

15.44
35

淀粉生产

[苏]B.Г.柯斯明科A.Е.奥甫琴尼科夫B.M.高尔巴托夫 著
王启尧 译 姚振威 校

淀粉生产

[苏] B. Γ. 柯 斯 明 科

A. E. 奥甫琴尼科夫 著

B. M. 高尔巴托夫

王启尧 译

姚振威 校

中国食品出版社

内 容 简 介

本书介绍了用马铃薯和玉米生产湿淀粉、干燥淀粉及淀粉生产中副产物的综合利用的方法；提供了淀粉生产的先进技术、最新设备及可资借鉴的图表。

淀粉的深度加工和综合利用可为食品、制药、纺织、铸造、发酵、钻井等行业的发展提供必要的条件。因此，淀粉生产受到世界各国的重视。

本书的出版对我国淀粉生产的设计、教学、科研及组织生产都将有较大帮助。

责任编辑：彭倍勤

封面设计：陈勤卓

淀 粉 生 产

B. Γ. 柯 斯 明 科

〔苏〕A. E. 奥甫琴尼科夫 著

B. M. 高 尔 巴 托 夫

王启尧 译 姚振威 校

*

中国食品出版社出版

（北京市广安门外湾子）

新城书刊商标印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

*

开本787×1092毫米1/32 7.75 印张160千字

1986年8月第1版

1986年8月第1次印刷

印数：1-4000册

书号：15392—024 定价1.80元

译者的话

随着科学技术的进步，淀粉的深度加工和综合利用的蓬勃发展，对食品、制药、纺织、铸造、发酵、钻井以及机械、化工设备等加工工业的发展，提供了重要的条件。目前苏联、日本、美国、西德、丹麦等国家，都在大力发展玉米及马铃薯淀粉的深度加工，从而提高了含淀粉作物的经济价值。

我国是盛产玉米、马铃薯的国家。随着工农业的发展、玉米和马铃薯产量不断增加，为玉米、马铃薯的利用寻找出路，开辟新的利用途径已迫在眉睫。近几年来，我国淀粉工业有了一定发展，各地相继建立了许多中小型淀粉厂。由于设备、工艺及生产技术管理落后，在产品质量、淀粉得率及电、水、汽等原辅材料消耗方面与世界先进水平相比，差距是不小的。淀粉质量的好坏直接关系到它的应用范围及进一步深度加工的可能性；直接影响到它所能产生的经济效益。只有采用先进的设备、工艺及生产技术管理方法，使淀粉生产达到先进水平，才能生产出优质高产的淀粉原料，才有可能为淀粉开辟更广阔利用途径。

基于以上认识将本书译出，奉献给读者。

本书译自苏联莫斯科《轻工业与食品工业出版社》1983年修订增补第二版。书中系统、全面地介绍了苏联及各国的马铃薯和玉米的淀粉加工设备、生产工艺。包括马铃薯、玉米原料的质量要求、贮存方法及生产中工业卫生、安全技术、质量控制、检验等方面的内容。期望对我国淀粉生产的发展起到参考借鉴及促进作用。

目 录

绪论.....	(1)
第一章 以马铃薯为生产淀粉的原料.....	(3)
第一节 概况.....	(3)
第二节 马铃薯块茎的结构及组成成分.....	(4)
第三节 马铃薯的品种及病害.....	(7)
第四节 淀粉生产对马铃薯质量的要求.....	(11)
第五节 马铃薯的贮存及装卸和堆垛时堆放 操作的机械化.....	(12)
第六节 马铃薯贮存中装卸及堆放操作机械化.....	(18)
第二章 湿马铃薯淀粉的工艺.....	(20)
第一节 概况.....	(20)
第二节 马铃薯加工前的准备.....	(20)
第三节 马铃薯的磨碎.....	(33)
第四节 细胞液的分离.....	(41)
第五节 从浆料中洗涤淀粉.....	(46)
第六节 细胞液水的分离.....	(53)
第七节 淀粉乳的精制.....	(56)
第八节 细渣的洗涤.....	(59)
第九节 淀粉的洗涤.....	(61)
第十节 捕集到的淀粉的加工.....	(70)
第十一节 有发展前途的工艺流程.....	(72)
第十二节 辅助材料、水、蒸汽及电力的消耗.....	(77)

