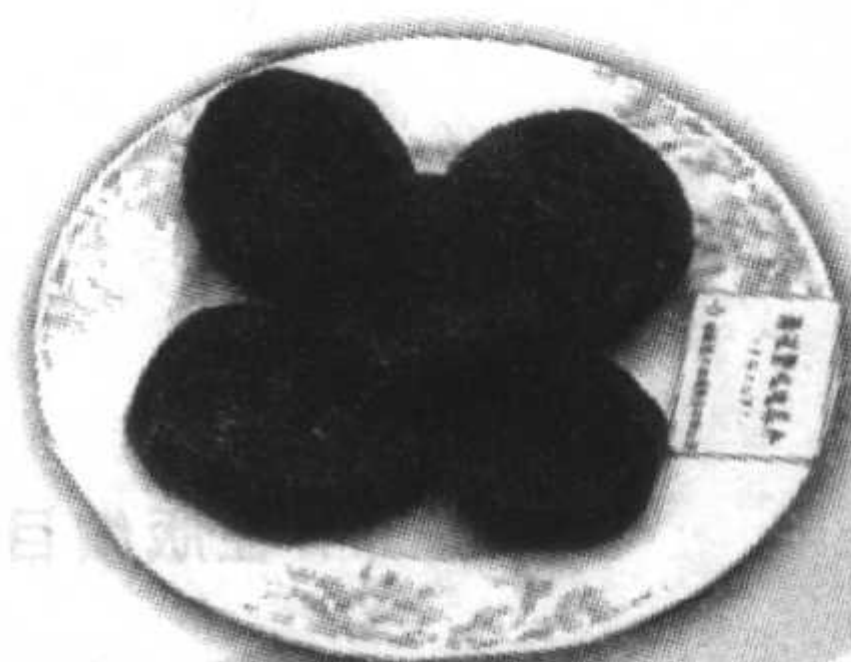
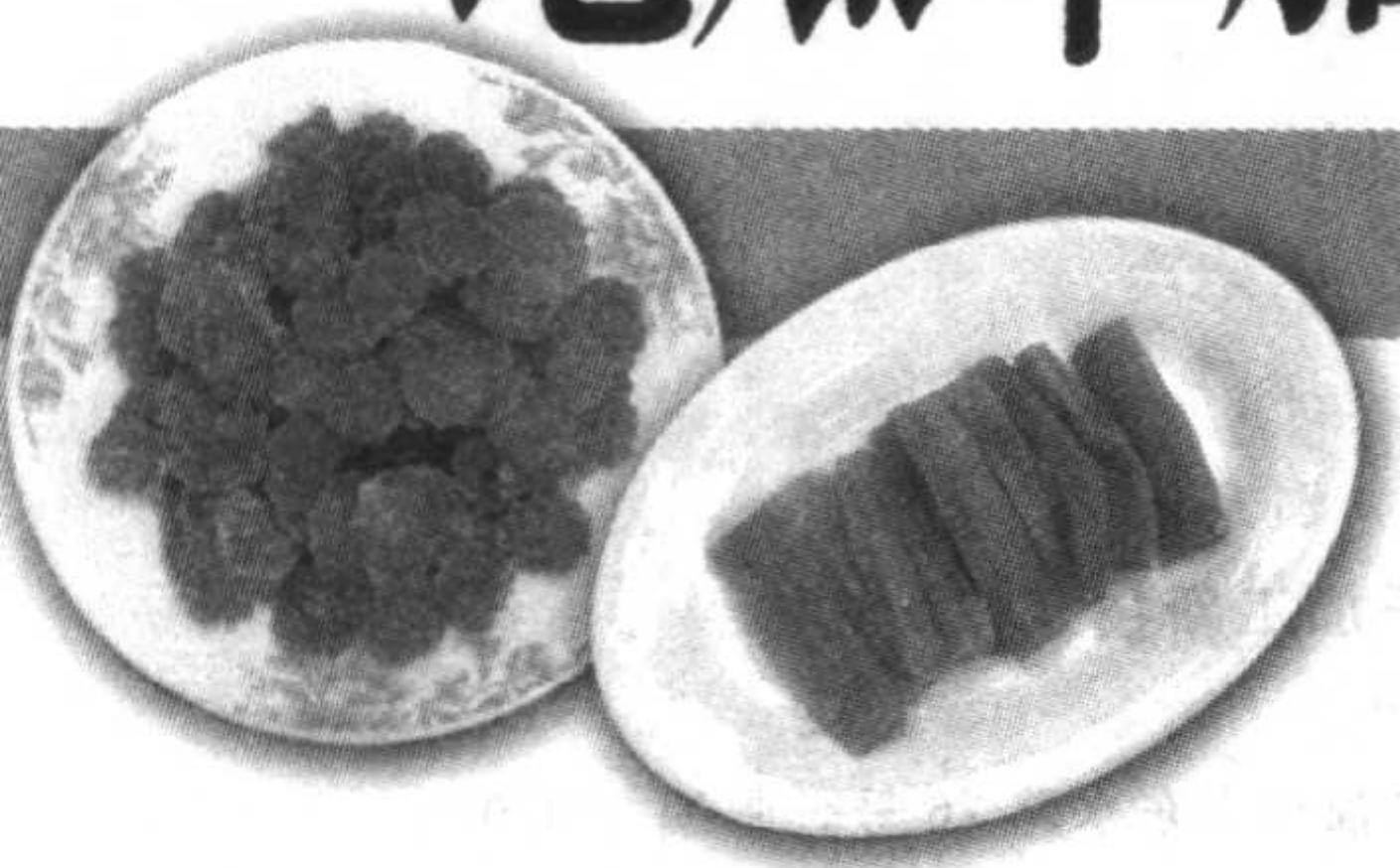




