

薯类的综合加工 及利用

SHULEI DE ZONGHE JIAGONG JI LIYONG

秦波涛 李和平 王晓曦 编著



中国轻工业出版社

薯类的综合加工及利用

秦波涛 李和平 王晓曦编著

 中国轻工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

薯类的综合加工及利用/秦波涛等编著. - 北京:中国轻工业出版社,1999.2(重印)

ISBN 7-5019-1869-4

I.薯… II.秦… III.薯类制食品-食品加工 IV.TS215
中国版本图书馆 CIP 数据核字(95)第 18801 号

责任编辑:白 洁

责任监印:胡 兵

*

出版发行:中国轻工业出版社(北京东长安街 6 号,邮编:100740)

印 刷:新华出版社印刷厂

经 销:各地新华书店

版 次:1999 年 2 月第 1 版 1999 年 2 月第 1 次印刷

开 本:787×1092 1/32 印张:5.75

字 数:132 千字 印数:6001-9000

书 号:ISBN7-5019-1869-4/S·007 定价:10.00 元

·如发现图书残缺请直接与我社发行部联系调换·

前 言

薯类（主要指马铃薯、甘薯、木薯），特别是甘薯、马铃薯，是高产、稳产作物，用途多、分布广（均是我国的主要粮食作物），同时又是畜禽的良好饲料，还是轻工业的重要原料，利用它们可以生产食品及其他高级轻工、化工、医药等种类繁多的产品，如：淀粉、糊精、酒精、葡萄糖、合成橡胶、纸、电影胶片、糖浆等，应用于国民经济的各个行业，十几个部门。随着其加工层次的延伸和工艺技术的革新，其经济价值可提高几倍甚至几十倍。马铃薯在我国还是一种出口物资。近年来，薯类的营养价值和药用价值逐渐被人们所重视，尤其是加工后的薯类食品更是受到许多消费者的青睐，其在食品工业中所占的比例也越来越大。因此，发展和提高薯类的生产和加工，对于改进人民的食物构成，提高人民的生活水平，增强人民的体质，都具有重要意义。

本书就是为适应薯类食品发展，为提供薯类食品加工及其综合利用的途径而编写的，可供广大薯农、消费者、食品和淀粉加工厂、销售部门和有关院校师生参考，尤其适合乡镇企业参考。

本书各章的编写分工是：第一、二章由秦波涛编写，第三章由王晓曦编写，第四章由李和平编写。由于编者水平所限，在内容和编写方面难免存在缺点和错误，请读者批评指正。

编者

1995年6月

内 容 提 要

本书主要介绍甘薯、马铃薯、木薯等的加工及深加工技术,如淀粉、变性淀粉、淀粉制品及近 30 种薯类小食品,薯干、薯脯、薯酱、薯片、糕点及酒等的生产技术。

本书可供广大薯农、食品和淀粉加工厂技术人员、有关院校师生参考。

目 录

第一章 概论	1
一、马铃薯	1
(一) 马铃薯的地理分布	1
(二) 马铃薯块茎结构及化学组成	1
(三) 马铃薯的营养价值	5
(四) 马铃薯的贮藏	6
二、甘薯	9
(一) 甘薯的地理分布	9
(二) 甘薯块根的形态结构及化学组成	10
(三) 甘薯的营养价值	12
(四) 甘薯的贮藏	13
三、木薯	17
(一) 木薯的地理分布	17
(二) 木薯块根的结构及化学组成	18
(三) 木薯的营养价值	19
四、薯类资源的开发与利用	19
(一) 薯类食品的开发	19
(二) 重视薯类淀粉的生产及其深加工	20
(三) 薯类加工的经济效益	21
第二章 薯类食品加工技术	23
一、马铃薯食品的加工	23
(一) 马铃薯片	23

(二) 脱水马铃薯泥	30
(三) 油炸马铃薯片	33
(四) 马铃薯脆片	39
(五) 脱水马铃薯丁	41
(六) 膨化马铃薯	44
(七) 风味马铃薯膨化食品	50
(八) 其他马铃薯食品	52
二、甘薯食品的加工	55
(一) 甘薯果脯	55
(二) 糖水甘薯罐头	56
(三) 脱水甘薯	59
(四) 速煮甘薯	60
(五) 连城红心薯干	61
(六) 脱水甘薯片	62
(七) 冷冻甘薯片	63
(八) 香酥薯片	64
(九) 甘薯酱	65
(十) 混合型甘薯果酱	65
(十一) 甘薯粉	68
(十二) 几种新型甘薯制品	69
(十三) 几种甘薯糕点	71
(十四) 甘薯制黄酒	72
第三章 薯类淀粉的加工	74
一、薯类淀粉厂厂址的选择	74
二、薯类淀粉加工工艺与设备	74
(一) 原料的预处理	75
(二) 破碎和细胞液的分离	79

