

现代食品深加工技术丛书
“十三五”国家重点出版物出版规划项目

魔芋综合加工利用技术

田 云 周海燕 主编



科学出版社

现代食品深加工技术丛书

“十三五”国家重点出版物出版规划项目

“十三五”国家重点研发计划项目（2016YFD0400200）

“十二五”国家科技支撑计划课题（2012BAD29B03）

资助

湖南农业大学“双一流”建设项目（SYL201802002）

魔芋综合加工利用技术

田 云 周海燕 主编

科学出版社

内 容 简 介

魔芋药食同源,在我国有 2000 多年的栽培和食用历史,被世界卫生组织确定为全球十大保健食品之一。本书围绕魔芋综合加工利用方面的研究,从魔芋资源及综合加工利用概况、魔芋初加工技术、魔芋精粉和魔芋葡甘聚糖、魔芋低聚糖、魔芋飞粉综合利用和魔芋加工产业发展前景共六个方面进行了详细的阐述。本书的出版将为我国魔芋种质选育、初级加工和下游精深加工等领域提供重要参考,也将为促进魔芋加工产业升级、实现魔芋高效全值化开发利用、提升行业国际竞争力提供重要指导。

本书可供食品、生物、医药、材料、化工和农业等领域从事魔芋综合加工利用的高校师生、相关科研机构及企业的技术人员阅读参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

魔芋综合加工利用技术 / 田云, 周海燕主编. —北京: 科学出版社, 2019.3

(现代食品深加工技术丛书)

“十三五”国家重点出版物出版规划项目

ISBN 978-7-03-060615-0

I. ①魔… II. ①田… ②周… III. ①芋—加工 IV. ①S632.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 034810 号

责任编辑: 贾 超 付林林 / 责任校对: 杜子昂

责任印制: 吴兆东 / 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>

北京九州迅驰传媒文化有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2019 年 3 月第 一 版 开本: 720×1000 1/16

2019 年 3 月第一次印刷 印张: 15 1/2

字数: 300 000

定价: 98.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

丛书编委会

总 主 编：孙宝国

副总主编：金征宇 罗云波 马美湖 王 强

编 委（以姓名汉语拼音为序）：

毕金峰	曹雁平	邓尚贵	高彦祥	郭明若
哈益明	何东平	江连洲	孔保华	励建荣
林 洪	林亲录	刘宝林	刘新旗	陆启玉
孟祥晨	木泰华	单 杨	申铉日	王 硕
王凤忠	王友升	谢明勇	徐 岩	杨贞耐
叶兴乾	张 敏	张 慊	张 偲	张春晖
张丽萍	张名位	赵谋明	周光宏	周素梅

秘 书：贾 超

联系方式

电话：010-64001695

邮箱：jiachao@mail.sciencep.com

本书编委会

主 编：田 云 周海燕

副 主 编：刘虎虎 王 翀

编 委：田 云 周海燕 刘虎虎 王 翀

管桂萍 林元山 周 辉

主 审：吴永尧 卢向阳

丛 书 序

食品加工是指直接以农、林、牧、渔业产品为原料进行的谷物磨制、食用油提取、制糖、屠宰及肉类加工、水产品加工、蔬菜加工、水果加工、坚果加工等。食品深加工其实就是食品原料进一步加工，改变了食材的初始状态，例如，把肉做成罐头等。现在我国有机农业尚处于初级阶段，产品单调、初级产品多；而在发达国家，80%都是加工产品和精深加工产品。所以，这也是未来一个很好的发展方向。随着人民生活水平的提高、科学技术的不断进步，功能性的深加工食品将成为我国居民消费的热点，其需求量大、市场前景广阔。

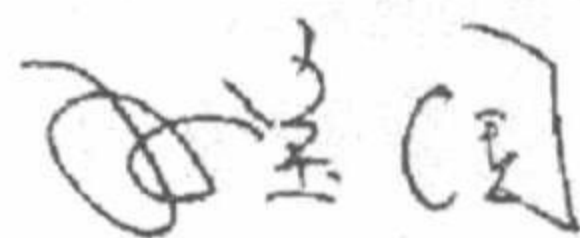
改革开放 30 多年来，我国食品产业总产值以年均 10% 以上的递增速度持续快速发展，已经成为国民经济中十分重要的独立产业体系，成为集农业、制造业、现代物流服务业于一体的增长最快、最具活力的国民经济支柱产业，成为我国国民经济发展极具潜力的、新的经济增长点。2012 年，我国规模以上食品工业企业 33692 家，占同期全部工业企业的 10.1%，食品工业总产值达到 8.96 万亿元，同比增长 21.7%，占工业总产值的 9.8%。预计 2020 年食品工业总产值将突破 15 万亿元。随着社会经济的发展，食品产业在保持持续上扬势头的同时，仍将有很大的发展潜力。