甘薯绿色栽培与 地瓜干加工新技术

施能浦 主编



福建科学技术出版社
FUJIAN SCIENCE & TECHNOLOGY PUBLISHING HOUSE

编著单位	福建超大现代农业科技研究所 超大现代农业集团专家智囊团
主 编	施能浦
副 主 编	徐福乐
编写成员	施能浦 徐福乐 胡七金 赖学连

前 言

甘薯是中国第四大粮食作物，种植面积和总产均居世界首位。在南方的福建，跃居为第二大粮食作物，具有举足轻重的地位。

甘薯营养丰富，保健功能奇特，不仅是传统食品，而且是现代人追求的功能性食品。近期来，达到绿色食品标准的甘薯系列产品，更是震撼中国，风靡全球。日、美、欧、韩以及东南亚诸国需求量剧增。甘薯可再度走出国门，占领国际市场。

在甘薯地位凸显之际，我们有幸主持福建省重大科技项目——《红心地瓜绿色栽培与加工产业链创新技术研究及规模开发》。四年来，认真分析过去的甘薯栽培与加工的主要症结，进行上百项次的反复试验，并在“中国红心地瓜干之乡”的连城县建设甘薯绿色栽培示范基地和地瓜干绿色加工生产厂。积累大量的第一手科学数据，并编制出《甘薯绿色栽培技术模式图》，研究出低硫低糖低菌高水分地瓜干加工的创新技术，进而“从土地到餐桌”成功地构建“四绿”产业链，即绿色生产环境、绿色栽培技术、绿色加工工艺和绿色营销网络。成果经专家技术鉴定，居国内同行业领先水平。产品已获得绿色食品证书和达到外销的严格要求，畅销国内，批量出口。

本书以“绿色生态产业链”为主线，扼要分析甘薯育种、栽培、生产、营养和加工利用的研究成果和发展历程，着重论述甘薯绿色栽培和地瓜干绿色加工的原理与技术，系统地提升甘薯绿色产业水平的关键技术。全书注重食品安全，突出“绿色”；注

重生产加工销售全程的完整性，突出“产业链”；注重导入高科技，突出“创新性”；注重应用，突出“实用技术”，直至注重消费者权益，突出“绿色营销”，力求做到理论与实践的完美结合。

