

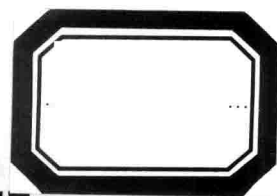
甘薯颗粒全粉 生产及其配套技术

GAN SHU KE LI QUAN FEN
SHENG CHAN JI QI PEI TAO JI SHU

木泰华 何伟忠 李鹏高 © 著



中国财富出版社
CHINA FORTUNE PRESS



甘薯颗粒全粉 生产及其配套技术

GAN SHU KE LI QUAN FEN
SHENG CHAN JI QI PEI TAO JI SHU

木泰华 何伟忠 李鹏高 ◎ 著



中国财富出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

甘薯颗粒全粉生产及其配套技术/木泰华, 何伟忠, 李鹏高著. —北京:
中国财富出版社, 2012. 12

ISBN 978 - 7 - 5047 - 4562 - 0

I. ①甘… II. ①木… ②何… ③李… III. ①甘薯—薯类制
食品—食品加工—生产工艺 IV. ①TS215

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 278321 号

策划编辑 马 军
责任编辑 葛晓雯

责任印制 方朋远
责任校对 孙会香 梁 凡

出版发行 中国财富出版社 (原中国物资出版社)

社 址 北京市丰台区南四环西路 188 号 5 区 20 楼

邮政编码 100070

电 话 010 - 52227568 (发行部)

010 - 52227588 转 307 (总编室)

010 - 68589540 (读者服务部)

010 - 52227588 转 305 (质检部)

网 址 <http://www.clph.cn>

经 销 新华书店

印 刷 中国农业出版社印刷厂

书 号 ISBN 978 - 7 - 5047 - 4562 - 0/TS · 0055

开 本 787mm × 1092mm 1/16

印 张 9

版 次 2012 年 12 月第 1 版

字 数 121 千字

印 次 2012 年 12 月第 1 次印刷

印 数 0001—1000 册

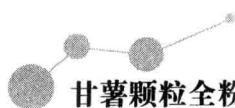
定 价 22.00 元

版权所有 · 侵权必究 · 印装差错 · 负责调换

作者简介

木泰华，男，1964年3月生，博士，博士生导师，研究员，国家甘薯产业技术体系，甘薯产后加工研究室岗位科学家，中国农业科学院二级杰出人才，现任果蔬加工研究室副主任，1994年毕业于日本东京水产大学食品生产专业，获水产学硕士学位，1998年毕业于日本东京农工大学联合农学研究科，生物资源利用学科生物工程专业，获农学博士学位。1999—2003年先后在法国 Montpellier 第二大学食品科学与生物技术研究室及荷兰 Wageningen 大学食品化学研究室从事科研工作。2003年9月回国以来，主要从事薯类产品深加工与综合利用及食品超高压加工技术的研究。主持或参与科技部863等10余项国家项目，完成国家和省部级项目研究工作8项，其中“甘薯蛋白生产技术及功能特性研究”、“甘薯淀粉加工废渣中膳食纤维果胶提取工艺及其功能特性的研究”和“甘薯颗粒全粉生产工艺和品质评价指标的研究与应用”分别于近些年通过农业部专家组的鉴定。此外，在国际学术会议上发表成果30余次，国内外核心期刊发表论文60余篇，其中SCI文章16篇；申报国家发明专利9项，授权3项；获省部级二等奖1项，中国食品科学技术学会科技创新技术进步三等奖1项，共培养硕、博士研究生38名。

何伟忠，男，1981年11月出生，硕士，助理研究员，国家甘薯产业



技术体系食品加工与综合利用岗位团队队员、中国淀粉工业协会甘薯淀粉专业委员会会员、国家燕麦、荞麦产业技术体系（新疆）塔城综合试验站团队队员。2004年毕业于新疆大学生命科学与技术学院，获食品科学学士学位；2007年毕业于新疆农业大学食品科学学院，获食品科学硕士学位。毕业后就职于新疆农业科学院粮食作物研究所至今。主要从事薯类深加工领域的研究。

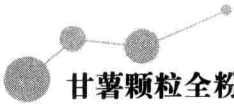
李鹏高，男，1974年6月出生，博士，副教授，国家甘薯产业技术体系食品加工与综合利用岗位团队成员、中国淀粉工业协会甘薯淀粉专业委员会理事、中华中医药学会防治艾滋病分会第二届委员会委员。1997年毕业于山西医科大学公共卫生学院，获医学学士学位；2000年毕业于中国预防医学科学院营养与食品卫生研究所，获医学硕士学位；2004—2005年以卫生部笹川医学奖学金研究者身份赴日本武库传女子大学生活环境学部学习分子营养学。现为首都医科大学公共卫生与家庭医学学院副教授，从事营养学与食品卫生学、食品科学及中医药学方面的基础和临床研究。

