

薯类的加工和利用

商业部粮食科技情报研究所

一九八三年五月

目 录

前 言	(2)
第一部分 马铃薯的加工和利用	
第一章 马铃薯的生产和贮存	(9)
一 马铃薯的种植	(9)
二 马铃薯的营养价值	(10)
三 马铃薯的贮存	(13)
第二章 用马铃薯加工食品	(17)
一 概况	(17)
二 马铃薯干制品的加工	(18)
三 油炸马铃薯片的加工	(22)
四 法国油炸马铃薯片的加工	(23)
五 其它马铃薯制品	(25)
六 中国哈尔滨市马铃薯片的生产	(26)
第三章 马铃薯淀粉的生产	(27)
一 苏联的马铃薯淀粉生产工艺和设备	(28)
二 欧美日等国的马铃薯淀粉生产工艺	(45)
三 中国小型马铃薯淀粉厂的生产工艺	(52)
第二部分 甘薯的加工和利用	
第一章 概 述	(62)
第二章 甘薯淀粉的生产工艺	(63)
第三章 甘薯制饴糖	(65)
一 提要	(65)
二 生产工艺	(66)
第四章 甘薯制白酒	(67)
一 提要	(67)
二 生产工艺	(67)
第三部分 木薯的加工和利用	
第一章 概 述	(69)
第二章 木薯制淀粉	(70)
第四部分 淀粉制品及用途	
第一章 淀粉糖的种类及用途	(74)
第二章 果葡糖浆的生产和利用	(77)
第三章 淀粉衍生物及其它产品	(94)
第四章 淀粉的其它用途	(96)

前 言

我国是薯类的主产国之一，薯类资源主要有三种：马铃薯、甘薯、木薯。近年，尽管甘薯的种植面积有所减少，但79年全国薯类总产仍达3480亿斤（湿计），折合贸易粮696亿斤。其中大约甘薯二千多亿斤，马铃薯一千一百亿斤，木薯一百多亿斤。随着人民群众生活水平的提高，作为口粮的薯类消费量大减，致使有些地方的鲜薯霉烂严重，薯干也大量积压，甚至霉坏，使薯类这一重要的资源未得到充分利用。因此，寻找能更充分合理地生产和利用这一资源的途径就成为当务之急。

一、世界薯类资源及其加工利用状况

世界薯类近年的总产量大约分别为：甘薯一亿吨，马铃薯三亿吨，木薯一亿一千万吨。按产量计甘薯主产国依次是中国、日本、美国、印度及南朝鲜等东南亚国家；马铃薯主要在欧洲，亚洲居第二位；木薯主要产在年平均气温不低于 18°C 的热带、亚热带。

木薯根据品种和生长时间不同，一般含淀粉10—30%，水份60—80%。木薯干基含淀粉80%左右，比玉米高两倍。木薯还含有一种有毒物质——氰配糖体。这种氰配糖体在木薯本身所含的一种酶的作用下会生成氢氰酸，氢氰酸有剧毒，人畜误食过量会发生中毒。根据木薯所含氢氰酸的多少分为苦味和甜味两类，氢氰酸含量百万分之500左右食味甚差的称为苦种，苦种不能直接供人畜食用；氢氰酸含量在百万分之50左右、食味较佳的称为甜种；但苦种淀粉含量比甜种约高5%。

木薯是优质淀粉原料，世界各国产的木薯基本都用来生产淀粉。由于木薯的氢氰酸主要存在于薯皮中，薯肉中含有量极微，而生产淀粉时要进行脱皮，且氢氰酸溶于水，因此对制淀粉来说氢氰酸不存在大问题。

甘薯约含淀粉10—30%，水份60—80%，糖份5%及少量的有机酸、果胶等，鲜甘薯贮存较困难，且一部分淀粉会在贮存过程中在酶的作用下转变成糖而损失。因此，生产淀粉用的甘薯除少部分鲜存以保证工厂短时间生产的原料外，绝大部分要切成片脱水干存。然而，尽管干甘薯片比鲜薯要耐贮些，但比起其它粮食来仍较难贮存，主要是因为薯干没有外皮的保护，淀粉和糖分直接暴露在外，吸湿性强，吸湿速度快，且薯干组织疏松，含有较多的可溶性糖，易发霉、变色、变味和受虫蛀，因此，贮藏薯干要特别谨慎。

从世界范围来看，甘薯除少量鲜食、作饲料或用作制酒和酒精的原料外，绝大部分用来生产淀粉。但由于用玉米生产淀粉在经济上更合算、得率更高，加上甘薯及薯干存放上的困难等原因，甘薯产量逐年在减少。以日本为例，产量最高的1963年甘薯总产660万吨（合132亿斤），甘薯淀粉74万吨，约占日本当年淀粉总产的70%。而70年代末，年产甘薯仅100多万吨，甘薯淀粉10万吨左右，占全国淀粉产量的1/10左右。甘薯淀粉工厂也由原1500多家减至100多家。

马铃薯的化学组成可因土质、气候、品种、成熟度、贮存期的不同而有很大差异，各种成分的大概幅度是：水份63.2—86.9%，平均76%；淀粉8—29.4%，平均17%；蛋白质0.7—4.6%，平均2.0%。马铃薯品种很多，但从化学组成上看基本分两大类：一类含淀粉较多，适于用作加工淀粉的原料，另一类含蛋白质及非蛋白氮较多，适于鲜食和制食品。

马铃薯的淀粉含量是决定生产淀粉用马铃薯的主要指标，一般说除品种外，在炎热年份生长的、成熟度好的、中等大小(50—100克)的块茎淀粉含量较高。

然而，全世界加工淀粉用的马铃薯的量只占总产量的5%。

根据1977年的资料，马铃薯的总产量依次是：苏联8365.2万吨、中国5500万吨、波兰4130万吨、美国1600万吨、西德1130万吨、东德1000万吨、法国820万吨、英国660万吨，世界总产量为2.93亿吨。其中2.57亿吨作为人的食料和牲畜饲料，三千万吨留种用，其余是用作制淀粉和酒类的原料。随着工业的发展和水平的提高，在全世界人畜消耗掉的2.57万吨中直接鲜食的比例日渐减少，而加工制成各种马铃薯食品的比例是逐渐增加的。例如，美国1950年马铃薯食品的加工率不足5%，而1980年即达76%；日本1962年不足2%，1978年却达25%。几个马铃薯主产国，如英国、西德、东德、瑞典、法国也大体如此。只有苏联、波兰、中国等直接鲜食的量达90%以上。