在项目研究和书稿编撰过程中，超大现代农业集团董事局主席、总裁郭浩，福建农林大学陈凤翔、陈绍军教授，福建省农科院蔡南通研究员，龙岩市农科所朱天亮研究员，中国农业大学李里特教授等领导与专家，给予高度关注和大力支持；罗克昌研究员、吴振新高级农艺师、翁仁发总工程师、刘国栋农艺师等参与课题研究，谨此表示衷心感谢。编写过程中，我们参考了国内外的许多论著以及相关论文，在此向有关作者致以诚挚的谢忱。

本书大部分资料来自多年的试验研究与示范成果，总结提升的理性认识有实践基础，可供农业科研、教学、生产以及食品产销行业参考。

由于研究尚可深入与延伸，编著者水平有限，编写时间仓促，因此书中遗漏和谬误之处在所难免，企盼广大读者提出宝贵意见，以便修正完善。

1593年，福建侨商陈振龙从菲律宾引进甘薯，首先在福州长乐试种成功，随后辐射到中华大地。正值纪念之际，谨以此书作为薄礼。

编著者

2006年5月于福州

目 录

第一章 甘薯绿色产业发展概况	(1)
第一节 甘薯生产地位与作用	(1)
一、甘薯生产发展简况	(1)
二、甘薯研发动态	(2)
三、甘薯的利用价值	(6)
第二节 甘薯的营养和保健功能	(10)
一、甘薯的营养及化学组成	(10)
二、甘薯的医疗保健功能与应用前景	(15)
第三节 甘薯绿色产业链构建	(18)
一、甘薯绿色产业链的提出	(18)
二、甘薯绿色产业链的构建	(20)
第二章 甘薯绿色栽培模式	(22)
第一节 甘薯绿色栽培环境的要求与监评	(22)
一、绿色食品对产地环境技术条件的要求	(22)
二、甘薯产地环境土水气的监测与评价	(35)
第二节 特种薯与地瓜干专用薯品种筛选	(38)
一、特种专用薯品种	(38)
二、地瓜干加工专用薯品种筛选	(46)
第三节 生物有机肥和甘薯专用肥的研制与应用	(65)
一、甘薯的需肥特性	(65)
二、生物有机肥的研制及其在甘薯上的应用	(69)
三、甘薯专用肥的研制与应用	(76)

第四节	甘薯病毒病脱毒技术	(80)
一、	甘薯病毒病的种类与危害	(80)
二、	甘薯脱毒苗的培育	(82)
三、	甘薯脱毒苗的扩大繁殖	(85)
四、	脱毒甘薯增产机理及效果	(89)
五、	脱毒甘薯利用世代选择	(94)
第五节	甘薯病虫害的生物农药与生态调控防治技术	(96)
一、	甘薯的主要病虫害	(96)
二、	化学防治的弊端与生物防治的崛起	(102)
三、	案例 I ——生物农药对甘薯主要病虫害的防治效果	(107)
四、	案例 II ——生态调控技术对甘薯主要病虫害的防治效果	(113)
第六节	甘薯绿色栽培技术模式图研制与应用	(118)
一、	甘薯绿色栽培技术模式图研制的重要性	(118)
二、	模式图的架构与内容	(119)
三、	甘薯绿色栽培技术规范的验证与示范效应	(123)
第三章	地瓜干绿色加工新技术	(129)
第一节	地瓜干加工的现状与问题	(129)
一、	传统地瓜干加工工艺与问题	(129)
二、	地瓜干加工技术改进历程	(130)
三、	低硫低糖低菌高水分地瓜干加工创新工艺	(133)
第二节	低硫地瓜干加工新工艺	(135)
一、	传统地瓜干加工中 SO_2 的作用	(135)