民以食为天。食品产业是关系到国民营养与健康的民生产业。随着国民经济的发展和人民生活水平的提高，人们对食品工业提出了更高的要求，食品加工的范围和深度不断扩展，所利用的科学技术也越来越先进。现代食品已朝着方便、营养、健康、美味、实惠的方向发展，传统食品现代化、普通食品功能化是食品工业发展的大趋势。新型食品产业又是高技术产业。近些年，具有高技术、高附加值特点的食品精深加工发展尤为迅猛。国内食品加工中小企业多、技术相对落后，导致产品在市场上的竞争力弱。有鉴于此，我们组织国内外食品加工领域的专家、教授，编著了“现代食品深加工技术丛书”。

本套丛书由多部专著组成。不仅包括传统的肉品深加工、稻谷深加工、水产品深加工、禽蛋深加工、乳品深加工、水果深加工、蔬菜深加工,还包含了新型食材及其副产品的深加工、功能性成分的分离提取,以及现代食品综合加工利用新技术等。

各部专著的作者由工作在食品加工、研究开发第一线的专家担任。所有作者都根据市场的需求,详细论述食品工程中最前沿的相关技术与理念。不求面面俱到,但求精深、透彻,将国际上前沿、先进的理论与技术实践呈现给读者,同时还附有便于读者进一步查阅信息的参考文献。每一部对于大学、科研机构的学生或研究者来说,都是重要的参考。希望能拓宽食品加工领域科研人员和企业技术人员的思路,推进食品技术创新和产品质量提升,提高我国食品的市场竞争力。

中国工程院院士



2014年3月

前 言

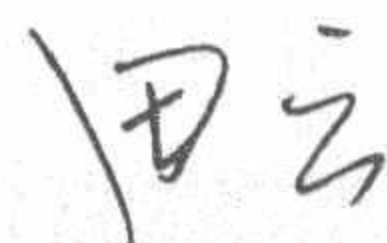
魔芋为富含葡甘聚糖的药食同源作物,在我国有 2000 多年的栽培和食用历史。魔芋中的葡甘聚糖被加拿大公共卫生署和欧盟认定为安全的食品添加剂,魔芋加工生产的相关食品也被联合国世界卫生组织确定为全球十大保健食品之一。除了葡甘聚糖,魔芋中还含有多种功能性活性成分,所有这些特性使得魔芋从古至今都深受大家欢迎。不过,魔芋的深层次研究和深度加工直到 20 世纪 70~80 年代才真正开始。40 年来,魔芋应用研究发展迅速,魔芋产业也取得了飞速发展,对魔芋进行综合加工利用研究具有重要意义。

自 20 世纪末,湖南农业大学以吴永尧教授为核心的研究团队一直从事魔芋新品种选育、高产栽培及综合加工利用等方面的魔芋长产业链研究开发与示范工作,先后得到国家自然科学基金委员会、湖南省自然科学基金委员会及湖南省科学技术厅等的资助,并取得了一系列研究成果(包括品种、专利、奖励、SCI 论文等),积累了丰富的实践经验。在此基础上,研究团队经过系统整理后编写本书。本书共包括 6 章:第 1 章为魔芋资源及综合加工利用概况,包括魔芋种质资源、魔芋主要化学成分、魔芋综合加工利用概况;第 2 章为魔芋初加工技术,包括魔芋的采收和储藏技术、魔芋的褐变机理与护色技术、魔芋的干燥技术、魔芋的干法加工技术、魔芋的湿法加工技术;第 3 章为魔芋精粉和魔芋葡甘聚糖,包括魔芋精粉特性、魔芋精粉制备工艺、魔芋葡甘聚糖的分子结构及性质、魔芋葡甘聚糖的改性、魔芋葡甘聚糖生理功能及产品开发;第 4 章为魔芋低聚糖,包括魔芋低聚糖降解技术、魔芋低聚糖纯化方法、魔芋低聚糖制备技术、魔芋低聚糖生理功能及产品开发;第 5 章为魔芋飞粉综合利用,包括魔芋飞粉概况、魔芋飞粉中的生物碱、魔芋飞粉中的神经酰胺、魔芋飞粉中的其他活性物质;第 6 章为魔芋加工产业发展前景,包括魔芋加工产业的优势、魔芋加工产业的局限性。本书旨在为我国魔芋种质选育、初级加工和下游精深加工等领域提供重要参考,为进一步促进魔芋加工产业技术升级、实现魔芋高效全值化开发利用、提升行业国际竞争力提供重要指导。