二、对我国发展薯类生产和加工的建议

薯类在我国栽培历史悠久，种植地域很广，南方的木薯，江、淮、黄河流域的甘薯和北方的马铃薯都是当地的主要农作物之一，而且解放后我国薯类的总产也有较大增长，例如1952年为1635亿斤，经过27年，1979年即达到3480多亿斤。但是，我国薯类从生产到利用都还相当落后，尤其是加工和利用，除按传统的办法鲜食外，就是少量的加工一些酒类及淀粉、粉丝之类，而国外已经蓬勃发展起来的薯类食品工业我国基本上还是空白。这种状况与我们这个薯类主产国很不相称，急需改变。

(1) 关于今后我国薯类生产的发展方向问题。

在三大薯类中，木薯属热带作物，多年生，经14—15个月才收获。在年平均气温18℃以上的亚热带和温带也可栽培。但不能越冬，成为一年生作物，经8—9个月可以收获。木薯栽培粗放、耐旱力强，除对气温要求较严格外，对地势、土壤、雨量等均要求不严，在那些不适宜种其他粮食作物的贫瘠土地上种木薯尤为合适，且产量较高。

马铃薯的突出优点是生产季节短，对气温要求不高，在我国年平均气温低、光照时间短、无霜期短的三北地区，种植其他作物产量不高的地方种马铃薯尤其适宜。马铃薯的另一优点是摄取、转换能量的能力极高，因而是高产作物。据联合国粮农组织1972年调查，马铃薯每公顷世界平均产量为13.3吨(折合标准水分粮3.32吨)，而玉米世界平均产量是2.6吨，水稻是2.2吨、小麦是1.5吨。据研究，马铃薯的年平均每平方米土地的碳素生产量为154克，高于麦类的149克；供养一人所需土地面积麦类为1200米²，马铃薯为600米²，几乎少一半，马铃薯的营养价值也较高，除含有丰富的碳水化合物外，还含有高质量的蛋白质约2%，折合标准水分后含量约为10%，大大高于大米、玉米等作物而与小麦相当，但蛋白质的质量却大大优于小麦蛋白而与动物蛋白相近。马铃薯中富含水溶性维生素，主要是C、B₁、B₂及胡萝卜素等。马铃薯含维生素C高于柑桔，柑桔每百克含18毫克，而马铃薯每百克含20毫克左右。就含有丰富的碳水化合物和蛋白质来讲，马铃薯具有粮食的特点；而就含有丰富的维生素和矿物质来讲，马铃薯又具有蔬菜水果的特点；人如果只吃粮不吃或少吃菜会引起维生素和矿物质的缺乏，以致会发生各种营养失调疾病，而马铃薯则能提供人体95%以上的营养物质。美国农业部的资料称：每餐只食用马铃薯和全脂牛奶，可得到人体的全部营养物。由于上述原因，联合国粮农组织把马铃薯推荐为解决世界人口增长过多、过快的救荒作物之一，希望各国更加重视它的发展，以缓和日益出现的碳素不足(主要是淀粉)和营养不良(主要是蛋白质)的问题。

为此我们建议：

I、因地制宜，发展马铃薯生产。

甘薯与马铃薯相比，尽管同为高产作物，但甘薯对气温、光照时间及水、肥、土质条件要求比马铃薯要高，可以种甘薯的地域和土质，同样可以种玉米、花生等作物，而从易贮存、易加工及经济价值来讲这些作物比甘薯优越。因此，我国也应像世界多数国家一样，逐步减少甘薯的生产，因地制宜地增加马铃薯生产。

II、在马铃薯生产中要发挥地区优势、注意良种选育。

我国人口多、耕地少，有些地区粮食还相当紧张，而且有些大中城市和工矿区蔬菜供应也相当紧张，马铃薯是可菜、粮兼用的重要食物资源，也是制淀粉的重要原料之一；马铃薯又是高产作物(每亩最高单产4000多斤)，我们应该发挥地区优势，在三北和云贵高原、青藏高原的高寒地区大力发展马铃薯生产。在江、淮、黄河流域马铃薯的产量虽然较低。但由于它能在5—6月收获，对缓和这些地方4—5月蔬菜淡季矛盾有重要作用。另外，在马铃薯的种植过程中退化严重，要加强马铃薯优良品种的选育，用来生产淀粉的原料品种要选育淀粉含量高的良种，用来供人畜食用的品种要蛋白质含量高的良种。

III、利用南方的荒坡荒地发展木薯生产。

木薯淀粉含量高、质细，蛋白质、脂肪含量少，淀粉糊化温度低，比甘薯淀粉更易于酶法液化制糖，且鲜木薯比甘薯和马铃薯易保存，木薯干片不仅比干制甘薯、马铃薯易保存，甚至比玉米也易保存，因此，在南方适宜的荒坡荒地应大力推广种植木薯，增加这种优良的淀粉原料的生产。

(2) 马铃薯资源开发利用的重点应放在加工食品和生产淀粉上。

马铃薯除部分供人畜鲜食外，绝大部分应加工成食品和用来制淀粉，这应当成为我国开发利用马铃薯资源的主攻方向。发展马铃薯食品要多品种、多等级，既要生产经济实惠的大众化食品，也要生产部分中高档食品，供应旅游和出口。国外的马铃薯食品大体分如下几大类：一类是干马铃薯制品，存放时间可达一年以上，如干马铃薯泥、片、丁等；第二类是冷冻马铃薯食品，可存放3—6个月，如冷冻马铃薯丸子、饼等；第三类是油炸酥脆食品，如马铃薯片等；第四类是在公共饮食业中利用的马铃薯配菜等。

据了解，哈尔滨市食品工业研究所和饼干厂合作制作成功了马铃薯片等各种马铃薯食品，投放市场后深受消费者欢迎。以马铃薯片为例成本换算如下：

每斤成品所需：

基本原料价				加工费	
马铃薯	5	斤	0.25元	人 工	0.06元
奶	0.3	斤	0.06元	水	0.02元
氢化油	0.01	斤	0.02元	燃 料	0.07元
盐	20	克	0.01元		
味 精	0.1	克	0.01元		
合 计			0.35元		0.15元

每斤干品成本0.50元，可够一个五口之家一天的食菜消费，从我国目前的生活水平看是可以推广的，且食用简便、携带方便，食用前只需简单加工即可，省事、省时、省燃料，真是一举数得。

将马铃薯加工成食品适于进行大规模的工业生产，工业规模生产马铃薯食品，水、电、燃料费用还可以进一步降低。比食用鲜薯不仅可以减少霉烂损耗、节约燃料，而且可以减少运输压力（运鲜薯实际上等于白运了80%的水分）和运费。

另外，从马铃薯制品的质量来看是不存在问题的：经分析化验证明，基本上保持了马铃薯的质地、风味和各种营养素的含量。

在马铃薯产地建立淀粉加工厂，也可以减少贮存、运输过程中的损耗和费用。马铃薯淀粉用途很广，既可以用于粉丝、粉条、凉粉及各种食品的生产，也可用于印染、浆纱、造纸、铸造、医药、化工、皮革等多种工业；既可以在国内销售，也可以供应出口、创汇换汇。

