度流变行为	33
参考文献	36
第四章 魔芋葡甘聚糖的凝胶特性	38
第一节 不同相对分子质量 KGM 的凝胶行为	38
一、低相对分子质量 KGM 的凝胶行为	38
二、未降解 KGM 的凝胶行为	44
第二节 乙酰基在 KGM 溶液凝胶化过程中的作用	46
一、碱处理后 KGM 的 FTIR 图谱变化情况	46
二、KGM 的质量分数对凝胶化过程的影响	47
三、乙酰化度对 KGM 凝胶化过程的影响	49
四、温度对 KGM 凝胶化过程的影响	51
五、碱浓度对 KGM 凝胶化过程的影响	53
第三节 NaOH 溶液对 KGM 凝胶化的促进作用	55
一、碱对 KGM 特性黏度的影响	55
二、碱对 KGM 增比黏度的影响	56
三、碱对 KGM 剪切模量的影响	58
第四节 用固体 NMR 研究 KGM 的凝胶化过程	60
一、KGM 粉末和凝胶的 ^{13}C CP/MAS 图谱和 ^{13}C SPE 图谱	60
二、KGM 粉末样品与凝胶样品的动态特征参数	62
第五节 在碱中 KGM 形成凝胶的机理	65
第六节 KGM 添加硼砂形成热稳定凝胶	66
一、添加硼砂后 KGM 凝胶性能的变化	67
二、添加硼砂后 KGM 凝胶形成的机理	67
三、KGM/硼砂凝胶结构的分子模拟	68
四、KGM/硼砂凝胶体系存在的一些问题	69
第七节 关于 KGM 凝胶的展望与建议	69

参考文献	70
第五章 魔芋葡甘聚糖与其他多糖的相互作用	72
第一节 KGM 与黄原胶共混体系	72
一、黄原胶/KGM 共混凝胶研究概述	72
二、电解质对 KGM/黄原胶共混物凝胶行为的影响	73
三、用双组分串联模型分析 KGM/黄原胶共混体系	81
四、KGM/黄原胶的协同效应及分子模拟	85
第二节 KGM/ κ -卡拉胶共混体系	90
一、 κ -卡拉胶/KGM 共混物的动态黏弹性及拉链模型	91
二、 κ -卡拉胶/KGM 共混物的大变形拉伸性质	93
三、 κ -卡拉胶/KGM 共混物的 DSC 行为	93
四、 κ -卡拉胶/KGM 共混物的 ESR 图谱	96
五、 κ -卡拉胶/KGM 共混物的网络结构	98
第三节 KGM/结冷胶共混物	99
一、KGM/结冷胶共混物的流变性能	100
二、结冷胶/KGM 的 DSC 行为	107
三、外界阳离子对结冷胶/KGM 共混体系的影响	109
第四节 KGM/淀粉共混物	112
一、KGM 对玉米淀粉凝胶性能和退化性能的影响	112
二、KGM 对淀粉/香芹酚络合物的影响	117
三、KGM 对淀粉凝胶微结构的影响	118
四、KGM 对淀粉的 T_g 的影响	120
第五节 KGM 与可得然胶的共混体系	125
一、KGM/可得然胶共混物的 FTIR 分析	125
二、KGM/可得然胶共混物的 XRD 分析	126
三、KGM/可得然胶共混物的 DSC 分析	127
四、KGM 的质量分数对 KGM/可得然胶共混物力学性能的影响	127
第六节 KGM 与 acetan 共混物	129
一、acetan 的质量分数对共混凝胶剪切模量的影响	129
二、脱乙酰基对共混凝胶剪切模量的影响	130
三、添加电解质对共混凝胶剪切模量的影响	132
四、acetan/KGM 共混凝胶的解释	133
五、acetan/KGM 共混凝胶的分子模拟	133
第七节 KGM 与壳聚糖的相互作用	134