本书由田云教授和周海燕副教授负责规划、规范和定稿等工作。第 1 章由田云、周辉编写,第 2 章由王翀、田云编写,第 3 章由周海燕、林元山编写,第 4 章由周海燕、管桂萍编写,第 5 章由刘虎虎、田云编写,第 6 章由刘虎虎、王翀

编写。本书在编写过程中参考了大量的国内外文献和资料，在此对资料作者表示诚挚的感谢。湖南农业大学的吴永尧教授和卢向阳教授在百忙之中对书稿进行了认真审阅，在此一并表示衷心的感谢！

由于作者学识水平和经验有限，书中不可避免地会有一些疏漏和不足，敬请读者在阅读本书的过程中给予批评指正。



2019年3月

目 录

第 1 章 魔芋资源及综合加工利用概况	1
1.1 魔芋种质资源	1
1.1.1 魔芋高产优质的生物学基础	1
1.1.2 魔芋种质资源分布	5
1.1.3 魔芋种质资源遗传多样性分析	6
1.1.4 魔芋主要育种技术	9
1.2 魔芋主要化学成分	14
1.2.1 魔芋干物质主要成分	15
1.2.2 不同魔芋品种中化学成分的比较分析	16
1.3 魔芋综合加工利用概况	19
1.3.1 魔芋初加工利用	19
1.3.2 魔芋精粉综合加工利用	20
1.3.3 魔芋飞粉综合加工利用	27
1.3.4 魔芋深加工利用	28
1.3.5 魔芋加工综合开发利用展望	32
参考文献	33
第 2 章 魔芋初加工技术	36
2.1 魔芋的采收和储藏技术	36
2.1.1 魔芋的采收与预处理	36
2.1.2 魔芋的储藏条件与方法	38
2.1.3 储藏期的管理	41
2.2 魔芋的褐变机理与护色技术	42
2.2.1 魔芋的褐变机理	42
2.2.2 魔芋的护色技术	48
2.3 魔芋的干燥技术	52
2.3.1 热风干燥技术	53
2.3.2 真空干燥技术	57
2.3.3 微波干燥技术	59
2.3.4 热泵干燥技术	60

2.4	魔芋的干法加工技术	61
2.4.1	干芋角片加工工艺	61
2.4.2	魔芋精粉干法加工工艺	63
2.5	魔芋的湿法加工技术	64
2.5.1	阻溶技术	65
2.5.2	乙醇回收技术	67
2.5.3	魔芋粉脱毒回收技术	67
	参考文献	67
第3章	魔芋精粉和魔芋葡甘聚糖	71
3.1	魔芋精粉特性	71
3.2	魔芋精粉制备工艺	73
3.2.1	魔芋精粉的加工原理	73
3.2.2	魔芋精粉的加工工艺	74
3.3	魔芋葡甘聚糖的分子结构及性质	85
3.3.1	葡甘聚糖的分子结构	85
3.3.2	葡甘聚糖的性质	86
3.4	魔芋葡甘聚糖的改性	89
3.4.1	物理改性	90
3.4.2	化学改性	92
3.4.3	生物改性	103
3.5	魔芋葡甘聚糖生理功能及产品开发	104
3.5.1	魔芋葡甘聚糖的生理功能	104
3.5.2	魔芋葡甘聚糖的产品开发	109
	参考文献	121
第4章	魔芋低聚糖	124
4.1	魔芋低聚糖降解技术	124
4.1.1	魔芋葡甘聚糖物理法降解	124
4.1.2	魔芋葡甘聚糖化学法降解	128
4.1.3	魔芋葡甘聚糖酶法降解	130
4.1.4	魔芋葡甘聚糖综合法降解	143
4.2	魔芋低聚糖纯化方法	146
4.2.1	柱层析法	147
4.2.2	膜分离法	147
4.2.3	发酵法	148
4.3	魔芋低聚糖制备技术	149