二、SO ₂ 的危害与在地瓜干中的来源·····	(138)
三、改亚硫酸盐护色为多元有机酸护色防腐·····	(140)
四、改煤炭烘干为热风交换烘干·····	(149)
五、导入臭氧降解硫技术·····	(149)
第三节 低糖地瓜干加工新工艺·····	(154)
一、高糖地瓜干的缺陷·····	(154)
二、低糖地瓜干浸糖存在的问题与解决途径·····	(155)
三、低糖浸糖液新配方·····	(156)
四、负压—常压保温浸糖工艺·····	(157)
五、废糖液复鲜利用技术·····	(160)
第四节 低菌地瓜干加工新工艺·····	(161)
一、现代食品的无菌加工·····	(161)
二、低糖低硫地瓜干极易染菌的原因·····	(162)
三、原料薯的臭氧杀菌技术·····	(163)
四、加工环境的臭氧超净技术·····	(170)
五、无菌真空包装技术·····	(173)
六、地瓜干包装后的微波（分段）杀菌技术·····	(174)
第五节 高水分地瓜干加工新工艺·····	(178)
一、地瓜干含水分与微生物繁殖和褐变的关系 ·····	(178)
二、高水分地瓜干加工工艺·····	(180)
第六节 地瓜干加工中废弃物利用新技术·····	(182)
一、废弃物回收利用的重要性·····	(182)
二、高膳食纤维食品“地瓜泥”的开发·····	(183)
三、边角料加工“地瓜枣”（小薯仔）·····	(184)
四、废糖液的复鲜再利用·····	(184)
五、地瓜干加工废水的处理与利用·····	(185)

第七节	低硫低糖地瓜干加工设备的选型与配套·····	(190)
一、	“三低一高”地瓜干加工设备选型的目标要求 ·····	(191)
二、	原料薯处理工艺与设备选型·····	(191)
三、	负压—常压保温糖制工艺与设备选型·····	(193)
四、	循环热风快速脱水工艺与设备选型·····	(194)
五、	臭氧无菌包装工艺与设备选型·····	(198)
六、	微波(分段)杀菌工艺与设备选型·····	(199)
第八节	HACCP 食品安全控制体系在地瓜干加工中的应用 ·····	(201)
一、	HACCP 的概念与特点·····	(202)
二、	HACCP 体系的基本原理与内容·····	(205)
三、	地瓜干加工中 HACCP 体系的确立·····	(206)
第四章	地瓜干的绿色营销·····	(221)
第一节	绿色营销新概念·····	(221)
一、	所谓绿色食品·····	(222)
二、	什么是绿色消费·····	(224)
三、	什么是绿色营销·····	(224)
第二节	绿色营销的特点·····	(225)
一、	研究焦点突出企业与自然的互作·····	(225)
二、	产品特色突出安全·····	(226)
三、	分销办法突出环保·····	(227)
四、	促销手段突出“绿色”·····	(227)
五、	价格特点突出“内平外高”·····	(228)
第三节	绿色营销网络建设·····	(229)
一、	社区连锁专卖网络·····	(229)
二、	大型连锁超市网络·····	(229)

三、市场批发网络.....	(229)
四、出口外销网络.....	(230)
主要参考文献.....	(231)
附录 1 福建省地方标准——甘薯栽培技术规范	(233)
附录 2 福建省地方标准——连城红心地瓜干	(239)
附图 1 三色配套的加工专用薯系列品种	
附图 2 地瓜干系列产品	
附图 3 “连冠牌红心地瓜干 (熟)” 的绿色食品证书	
附图 4 “超大红心地瓜干” 荣誉证书	
附图 5 甘薯绿色栽培技术模式图	

第一章 甘薯绿色产业发展概况

甘薯 (*Ipomoea batatas* Lam) 是蔓生性一年生草本植物，为旋花科甘薯属的一个重要栽培种。在我国别名很多，如红薯、白薯、地瓜、番薯、红苕、山芋等俗称。

甘薯因其具有栽种成活率高、适应性广、生长旺盛、繁殖力强、高产稳产、营养丰富、用途广泛等特点，在农业生产中有着显著的地位。尤其是近期来，甘薯营养保健功能愈显突出，人们对甘薯生产更为重视。充分挖掘甘薯生产潜力，实行无公害绿色栽培，提高单位面积产量和品质，大力开发高附加值的综合加工产品，以满足消费者对安全、优质、营养的绿色有机食品需求。这对于我国和世界，特别是半干旱和土壤贫瘠地区，振兴农业经济，具有十分重要的意义。

第一节 甘薯生产地位与作用

一、甘薯生产发展简况

甘薯原产于南美的秘鲁、厄瓜多尔、墨西哥一带。在哥伦布发现新大陆之前，太平洋的一些岛屿和新西兰北部地区已种植甘薯，尔后才在各大陆广泛推广。

当前，全世界有 111 个国家或地区种植甘薯，其中 90% 属发展中国家，大部分位于北纬 40° 以南。亚洲是世界上最主要的甘薯产区，种植面积和总产量均占 80% 以上。这些年，世界甘