一、KGM/壳聚糖共混物的 FTIR 图谱	135
二、KGM/壳聚糖共混物的 DSC 曲线	136
三、KGM/壳聚糖共混物的 XRD 曲线	136
四、KGM/壳聚糖共混物的 SEM 照片	137
五、KGM/壳聚糖共混物的热稳定性	138
六、KGM/壳聚糖共混物的力学性能	139
七、KGM/壳聚糖共混物的黏结性能	140
八、KGM/壳聚糖共混物的其他性能	141
第八节 KGM 与纤维素的相互作用	142
一、KGM/羧甲基纤维素共混物的 SEM 照片	142
二、KGM/CMC 共混物的 XRD 图	144
三、KGM/CMC 共混物的水分吸附等温线	145
四、KGM 与纤维素共混物的 TEM 及 $^{13}\text{CNMR}$ 图	146
五、用离子液体作溶剂制备的 KGM/纤维素共混物	148
第九节 KGM/黄原胶/海藻酸钠三元共混物	151
一、KGM/黄原胶/海藻酸钠三元共混物的流变学行为	151
二、KGM/黄原胶/海藻酸钠三元共混物的沉降系数分布	153
三、添加 Ca^{2+} 对 KGM/黄原胶/海藻酸钠共混物沉淀行为的影响	154
第十节 KGM/ κ -卡拉胶/刺槐豆胶三元共混体系	154
一、KGM/ κ -卡拉胶/刺槐豆胶三元共混体系的流变性能	155
二、KGM/ κ -卡拉胶/刺槐豆胶三元共混体系的力学性能	156
三、KGM/ κ -卡拉胶/刺槐豆胶三元共混体系的 DSC	157
四、酸性 pH 条件对 KC/KGM/LBG 的降解行为的影响	158
参考文献	159
第六章 魔芋葡甘聚糖的化学与物理改性	163
第一节 接枝共聚	163
一、KGM 接枝聚丙烯酸	163
二、KGM 接枝聚丙烯酰胺	172
三、KGM 接枝聚甲基丙烯酰氧基乙基烷基二甲基溴化铵	181
四、KGM 接枝甲氧基聚乙二醇	182
五、KGM 接枝聚 4-乙烯基吡啶	187
六、KGM 的二元共聚接枝物	190
第二节 酯化反应	194
一、KGM 乙酸酯的制备	194

二、KGM 长链羧酸酯	202
三、KGM 磷酸酯	205
四、KGM 硝酸酯	207
五、KGM 黄原酸酯	212
六、KGM 硫酸酯	212
第三节 醚化反应	214
一、羧甲基 KGM	215
二、氰乙基 KGM 醚	217
三、季铵烷基 KGM 醚	220
第四节 交联反应	224
一、磷酸盐交联 KGM	225
二、环氧氯丙烷交联 KGM	226
三、高价金属离子交联 KGM	228
四、硼化物交联 KGM	231
五、酶促 KGM 交联	231
第五节 氧化反应	232
一、高碘酸盐氧化	233
二、过氧化氢氧化	234
第六节 降解反应	235
一、辐照降解法	235
二、酶降解法	238
第七节 其他改性	242
一、等离子体改性	242
二、挤出改性	243
三、辐照改性	245
参考文献	248
第七章 魔芋葡甘聚糖及其衍生物的应用	252
第一节 生物材料	252
一、固定化酶载体	252
二、亲和层析载体	257
第二节 医药材料	257
一、药物控释材料	257
二、对肥胖症和糖尿病的防治	274
三、血浆代用品	279

四、抗艾滋病病毒和抗凝血作用	282
第三节 精细化学品	285
一、吸水材料	285
二、絮凝剂	294
三、膜材料	299
四、离子交换树脂	307
五、乳化剂和表面活性剂	309
六、化妆品	311
七、其他	311
参考文献	311
附录 中英文缩写对照表	315

第一章 绪 论

魔芋是天南星科魔芋属草本植物,最早在中国被发现,在公元前 206 年的《神农本草经》中就有记载。公元 550 年,由僧人将其引至朝鲜,然后又传到日本。在 19 世纪,魔芋开始迅速在东南亚亚热带山区种植。在中国古代,魔芋又称妖芋,是一种生长在海拔 250~2500m 的山间多年生草本植物。在中国南方,特别是武陵山区和秦巴山区,魔芋的种植特别普遍。

魔芋葡甘聚糖(konjac glucomannan, KGM)是从魔芋的块茎中提取、经粗加工形成魔芋粉、再通过精制得到的魔芋精粉^[1]。它能够在碱性溶液中形成一种热稳定性凝胶,其制品很早就在中国和日本等国成为一种传统食品。

在日本,由于魔芋是一种传统健康食品,从 19 世纪 60 年代开始,其产业得以快速发展,并被批准为健康食品和食品添加剂。美国食品药品监督管理局(Food and Drug Administration, FDA)在 1997 年将其列为食品添加剂,而欧盟则在 1998 年批准其为食品添加剂。目前,在中国,魔芋粉也已被批准为食品添加剂和食品原料。