4.4 魔芋低聚糖生理功能及产品开发	150
4.4.1 魔芋低聚糖的生理功能	150
4.4.2 魔芋低聚糖的产品开发	155
参考文献	158
第5章 魔芋飞粉综合利用	162
5.1 魔芋飞粉概况	162
5.2 魔芋飞粉中的生物碱	165
5.2.1 魔芋飞粉生物碱的成分	165
5.2.2 魔芋飞粉生物碱的提取	166
5.2.3 魔芋飞粉生物碱的纯化	168
5.2.4 魔芋飞粉生物碱的应用	169
5.3 魔芋飞粉中的神经酰胺	171
5.3.1 神经酰胺的提取	172
5.3.2 神经酰胺的分离	175
5.3.3 神经酰胺的检测	178
5.3.4 神经酰胺的纯化	183
5.4 魔芋飞粉中的其他活性物质	187
5.4.1 魔芋飞粉中的淀粉	187
5.4.2 魔芋飞粉中的蛋白质	200
5.4.3 魔芋飞粉中的黄酮	209
参考文献	210
第6章 魔芋加工产业发展前景	213
6.1 魔芋加工产业的优势	213
6.1.1 种质资源丰富	213
6.1.2 种植和加工技术发展迅速	219
6.1.3 应用广泛 附加值高	223
6.2 魔芋加工产业的局限性	226
6.2.1 原料供应不足	226
6.2.2 加工工艺有待改进	228
6.2.3 魔芋资源开发利用效率低	229
6.2.4 政府政策扶植局限	229
6.2.5 资金缺乏	230
参考文献	230
索引	233

第 1 章 魔芋资源及综合加工利用概况

1.1 魔芋种质资源

魔芋 (*Amorphophallus konjac*) 是蒟蒻 (jǔ ruò) 的俗称，为单子叶植物纲 (Monocotyledons) 天南星目 (Arales) 天南星科 (Araceae) 魔芋属 (*Amorphophallus blume*) 多年生 200 多种草本植物的总称，在栽培学上属薯芋类作物。魔芋又名磨芋、蒟头 (《开宝本草》)、鬼芋 (《图经本草》)、花梗莲 (江西新建)、虎掌 (江西万年)、花伞把 (江西定南)、蛇头根草 (江西丰城)、花杆莲、麻芋子 (陕西)、野魔芋、花杆南星、土南星 (江西)、南星、天南星 (广西河池)、花麻蛇 (云南思茅) 等。中国古代又称“妖芋”，有“去肠砂”之称，日本又称“蓖蒻” (片假名：コンニャク)，韩国称之为“곤약”。