薯种植面积一直稳定在 $1.0 \times 10^7 \text{ hm}^2$ 左右，总产约 $1.3 \times 10^8 \text{ t}$ 。

中国自 1593 年侨商陈振龙从菲律宾引种至福州试栽成功以来，甘薯栽种已有 400 多年的历史，种植遍布全国各地，四川盆地、黄淮海流域、长江流域和东南沿海各省是我国甘薯主产区。目前，我国每年种植甘薯面积约 $6.0 \times 10^6 \text{ hm}^2$ ，年总产量稳定在 $1.0 \times 10^8 \text{ t}$ 左右，种植面积和总产量均居世界首位，是世界上最大的甘薯生产国。在全国的农作物中，甘薯的栽培面积仅次于水稻、小麦和玉米，居第 4 位。

据历史记载，甘薯是明朝“万历年，闽人得之于外国”。现在，福建省甘薯种植面积近 $3.0 \times 10^5 \text{ hm}^2$ ，年产量近 $1.4 \times 10^6 \text{ t}$ ，仅次于水稻。其中，连城县是福建省红心地瓜的主产区，种植面积 6600 hm^2 ，总产近 $3.0 \times 10^5 \text{ t}$ 。由于甘薯单位面积产量很高，尽管大多种在山丘干旱的瘠薄土地上，但仍显示出高产性能。福建省甘薯平均单位面积产量比全国粮食作物平均产量高出 30%，不仅出现了单产 37.5 t/hm^2 （亩产 5000 斤）的地区，而且还涌现了单产 75 t/hm^2 （亩产万斤）的高产典型。

二、甘薯研发动态

在甘薯生产发展中，世界各国在育种、栽培、加工及生物工程等方面进行了广泛研究，取得了很大成效。

（一）良种选育方面

1. 育种目标更加明确

发达国家强调培育食用保健、抗病虫害及适宜机械化操作的品种，更强调在满足市场需求的同时减低农药的施用量。国际马铃薯中心提出的育种目标为高干、高产、耐病毒、抗疮痂病、耐旱、耐瘠等。中国甘薯育种的主要目标为高干率、高产、抗病、优质、菜用等专用型品种。

2. 种质资源更加丰富

我国自 1952 年起，对甘薯种植资源进行了普查、收集、整理和鉴定。至 1982 年已收集 1442 份，经整理归并，已编入《全国甘薯品种资源目录》的品种 1143 份。另外，对野生种的搜集和利用作了核定。

3. 遗传育种更有成效

主要有：甘薯杂交育种技术（特别是集团杂交育种、抗性育种、无甜味甘薯育种），甘薯体细胞胚胎发生和植株再生，离子束在甘薯育种上的应用，块根淀粉酶活性测定，甘薯生理和生态指标干物质积累及分解规律的研究，甘薯主要数量性状配合力分析，甘薯品种花粉粒及花粉母细胞的减数分裂的初步观察，快中子诱发甘薯下胚轴不定芽突变育种研究，灰色系统理论应用于甘薯新品种综合评估，甘薯早代品系数量性状相关遗传力的研究，多个甘薯亲本的配合力分析及其评价，等等。这些研究都取得了不同程度的进展和成效。多年来，徐州甘薯育种中心、福建省农科院、福建农林大学、福建省龙岩市农科所、山东省农科院、河南省农科院、广东省农科院等，先后育成上百个品种，并在生产上大面积推广应用。

（二）栽培技术方面

1. 深耕改土

针对不同土壤性状提出改良措施，如黏土掺沙、沙地掺淤、碱地深翻，以肥改土，建设水平梯田等，并因地制宜采用了大垄、小垄、土墩子等不同垄作形式，采取分层深翻的方法，充分发挥甘薯深耕改土的增产潜力。也有的采取等高垄起、垄沟轮换、前套绿肥后翻耕作等措施，为坡地减少土壤冲刷，提高土壤肥力奠定了基础。