目前，我国的马铃薯食品工业基本上是空白，马铃薯淀粉工业也是小厂、小规模生产，技术落后，设备陈旧，产品得率低、质量差，而且从我国经济和技术条件看，不管是马铃薯食品工业还是马铃薯淀粉工业都不可能发展很快，但作为发展方向，马铃薯应该主要用来制食品，其次是制淀粉，鲜存鲜食的比例应该逐渐减少。

三、关于薯类淀粉和淀粉糖

我国的淀粉工业无论是产量还是质量都是相当落后的。日本是一个只有一亿两千万人口的国家，年产淀粉一百一十万吨，另外每年还要进口二十万吨左右；而我国有十亿多人口，近年每年可统计的淀粉产量只有四十二万吨上下，远远不能适应“四化”建设的需要；我国淀粉生产技术设备基本上还处于国外四、五十年代的水平；据统计，我国淀粉厂收率在60%以上的单位只有5.3%，在55—50%之间的单位有67.4%，在50%以下的有6.3%，而美国、日本等国家不管用玉米还是用薯类生产淀粉，得率都在66%以上。收率低，相应地增加了淀粉成本。

我国的薯类淀粉加工工业除存在上述问题外，还存在一个严重问题：队办、社办的土法生产淀粉的工厂，既浪费原料，制得的淀粉质量又差，无法用于工业生产，更谈不上出口。

为了解决上述问题，我们认为：

（1）尽快筹建淀粉工业协会，统管我国的淀粉和淀粉糖的生产，以使我国淀粉工业尽快发展起来。目前，我国淀粉企业分属医药、轻工、化工、粮食、农业、农垦、商业、部队、外贸、公安等部门，多数是为某种工业企业提供配料的附属厂或车间，这种多头领导、管理分散、部门分隔、互相封锁的状况极不利于淀粉工业的发展。如果建立起统一归口的淀粉工业协会，可以协调计划、协调原料、协调力量、协调销售，并将科学研究、技术改造、设备制造、工艺路线、人员培训、情报资料统管起来，将会大大推动我国淀粉工业的发展。

发达国家的淀粉工业是自成系统的独立工业，既不依附于这一种工业，也不附属于另一工业，我们也应该逐渐推动淀粉工业向独立的工业体系发展，只有这样才能建立起强大的淀粉工业生产力量。

（2）加强淀粉生产的科研工作，重视淀粉机械设备的研制和生产。

我国淀粉工业的科研工作极其薄弱，技术力量非常缺乏。目前我国尚无专业淀粉、淀粉糖研究机构，大专院校也无这方面的专门系科，现在从事淀粉生产的工程技术人员大都是从其他专业改行的。从现在全国初具规模的106个厂来看，拥有职工7481人，其中技术人员244人，只占职工总数的3.26%。随着我国“四化”建设的进行和人民生活水平的提高，对淀粉及以淀粉为原料的制品的需要量会大幅度增长，一个有十亿多人口的国家，生产四、五百万吨不算多，这样的产量没有一支为数众多的科技队伍是很难实现的。因此，从全国来讲，在

高等院校要设立淀粉及其制品的专业，加强专门人才的培训；同时要对现在企业的技术工人和工程技术人员进行专业培训，提高现有人员的专业水平；大型有条件的企业应设立研究机构，全国也应建立淀粉专业科研机构。只有这样，才能促使我国的淀粉加工业有较快的发展。

关于薯类的研究机构，目前在黑龙江建立了马铃薯研究所，农业部门准备在徐州建立甘薯研究所，我国两广等省也应建立木薯研究机构，这些研究机构不仅要研究栽培技术，也应研究加工利用技术。

我国淀粉生产厂一般都是采用开放性生产工艺，十分落后，耗水量比国外相同企业高出几倍到十几倍，废水排放量大，二氧化硫不符合国家规定排放标准的仍占多数，我们应该尽快采用国外封闭式生产工艺，减少三废，进行挖、革、改。

现在就淀粉加工设备而言尽管推广、引进、仿制了一些现代化设备。但多数厂家仍然很陈旧、落后，没有抓全国的选定型工作，设备缺乏标准化、系列化。目前推广的金钢砂磨、LLC—350 立式螺旋沉降式分离机、DPD—445碟片分离机等是需要进一步改进的性能较先进的设备，应该加强这些设备的改进、完善和推广工作。

(3) 粮食部门应积极发展淀粉加工工业。

我国淀粉工业的主要技术力量和先进工艺设备一般是在制药部门。我们粮食部门掌握着大部分淀粉原料，但加工厂很少，且仅有的几个厂技术和工艺设备也很落后。在安徽、江苏、山东等省每年都有薯干多得成灾、无处存放的现象，且时有发生大批霉烂的情况。在东北、内蒙等地每年损坏的鲜马铃薯的量也很大(多时达几十亿斤)，造成了淀粉资源的极大浪费，这对我们这个土地少、人口多、粮食少的国家来说更是不应该的，如果我们粮食部门拥有足够的淀粉加工能力，不仅能减少资源损失，而且可以通过加工淀粉获得一定利润，这无论对每年财政补贴百多亿元的粮食部门，还是对国家的“四化”建设都是一个很大的贡献。

据测算，搞年生产1000吨以下的小型淀粉厂经济上不合算，能耗高、得率低、不利于开展综合利用，产品质量也不容易提高。目前工业发达国家日投料1000吨以上的大型厂越来越多，而小型淀粉厂越来越少。以日本加藤化学厂为例，72年以前年加工能力不到十五万吨，79年上升到五十万吨，可见发展之迅速。

根据理论计算，一个时投料6吨，年处理量42000吨的中型淀粉厂，全部投资两年即可收回，如果再加上综合利用和淀粉糖品加工，可能时间更要短一些，因而发展淀粉加工工业是向农产品深度加工要产值的重要手段之一。即使在原料不能充分供应的情况下，也可以充分利用国内的廉价劳动力资源。采取进口原料、出口淀粉的办法来赚取外汇，同时也可为国内发展畜牧业提供饲料资源。

以广东省东莞以木薯为原料的淀粉厂为例，年产淀粉1万吨、白酒1500吨、静脉注射葡萄糖粉剂5百吨。每斤淀粉的工业利润为0.08元，在目前淀粉收率54%的情况下，全厂年利润29万元，即8—9年可收回该厂的全部投资，如果采用新技术新设备将淀粉得率提高到66%以上，收回投资的时间可大大缩短。另外还年产含水50%的粉渣2万余吨，用作畜禽饲料每百斤售价0.50元。如果用这些粉渣制酒，每250斤粉渣可制得55斤，全年共可制得4000余吨酒，制酒后酒糟仍可作饲料饲喂畜禽，这样就可以使原料产值成倍增加。