前 言

我国是甘薯生产大国，甘薯种植面积和产量均居世界首位；同时，甘薯又是我国继小麦、玉米、水稻之后的第四大栽培作物。因此，不论是从世界甘薯资源的分布来看，还是从我国作物的栽培种植结构方面分析，甘薯均属我国优势农产品资源。

加入 WTO 后，我国农业与世界农业的相互联系和影响日益加深。充分利用我国的优势资源，开发具有自主知识产权的加工技术，是全面提升我国农业国际竞争力、推进现代农业建设的出发点和立足点。但由于种种原因，我国甘薯加工业发展缓慢，存在着鲜薯加工利用单一（一般以鲜薯中淀粉及其制品的开发利用为主）、传统加工制品加工手段落后、产品质量不高及综合利用水平低等问题。优势甘薯资源未能很好地转化为促进薯区农业经济发展的重要推动力。此外，由于缺乏高附加值的甘薯加工制品，我国现行甘薯加工转化率也较低，一般为甘薯年产量的 15% 左右。较低的甘薯加工转化率在一定程度上也导致了我国甘薯资源的浪费问题。据相关资料显示：我国每年霉烂损失的甘薯高达 300 万吨。为此，高附加值甘薯加工新制品的研究与开发日益引起人们的关注。

2003 年，笔者曾在荷兰 Wageningen 大学食品化学研究室 Harry Gruppen 教授那里完成了一个马铃薯保健特性方面的研究项目。回国后，接到了一个甘薯加工方面的研究项目。怀着对薯类研究的浓厚兴趣，笔者开



始了对甘薯细致专一而又深入地研究。

基于我国甘薯资源的丰富性以及适宜深加工制品研究开发的紧迫性,结合甘薯颗粒全粉细胞完整度高、能够较好的保留住鲜薯中丰富的营养保健成分、加工利用途径广泛等优点,2005年,笔者组织课题组的相关人员开始了甘薯颗粒全粉方面的研究。

六年来,课题组分别对甘薯颗粒全粉的生产工艺、品质影响因素、不同薯种成分差异性、不同甘薯颗粒全粉品质差异性、甘薯颗粒全粉专用薯种筛选方法以及甘薯颗粒全粉品质指标筛选方法等方面进行了研究,并获得了一些新知。本书编写的目的正是希望将课题组关于甘薯颗粒全粉积累的新知奉献给大家,以期共同推动我国甘薯颗粒全粉产业的发展,使我国优势甘薯资源更好地服务于现代化建设。

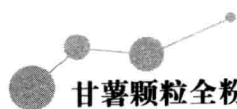
限于笔者的水平,加之时间仓促,书中错误和遗漏之处在所难免,恳请各位读者批评、指正。

木泰华

2012年6月于北京

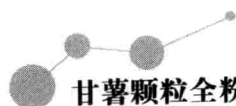
目 录

楔 子	1
第一章 甘薯颗粒全粉简介	9
第一节 甘薯颗粒全粉的定义和分类	9
一、甘薯颗粒全粉的定义	9
二、甘薯颗粒全粉的分类	10
第二节 甘薯颗粒全粉特点	10
一、独特的显微结构	11
二、甘薯中营养保健成分被较好地保留	11
三、加工利用用途广泛	15
四、其他	15
第三节 甘薯颗粒全粉的市场前景	16
第二章 甘薯颗粒全粉生产工艺及其品质影响因素	17
第一节 甘薯颗粒全粉生产加工工艺	17
第二节 甘薯颗粒全粉品质影响因素	18



一、薯种	18
二、加工原料的仓储条件	19
三、切片厚度	19
四、护色剂类型	20
五、浸钙浓度	20
六、蒸煮时间	21
七、制泥方式	22
八、乳化剂添加量	23
九、回填方式	24
十、干燥方式	25
十一、工艺参数	27
第三节 甘薯颗粒全粉产业化生产方案	27
第三章 热处理对甘薯细胞组织构架的影响	31
第一节 热处理过程中甘薯细胞组织构架的变化	31
一、甘薯细胞外观形态的变化	31
二、甘薯细胞组织构架的变化	32
三、甘薯细胞内部淀粉的变化	33
四、甘薯细胞胞间层的变化	34
第二节 甘薯细胞分离模型	36
第四章 不同品种甘薯基本成分与不同甘薯颗粒全粉品质的差异性 ...	38
第一节 不同品种甘薯基本成分的差异性	38
第二节 由不同品种甘薯加工制备的甘薯颗粒全粉的品质差异性 ...	39