2. 施肥技术

通过需肥特性研究，明确了氮、磷、钾与甘薯生长关系及其对甘薯增产的作用。在生产实践中还创造了各种合理施肥方法，比如采用“粗肥普通施、精肥集中施；粗肥打底，精肥面施”的方法，使甘薯前期早发、中期稳长、后期不早衰，从而获得高产。福建省推广施夹边肥，对进一步提高肥效，促使甘薯高产起了很大作用。还有，套种绿肥，做到用地与养地相结合，有力地促进了整个轮作周期的持续高产。另外，研究微量元素硼、锰、铜、钼、铁和锌对甘薯产量影响，如何选取各微肥用量，提出了优化配方施肥的组合方案。

3. 种植密度

通过库、源、流概念与群体结构动态观察研究，揭示了栽培密度与土壤类型、施肥水平、生产期长短、品种特性以及栽培方式等之间的关系，提出了合理密植的原则。各地根据不同条件提出栽培密度，改变了种植偏稀的习惯，在大面积生产上获得了显著增产效果。与此同时改进了栽插方式，合理配置株行距，使群体和个体得到平均发展。推广了高垄双行交错密植的栽培方式，不但克服了密植而形成的株间拥挤的矛盾，达到密中有稀，而且有利于防涝防渍。

4. 病虫害防治

甘薯病虫害的防治，相当多的研究都是侧重选育抗病虫品种方面，如抗根结线虫病、抗小象虫、抗薯瘟、抗蔓割病、抗疮痂病等。这些年，采用脱毒苗防治甘薯病毒病取得较大成效。通过茎尖组织培养产生的脱毒甘薯，可以大幅度提高产量，具有生产应用的广阔前景。至于抗病虫基因的分离和分析，甘薯抗虫基因的导入，甘薯病毒壳蛋白导致的病毒抗性等，也正在深入开展研究。

5. 田间管理

首先，抓了“三早”（早查补苗、早追肥、早中耕）。其次，

以“两保”（保持原来垄形、保护蔓叶）为中心，狠抓全苗壮株，促进植株健壮成长，确保大面积平衡增产。各地还根据甘薯不同生长时期的特点，运用“促控”措施，协调地上部与地下部、个体和群体间的矛盾，获得高产。第三，从甘薯高产生长动态变化过程，明确了高产薯的合理长相、长势指标以及相应的综合栽培技术措施，并对甘薯高产的土壤条件、需肥特性和施肥技术，以及不同品种碳、氮代谢规律进行了深入研究，取得了较大进展。

6. 规范栽培

上世纪 80 年代以来，各地将单项技术措施的研究成果组装配套，推出各种栽培模式。福建省农业厅在 12 个甘薯生产县推行以甘薯“五改”为中心的高产栽培模式，福建农林大学对甘薯高产栽培模式也作了研究。进入 90 年代后期，人们的“绿色有机食品”意识增强，山东的烟台、广东的广州，先后报道了“无公害甘薯生产技术”研究成果。2005 年福建超大现代农业科技研究所等单位，又将甘薯栽培提升为《甘薯绿色栽培技术模式图》，从而更加规范了甘薯绿色栽培的综合配套技术。

（三）植物生长调节剂和生物技术研究方面

化控技术包括乙烯剂、甘薯膨大素、粮丰素、ABT 生根粉、萘乙酸、赤霉素、激动素、维生素 B₆、甘露醇、矮壮素等在甘薯生产中的应用研究，有的已在生产实践中推广应用，起到增产效果。

生物技术实际上包括植物组织培养和遗传工程。自 1983 年第一次成功地用于 Ti 质粒导入外源 DNA 到植物体内以来，研发工作如火如荼。美、日等国科技人员正寻求甘薯品质和抗性改良的生物技术途径，因为传统杂交育种中甘薯有两个障碍，一是六倍体，二是杂交不亲和及种子生产量少。生物技术应用将可能改变育种现状。