第十三节 生产的工艺化学检验及计算·····	(78)
第三章 以玉米为生产淀粉的原料 ·····	(80)
第一节 玉米的起源、传播及种植·····	(80)
第二节 玉米的植物学亚种、品种及类型·····	(80)
第三节 玉米子粒的结构及其化学成份·····	(82)
第四节 淀粉加工对玉米的要求·····	(90)
第五节 玉米的贮存·····	(91)
第六节 玉米加工前的准备·····	(98)
第四章 湿玉米淀粉的工艺 ·····	(100)
第一节 生产的基本过程·····	(100)
第二节 玉米的浸泡·····	(101)
第三节 亚硫酸的制备·····	(116)
第四节 玉米的破碎, 胚芽的分离与洗涤·····	(119)
第五节 浆料的细磨·····	(130)
第六节 渣滓的筛分和洗涤, 淀粉乳的精制·····	(133)
第七节 淀粉与麸质的分离·····	(138)
第八节 淀粉的洗涤·····	(148)
第九节 淀粉生产的工艺流程·····	(153)
第十节 辅助材料、蒸汽及电能的消耗定额·····	(158)
第十一节 湿玉米淀粉生产的工艺化学 检验及计算·····	(159)
第五章 干燥工艺对淀粉原料的要求 ·····	(162)
第一节 淀粉的性质·····	(162)
第二节 对湿淀粉的要求·····	(164)
第六章 淀粉的干燥工艺 ·····	(166)
第一节 基本的工艺过程·····	(166)
第二节 淀粉的机械脱水·····	(166)

第三节	干燥过程的理论基础·····	(174)
第四节	淀粉的干燥·····	(177)
第五节	淀粉干燥工艺的自动化·····	(188)
第六节	淀粉的最后加工及包装·····	(193)
第七节	干淀粉的质量·····	(202)
第八节	淀粉生产中辅助材料及蒸汽、 水、电力的消耗·····	(202)
第九节	生产的工艺化学检验及计算·····	(203)
第七章	淀粉生产中副产物的利用及加工·····	(205)
第一节	马铃薯加工生产中副产物的利用·····	(205)
第二节	干玉米饲料的生产·····	(208)
第三节	玉米油的生产·····	(218)
第四节	浸出物(玉米浆)的生产·····	(228)
第五节	生产的工艺化学检验及计算·····	(232)
第八章	淀粉生产中的工业卫生及安全技术·····	(235)
第一节	工业卫生·····	(235)
第二节	安全技术·····	(236)
推荐文献表	·····	(239)

绪 论

淀粉是植物储备的营养物质。它大量贮存于许多植物的种子、块茎及根里。淀粉是植物的地上部分在太阳光的作用下由于碳水化合物光合作用的结果而形成的物质。在稻子、玉米、小麦、高粱、黑麦及其他作物颗粒中含有 65~80% 的淀粉，在马铃薯茎块中含量为 8~29%。淀粉和淀粉制品的生产是在淀粉-糖浆工业企业中进行的。

在苏联，淀粉主要是用玉米和马铃薯加工制得。

淀粉和淀粉制品对国民经济具有重要意义。

干淀粉广泛应用于制作果子羹、布丁、沙司、灌肠、饼干、甜点心，及通心粉和糖果点心的生产之中。

淀粉糖浆是夹心糖果的主要组成部分，应用于制蜜饯、果子酱、甜酒、糖浆、果子露、用于改善面包制品及罐头的质量。

葡萄糖在医药方面作为静脉注射及重病患者的食物补充品；用于生产抗菌素、酶制剂、维生素、冰淇淋、蛋糕及其他甜味菜食。

淀粉及其衍生物至今一直应用于纺织工业浆纱和布匹上浆；使印刷颜料增稠；应用于造纸工业；用于石棉、染料、火柴及各种浆糊的生产；用于矿石的浮选富集，以及铸造生产；用于钻探及油漆装修的工作之中。