1.1.1 魔芋高产优质的生物学基础

1. 魔芋的植物学特性

魔芋是单子叶植物，具有根、茎、叶、花、果实和种子等器官 (图 1-1)。

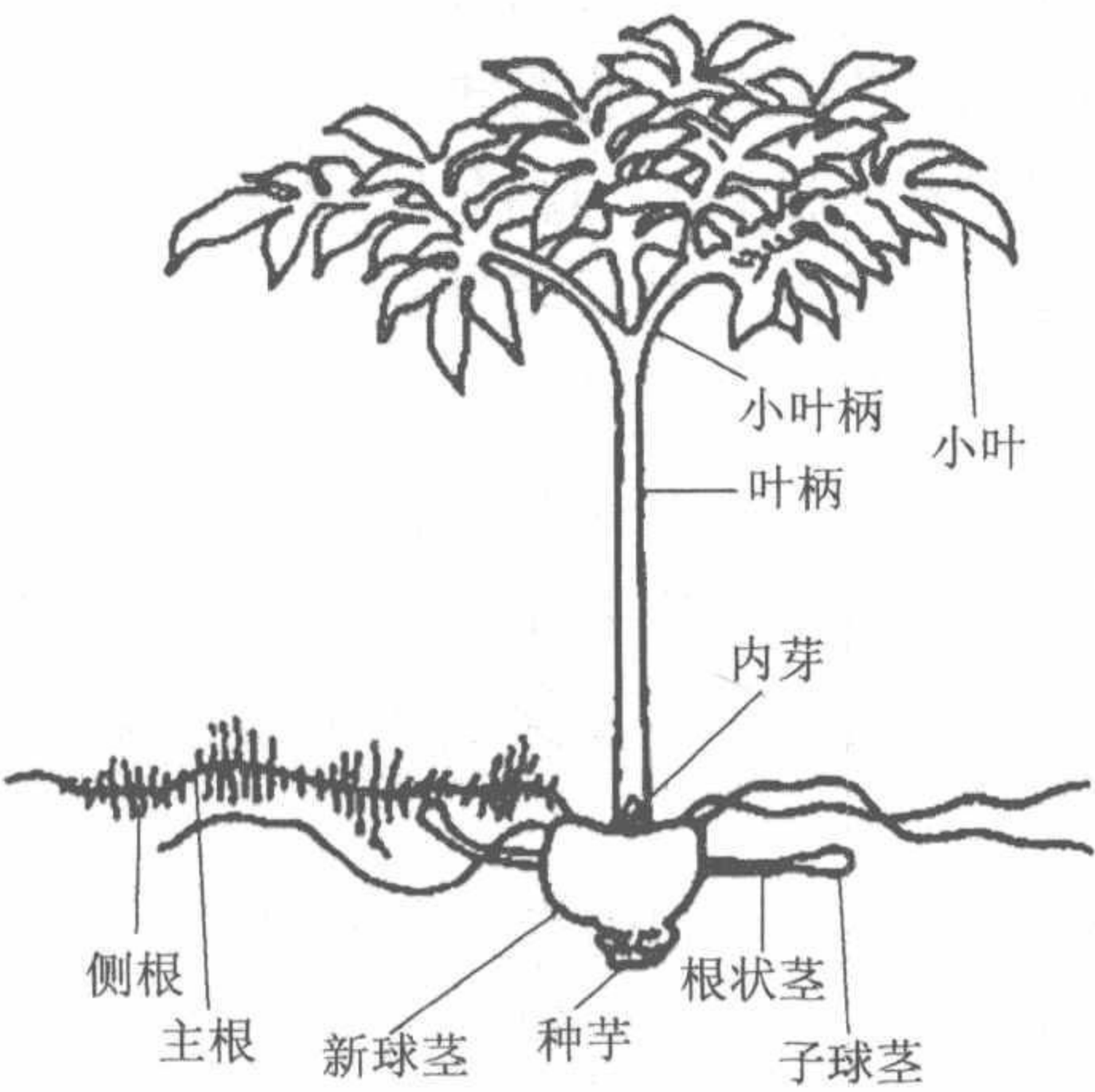


图 1-1 魔芋植株的形态特征

魔芋的根由属于浅根系的不定根组成，从块茎上的芽鳞片叶基部长出，呈水

平状生长在土表层下 10 mm 左右的土层中。由于根生长的起始温度比萌芽所需的最低温度都要低，因此，魔芋播种后最先生长出来的器官是根，比叶芽出土更早更快，魔芋的根不仅具有吸收水分和养分的作用，还具有进行合成与同化的作用。

魔芋块茎常呈扁球形、圆球形或长圆柱形，茎皮为黄色或褐色，茎肉主要为白色，部分品种茎肉偏黄。魔芋球茎纵剖面的上部为分生组织，下部为储藏组织，中部为过渡区域。新球茎、不定根和根状茎都由上部的分生组织分化形成。魔芋新球茎是从种球茎顶芽生长锥基部分化的形成层进行初生生长，其膨大几乎完全依靠异常分生组织的分裂活动。球茎顶端的中心有一个顶芽，顶芽肥大，包括 1 个叶芽和 8~12 片鳞片叶苞，顶芽着生的地方称为芽眼。顶芽为叶芽者称叶芽球茎，为花芽者称花芽球茎，花芽较叶芽稍肥大。在球茎顶端外围有一叶迹圈，为上个生长周期叶柄从离层脱落的痕迹。在此圈内形成稍下凹的窝称为芽窝。球茎上端有较多的根状茎和不定根的脱落痕迹，在底部(或少数在侧面)有残留的脐痕，即种球茎脱离的痕迹，不同年龄(1~4 年)的球茎逐渐从长圆形变成扁圆形(图 1-2)。