(三) 纤维素的分离	86
(四) 蛋白质的分离	94
(五) 淀粉乳精制	99
(六) 淀粉乳脱水干燥	101
三、现代化薯类淀粉加工工艺	106
四、薯类淀粉的加工	111
(一) 马铃薯淀粉	111
(二) 甘薯淀粉	114
(三) 木薯淀粉	120
五、淀粉制品的加工	121
(一) 粉丝、粉条	121
(二) 粉皮	123
(三) 凉粉	124
(四) 人造米	125
(五) 木薯婴幼儿食品	126
第四章 变性淀粉	128
一、概述	128
(一) 变性淀粉生产的发展历史	128
(二) 变性淀粉的定义及分类	129
二、预糊化淀粉	132
(一) 预糊化淀粉的加工	132
(二) 预糊化淀粉的应用	135
三、酸变性淀粉	139
(一) 酸变性淀粉的加工	140
(二) 酸变性淀粉的应用	141
四、酯化淀粉	143
(一) 淀粉磷酸酯	144

(二) 淀粉醋酸酯	151
五、醚化淀粉	156
(一) 羟烷基淀粉醚	156
(二) 阳离子淀粉	163
六、交联淀粉	164
(一) 交联淀粉的加工	164
(二) 交联淀粉的性质及用途	167
(三) 交联作用在其他变性中的应用	167
七、氧化淀粉	168
(一) 次氯酸钠氧化淀粉的加工	168
(二) 用途	169
八、淀粉的部分水解制品——糊精	170
(一) 糊精的制备	170
(二) 性质及用途	170
九、其他变性淀粉	171
附录 本书所用单位符号与单位的中文符号对照	174
参考文献	174

第一章 概 论

一、马 铃 薯

(一) 马铃薯的地理分布

马铃薯又名土豆、山药蛋、地蛋、洋芋、荷兰薯、爪哇薯等，属茄科，是一年生植物。

马铃薯原产于南美洲西海岸的智利和秘鲁的安第斯山区，18 世纪末至 19 世纪初传遍欧洲各国，美国于 18 世纪引进栽培。目前马铃薯的栽培范围已遍布全世界，北自北纬 71° 南至南纬 40° 之间的绝大部分国家都有马铃薯的栽培。栽培最多的国家是前苏联、中国、美国、波兰、德国、加拿大等。

我国马铃薯的常年种植面积在 467 万 hm^2 左右，鲜薯总产量约 5 500 万 t，列前苏联之后，居世界第二位。马铃薯在我国分布极其广泛，北起黑龙江，南至南海诸岛，东抵沿海之滨和台湾省，西到青藏高原和新疆，但主要还是集中在四川、黑龙江、甘肃、内蒙古、河北、山西、陕西、云南、贵州等省、区。其中，四川、黑龙江、甘肃、内蒙古四个省区，马铃薯播种面积约占全国马铃薯播种面积的 30% 以上。我国马铃薯的主要品种有：克旗 1 号、马尔科、米粒等 20 多种。

(二) 马铃薯块茎结构及化学组成

1. 马铃薯块茎的结构

马铃薯属块茎类作物。它的块茎是一短而肥大的变态茎，是其在生长过程中积累并贮备营养物质的仓库。

马铃薯的形状有球形、长筒形、椭圆形、卵形及其他不规则形状。它们都带有小的、中等的或较深的芽眼，在芽眼里贮存着休眠的幼芽。

块茎的皮色有白色、黄色、粉红色、红色及紫色。块茎如经日光照射时间过久，皮色则变绿。见光过久和已萌芽的块茎中含有较多的茄精（又称龙葵素），它对人体和家畜有毒性。因此在收获贮藏的过程中，要尽量减少其露光的机会，以免茄精含量增加。块茎的果肉一般是白色的，带有不同程度的浅黄色，个别品种块茎的果肉呈红色或蓝紫色。