近年来，苏联依靠改造现有的企业，很重视增加淀粉及淀粉制品的生产。为了更充分地利用设备及劳力资源，加工能力

为日处理 200 吨以上的马铃薯工厂，在加工季节的空隙期间，按照所谓结合流程组织亚硫酸法生产玉米淀粉。在进行企业改造及扩建的同时，采用新型的高产及高效率的装备，先进的工艺生产过程，各工序工段及车间的综合机械化，进行技术改造。

现代的玉米及马铃薯加工企业是复杂的机械化生产。淀粉加工的全部过程只经过 1~1.5 小时。很大的注意力则集中在加工原料的综合利用方面。

例如，在玉米淀粉生产中，除了主要产品——淀粉之外，从副产物中可得到珍贵的玉米油，浸出物(玉米浆)是含有丰富蛋白质的干饲料。在马铃薯淀粉生产中也进行了许多研究，并开始在生产中采用先进的方法利用全部加工中产生的副产物，从中得到珍贵的蛋白饲料。

在淀粉制品科学生产联合公司里，在苏联高等院校的专业教研室里都在研究和准备采用先进的工艺及设备，主要生产过程及辅助生产过程机械化、自动化，并对淀粉-糖浆工业发展远景进行科学的研究。

现有淀粉企业的改造和扩建，新工厂和新车间的建设，新技术和新工艺的采用，将在近几年中急剧地增加淀粉和淀粉制品的生产。

第一章 以马铃薯为生产淀粉的原料

第一节 概 况

马铃薯是起源于南美洲的多年生植物。马铃薯从南美洲传播到欧洲(西班牙)是在十六世纪下半叶。有一种说法：马铃薯在俄国首次出现是在十七世纪末期。

现在，马铃薯已成了广泛推广的农作物。在世界农产品生产中，马铃薯与大米、小麦和玉米并列第一位。

在苏联，马铃薯是作为一年生植物种植的，种植面积 800 万公顷以上，每年总收获量达 100 万吨以上，约占全世界马铃薯产量的 40%。

马铃薯是珍贵的食物。它富含碳水化合物(其主要形式是淀粉)和蛋白质。马铃薯的蛋白质按生物价值衡量高于许多其他植物的蛋白质。如果把鸡肉蛋白质的生物价值作为 100%，那么小麦蛋白质的生物价值是 64%，而马铃薯的生物价值则是 85%。

像蔬菜一样，马铃薯也是维生素C的重要来源。除此之外，马铃薯还是很经济的饲料。按有机物质的消化率进行比较，在所有的植物饲料中，马铃薯居于首位。马铃薯也是珍贵的经济作物。从单位面积的马铃薯里可以得到比禾本科作物高 2~4 倍的淀粉。马铃薯是生产淀粉、酒精及其他产品的重要原

料。它与玉米并列，都是生产淀粉及淀粉制品的主要原料。

第二节 马铃薯块茎的结构及组成成份

马铃薯是块茎类作物，是植物的加粗和缩短的地下茎。随着植物不断的生长，地下茎(芽茎)加粗并逐渐转变为块茎。块茎是贮备营养物质的仓库。

马铃薯块茎的形状和颜色，每个品种都各有不同的特点。块茎通常呈圆形，椭圆形，圆形-椭圆形，长椭圆形，扁球形，桶形，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。圆形块茎及小芽眼的块茎对淀粉生产和其他应用具有很大的价值。因为它们更适于机械操作，在洗涤和清淨马铃薯时也最方便。

块茎的颜色通常是白色，白中带黄色，红中带浅粉红色至深红色和蓝紫色。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所示。