三、甘薯的利用价值

甘薯是重要的粮食、经济作物，用途广泛，可作为人类食用、畜禽饲料和工业原料等（图 1-1）。

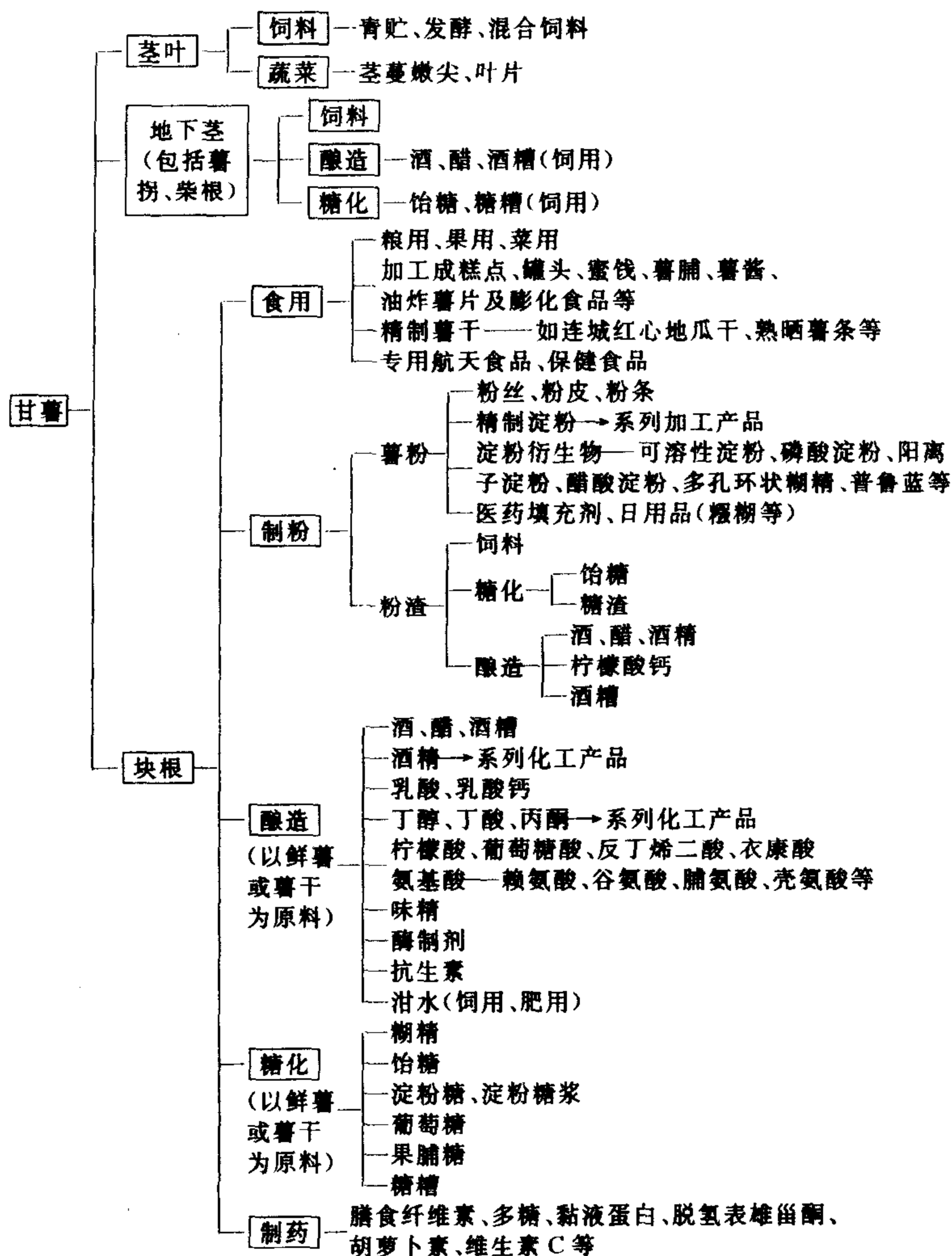


图 1-1 甘薯综合利用简明图

(一) 食用

1. 粮用

甘薯富含淀粉，曾一度被看作是粗粮或用作救荒救灾食物。由于甘薯营养价值地位不断被揭示，从而引发人们对甘薯的重新关注。越来越多的研究表明：甘薯除富含淀粉和可溶性糖外，还含有蛋白质、脂肪酸、多种维生素、氨基酸以及矿物质无机盐。据报道，维生素 B₁ 和维生素 B₂ 为米面的 2 倍，维生素 E 为小麦的 9.5 倍，纤维素为米面的 10 倍；维生素 A 和维生素 C 的含量均比米面高，而大米为零。（表 1-1）