第五章 甘薯基本成分和甘薯颗粒全粉品质代表性指标的筛选方法	42
第一节 主成分分析法	42
一、主成分分析法定义	42
二、主成分分析的基本步骤	42
第二节 采用主成分分析法筛选甘薯基本成分代表性指标应用实例	43
一、具体筛选过程	43
二、筛选结果的科学性评价	45
第三节 采用主成分分析法筛选甘薯颗粒全粉品质代表性指标的应用实例	45
一、具体筛选过程	45
二、筛选结果的科学性评价	49
第六章 甘薯颗粒全粉加工专用薯种评价指标的筛选方法	55
第一节 典型性相关分析的简单认知	55
一、典型性相关分析定义	55
二、典型性相关分析的基本原理和方法	56
第二节 采用典型性相关分析筛选甘薯颗粒全粉加工专用薯种评价指标应用实例	56
一、甘薯颗粒全粉感官与鲜薯基本成分代表性指标间的相关性分析	58
二、甘薯颗粒全粉理化与鲜薯基本成分代表性指标间的相关性分析	58
三、甘薯颗粒全粉功能性评价指标与鲜薯成分代表性指标之间的相关性	59



第三节 筛选结果的科学性和正确性分析	59
一、干率的科学性和正确性分析	59
二、可溶性糖的科学性和正确性分析	60
第七章 储藏温度对甘薯部分加工指标的影响	61
一、不同储藏温度下甘薯 PPO 活性的变化情况	61
二、不同储藏温度下甘薯还原糖含量的变化情况	63
三、不同储藏温度下甘薯可溶性糖含量的变化情况	64
四、不同储藏温度下甘薯淀粉含量的变化情况	65
五、不同储藏温度下甘薯蛋白含量的变化情况	66
第八章 关于我国甘薯加工业发展及未来研发工作的几点思考	69
第一节 关于我国甘薯加工业发展的几点思考	69
一、国际环境	69
二、国内政策调整环境分析	69
三、我国现有甘薯资源分析	70
第二节 关于我国甘薯食品加工业未来发展的几点思考	71
一、甘薯加工原料薯种	71
二、加工技术	74
三、品质评价技术	75
第九章 中国农业科学院农产品加工研究所食品化学与营养实验室	
简介	76
第一节 实验室概况	76
第二节 实验室承担的主要研究任务和研究内容	77

一、研究室承担的主要研究任务	77
二、实验室目前开展的具体研究	79
第三节 实验室已取得的科技成果	79
一、研究开发成果	80
二、发明专利情况	80
三、获奖情况	81
四、发表的主要著作	81
第四节 部分研发产品简介	86
一、甘薯蛋白粉	86
二、甘薯颗粒全粉	88
三、甘薯膳食纤维	89
四、紫甘薯花青素	91
五、非油炸膨化甘薯脆片	92
参考文献	95
附录 1 鲜薯基本成分测定结果	100
附录 2 甘薯颗粒全粉感官品质指标及部分理化品质指标测定结果 ...	104
附录 3 甘薯颗粒全粉部分理化品质指标及功能性品质指标测定 结果	108
附录 4 中国淀粉工业协会甘薯淀粉专业委员会介绍	110
图索引	128
表索引	130

楔 子

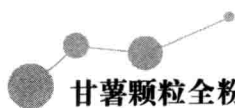
“蔬菜皇后”——甘薯

甘薯是蔬菜，还是粮食？许多人对这个问题感到困惑。

在欧美、日本等发达国家，甘薯主要被当做新鲜蔬菜或者水果来食用。但是在我国，自从明朝万历年间从吕宋传入以来，甘薯一直被当做一种灾荒时救命的粮食来种植和食用。这与它耐旱、可以在贫瘠的土地上种植、产量大、含有大量的淀粉和可溶性糖、能快速补充人体所需的能量和营养等特点有关。

由于产量大，除了鲜食之外，我国每年都有大量的甘薯需要储存起来，或加工成淀粉、粉丝、薯脯等便于保存的形式。加工淀粉过程中产生的大量薯渣，其中仍然含有很多淀粉，可以和含大量蛋白质、维生素、矿物质的茎、叶一起作为牲畜的饲料，继续发挥它的营养价值。