目前,魔芋产品主要来源于中国和日本,少量来自韩国和泰国。全世界每年的粗魔芋产量在 5 万~7 万 t。一半以上的产品经纯化后出口至欧洲或美国,用作食品添加剂或者是在食品中作为植物活性成分使用。

魔芋地下块茎可加工成魔芋粉供食用,并可制成魔芋豆腐、魔芋挂面、魔芋面包、魔芋肉片、果汁魔芋丝等多种食品。魔芋食品不仅味道鲜美、口感宜人,而且有降血糖、降血压、降血脂、减肥健身、治病抗癌等功效^[2],所以近年来风靡全球,并被人们誉为“魔力食品”、“神奇食品”、“健康食品”等。KGM 具有优良的凝胶性、成膜性、增稠性和保水性等特点,因而可广泛应用于食品、医药、化工、纺织、石油钻探等领域^[3]。

KGM 为一种多糖,具有很多合成材料不可比拟的优点,如高水溶性、良好生物相容性、可降解性等,而且它来源广、产量高,又可在广泛范围内用多种方法改性,这些都促进了 KGM 相关研究的快速发展及广泛应用。基于 KGM 功能材料的研究已成为国内外众多研究者的一个热点研究领域。众所周知,对于我们已经很熟悉的多糖如纤维素、淀粉等,其相关研究已经有大量报道。但是,基于 KGM 功能材料的研究却起步较晚,因而开展这方面的研究具有较高的理论与现实意义。

第一节 魔芋的形态特征

魔芋是一种多年生草本植物。株高为 40~70cm，地下有球茎，叶柄粗壮，圆柱形，淡绿色，有暗紫色斑，掌状复叶，开紫红色花，有异臭味（植物形貌见图 1-1）。魔芋地下块茎呈扁圆形（图 1-2），宛如大个儿荸荠，直径可达 25cm 以上。营养十分丰富，含淀粉 35%、蛋白质 3%，以及多种维生素和钾、磷、硒等矿物质元素，还含有人类所需要的魔芋多糖，即 KGM 含量高达 45% 以上，并具有低热量、低脂肪和高纤维素的特点。



图 1-1 魔芋植物的形貌



图 1-2 魔芋块茎的形貌

KGM 是从魔芋的块茎中提取、经粗加工形成魔芋粉、再通过精制得到的魔芋精粉，俗称魔芋粉。

第二节 国内外关于魔芋使用的法规管理^[4]

KGM 能够在碱性溶液中形成一种热稳定性凝胶。民间将魔芋块茎与草木灰水溶液一起碾磨，然后加热煮透即得一种浅灰色凝胶，俗称魔芋豆腐。其风味独特，深受食客喜爱，很早就已成为我国和日本的一种传统食品。1957 年，经过乙醇精制的魔芋粉在美国被允许用作食品添加剂，并通过了美国食品药品监督管理局食品添加剂的安全性认证（Generally Recognized as Safe, GRAS）。1998 年，欧盟批准了魔芋水凝胶和 KGM 作为食品添加剂。欧盟规定，在终端食品中，魔芋作为单独组分或者混合物的组分，其用量不能超过 1%。但是，比利时是一个例外，该国允许魔芋作为植物原料用于减肥目的，而且不受用量

的限制。另外,该国还允许魔芋适量添加在蜂蜜、酸奶、矿泉水以及婴幼儿食品中。

目前,联合国粮食及农业组织/世界贸易组织(Food and Agriculture Organization/World Trade Organization, FAO/WTO)的食品添加剂通用标准(General Standard for Food Additives, GSFA)、欧洲食品安全局(European Food Safety Authority, EFSA)、美国FDA、阿根廷国家动物及食品检疫局(Servicio Nacional de Salud Animal, SENASA)以及加拿大和瑞士等国的相关部门,先后允许KGM作为食品添加剂使用。但是,不同国家或地区对其用量的限定有所不同,其中的差别在于最大允许添加量。例如,欧盟允许最大添加量为1.5%~3.0%(2003年规定),美国则为8%(1996年);而在中国、日本及其他东方国家,由于一直有食用魔芋的传统,因此实际上都把魔芋作为一种食品,对其用量几乎没有限制;澳大利亚则把魔芋粉作为一种蔬菜,2007年,澳大利亚新西兰食品标准(Food Standards Australia New Zealand, FSANZ)允许将其作为主要成分制作成魔芋面条。总的说来,目前,在日本和中国,魔芋粉已被允许作为食品添加剂和食品原料,其他国家或地区如美国、欧盟等都相继立法,批准其为健康食品或者食品添加剂。