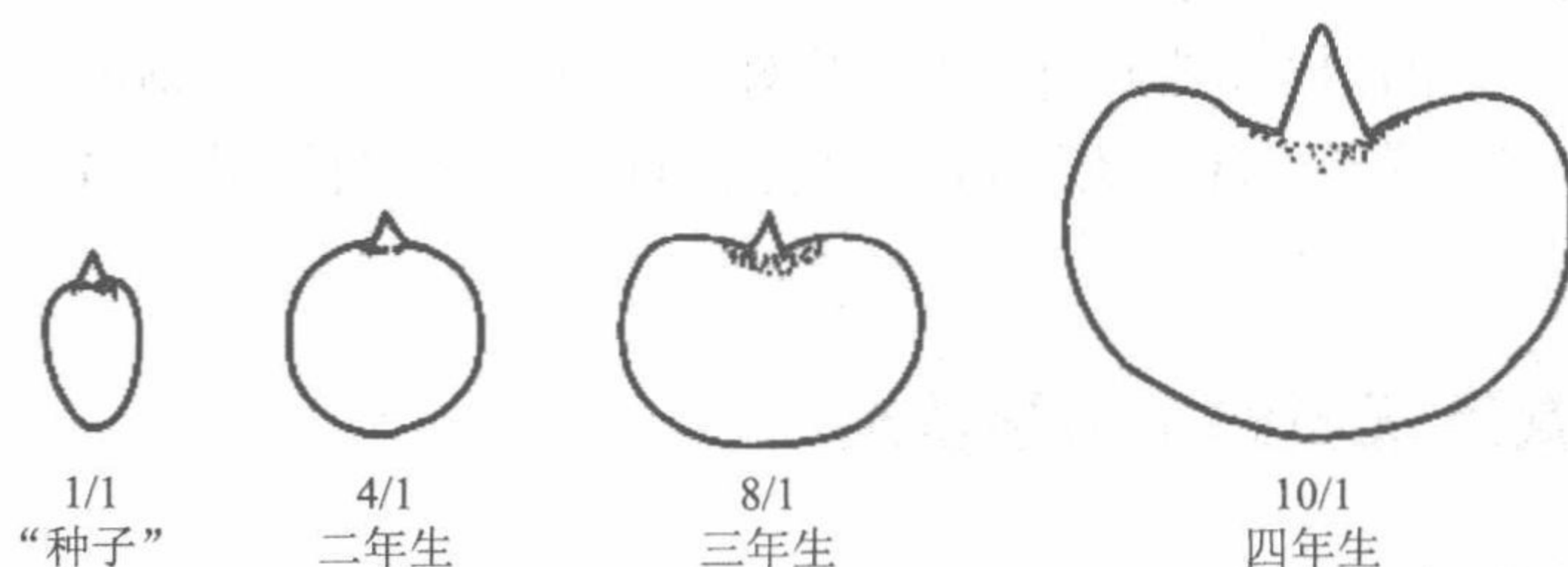


图 1-2 不同年龄魔芋球茎的变化情况

根状茎又称鞭芋，是由球茎节上的腋芽萌发长成的，根状茎多在球茎的中上部。根状茎的数量不仅与品种有关，还与种芋的年龄有关，如白魔芋一个球茎能长出十余条根状茎，长度 10~25 cm，直径 1~2.5 cm，而花魔芋则较少，一般只有 3~8 条，长 8~15 cm。魔芋的根状茎比较发达，一般有两种形态：一种是始终保持肥大的根状茎；另一种是起初呈根茎状，后来养分逐步向茎尖数节集中从而膨大成指节状的子芋。根状茎有顶芽和节以及节上的侧芽，顶端稍膨大，但日本的花魔芋及中国云南省富源县花魔芋在顶端的 8~11 节可膨大成小球茎，且可自然脱离母球茎。根状茎一般当年不发芽出土形成新株，而成为下年的良好繁殖材料。

叶是植物的光合作用器官，因此魔芋生长的好坏关键在于叶的发育情况。魔芋的叶有两种类型：一种为变态叶——鳞片叶；另一种为正常叶——大型复叶。每一个芽的外面都被数片鳞片叶包裹保护着，芽萌发时，鳞片叶也一起长大，形成芽鞘或者叶鞘保护叶片或叶柄基部。鳞片叶长出后幼株出单叶，老株则抽出三裂叶。魔芋的叶柄长 30~150 cm，基部粗 3~5 cm，呈黄绿色，光滑或粗糙具疣，

有绿褐色或白色斑块；叶片绿色，通常3全裂，I次裂片具长50 cm的柄，二歧分裂，II次裂片二回羽状分裂或二回二歧分裂，小裂片互生，大小不等，基部的较小，向上渐大，长2~8 cm，呈长圆状椭圆形，骤狭渐尖，基部呈宽楔形，外侧下延成翅状；侧脉多数，纤细，平行，近边缘联结为集合脉。从种子繁殖的第一年起，随年龄增长，叶片分裂方式呈规律性变化，一般三年以后叶形稳定。