马铃薯块茎的构造如图 1-1 所示。从结构上看，它是由表

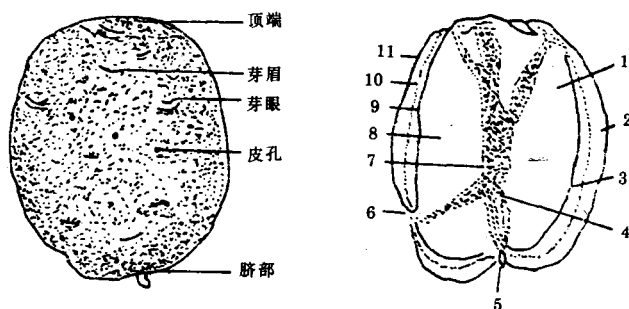


图 1-1 马铃薯块茎的结构

1—外部果肉 2—表皮层 3—形成层环 4—内部果肉 5—脐

6—芽眼 7—内髓 8—外髓 9—维管束环 10—皮层 11—周皮

皮层、形成层环、外部果肉和内部果肉四部分组成的。马铃薯的最外面一层是周皮，周皮细胞被木栓质所充实，具有高度的不透水性和不透气性，所以周皮具有保护块茎，防止水分散失，减少养分消耗，避免病菌侵入的作用。周皮内是薯肉，薯肉由外向里包括皮层、维管束环和髓部。皮层和髓部由薄

壁细胞组成，里面充满着淀粉粒。皮层和髓部之间的维管束环是块茎的输导系统，也是含淀粉最多的地方。另外，髓部还含有较多的蛋白质和水分。

2. 马铃薯块茎的化学组成

马铃薯块茎的化学组成一般为：水分含量 63.2%~86.9%，淀粉含量 8%~29%，蛋白质含量 0.7%~4.6%，另外，还含有丰富的铁、维生素等。它的主要化学组成及分布分述如下：

(1) 淀粉和糖分：在马铃薯块茎中，维管束环附近的淀粉含量最多，从维管束环向外向内淀粉含量逐渐减少，皮层比外髓部多，外髓部比内髓部多，块茎基部比顶部多，顶端的中心淀粉含量极少。这种分布很有规律，而且与块茎的大小有关。马铃薯淀粉由直链淀粉与支链淀粉组成。支链淀粉约占淀粉总量的 80% 左右。马铃薯淀粉的灰分含量比禾谷类作物淀粉的灰分含量高 1~2 倍，且其灰分中平均有一半以上的磷。马铃薯干淀粉中 P_2O_5 的含量平均为 0.15%，比禾谷类作物淀粉中磷的含量高出几倍。磷含量与淀粉粘度有关，含磷愈多，粘度愈大。糖分占马铃薯块茎总重量的 1.5% 左右，主要为葡萄糖、果糖、蔗糖等。新收获的马铃薯块茎中含糖分少，经过一段时间的贮藏后糖分增多。尤其是在低温贮藏时对还原糖的积累特别有利。糖分多时可达鲜重的 7%，这是由于在低温条件下，块茎内部进行呼吸作用所放出的 CO_2 大量溶解于细胞中，从而增加了细胞的酸度，促进了淀粉分解，使还原糖增加。还原糖含量高，会使一些马铃薯加工制品的颜色加深。如将马铃薯的贮藏温度升高到 21~24℃，经过一个星期的贮藏后，大约有 4/5 的糖分可重新结合成淀粉，其余部分则被呼吸所消耗。

(2) 含氮物：马铃薯块茎中的含氮物包括蛋白质和非蛋白质两部分，而以蛋白质为主，约占含氮物的 40%~70%。马铃薯块茎中所含的蛋白质主要由盐溶性球蛋白和水溶性蛋白组成，其中球蛋白约占 2/3，这是全价蛋白质，几乎含有所有的必需氨基酸，其等电点 pH 为 4.4，变性温度为 60℃。在马铃薯的含氮物中，有天门冬氨酸、组氨酸、精氨酸、赖氨酸、酪氨酸、谷胱甘肽、亮氨酸、乙酰胆碱等氨基酸。淀粉含量低的块茎中含氮物多，不成熟的块茎中含氮物更多。马铃薯蛋白质在营养上具有重要的意义。

(3) 脂肪：在马铃薯块茎中，脂肪含量为 0.04%~0.94%，平均为 0.2%，马铃薯中的脂肪主要是由甘油三酸酯、棕榈酸、豆蔻酸及少量的亚油酸和亚麻酸组成的。

(4) 有机酸：马铃薯块茎中的有机酸含量为 0.09%~0.3%，主要有柠檬酸、草酸、乳酸、苹果酸，其中主要是柠檬酸。

(5) 维生素：马铃薯中含有多种维生素，它们主要分布在块茎的外层和顶部，目前在马铃薯中已发现的维生素有 V_A 、 V_{B1} 、 V_{B2} 、 V_{B3} 、 V_{B6} 、 V_{PP} 、及 V_C ，其中以 V_C 为最多。