第三节 魔芋加工和使用的安全性提示

魔芋粉的制备一般是先将魔芋块茎晒干,然后粉碎,再用相关溶剂如乙醇抽提,进而干燥提纯而得。因此,在魔芋粉加工厂里,会有大量的粉尘存在,作业者由于长期暴露在细小粉尘中,容易出现职业性过敏,严重者甚至会导致尘肺病。因此,在加工处理魔芋干粉或浆料时,作业者必须采取相应的预防措施,如戴加厚口罩及穿防护服等。

在婴幼儿食品中,纯魔芋粉常被用作增稠剂,然后做成果冻类食品。但是,这些魔芋粉颗粒遇水就会溶胀,很快会形成块状,从而容易导致婴幼儿窒息。因此,儿童食用时一定要特别注意,最好是用匙子先将其碾碎,然后在嘴里小心咀嚼至足够细再吞食。对于魔芋基食品来说,由于没有经过充分咀嚼的凝胶硬块有可能导致食管梗死,因此,在美国已经禁止生产和出售迷你杯状果冻(mini-cup jelly)以及具有同样形状、大小、熔化特性及弹性结构的糖果(FDA, 2001年)。最后,这项禁令甚至执行到具有潜在危险的包裹(类似大小的),因为FDA认为这些商品有可能会损坏顾客的咀嚼系统或者对不懂事的儿童带来意外伤害^[4]。

当然,考虑到其大小与形状,魔芋只是在果冻糖果中有相关的限制,而没有

被限制在所有糖果中的应用。为了强化后者,2004年,欧盟EFSA禁止魔芋作为胶凝剂用于迷你杯状果冻中。但是,迷你杯状果冻在包括中国在内的亚洲仍然普遍存在。

此外,由于魔芋粉中会含有少量生物碱,部分人食用后会出现过敏反应或者不适症状,因此,在食用前必须对自身过敏性予以考虑。

第四节 魔芋资源及原材料

一、植物中 KGM 的存在形式

KGM 存在于魔芋属草本植物中,可以从其各种枝干的半纤维素中,单子叶植物的储藏器官如叶、块茎、球茎、根或种子等中获得。现在一般从其块茎中获得。KGM 主要分布在原生质体内特殊大尺寸的巨细胞中。草酸则以针状晶体形式包埋多糖中,从而阻止块茎被吞食。在加工中,通过碾磨再过筛的方法可以去掉这些细胞的蛋白质膜和针状的草酸晶体。

二、魔芋的栽培

魔芋宜在海拔 250~2500m 的山区、丘陵地区及浅丘地区种植。魔芋喜阴、耐阴,根系较浅,当遮阴适度时,魔芋发病少,所以魔芋适合在有树林或森林植被较好的山坡地块种植。魔芋不与粮食争地,不占耕地,可与粮食及经济作物等间套种植,也可林下种植。综合魔芋对环境条件的要求,武陵山区海拔 800m 左右的地区是全球魔芋种植的最适宜生态区。其实,魔芋资源在全球的分布并不广泛,主要分布在东南亚和非洲部分地区,其中以中国最多。从本质上看,其种植所需的化学投入较低。但是,事实上,农民仍然会使用适量的杀虫剂和杀菌剂。另外,大多数情况下,必须使用适量的地面消毒剂。魔芋粉可以从不少于 10 种魔芋属草本植物中提取,而魔芋属 (*Amorphophallus*) 则大约有 150 种。有几种魔芋的葡甘聚糖含量甚至可超过干重的 50%,因此其亩^{*}产量可达到 100~300kg。魔芋在大规模的种植过程中,难免面临一些难题,如难以预料的病虫害、种子的需求持续增长和产品需求的不确定性等。另外,魔芋在种植过程中,魔芋种子上有任何损伤,都会导致病原体从其伤口处向内部扩散,从而使整个种子腐烂。由于产品来自成千上万个小农户家,因此,产品品质的均匀

* 1 亩 $\approx 666.7\text{m}^2$ 。

性值得注意。

在中国,魔芋栽培利用的历史虽悠久,由于其宝贵价值未被人们认识,对魔芋种质资源的研究、驯化、选种、育种等均未引起人们的重视。至今,很多地区种植的还是未经改良的原始种,其已不能满足现有生产的需求。魔芋一直采用无性繁殖,所以容易造成种性退化,表现为品质和产量下降,作物的抗病害及气象灾害能力减弱。栽培群体参差不齐、性状差异大,遗传基础高度混杂,这成为魔芋稳产高产的主要障碍,因此,对魔芋资源的挖掘和品种改良势在必行。针对魔芋品种抗病性和品质性状等方面的问题,必须积极开展分子遗传学和分子生物学方面的研究,从而培育出更多的具有优良特性的魔芋新品种。