魔芋的花为佛焰花，裸花，虫媒，雌雄同株。佛焰花序由花葶、佛焰苞和肉穗花序组成。花株的花葶相当于叶株的叶柄，长10~200 cm，一般不到100 cm，粗1.5~2 cm，其色泽和斑纹与叶柄相似。佛焰苞呈宽卵形或长圆形，基部呈漏斗形或钟形，长20~30 cm，基部席卷，管部长6~8 cm，宽3~4 cm，苍绿色，杂以暗绿色斑块，边缘紫红色；檐部长15~20 cm，宽约15 cm，呈心状圆形，锐尖，边缘折波状，外面变绿色，内面深紫色。肉穗花序直立，比佛焰苞长1倍，下部为圆柱形雌花序，长约6 cm，粗3 cm，紫色；上接能育的雄花序（有时杂以少数两性花），长8 cm，粗2~2.3 cm；最后为附属器，呈增粗或延长的圆锥形，长20~25 cm，中空，明显具小薄片或具棱状长圆形的不育花遗垫，深紫色。花单性，无花被。雄花有雄蕊1-3-4-5-6个，雄蕊短，花药近无柄或生长于长宽相等的（比药室长）花丝上，药室呈倒卵圆形或长圆形，室孔顶生，常两孔汇合成横裂缝，花粉粉末状。雌花有心皮1-3-4，子房呈近球形或倒卵形，1-2-3-4室，每室有胚珠1颗；胚珠倒生，从直立于基底的珠柄上或从直立于隔膜中部的珠柄上下垂，或珠柄极短，着生于基底胎座或靠近侧壁胎座上，珠孔朝向基底；花柱延长或不存在；柱头多样，头状，2~4裂，微凹或全缘。

魔芋果实为浆果，呈球形或扁球形，2~3室，初期为绿色，成熟时转为橘红色或蓝色，有的种如东亚魔芋可转为紫蓝色。

浆果具1个或少数种子；种子无胚乳，表皮透明，种皮光滑，单一者椭圆形，2个者平凸，胚同形，外面淡绿色。

2. 魔芋的生长发育过程

魔芋的生长发育主要分为五个时期，分别是休眠期、幼苗期、换头期、膨大期和成熟期。

魔芋块茎采收后开始进入休眠期，块茎内部进行一系列的生理生化变化，为生理性休眠。因此，魔芋在收挖后的当年是很难发芽的，但是通过使用赤霉素等植物激素可以解除魔芋块茎的休眠。

幼苗期包括发芽、发根、展叶及块茎初期生长等过程。其中叶片的抽出和展开是幼苗期魔芋生长的主要特征。魔芋的展叶类型主要有五类，对植株生长及产量等有重大影响：高“T”字形展开的为丰产型，漏斗形展开的为平产型，伞状展开的为减产型，萎缩展开的为低产型，患病展开的多数要倒伏、腐烂、无收成。

新块茎形成后,继续利用种芋的营养,使子芋的根、茎、叶生长,待种芋营养被耗尽而干缩后脱离子芋,完成换头。新旧块茎的更替,从发芽时已开始,其间种芋的营养逐渐减少,新芋块茎不断扩大,到换头时新块茎的质量大致与种芋接近,前后需 90~120 天。换头期一般在 7 月,换头后植株进入独立的旺盛生长期。

换头后,新芋块茎快速膨大,前后持续时间约 3 个月,80%以上的产量在此时段形成,因此,该时期是决定魔芋产量和品质的关键时期。由于块茎膨大期植株生长旺盛,光合作用强,需要充足的肥水,在这个阶段通过适当追肥等措施延长叶片的光合作用、防止早衰是丰产的关键。

从 9 月底至 10 月底,气温逐渐降低,植株生长趋于停滞,叶片逐渐枯萎至倒伏,可开始采挖。此时块茎中含水量高,物质合成与积累不充分,容易腐烂,不耐储藏。为此,冬季温度低时,可延迟采收,气温极低的地方,可不采收,让种芋在土内越冬,次年就地重新发芽生长或次年挖起分芽鞭和块茎移栽。

3. 魔芋生长的环境条件

魔芋的生长和块茎的形成都需要一个温湿相宜的环境,魔芋喜温湿、怕炎热、不耐寒、忌干燥、怕渍水、较耐阴。对土壤的要求主要是:土层深厚但疏松透性好,有机质丰富肥沃,土质微酸至偏碱(pH 为 6.0~7.5)。因此,影响魔芋生长发育的环境条件主要有温度、光照、水分、土壤 pH 及养分等。

温度是制约魔芋生长发育的重要生态条件,通过影响魔芋的生长速度影响其产量和品质。魔芋在不同的生长发育阶段对温度的要求也有所差异。种芋的最适发芽温度为 22~30 ℃,出苗后魔芋的最适生长温度为 20~25 ℃,日温低于 15 ℃或高于 35 ℃均为不适宜温度,长期在 0 ℃以下,魔芋球茎内的细胞结构被破坏,球茎失去活力。当温度高于 35 ℃时,影响魔芋叶的生长和根的发育。高温致死温度为 45 ℃。昼夜温差越大,越能促进干物质的积累,从而增加产量,提高魔芋品质。在魔芋的生长季节,平均气温在 17~25 ℃的地区,是魔芋的最适种植区。魔芋对积温反应灵敏,当满足其积温后,植株即倒伏。不同的魔芋品种对积温的要求不完全相同,白魔芋栽培在金沙江河谷,发芽至倒苗的活动积温(10 ℃以上的日温总和)为 4863 ℃,有效积温(开始生长的 15 ℃以上的日温总和)为 1658 ℃,而花魔芋的活动积温为 4280 ℃,有效积温为 1089 ℃。