近年来，随着社会经济的发展和科技的进步，大米、小麦等主要粮食作物的产量已足以满足人们的生活需要，如今人们几乎不再需要靠甘薯来救命了。在这样的背景下，甘薯的蔬菜特性越来越被人们重视，不论是甘薯的块根，还是茎和叶子，都成为制作各种美味佳肴的原料。一些富含糖蛋白、花青素、胡萝卜素、黄酮苷的甘薯品种更成为人们制作各种保健食品和饮料的原料。以甘薯叶为例，越来越多的人喜欢将其当做一种蔬菜，因为每100g鲜叶中约含蛋白质2.28g、脂肪0.2g、糖4.1g、



矿物质钾 16mg、铁 2.3mg、磷 34mg、胡萝卜素 6.42mg、维生素 C 0.32mg，与其他常见的蔬菜比较，其矿物质与维生素的含量均属上乘，是不折不扣的高营养蔬菜。

那么，甘薯这种既是粮食，又是蔬菜的作物的营养价值到底有何特点呢？下面让我们一一道来……

首先，甘薯的营养成分很全面，除了含有大量的淀粉、可溶性糖和膳食纤维以外，甘薯的蛋白质含量也不容忽视，尤其是甘薯茎和叶中的蛋白质含量高达 20%；甘薯的脂肪含量很少，这导致长期以来人们对甘薯脂肪的研究很少，但其中脂溶性维生素胡萝卜素的含量却非常高，尤其是在肉色呈红黄色的甘薯中含量更高。近年来，还有一些胡萝卜素含量非常高的品种被培育出来，据说某些品种中胡萝卜素的含量超过了胡萝卜的十几倍。此外，甘薯中维生素 B、C、E 的含量也比较高，是我们摄取维生素的一个良好食物来源。还有，甘薯矿物质的含量也很丰富，富含钾、铁、铜、硒、钙等 10 余种元素。可见，甘薯的营养成分多样化，这也是为什么它可以当做粮食的一个原因。

甘薯还是一种在营养和食用方法上非常有特色的食品，它同时拥有粮食、蔬菜和水果三种食品的特点，在食品加工上用途非常广泛。随着现代食品加工技术的发展，以甘薯为原料可以生产制造的食品种类越来越多。下面，让我们一起来认识一下甘薯的营养特色。

1. 充足的能量

甘薯含大量淀粉、可溶性糖和膳食纤维，因此能量充足。淀粉和可溶性糖在体内可以快速转变成能量，维持人的呼吸、体温等基本生命特征，并为人体从事劳动和运动快速提供和补充能量，碳水化合物经过人体代谢后最终转化成水和二氧化碳排出体外。因此甘薯是人体最清洁、快速的能量来源，尤其适合饥饿时快速补充能量。

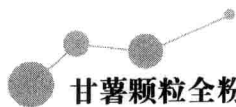


2. 丰富的膳食纤维

富含膳食纤维是植物性食物的共同特征，甘薯当然也不例外，一个小甘薯（约100g重）中膳食纤维的含量高于一碗燕麦粥。膳食纤维分为可溶性的和不可溶性的，适当摄入这两种膳食纤维均对促进人体的健康有重要的作用，尤其是在刺激胃肠道分泌消化液及蠕动、改善胃肠消化功能、治疗食欲不振、消化不良、腹胀暖气、降低脂肪、胆固醇吸收、预防便秘、痔疮和肠癌方面，均发挥非常重要的作用。甘薯的可溶性膳食纤维主要是果胶，果胶是一种珍贵的食品添加剂。目前主要从柑橘皮中提取，而甘薯果胶的开发与利用目前还没有引起应有的重视。笔者所在课题组对从甘薯中提取果胶的工艺进行了系统的研究，并在国际杂志上发表了一些关于甘薯果胶开发和利用价值的文章，希望在不久的将来能促进和推动这一事业的发展。

3. 抗性淀粉

抗性淀粉这个概念的兴起已经有三十年时间了，但近年来却得到了越来越多人的重视。抗性淀粉的“抗性”是相对于人体肠道的消化能力而言的，主要指人体小肠不能消化的淀粉，它包括因为被不溶性膳食纤维、蛋白质、脂质或其他食物成分物理性包裹而不能消化的淀粉、某些生淀粉、糊化后又重结晶的老化淀粉以及干扰淀粉酶消化的化学改性淀粉等。这些淀粉虽然不能被健康人体小肠所吸收，但能原封不动地进入大肠，在大肠中部分被肠道微生物菌群发酵，产生少量能量和多种短链脂肪酸，如丁酸等，起到改善肠道微环境，促进有益菌群生长和维持肠道健康的作用。从这个角度来讲，抗性淀粉的生理功能和膳食纤维非常类似，但抗性淀粉实际上比膳食纤维对人类健康具有更广泛的意义，因为不论从感官上，还是从质地上，淀粉都比膳食纤维更适宜于食品加工，是人们喜闻乐见且用途广泛的一种食品添加剂。第一，抗性淀粉的特性