(4) 发展淀粉制品的深度加工业

淀粉除广泛的工业、民用外，淀粉制品生产在世界上是一支突起的翼军。淀粉经深度加工制成各种制品后，其经济价值可进一步提高。淀粉制品除包括淀粉衍生物、变性淀粉、糊

精、味精外，还大量用于制取葡萄糖和果葡糖浆，尤其是果葡糖浆近年在世界上发展异常迅速。

在国外，果葡糖浆的研究始于六十年代。美国自1970年建厂，1981年产量即达300万吨，日本近年年产量已达40万吨的水平，东、西欧不少国家都在生产果葡糖浆，1979年以来，一些发展中国家（如印度、印尼等国）也开始发展果葡糖浆的生产，朝鲜正在建厂，已有了年产3万和1万吨的定型设计。

高果糖浆或称异构糖浆是淀粉糖的一种，是将淀粉经过酶法水解制成葡萄糖，然后将其中一部分经异构酶转化为较甜的果糖的糖浆。目前，国外第一代产品含果糖42%，甜度与蔗糖相当；第二代产品是用无机分子筛分离葡萄糖和果糖，使果糖含量达55%或90%，甜度超过蔗糖。

我国食糖严重不足，每年缺口100万吨左右，需要大量外汇进口食糖。我国从65年开始研究、试生产果葡糖浆，目前轻工部门在蚌埠食品厂建了年产1000吨的以甘薯淀粉为原料的果葡糖浆车间，取得了一定的成绩，粮食部门在常州、上海等地也搞了果葡糖浆的试生产，但与国外先进水平比较存在着三个主要问题：一是成本过高；二是菌种产酶活性、酶固定化技术比较差；三是运输问题比较大。

国产果葡糖浆每吨成本1400—1600元，大体与蔗糖、甜菜糖相当，因而竞争力不强，销路不畅。而美国等工业发达国家每斤果葡糖浆的成本只有蔗糖的一半。我国果葡糖浆的成本高的主要原因是原料淀粉成本高，淀粉成本占了果葡糖浆成本的60%以上，淀粉成本高主要是因为得率低。如蚌埠食品厂甘薯淀粉的收率只有62%，每吨工业淀粉的价格500多元，现计划引进美国关键设备，主要是离心机和120°曲筛，美方保证得率提高到85%以上，而且是精制淀粉，这样每吨淀粉可降到370元。另外，上海制药机修二厂制造的DPD—445碟片离心机等设备分离效果也很好，也可将得率提高5—10%。如果再把果葡糖浆的生产规模提高到年产万吨以上，其成本可进一步下降。

关于菌种产酶活力低、固定化回收率低的问题。美国一毫升糖化酶可糖化40—50克淀粉、一公斤固相异构酶可使1000公斤葡萄糖转化为果糖；而我国一毫升糖化酶糖化4—5克淀粉，相差九倍，且未商品化生产，一毫升异构酶的发酵液转化5克葡萄糖；国外异构酶的固相回收率达80—90%，我们最高的才有30%，差距是较大的。所有上述因素都增加了果葡糖浆的生产成本。我们要想把生产成本大幅度降低下来，必须大力加强这方面的科研工作和技术改造。

果葡糖浆在温度较低的条件容易形成结晶，非常坚硬，给生产厂的包装运输带来很大的不便，也给用户带来很大的困难。美国等一般采用管道运输，形成了完整的体系。我国目前还难以解决这个问题。

（5）必须综合利用薯类资源。

在薯类加工过程中开展综合利用好处很多，首先可以充分、合理地利用资源，资源的浪费是最大的浪费，尤其是对我们这样粮食较紧的国家，食品资源的浪费更不应该；其次是增加付产品的生产可以相应地降低主产品的生产成本；三是可以减少三废，尤其是淀粉生产，会产生大量的废水，如不搞好综合利用就会污染水源、污染环境。

用薯类制淀粉，粉渣经简单加工即可制成饲料，如进行发酵可制得酒精，还可以利用酒糟进一步制醋或生产饲料；黄浆（汁水）经分离、浓缩可制得食用蛋白强化剂和果胶；废液经浓缩

还可以生产味精、酱色或饲料,薯类全身都是宝,如能将其中大部分利用起来,就十分可观。

另外,现在国外淀粉工业一般采用闭合循环工艺,以减少废水排放和用水量,即清水要用于淀粉洗涤工段,洗涤下来的水逆流送至上流工段,如清洗原料用水或鲜薯去皮用水等。

当然,在薯类加工利用过程中开展综合利用,需要增加投资和设备,增设附属工厂或车间,但从长远和根本来讲是必要的,经济上也是合算的。

总之,在农产品加工过程中开展深度加工、综合利用是在这一领域向科学技术进步要产值的两个重要方面,应该大力加强。

我们编写的这本书介绍了综合利用薯类加工食品、生产淀粉、淀粉糖、饲料等产品的国内外技术、工艺、设备和产品品种,质量、标准及利用途径等,供有关工程技术人员,领导及管理人员,大中专院校师生及广大职工群众参考。由于我们水平有限,资料中缺点错误在所难免,请批评指正。

第一部分 马铃薯的加工和利用

第一章 马铃薯的生产和贮存

一 马铃薯的种植

马铃薯原产于中南美洲的智利和秘鲁的安底斯山地，自哥伦布发现新大陆后，通过欧洲侨民逐步向欧洲传播。1560—1585年，首先在英国开始栽培马铃薯，经过几百年的人工培育和驯化，18世纪以后已成为欧洲各国的重要粮食作物，并且有了适合生产多种食品的大量品系和种类。19世纪以来，由于马铃薯本身具有的极为明显的很多优越性，种植面积和总产量迅速增长。1977年，世界马铃薯的总产量已达2.93亿吨，种植面积2190万公顷，平均单产为13400公斤/公顷。就马铃薯总产量而言仅次于小麦（3.6亿吨）、水稻（3.2亿吨），大约与玉米不相上下，大大高于大麦（1.7亿吨）、大豆（0.6亿吨）、甘薯（1.3亿吨）、高粱（0.5亿吨）、花生（0.2亿吨）（据 HaeLan 1975）。

马铃薯生产发展迅速的主要原因，首先在于它有极高的生产性能，据联合国粮农组织调查（1972），马铃薯每公顷的世界平均产量为13.3吨，在荷兰的新波尔登地区（New Polde）为50吨，其中丰产的曾达到95吨（而且通过品种改良和提高栽培管理后，还有潜力可挖）。而玉米的世界平均产量为2.6吨，水稻为2.2吨，大麦为1.8吨，小麦为1.5吨。据DeeVery（1960）的研究，马铃薯年平均每平方米的碳素生产量为154克，高于麦类的149克，年平均每公顷的能量生产量为 41.2×10^6 大卡，高于玉米（ 38.6×10^6 大卡）、水稻（ 32.6×10^6 大卡）。从供养能力看，据KaLdy（1972）的研究，供养一人所须要的面积，麦类为1200米²，马铃薯则为600米²，几乎少一半，由此显示出马铃薯是摄取、转换能量极高的作物。