魔芋在森林下层环境系统发育形成半阴性植物特性,光饱和点较低,喜散射光和弱光,忌强光。魔芋需适当荫蔽栽培的必要性主要有两点:一是光照超过魔芋光饱点会降低叶绿素含量,引起光合作用效率降低;二是长时间强烈光照会引起环境温度的急剧升高,造成叶部灼伤,加重各种病害。荫蔽度的掌握因不同环境而异,在温度较高、日照较长而强的环境,应采取较高的荫蔽度,以 60%~90%为好;而在日照较短而弱、温度又较低的环境,应通过与玉米、经济林等套种从

而采用 40%~60% 的荫蔽度为宜。

魔芋喜欢原产地那样的湿润空气和有机质丰富、能保持适当湿度的土壤。年降雨量在 1200 mm 以上, 6~9 月期间月降雨量在 150~200 mm 的地方最适宜魔芋生长。魔芋从出苗期起的生长前期及球茎膨大期, 需要较高的湿度, 约 80% 的土壤含水量有利于魔芋生长和球茎膨大, 若土壤过湿, 通气性降低, 不利根系生长及球茎发育; 生长后期(9~10 月), 土壤含水量宜降至 60% 左右, 有利于球茎内营养物质的合成与积累。雨水过多, 球茎表皮可能会开裂, 导致软腐病的发生, 造成田间或储藏期间腐烂, 降低产量和品质。水分对魔芋结实也有重要影响, 盛花期的空气湿度在 80% 以上时, 才能正常结实。

魔芋喜欢微酸性(pH 6~6.5)的土壤环境, 但也能耐微碱性(pH 7.5)的土壤环境, 因为许多土传细菌也喜欢酸性环境而不适应碱性环境, 并且酸性土壤环境容易引起磷、钙、镁元素的缺乏, 碱性土壤又阻碍魔芋的生长, 所以给魔芋的生长创造一个中性、微碱性(pH 7~7.5)的环境, 既不影响魔芋的生长又能较好地起到防病的作用。生产上应用火土灰(碱性), 或者在整地时适量施入生石灰(视土壤的 pH 而定), 或者发病时在田间撒施生石灰、草木灰(碱性)等方法来提高土壤碱性。土壤 pH 最高不能超过 8.2, 碱性太强对魔芋的生长反而有害; 最低不能低于 5.5, 在酸性土壤中魔芋易染软腐病。

魔芋萌芽期主要依靠种芋所含营养物质, 展叶后, 尤其是换头结束后新球茎迅速生长期必须满足其对营养物质的大量需求, 到球茎成熟期这种需求量陡降。魔芋植株干物质所含钾(5.11%)、氮(3.23%)、磷(0.8%)之比为 8:6:1, 但氮的吸收量与叶面积和植株干物质之间大致呈正相关关系, 因此, 在不引起徒长条件下, 增加氮的吸收量是必需的; 氮的吸收量在后半期陡减, 因此应主要在前期施氮肥。而钾的吸收量在后半期仍较高。在整个生长期, 磷的吸收量较少而平缓。因此, 魔芋种植应重施底肥, 中期适当追肥, 在后半期应控制肥料施用, 一般不再施肥。所以魔芋地施肥应施长效底肥、复合肥为主, 追施氮肥主要在前期作提苗、转绿用, 具体的氮、钾、磷施肥量及速效、缓效肥的配合应遵从此规律。另外, 魔芋是忌氯化物的植物, 所以要避免施用含氯化钾的复混肥或其他专用肥。除了氮、磷、钾等大量元素外, 魔芋对微量元素的需求也是必需的。缺乏微量元素将造成多种不适症状, 并将严重减产, 因此各地应根据当地土壤情况, 注意微量元素是否欠缺, 以便及时补充相应的微量元素。

1.1.2 魔芋种质资源分布

魔芋主要分布在亚洲和非洲的热带及亚热带的一些国家和地区, 而关于魔芋的起源尚无定论, 但倾向于认为魔芋起源于亚洲较温暖的山区。魔芋属的种类很多, 至少有 170 个种, 其中 30 多个种分布在非洲, 其余都分布在亚洲, 包括泰国、