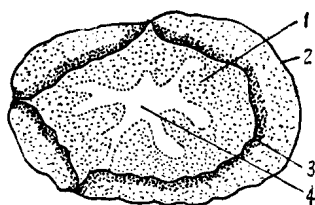


图1 马铃薯块茎的构造

1. 外部果肉；2. 表皮层；3. 形成层环；4. 内部果肉

块茎的表面复盖着一层硬的皮层，它是由坏死的厚壁细胞组成的，细胞中充满了干涸的细胞原生质。皮层和分布于皮层下部的木栓化了的一些细胞层(周皮)，是保护层，它保护块茎免于干枯，并防止微生物潜入块茎里面及其他外界影响。不太大的孔

(皮孔)是用于块茎呼吸的，它是极微细的缝隙，分散在皮层上

面，呈微小的暗色斑点。块茎通过这些缝隙吸入氧气，排除二氧化碳及水蒸汽。紧靠着周皮的是形成层环。这个环的细胞充满了原生质，并含有大量的淀粉颗粒。

块茎中主要含淀粉部分是外部的果肉（薄壁组织）；而在内部果肉中淀粉的含量则很少。

马铃薯块茎的化学成分随品种、土壤-气候条件、耕种技术、贮存条件及贮存时间等原因而有不同的变化。

马铃薯块茎中主要物质含量的波动范围如表 1 所示。

表 1

物 质	马铃薯块茎成分（对原料重%）	
	最 小 量	最 大 量
水分	63.2	86.9
干物质	13.91	36.8
其中：淀粉	8.0	29.4
纤维素	0.2	3.5
糖	0.1	8.0
含氮物质(粗蛋白质)	0.7	4.6
脂肪	0.04	1.0
矿物质(灰分)	0.4	1.9
有机酸	0.1	1.0

块茎的化学成分对确定不同用途的马铃薯的质量具有决定性的意义。

水分约占马铃薯全部重量的四分之三。淀粉约占块茎的干物质重量的 80%。淀粉是马铃薯基本的和重要的碳水化合物。它的含量取决于马铃薯的品种，并依土壤-气候条件而波动。早熟马铃薯品种中所含淀粉比晚熟的品种多。在干旱期间生长的马铃薯中积累的淀粉量比在多雨及寒冷期生长的马铃薯积累

的淀粉多；但是，在温暖天气里降雨量的增加则会促进淀粉含量(淀粉重量与块茎的全部重量之比，以%来表示)的提高。同一种品种的马铃薯各块茎的淀粉含量也有不同，一般来讲，在中等个头的马铃薯块茎中含有的淀粉较多。

除淀粉外，在马铃薯中还含有其他碳水化合物，其中最有用处的是纤维素、糖和果胶物质。

纤维素是构成块茎细胞壁的主要物质。其中大部分含于皮层里。纤维素不溶于水中，仅在水中膨胀。在淀粉生产中，纤维素几乎全部随着渣滓(淀粉生产的副产物)从生产过程中排出。马铃薯中的纤维素含量太高会导致产生的渣滓增多，因而造成淀粉的损失增大。

马铃薯所含的糖的成分中主要是蔗糖、葡萄糖和果糖。这些糖是块茎汁的组成部分。在新收获的马铃薯中有一半以上的糖是葡萄糖，三分之一是蔗糖，只有5%左右是果糖。在淀粉生产中，糖随着马铃薯汁(细胞液)一起排出。尚有部分糖残留于未被弄破的块茎的细胞中，最后与渣滓一起排出。

马铃薯的果胶物质主要是原果胶，它是不溶于水的化合物。在块茎中，原果胶是与组织细胞相缔结的。大量的果胶物质含在皮层内。果胶的平均含量为马铃薯重量的0.7%左右。在淀粉生产中，这些物质能积蓄在淀粉生产的下脚料(渣滓)中。

马铃薯中的含氮物质主要是蛋白质及游离氨基酸，两者之比为2:1至1:1。它们主要分布于马铃薯的皮层、与皮层相联结的层次及块茎的果肉中。马铃薯蛋白质的食用和饲用的意义在于这些蛋白质中含有人及动物的机体所不能合成的称为不可取代的必需氨基酸。应该为任何有生命的机体提供这些氨基酸。