(6) 酶类：马铃薯中含有淀粉酶、蛋白酶、氧化酶等。氧化酶有过氧化酶、细胞色素氧化酶、酪氨酸酶、葡萄糖氧化酶、抗坏血酸氧化酶等。这些酶主要分布在马铃薯能发芽的部位，并参与生化反应。马铃薯在空气中的褐变就是其氧化酶的作用。通常防止马铃薯变色的方法是破坏酶类或将其与氧隔绝。

(7) 茄素：这是一种含氮配糖体，有剧毒。它由茄碱和三糖组成，纯品为白色发光的针形结晶体，微溶于冷热乙醇，很难溶于水、醚及苯，茄素晶体的熔点为 280~285℃。马铃

薯的茄素含量以未成熟的块茎为多，约占鲜重的 0.56%~1.08%。其含量以外皮为最多，髓部最少。品种不同，其茄素含量也不同，高的每 100g 鲜薯可达 20mg，低的每 100g 鲜薯只有 2~10mg。如果每 100g 鲜薯中的茄素含量达到了 20mg，食用后人体就会出现中毒症状。

(8) 灰分：马铃薯块茎中的灰分约占干物质重量的 2.12%~7.48%，平均为 4.38%。其中以钾为最多，约占灰分总量的 2/3；磷次之，约占灰分总量的 1/10。马铃薯块茎中的其他无机元素有钙、镁、硫、氯、硅、钠及铁等。其中钙与镁的含量比较固定，且互为消长，钙多镁少，或者相反。磷与氯的含量也相似。马铃薯的灰分呈碱性，对平衡食物的酸碱度具有显著的作用。

(三) 马铃薯的营养价值

马铃薯是珍贵的食物，它既是菜又是粮。从其化学组成中(表 1-1)可以看出，它的块茎中含有丰富的淀粉及对人体极为重要的营养物质，如蛋白质、糖类、矿物质、盐类和多种维生素等。马铃薯中除脂肪含量较少外，其他蛋白质、碳水化合物、铁和维生素的含量均显著高于小麦、水稻和玉米。每 100g 新鲜马铃薯块茎能产生 356J 的热量，如以 2.5kg 马铃薯块茎折合 500g 粮食计算，它的发热量高于所有的禾谷类作物。马铃薯蛋白质是完全蛋白质，含有人体必需的 8 种氨基酸，其中赖氨酸的含量较高，达 93mg/100g，色氨酸也达 32mg/100g。这两种氨基酸是其他粮食所缺乏的。马铃薯淀粉易为人体吸收，其维生素的含量与蔬菜相当，胡萝卜素和抗坏血酸的含量丰富，分别为 40mg/100g 和 25mg/100g。马铃薯中还富含 V_C (35mg/100g) 和 V_A 。美国农业部研究中心的 341 号研究报告指出：“作为食品，全脂牛奶和马铃薯两样便

可提供人体所需的营养物质”，而德国专家指出，马铃薯为低热量、高蛋白、多种维生素和矿物质元素食品，每天食进 150g 马铃薯，可吸入人体所需的 20% 的 V_C 、25% 的钾和 15% 的镁，而不必担心人的体重会增加。

马铃薯不但营养价值高，而且还有较广泛的药用价值。我国传统医学认为，马铃薯有和胃、健脾、益气的功效，可以预防和治疗胃溃疡、十二指肠溃疡、慢性胃炎、习惯性便秘和皮肤湿疹等疾病，还有解毒、消炎之功效。

表 1-1 马铃薯及其制品的营养成分（每 100g 含量）

成 份 名 称	水 份 (%)	热 量 (kcal)	蛋 白 质 (g)	脂 肪 (g)	碳 水 化 合 物 (g)	粗 纤 维 (g)	钙 (mg)	磷 (mg)
生马铃薯	79.8	76.0	2.1	0.1	17.1	0.5	7.0	53.0
烤马铃薯	75.1	93.0	2.6	0.1	21.1	0.6	9.0	65.0
煮马铃薯	79.1	76.0	2.1	0.1	17.1	0.5	7.0	53.0
牛奶马铃薯泥	82.9	65.0	2.1	0.7	13.0	0.4	24.0	49.0
马铃薯片	1.8	568.0	5.3	39.8	50.0	1.6	40.0	139.0

成 份 名 称	镁 (mg)	钾 (mg)	铁 (mg)	V_A (IU)	V_{B1} (mg)	V_{B2} (mg)	V_{B6} (mg)	V_C (mg)
生马铃薯	14.0	407.0	0.60	40.0	0.100	0.04	0.25	20.00
烤马铃薯	28.8	503.0	0.70	—	0.100	0.04	—	20.00
煮马铃薯	—	407.0	0.60	—	0.100	0.04	—	20.00
牛奶马铃薯泥	—	261.0	0.40	20.0	0.080	0.05	—	10.00
马铃薯片	48.0	1130.0	1.8	—	0.21	0.07	0.18	16.00