其次是马铃薯具有丰富的营养价值，除碳素外，蛋白质对人类营养有更重要的影响。马铃薯年平均每公顷生产的蛋白质为390公斤，仅次于大豆（672公斤）和玉米（475公斤），而高于豌豆（323公斤）、小麦（228公斤）和水稻（115公斤）。如果从可消化的纯蛋白质生产率来看，马铃薯为277公斤，仅次于大豆（376公斤）、高于玉米（251公斤）、豌豆（142公斤）和小麦（119公斤）。每公顷可消化的纯蛋白质的供养人数，大豆为22.7人，马铃薯为16.7人，玉米为15.1人，豌豆为8.5人，小麦为7.1人，水稻为3.5人据（KaLdy 1972）。此外，马铃薯的营养成分中还含有维生素C、B以及钙和铁。特别是维生素C是其它谷类、麦类、豆类作物所不及的。

再次，马铃薯的另一个突出优点是生产的季节短，要求的热量低，不像水稻、玉米、大豆那样要求很高的热量，也不似小麦、大豆、豌豆那样要求很长的生产季节，可以在春、秋两季极短的生长季节里进行生产。

由于马铃薯的上述优点，它不仅在北美、欧洲等农业发达国家，而且在非洲、亚洲等农业落后的国家都受到了重视。最近联合国粮农组织把马铃薯推荐为解决世界人口增长过多过快的救荒作物之一，希望各国更加重视它的发展，以缓和日益突出的能量不足（主要是淀粉）和营养不良（主要是蛋白质）的问题。

根据1978的产量统计，世界各大洲的马铃薯生产情况是：欧洲居第一位，总产量 1.2 亿吨；亚洲居第二位，总产量是0.3亿吨，北美、中美洲居第三位，总产量 0.19 亿吨；南美洲居第四位，总产量为0.098亿吨；非洲居第五位，总产量为0.045亿吨；大洋洲居第六位，总产量98万吨。在同年的世界马铃薯总产量中，经济发达国家为2.23亿吨，发展中国家为0.6亿吨左右。

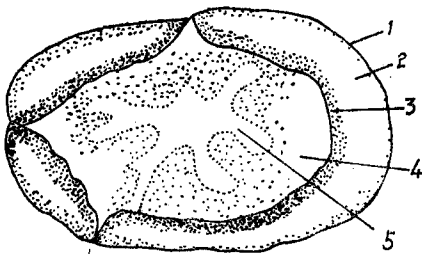
根据1977年的产量统计，欧美马铃薯主产国的产量如下：

国 别	种植面积(千公顷)	总产(万吨)	单产(公斤/公顷)	人均产(公斤/年)
苏 联	7089	8365.2	11800	320
波 兰	2400	4130	17200	1190
美 国	546	1600	29200	74
西 德	396	1130	28400	184
东 德	564	1000	17700	599
法 国	298	820	27500	155
英 国	232	660	28400	118

中国是世界上马铃薯的主要生产国之一。自十七世纪马铃薯传入我国后，先后在西北、西南、华北、东北的黑龙江、辽宁、吉林、内蒙、宁夏、甘肃、青海等省气温不高、生长季节短的地区得到迅速发展，在云贵高原、青藏高原及华中、华东地区的一些地理位置较高、平均气温较低的地方栽种也很广泛。目前我国马铃薯的总种植面积约7000万亩，总产达5500万吨左右，是仅次于苏联的第二大生产国。我国马铃薯的平均亩产1500斤左右，高产的可达万斤以上，多数产量在2000斤上下，与欧美农业发达国家相比平均单产相差近1/2，提高单产仍有很大的潜力可挖。

二 马铃薯的营养价值

马铃薯的食用部分是长在土中的块茎，它并不是根，而是“短茎”，马铃薯块茎的皮下蕴藏着大量的能量和质量很高的蛋白质，含有多种矿物质和各种维生素。就含有丰富的碳水化合物和蛋白质来讲，它具有粮食的作用；就含有丰富的矿物质和维生素来讲，它又具有蔬菜、水果的作用，因此马铃薯是可粮菜兼用的优质食品资源。



图—1 马铃薯块茎结构图

马铃薯的剖面一般是大小不同的园形、椭圆形等。块茎由一硬皮包裹着，其中心部分的切片清晰可见。马铃薯的种皮由饱含干浆的具有厚壁的细胞组成，它可以防止马铃薯变干和免受外界的影响。在往里有木栓干细胞(周皮)2，维管环(形成层)3，从这里通向蔓茎和各个芽眼的维管束(通过这一部分块茎与母株相联系)。把块茎与蔓茎连起来的地方叫块茎的末茎，而相反的位置则称作顶尖。块茎内分为外髓部4，和心髓部5(见图—1)。

整个块茎及其各部分的化学成分可因土质—气候条件、品种、成熟度、贮存期限和条件及一系列其它因素等有很大差异。同一棵马铃薯的块茎，甚至同一块块茎的不同部位，化学成分也很不相同。苏联对本国产的23种马铃薯切片，分析结果如下：

(湿基%)	块 茎 由 皮 及 心 的 层 次						
	1	2	3	4	5	6	7
水	77.4	70.4	69.7	70.4	71.8	72.9	76.3
干物质	22.6	29.6	30.3	29.6	28.2	27.1	23.7
淀粉	14.1	23.7	24.7	23.9	23.0	21.3	18.1
蛋白(N×6.25)	2.04	1.48	1.41	1.48	1.04	1.8	2.0
水溶性氮	0.1	0.07	0.08	0.08	0.11	0.18	0.16

苏联1969年生产的马铃薯单个块茎化学组成的波动幅度如下：(湿基，%)

	最 小	最 大	平 均
水	63.2	86.9	76.0
干物质,其中:淀粉	8.0	29.4	17.0
纤维素,戊聚糖和果胶	1.2	3.5	1.1
糖	0.1	8.0	2.2
含氮物(N×6.25)	0.7	4.6	2.0
油 脂	0.04	1.0	0.2
有机酸	0.1	1.0	0.6
矿物质(灰分)	0.4	1.9	0.9