马铃薯的矿物质(灰分)含量平均为原料重量的1%。矿物

质包含在全部细胞及组织的结构元素成分中。占全部矿物质一半以上的是氧化钾,其次是含磷、钠、氯的化合物。除此之外,在块茎中还含有硫、镁、钙、铁及其他元素。占马铃薯总灰分70%以上的是可溶性物质,这些物质在淀粉生产过程中被洗涤,并与马铃薯汁及废水一起排出。不溶解的灰分残留在渣滓中,一部分残留淀粉中。

马铃薯细胞液的酸度取决于块茎中有机酸的存在,例如柠檬酸,异柠檬酸、苹果酸,草酸、乳酸等等。

在马铃薯块茎中发现有脂肪酸(棕榈酸、油酸、亚油酸、亚麻酸),维生素(C, B₁, B₂, B₆, PP 及其他维生素,其中维生素C的含量为10~25毫克/100克原料重)及糖苷(配糖体)物质,在这些物质里,葡萄糖(或者其他单糖)是与醇、醛或酚相结合的。许多糖苷具有苦味。马铃薯中发现的糖苷属于龙葵苷(龙葵碱),其含量在马铃薯贮存期间受到阳光照射和发芽而急剧地增加。块茎外表层中有许多糖苷,特别是在皮层内含量更多。龙葵苷(龙葵碱)是有毒的物质,能形成稳定的泡沫,这种情况会妨碍淀粉生产中许多过程的顺利进行。

第三节 马铃薯的品种及病害

马铃薯的品种 苏联场约种植80种马铃薯。按其成熟时间可将这些品种划分为早熟、中熟和晚熟三种。

白俄罗斯早熟品种:块茎为白色,圆形带有钝顶,中等大小,芽眼不深,表皮光滑,果肉白色。该品种无论是仓库贮存还是堆藏,耐贮性良好,丰产而且耐瘤肿病。它适合于泥炭沼泽地土壤栽种。其淀粉含量为14~15%。

普利耶库利斯克早熟品种：指定种植于苏联的 118 个州、地区和加盟共和国。该品种高产，抗瘤肿病、疫病及疮痂病对它造成的损害不太严重。块茎白色，呈圆-椭圆形，芽眼不深。表皮光滑，果肉呈白色。该品种适合于各种土壤栽种，在充分熟化的轻质土壤中能得到好的收成。它的淀粉含量为 14~16%。

沃尔札宁 (Волжанцы) 品种：块茎呈白色，薯块个头很大，圆形。表皮光滑，果肉白色。该品种的产量很高 (300~460 公担/公顷)。它具有很好的耐贮性，耐干旱。比其他品种受病毒损害较轻，抵御其他疾病的能力高。含淀粉量中等，为 15~17%。

留华梅茨 (ЛюбцМеу) 品种：块茎为白色，个头大，椭圆形，表皮光滑，果肉呈白色，芽眼浅。在大块茎里面常形成空隙。该品种具有很好的耐贮性。它的维生素 C 的含量高。耐瘤肿病和疫病，有较强的抵抗疮痂病及病毒的能力。淀粉含量中等偏高 (15~19%)，产量较高 (320~440 公担/公顷)。

卡梅拉兹 (Камераз) 品种：块茎个头大，白色，正常的圆形，带有少量的表皮芽眼。果肉呈白色，表面稍有脱皮，高产。淀粉含量高，并具有很好的耐贮性。抗病性较强。

洛尔赫 (Лорх) 品种：块茎白色，圆形-椭圆形，有不太深的芽眼，表面脱皮。具有很好的耐贮性，高产，块茎的淀粉含量较高。是苏联推广种植最多的品种 (约占全部种植品种的 30%)。受疫病的危害较轻，不抗瘤肿病，能抗环腐病。

别尔利欣根 (Берлицинген) 品种：块茎呈红色，为正常的椭圆形，表皮有暗红色芽眼。表皮粗糙，有脱皮。果肉白色，煮熟后稍变暗。块茎含淀粉量为 15~18%，是高产品种。在温度高于 3°C 时能生长得很快。抗疮痂病及瘤肿病。