三、魔芋的作物经济学

在日本,直到 19 世纪 80~90 年代,魔芋大概种植有 15 万亩,远少于中国。但是,日本的魔芋产业化做得很好,成为世界上最大的魔芋产品消耗国。在日本,通过大规模的工业化生产,能够得到具有较高品质的魔芋精制产品,如 KGM 含量高于 95% 的药物级产品。虽然如此,仍然不能满足日益增长的西方食品或者食品原料的出口要求。为了补偿国内产量的不足,日本主要从中国进口大量的魔芋精粉。由于日本市场需求很旺盛,而且伴随着西方食品工业对中国的开放,中国已经在南方部分贫困山区种植了数百万亩魔芋作为经济作物,以推动魔芋产业的发展,从而加速农民的脱贫致富。中国是世界上第一大魔芋主产国,魔芋产量占全球产量的 90%,约有 240 万亩。魔芋分布在云、贵、川、鄂、陕等地,主要集中在武陵山区和秦巴山区。其中,武陵山区约占中国魔芋产量的 80%,约有 190 万亩。

随着产业的发展,日本已成为中国魔芋产品的主要出口地。中国台湾、泰国、韩国、新加坡和西方国家等对 KGM 精制产品的需求也十分庞大。现在,一些亚洲国家也已经建立了相关加工厂,它们主要从中国进口魔芋粗粉,进行进一步加工。总之,国内外对魔芋及其深加工产品的需求是十分旺盛的。因此,我们必须做好魔芋产业的长远规划,制定完善的种芋、商品种芋标准,加大魔芋种芋繁殖体系建设,解决种源缺乏的瓶颈,加强魔芋病虫害科技攻关,解决魔芋产地加工的关键技术问题,实现魔芋精深加工关键技术的集成与示范,不断为产业发展提供持续的科技支撑,才可以推动我国魔芋产业的不断发展壮大。

第五节 魔芋的加工

在中国,很早以前,民间就将魔芋块茎与草木灰一起碾磨,然后制成魔芋豆腐。该产品由于含有少量的葡萄糖苷,因此会有类似于竹笋的苦涩感,同时还有由胺类物质所产生的鱼腥味,部分人可能不习惯食用。1750~1850年,日本改进了加工方法,采用将魔芋块茎粉碎并烘干,然后过筛等方法,从而得到魔芋精粉,然后将其加工成魔芋食品,结果在日本大受欢迎。现在,由于魔芋不仅作为食品和食品添加剂,甚至用作药物或药物辅料等,因此,现在一般将魔芋制成不同纯度的精粉,然后用作相关产品的原料。

魔芋块茎的主要成分是高相对分子质量且为非离子的 KGM,同时还含有少量淀粉、蛋白质和矿物质。市售干粉中, KGM 的含量为 70%~90%,蛋白质和灰分的含量一般低于 10%。蛋白质含量的高低是其纯度的一个指标,因此,欧盟的规定最严格,规定其含量不得高于 3%。淀粉的含量通常低于 2%,灰分含量有所不同,但一般低于 5%。

一、魔芋粉加工的主要方法

魔芋粉的加工目前主要有干法破碎和湿法破碎两种。

1. 干法破碎

魔芋块茎的尺寸和形状取决于生长年份和品种,一般直径为 15~20cm。将三年生的魔芋块茎(质量为 300~1500g)用水清洗并去皮,然后切割成魔芋片。魔芋片的质量会影响魔芋粉的产量和特性。通常会添加少量亚硫酸盐,因此,魔芋粉中会有少量残存的亚硫酸盐。重金属的含量则主要与加工技术有关,当然,土壤中的痕量重金属元素也可以影响其最终在魔芋粉中的含量。

将魔芋片烘干,为保证质量,还必须对魔芋片进行精选分级,然后粉碎碾磨,将精粉颗粒表面的淀粉、纤维素等杂质剥离,而精粉颗粒不易粉碎而被保留下来。然后通过气流输送,把极细的淀粉、纤维素等杂质分离出来,最后将保留下来的魔芋粉通过筛分得到魔芋精粉。

2. 湿法破碎

用 10%~50% 的乙醇溶剂洗涤,可以去除魔芋特有的气味。湿磨是一种有效