在加工时，必须根据成品对原料的要求来选择马铃薯品种。一般说，生产马铃薯食品要用蛋白含量较高的马铃薯作原料，生产淀粉要用淀粉含量高的马铃薯作原料。

除品种因素外，气候对马铃薯成份也有一定的影响。在干燥炎热的年份，含淀粉 25—27%的马铃薯是常见的。马铃薯中淀粉的含量越多，则说明在生长期(6—8月份)的平均气温越高。如果夏季很热，马铃薯淀粉的含量会高些，而如果夏季不太热，则淀粉的含量就会低。

从块茎的形状来说，中等大小的块茎(50—100克)，淀粉含量最多，大块茎(100—150克以上者)和小块茎(50克以下者)一般淀粉含量较少。

生产淀粉最好用那些皮光而薄、芽眼不深且少，糖和蛋白质(特别是可溶性的)及纤维素含量少(细胞壁薄)的块茎。

马铃薯中的水有两种状态：游离状(占含水总量的78%)和胶着结合状(占22%)。糖分、盐、有机和无机酸、亚硝酸及其它水溶性物质均存在于游离水中，胶着结合水中不含水溶性物，且热容量低，即使在较低的温度下也会冻结。

块茎中的糖主要以蔗糖、葡萄糖和果糖的形式存在。糖的总含量在0.46—1.72%之间。在贮存条件不好的情况下，糖含量可增加到5%以上。10月份葡萄糖的含量在0.55—2.18%之间，果糖在0.02—0.12%之间，蔗糖在0.26—0.62%之间。加工淀粉的马铃薯中的糖不能被利用，多因溶解于水而失掉。

马铃薯中纤维素的含量在0.52—1.77%之间。不同品种的马铃薯细胞壁的厚度是不相同的。细胞壁越厚粉碎越困难，渣出的越多。

马铃薯中还含有量不多的多缩戊糖和果胶,多缩戊糖的含量在0.74—0.95%之间,且主要存在于细胞壁中。果胶是细胞的粘结物和组织结构的固结物。在马铃薯皮中含甲基果胶4.15%,果肉中含0.58%。贮存时,常常因为果胶的分解而使组织结构软化。原果胶减少,游离状水溶性果胶增加。酶在这个过程中起着很大的作用。

马铃薯含脂肪0.04—0.94%(平均0.2%),主要由甘油三酸酯、棕榈酸、豆蔻酸及量不大的亚油酸、亚麻酸组成。

马铃薯含有机酸0.09—0.30%,有柠檬酸、草酸、乳酸、苹果酸、其中主要是柠檬酸。质量好的马铃薯的总酸价是由磷酸、柠檬酸及其他一些酸决定的。腐烂马铃薯的酸价明显上升,并使得淀粉生产过程中杂质很难沉淀和分离。

含氮化合物在马铃薯中有重要意义,但加工淀粉时会对生产起副作用。马铃薯氮化物的含量($N \times 6.25$)在0.7—4.6%之间,平均为2.2%,其中蛋白质大约60%,40%是其他氮化物。

块茎中的氮化物呈晶状溶解在细胞液中,是原生汁的组分。成熟马铃薯蛋白晶胚存在于每个细胞中。

氮化物在块茎组织层中蓄积量与淀粉相反:它首先存在于外周皮层和心髓部分,而在维管环部位含量较少。

马铃薯的蛋白质大约有2/3的球蛋白,这种球蛋白稍溶于含硫1.25%、不含磷的盐溶液。薯球朊是全价蛋白,因为它含有几乎所有的必需氨基酸,这种蛋白的等电点是 $PH4.4$,变性温度 $60^{\circ}C$ 。

马铃薯还含有量不大的白蛋白、蛋白酶和蛋白胨。

在马铃薯的氨基酸和氨基化合物中,首先有天门冬氨酸,其次是组氨酸、精氨酸、赖氨酸、酪氨酸、谷胱甘肽、亮氨酸、乙酰胆碱等等。普遍发现的块茎切开发黑,可以用酪氨酸在空气中在酪氨酸酶的作用下酸化引起的来解释。

淀粉含量低的块茎,含氮物就多,不成熟的块茎含氮物尤其多。用这样的马铃薯加工淀粉,常常会形成粘液,蛋白在空气中凝结成絮状,马铃薯淀粉也不容易提纯,因而也就不能保证质量。为了改善淀粉生产条件,在这种情况下要向粉浆或淀粉乳中加入亚硫酸,这样就可以减少淀粉生产过程中腐败发酵粘液的影响。

马铃薯中还含有磷酸化酶、淀粉酶、过氧化氢酶、转化酶、酪氨酸酶、细胞色素氧化酶、过氧化物酶、乳酸酶等多种酶,这些酶也属于蛋白质类。

马铃薯含有一种叫龙葵素(也称茄素)的有害物质,茄素是由茄碱和三糖(即葡萄糖、半乳糖、鼠李糖)组成的葡糖甙,在好的鲜薯块茎中它的含量是每100克2—10毫克。如果在每100克中的茄素超过20毫克,人食用后就会出现中毒症状(致毒量是0.2—0.4克)。

块茎在有光的环境中贮存出现绿色时茄素会明显增加,尤其发绿芽的马铃薯会更严重。茄素与酸能形成易溶于水的非晶形盐。在浓度不大的无机酸的作用下能水解生成茄碱和糖。茄素是皂角素的一种,具有很强的发泡性。

马铃薯中的维生素多为水溶性的,其中含量最多是维生素C(抗坏血酸),比柑桔中维生素C的含量还多。每百克柑桔平均含维生素C18毫克,马铃薯平均为20毫克。此外,大个块茎比小个块茎的维生素C含量更多。但是马铃薯中维生素C的含量随贮存时间而逐渐减少。据美国资料报导,刚收获的块茎维生素C的含量可高达26毫克%,贮藏三个月后减少1/2,贮藏六个月后减少2/3。

马铃薯中还含有抗癞皮病维生素，维生素B₁、B₂这样三种B族维生素。B族维生素是人体所必需的，它能促进碳水化合物的代谢，调节神经系统的功能，维持正常的消化，保护皮肤健美等。因此，马铃薯也是皮肤病患者的良药之一。

马铃薯中还含有多种至今尚未命名的、人体所必须的维生素。

马铃薯的脂肪含量很少，因此脂溶性维生素的含量也很少。然而马铃薯能明显地增加维生素A的利用率。

马铃薯中含灰分0.4—1.9%，其含量组成如下：

名 称	占灰分总量的%比	名 称	占灰分总量的%比
钾	60.4	磷酸	17.5
钠	2.6	硫酸	6.5
钙	2.6	硅酸	2.1
锰	4.7	氯	3.1
铁	1.2		