注：1cal=4.184J

（四）马铃薯的贮藏

马铃薯贮藏的好坏，对副食供应、其食用品质及其加工制品的优劣都有着很大影响。

1. 马铃薯的贮藏特性

马铃薯喜凉爽，不耐寒，不耐热，如果其贮藏不当，容

易发生病害和腐烂。马铃薯的安全贮藏与环境温度、湿度、通风及光照等条件有密切关系。

(1) 温度对贮藏的影响：在贮藏初期，新收获的马铃薯尚处在后熟阶段，呼吸旺盛，会产生大量的二氧化碳气体，并释放出热量，加之水分散失，重量减轻。在此期间，薯块的机械损伤口会逐渐木栓化，块茎周皮细胞的木栓化层亦愈来愈厚，如果条件适宜，5~7天就可形成致密的木栓质保护层。此保护层能阻止氧气进入块茎内，也可以控制水分的散失及各种病原微生物的侵入。因此在贮藏初期10~15天的愈伤阶段，应保持15~20℃的较高温度，待形成木栓化保护层后，便可将温度控制在0~5℃进行贮藏。

在贮藏期间，马铃薯进入一个较长的休眠期。一般来说，充分成熟的块茎比未充分成熟的块茎休眠期短；春播的比秋播的休眠期短；生长后期如土壤干燥，气候干旱，可使块茎的休眠期缩短；干燥的贮藏环境可延长休眠期；高湿、高温能打破休眠期；较高的二氧化碳气体浓度可以延长休眠期。在上述诸因素中，温度是主要的。如在5℃条件下，块茎呼吸强度很弱，重量损失小，休眠期可达180天，渡过休眠期的块茎不发芽；在15℃条件下，休眠期仅为90天，块茎呼吸强烈，而且易造成其皱缩或湿腐病的蔓延。

马铃薯在贮藏期间会产生物质转化现象，尤其是在0~1℃的低温条件下，细胞中的淀粉极易转化为糖，其中以蔗糖为主，含量常在0.2%~7%之间，还有少量的葡萄糖和果糖。而块茎中的淀粉含量会随着贮藏期的延长而逐渐降低。据试验，贮存2~3个月马铃薯的出粉率可达12%以上，而贮存12月以后，就降低到9%。如果块茎腐烂或发芽，马铃薯淀粉的损失率可达12.5%。当块茎发芽时，一部分含氮物质会

转化为有毒的并带有苦味的茄精物质。块茎中的 V_c 含量亦随贮藏期的延长而逐渐降低，马铃薯在贮藏 180~210 天后，其中 V_c 的含量可降低 60%~70%。

(2) 湿度对贮藏的影响：贮藏初期愈伤阶段的适宜相对湿度为 85%~95%，贮藏期的适宜相对湿度为 90%。湿度过低，水分散失严重，薯块重量损失大，且会产生萎缩现象；湿度过高，则会加快薯块的发芽速度，引起病害，造成腐烂。

(3) 通风条件对贮藏的影响：通风可以调节马铃薯贮藏环境中的温、湿度，有利于排除不良气体，维持薯块的正常呼吸，前期还能促进其木栓化。除此之外，通风还可以使贮藏环境以及薯堆内各部分的温度相对均匀，避免局部温、湿度过高或过低和结露现象的发生。通风要视外界气温而定，外界气温过低或过高时，都不宜通风，因为外界温度过低时通风会造成薯块结露；过高时通风会使窖内温度升高而不利于贮藏。一般以接近适宜贮藏温度时通风为好。

(4) 光照对贮藏的影响：马铃薯在贮藏期间应避免光照，因漫射光照能促使马铃薯中叶绿素以及茄苷类物质的形成，降低马铃薯块茎的品质。

2. 预处理

为提高贮藏效果，必须对马铃薯采取一些预处理措施。

(1) 晾晒：薯块在收获后，可在田间就地稍加晾晒，散发部分水分，以便贮运。一般晾晒 4h，就能明显降低贮藏发病率。日晒时间过长，薯块将失水萎蔫，不利于贮藏。

(2) 预贮：夏秋季节收获的马铃薯都需先堆放在阴凉通风的室内、棚窖内或荫棚下预贮。为便于通风散热和翻倒检查，预贮堆不宜过大，(高不超过 0.5m，宽不超过 2m)，并在堆中设通风管。为避免阳光照射，可在薯堆上加覆盖物遮光。