表 1-1 甘薯与大米、面粉所含营养成分比较

名 称	蛋白 质 (g)	脂肪 (g)	糖 (g)	热量 (kJ)	粗纤 维 (g)	无机 盐 (g)	钙 (mg)	磷 (mg)	铁 (mg)	胡萝 卜素 (mg)	维生 素B ₁ (mg)	维生 素B ₂ (mg)	尼克 酸 (mg)	维生 素C (mg)
鲜甘薯	23	0.2	29	531	0.5	0.9	18	20	0.4	1.31	0.12	0.04	0.5	30
大 米	7.5	0.5	79	1470	0.2	0.4	10	100	1.0	0	0.18	0.03	1.5	0
面 粉	11.0	1.4	74	1478	0.3	0.6	—	—	—	0	0.26	0.06	3.4	0

甘薯所含的钾、钙、磷、铁等矿物质，可以中和人体内因常吃肉、蛋、米、面等酸性食物而产生过多的酸。这种“生理碱性”的作用，可以保持人体内的酸碱平衡，促进人体健康。

甘薯纤维素的含量多达 7.8%，进入人体后可刺激肠壁，产生通便效果，减少因便秘而引起的人体中毒机会，延缓人体衰变的进程，有助于预防大肠疾病发生。

在追求健美和长寿的热潮中，甘薯视为理想的减肥益寿保健食品，现已风靡全球。据我国长寿之乡广西马县、日本某些地区长寿者的饮食调查，发现这些长寿老人都有一个共同的特点，即对甘薯有特别的嗜好。

甘薯蛋白质氨基酸的组成与大米相似，特别是大米、面粉中

比较稀缺的赖氨酸含量丰富（表 1-2）。由于甘薯高营养价值，美国国家宇航局从许多作物中最终筛选出甘薯作为“太空食品”；日本也从 20 种蔬菜，筛选出甘薯作为首推的营养保健食品。

表 1-2 甘薯与大米、面粉所含必需氨基酸比较（单位：%）

	色氨酸	苯丙氨酸	赖氨酸	苏氨酸	蛋氨酸	亮氨酸	异亮氨酸	缬氨酸
甘薯	1.41	5.20	6.17	5.65	1.41	7.90	3.58	1.12
面粉	0.8	5.5	1.9	2.7	3.0	12.0	3.7	3.4
大米	1.3	6.3	3.2	3.9	3.4	7.7	5.1	6.4

2. 菜用

甘薯叶及其嫩芽是富含营养的特殊菜肴。其中蛋白质、脂肪、糖分、钙、磷、铁及无机物含量是其他蔬菜不可比拟的，所含维生素也是名列前茅（表 1-3）。除灰分稍低外，其余 13 种的营养成分含量比菠菜、芹菜、白菜、油菜、韭菜、黄瓜、南瓜、冬瓜、莴笋、甘蓝、茄子、胡萝卜等 14 种蔬菜高。尤其是经专家确证和媒体报道其具有显著的保健、食疗、长寿等功能以后，身价倍增，现已逐步走向都市百姓餐桌，被越来越多的人所认可。

表 1-3 甘薯叶、嫩芽营养成分分析

项 目	水分 (g)	蛋白 质 (g)	脂肪 (g)	糖 (g)	粗纤 维 (g)	无机 盐 (g)	钙 (mg)	磷 (g)	铁 (g)	胡萝 卜素 (g)	维生 素B ₁ (mg)	维生 素B ₂ (mg)	尼克 酸 (mg)	维生 素C (mg)
甘薯叶	90.0	2.8	0.8	4.1	1.1	1.2	16	34	2.3	6.42	0.07	0.24	0.7	32
嫩 芽	89.5	2.4	0.3	5.0	1.4	1.4	56	76	1.2	3.20	0.11	0.16	1.5	12

(二) 饲料

甘薯块根、茎叶都是营养价值很高的饲料。茎叶含有丰富的