马铃薯灰分的含量根据生产条件和品种的不同而有很大的差别，灰分的主要成分是：钾72%，磷20%。灰分有3/4溶于水，1/4不溶于水。

马铃薯含有的微量元素有：锰(平均1.4毫克/100克干基)、镍(0.02毫克)、钴(0.06毫克)、铀(31毫克)、铜、硼、硫、铝等。这些微量元素在生长素的代谢中起着重要作用。比如锰能加速氧化过程。在马铃薯淀粉生产中，马铃薯灰分中的水溶性物质溶解于水，并随废水流失。不溶性物部分留在渣中，部分留在淀粉中。灰分的含量决定淀粉糊的粘性。

马铃薯中的铁、镁等元素是人体健康所需要的这些元素的很好来源。所有这些矿物质起着坚固人体骨骼和牙齿的作用，也存在于人体的软组织和血液中，起着促进神经和肌肉的功能，保持其渗透压和体内的酸碱平衡。

马铃薯中还含有人体需要的牛奶中也缺乏的痕量元素，与产生酸性物质的鱼肉相比，马铃薯是碱性食物需求者的福音。

三 马铃薯的储存

由于马铃薯水分含量较高，因此它是容易腐烂的农产品之一，它对周围各种环境条件的变化比较敏感：冷了容易冻、热了容易发芽；空气干燥水份蒸发加快，薯皮会发皱；空气过于潮湿，薯皮容易发汗引起腐烂。因此，马铃薯的贮存任务就是：防止或制止马铃薯的腐烂、发芽与病害的蔓延，保持其新鲜品质，尽可能降低贮存时的自然损耗。

根据上述要求，必须首先确定好马铃薯的最佳收获时间，马铃薯收获过早，不仅会影响产量也会使块茎的淀粉含量降低；如果收获过晚，块茎有被冻坏的危险。用机械收获马铃薯常常会损坏块茎，被严重损伤的块茎必须分检出来首先进行加工。

马铃薯收获后仍是有生命的物体，要不断进行生理变化，其中重要的是块茎的呼吸过程放出二氧化碳和水，吸进氧气。在这个过程中某些含碳物会分解产热。因此，为了在正常条件下贮存马铃薯必须相应地进行气体交换和调整温度。科学贮存马铃薯的任务是将马铃薯及其所含淀粉的损失减少到最低限度。

马铃薯块茎中存在着各种酶，必须根据各个不同贮期其内部产生的生化过程来调整贮存条件。

在开始贮存时块茎的呼吸较强，发生后熟过程，部分可溶性碳水化合物(如糖)会变成淀粉，部分因呼吸氧化变成二氧化碳和水，这可使块茎产生代谢消耗。

合质量的马铃薯在贮存的开始阶段应该在温度12—20℃，相对湿度为85—95%有足够空气流的条件下。这样的条件能在块茎机械损伤的部位迅速形成保护层(木栓层)，这可防止块茎的水分损失、细菌的滋生及其它病害，形成保护层也有利于保存块茎中的维生素C。

染上霉菌的马铃薯必须立即致冷到最低温度(3—5℃)。

合质量的马铃薯贮存的第一阶段大约是15—30天，积极生化过程逐渐减弱，然后进入第二阶段——冬眠阶段，第二阶段块茎的呼吸强化，其它生化过程趋于最低限度。在这一阶段必须保持3—5℃的最佳贮存温度，并保持充足的气体交换，以保证马铃薯的最低重量损失和淀粉损失。在贮存的第二阶段要不断检查马铃薯堆内部的温度，并同时调整贮堆的气体交换，以制止病灶的蔓延。

保持马铃薯贮存时的最佳温度有着极重要的意义。温度降到0℃，可导致块茎内的糖分积累达7—8%，因为呼吸几乎近于停止。而酶却继续把部分淀粉转化成糖，因而马铃薯变得有甜味，导致了淀粉的代谢损失；而如果温度提高到7—8℃以上，块茎呼吸变强烈，同样会导致淀粉的损失；长期贮存马铃薯的最佳温度是3—5℃。

将低温贮存过或部分冻过的发甜马铃薯的温度提高到15—20℃，其甜味可以失掉，因为糖的积累会减少：大部分糖(80%)会重新变成淀粉，其余的糖会因呼吸强烈而被消耗掉。

糖的积累会影响贮库的气体组成，在气体中的二氧化碳浓度较高的情况下块茎中糖的积累会明显加速，这就要求贮库的气体交换条件较好，以及时排出二氧化碳。

在贮藏的第二阶段必须尽量地控制块茎的发芽，如果贮库温湿度大，块茎会加速发芽。

马铃薯贮存的第三阶段通常是在3—4月份开始。这时块茎的呼吸更强烈，发芽也更严重，能引起马铃薯重量的极大损失。

如上所述，在马铃薯贮存过程中重量会损失，淀粉和干物质的储备也会减少。块茎发芽，含氮物也会消耗。为了减少损失，尤其应该预防马铃薯变色，因为块茎变色后更会很快发芽。

贮存马铃薯要根据上述马铃薯的贮藏特性，当地的条件，贮存数量，贮期长短等一系列条件分别采用窖存、堆存、沟存等各种不同的贮存形式。

中国土法贮存马铃薯一般采用窖存马铃薯的方法，这种贮存方法的平均损耗率为13—18%，贮存的时间最长可达一年，贮窖的形式总地说可分为井窖、窑式窖和房式窖三类。

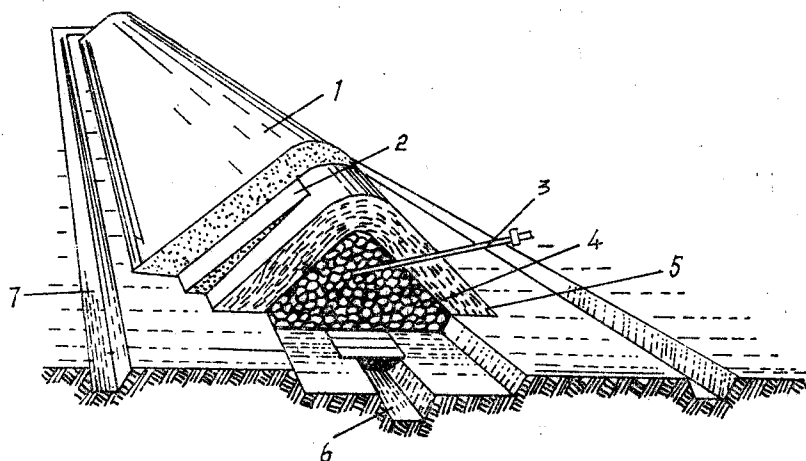
井式窖是挖在地势较高，土质较干的地方的筒状结构，直径0.7—1米，深可据土质，冬季冰冻程度挖2—4米，然后横向挖一窖筒，窖筒高1.5—2米，宽0.7—1米，长度应根据贮量来决定，窖底在纵向上有一坡度，一般每长一米向下斜0.1米，窖顶成半园形，这种窖的贮量一般为6千—1万市斤。如贮量增加可在横向向各方向多挖几个窖筒。井式窖靠垂直井筒来通风，严冬夜间要将井口封闭，以防马铃薯冻伤。