与淀粉基本相似，添加到食品中后，不会像膳食纤维那样影响食品的感官和质构；第二，抗性淀粉的颜色为白色，添加到食品中不会使食品呈现出令人讨厌的颜色；第三，其持水力低、吸水性差，适合用于焙烤食品，如饼干、曲奇等；第四，抗性淀粉容易磨成细小的颗粒添加到食品和饮料中，不会产生沙粒感；第五，和普通淀粉一样，抗性淀粉可膨化，且膨化后不影响其抗消化性，因此可以作为膨化食品的添加物；第六，抗性淀粉糊化温度较高，几乎可添加到任何热加工食品中而不影响其抗消化功能。

虽然还是淀粉，但是由于不能被小肠消化，只能在大肠菌群代谢下缓慢释放出少量的热量，所以抗性淀粉是一种低热量的食品添加剂，具有比较持久的饱腹作用，对于缓解饥饿感和平稳调节血糖非常有利。此外，流行病学研究表明，食物中胺类等毒素在结肠中聚积，可能是结肠癌发生的一个重要原因，而在淀粉消费量高的地区，结肠癌的发生率显著低于淀粉消费量低的地区，推测抗性淀粉摄入量多有益健康。用含 40% 抗性淀粉的饲料喂养模型小鼠数周后，可将小鼠的血浆胆固醇和甘油三酯调整到正常水平。近年来，我国的肥胖人群越来越多，其中儿童青少年的肥胖问题已经成为严重影响我国国民身体健康素质的一种重要的疾病危险因素，而抗性淀粉在控制体重方面也发挥着一定的作用。

当然，对于爱美的女性朋友来讲，食用富含抗性淀粉的食物不失为一个很好的选择。第一，它饱腹感强，只需少量摄入就不容易感到饥饿；第二，它热量低，能起到节食瘦身的效果；第三，它促进肠道有益菌群的生长，有利于排毒养颜，经常食用能使皮肤变的柔润光泽；第四，它还能防病治病，尤其是可以大大地降低患糖尿病、心血管疾病和癌症的风险。

甘薯就是一种富含抗性淀粉的食物，尤其是加工成粉丝、粉皮等深



受国人喜爱的食品之后，抗性淀粉的含量明显增高。

4. 量少质高的蛋白质和脂肪

新鲜甘薯块根中的蛋白含量比较低，大约在1%~9%，但是甘薯的茎和叶中的蛋白含量很高，可达20%（干基）以上。此外，甘薯块根中蛋白质约80%为可溶性蛋白，目前这部分蛋白在加工淀粉的过程中完全没有得到利用，通常与废水一起排放，造成环境的严重污染；随着国家环境保护政策的实施，这个问题已经严重影响了我国甘薯淀粉加工业的发展。为了促进该问题更快更好地解决，我们课题组在这方面开展了大量的研究工作。令人欣慰的是，国内一些大型甘薯淀粉加工企业也充分认识到了这个问题的重要性，并从回收利用甘薯蛋白中看到了新的商业价值。他们积极与我们研究室合作，签署技术合作协议，迈出了我国甘薯淀粉加工业真正开始综合利用，进行商业化蛋白回收生产的重要的、历史性的一步。关于甘薯蛋白的营养价值和保健功效，我们在另一本拙作《甘薯蛋白的营养及抗癌作用初探》（中国物资出版社）中已经有相对比较详细的介绍，此处不再赘述。

甘薯块根中的脂肪含量比较低，每100克鲜红薯仅含0.2克脂肪，产生99千卡热量，大概为大米的1/3，是很好的低脂肪、低热能食品。脂肪酸的组成以亚油酸为主，有利于降低血脂水平，从而促进健康。但由于相关研究比较少，可论述的东西不多，是尚待开展的一项工作。

实际上，甘薯还是一种理想的减肥食品。它的含热量非常低，比一般米饭低得多，所以吃了之后不必担心会发胖，反而可起到减肥的作用。

5. 丰富的 β -胡萝卜素

甘薯中含有非常丰富的类胡萝卜素。这些类胡萝卜素在人体内可以转化为维生素A，一个小红薯（约100g重）可提供2倍量的人体每天所需维生素A，对预防和治疗维生素A缺乏导致的相关疾病可以发挥至关