窑式窖是选择土丘或山坡地方，斜向里挖窖洞，窖底以平的为宜，斜度也应每长一米向下斜0.1米，长度以贮量而定，窖顶呈半园形，根据地形和气候、风向可挖成直洞或弯洞，借助洞口进行通风，严冬夜间应将洞口封闭，以防冻伤马铃薯。

房式窖一般选择地势高而土质干的位置挖一长方形的坑，坑的大小据贮量而定，深浅据冬季寒冷情况而定，坑挖好后最好晾晒几天，顶子用树木、柴草、泥土封好，在坑的两头分别留一进出料口和通风口。坑的走向最好是南北的，便于晾晒。这种窖可建成临时的，每年挖一次，也可挖成半永久式的、用砖体、水泥结构、可用数年甚至十几年之久。

不管是使用那种贮窖，旧窖在每年使用前要进行消毒处理、土质窖可采用把窖壁、底刮去一层土的办法，砖石、水泥窖可用5%的硫酸铜的石灰水溶液进行粉刷的办法。

大型马铃薯加工企业大量贮存马铃薯一般采用堆藏式临时贮存的方法(见图—2)。



图—2 马铃薯堆藏示意图

首先在贮堆的底部建一沟槽 6，以便进行自然通风。堆好马铃薯层 4，复盖以若干隔热物料：稻草类 5 和两层土(里面的一层是 2，最外面的一层是 1)。为了检查贮堆内的温度，使用温度计 3。沿着贮堆筑两条排水沟 7。地下水位距贮堆基础的高度不应少于 1 米。地下水位低便于挖沟槽，对贮存也有好处。

贮堆的地点应选择地势高、平、干燥且稍倾斜的地面，最好是向工厂方向倾斜，以方便用水力向加工厂输送马铃薯。贮堆的纵向轴最好和当地常刮的冷风方向一致。贮存质量好的马铃薯的堆宽可达 4 米，而贮存有病害的马铃薯的堆宽可达 2—3 米。堆的高度按其宽度基础上的自然散落角而定。堆与堆之间应留出足以使运输机行驶的宽度。

在长时间贮存和有病害的马铃薯贮堆中要埋设通风管，每个马铃薯贮堆的贮量可与工厂每昼夜的加工量相等，

根据某些工厂贮存的经验，贮堆弄平后铺放上 40—50 厘米厚的干草层(厚度以冬季当地寒冷程度而定)，基部埋在土中。从两个侧面将草层在顶部铺成脊。除脊以外草层上盖一层土，进入冬季，贮堆最后再盖上一层土。

马铃薯的冷冻温度根据品种和周围环境的情况一般为 -1.5 — -3°C 。马铃薯在迅速冷冻并在冷冻条件下贮存时不发生变化，可以用来生产淀粉。块茎必须从刚开始从表面化冻即细致地进行粉碎，粉碎机切勿超负荷。如果冻马铃薯受热开始解冻，会很快变坏。

永久性马铃薯贮仓有机械化设备和有效通风手段。所有的贮仓都应有调节交换气体和贮藏温度的通风系统。在现代化的专用贮仓广泛采用风机进行有效通风，风机风量要保证每时每吨马铃薯送入 70 — 100米^3 。在风机通风的贮仓中至 3 月中旬病块量达 2%，而不通风的却

达16.3%。

根据欧洲马铃薯主产国的经验，如果在最佳贮存期采取合理的贮存方法，不仅可以大大降低马铃薯的贮存损失，也可保证其均衡上市和均衡加工。在大城市和大型马铃薯加工企业，构筑大型马铃薯中心贮仓是经济有效的。国外大批量贮存马铃薯一般采用下述几种办法：

(一) 有效通风贮存马铃薯

将马铃薯实堆贮存堆满整个空间(壁与壁之间)，堆高4—5米(有时到6米)。在贮仓顶要安装厚板做的管槽，管槽壁上设有通风孔。马铃薯经输送带倒入管槽。块茎自由落体的高度不得超过40厘米。进料后立即用大马力风机通过管槽(或通过筛网状顶)通入冷风，冷风经马铃薯堆使块茎表面强制冷却。通风开始要使块茎风干一下，使个别在收获和运输过程中损伤的块茎在温度15—20°C和相对湿度85—95%的条件下结疤愈合(大约要7—14天)。然后让马铃薯在3—5°C的温度下和90—95%的相对湿度下继续进行长期贮存。

有效通风能使马铃薯因在阴雨天收获而含有的过多水分迅速干燥，并防止马铃薯堆因水分和温度急剧下降而出现结露。在欧洲的马铃薯主产国这种有效通风贮仓得到了广泛发展，苏联在六十年代初也开始建这种仓，目前全苏采用这种方法贮存的马铃薯和蔬菜每年达400多万吨。

由于有效通风贮存马铃薯是块茎实堆堆满仓壁之间的整个空间，堆高4—5米(有时到6米)，因此其优点是成本较低、操作简单，缺点是从密实的马铃薯堆出料困难，料堆里块茎的贮存状况的检查也较麻烦。

(二) 集装箱贮存马铃薯

马铃薯收获后稍干一下，仔细挑选出伤、病块，在田地里就装入容量300—500公斤的网状底集装箱。

集装箱用自动装卸机送入贮仓，一般可放3—5层。这种方法的优点是劳动的机械化程度较高，从收获到入库、出库均是机械化操作，有可能把有病的块局限于一个集装箱而不至于传染其相邻者，有可能保持其较高的免疫力。缺点是购置贮仓设备和集装箱的费用较高，在垮年度之间需要保存和修理集装箱。

集装箱贮存也可进行有效通风。集装箱的四壁是板状结构，不通风，只是通过筛网状的底向集装箱内的马铃薯通风。集装箱置于沟状通风道之上，向沟内送入气体，并从这里经专门的通道进入各集装箱的底。在这种系统中通风沟要和集装箱的尺寸大小相一致。

(三) 使用离子射线贮存马铃薯

新收获的马铃薯用伽玛射线或加速离子照射后降低了块茎的发芽能力，而其它理化指标和食味均正常，并已证实照射后的马铃薯用于食品和饲料对人畜是安全的。

马铃薯贮存损失的根本原因之一是它的发芽。伽玛射线能使块茎的重量损失降到最低限度，这是因为即使在较高的温度下贮存1年，块茎仍无发芽现象。

即使购置和使用放射性光源费用较高，但这仍是一个经济有效的贮存方法。

目前国外许多科研机构研究了用电离子射线照射和将马铃薯置于含低剂量臭氧气体中贮存的有效性。据资料称，在含臭氧的气体中贮存马铃薯，损失减少10%。