洛布兹基(Лошицкий)品种: 是适于工业用的淀粉含量高(达24%)的高产品种。块茎呈奶油白色, 个头不大, 靠近顶部带有浅蓝色。圆形, 有脱皮。芽眼不深。抗瘤肿病。耐贮性良好。

苏列夫(Сулев)品种: 块茎白色, 扁长椭圆形, 中等个头。芽眼不多, 分布于表面。果肉呈白黄色。是中等晚熟品种, 适于食用和工业生产用。高产, 块茎含淀粉高。抗瘤肿病和疫病。耐贮性良好。

奥列夫(Олев)品种: 块茎白色, 扁椭圆形, 芽眼少, 分布于表面。果肉呈浅黄色。是晚熟高产品种。块茎的淀粉含量高, 维生素C含量高, 可在冬季贮存。抗瘤肿病, 受疫病的危害较小。在砂质粘土潮湿土壤中可保证高产。

捷姆波(Темп)品种: 块茎大, 白色, 扁圆形。果肉呈浅黄色, 块茎表皮稍粗糙, 芽眼较少且不深。淀粉含量在20~23.5%, 是晚熟高产品种。冬季贮存良好, 长时期不发芽。抗瘤肿病。对疮痂病有一定的抵御能力。在粘性土壤中保证有良好的收成。

巴夫林卡(Павлинка)品种: 块茎中等大小, 白色, 扁椭圆形。果肉黄色, 皮层呈网状。是食用及工业用品种。收获量高, 耐贮性良好。抗瘤肿而且比较能抗疫病。淀粉含量高。

马铃薯的病害 在淀粉生产中要用健康的马铃薯。贮存和加工病薯会大大增加淀粉生产的损失, 并损害加工淀粉的质量。

马铃薯的病原菌是各种霉菌及细菌。马铃薯的疫病、瘤肿、干腐病属于霉菌病害。环腐病、湿腐病、黑脚病属于细菌病害。

疫病危害马铃薯的叶、秆及块茎。在块茎表面出现灰褐色斑点, 随后转移到块茎的果肉上, 这时主要受影响的是淀粉。潮湿多雨气候促使这种病的发展。应该牢记, 患有疫病的病薯是种薯贮存和移植到土壤时病害扩散的主要根源。

马铃薯的瘤肿病表现在块茎上有类似花椰菜冠茎那样的瘤子。这种病瘤以后腐烂，块茎和芽茎就变成连成一片的腐烂的浆状物质。由腐烂的病瘤向土壤散落了大量的病原体孢子，这些孢子可以在土壤中存活30年之久。克服瘤肿病最有效的办法是栽种抗瘤肿病的马铃薯品种。

干腐病是马铃薯在贮存过程中广泛传播的一种病害。干腐病对带有机机械损伤的薯块危害特别严重。这种病开始时出现灰褐色的斑点，轻微地深入到薯块里面。病斑下薯块的果肉朽腐或屑，里面出现空隙，由带绒毛的白色菌丝体充填。腐烂会迅速扩展开来，这种病造成很大的损失。克服干腐病的最好办法是减少块茎的机械损伤，並要按正确的规程贮存马铃薯。

环腐病也叫扣腐病，是由细菌感染块茎而发生的。这种疾病引起茎叶萎死，植物凋萎，並向正在生长着的块茎内部扩展。在后来贮存时发生腐烂，组织发黄。当挤压染病组织时，所排出的淡黄色的浆液带有不愉快的气味。为了克服这种病害，在贮存之前要对马铃薯严格挑选，并进行干燥。当发现大量病薯时，要将全部马铃薯进行严格处理。

湿腐病在贮存时损害块茎。块茎的果肉发暗、变软，出现腐败的气味。病薯块的颜色起初发亮，接着呈暗褐色或玫瑰红色。当挤压时分离出暗色的粘液，会感染相邻的块茎。结果会造成堆垛温度升高，使堆垛坍塌。由这些堆垛中取出的马铃薯要立即送去加工。

为了预防湿腐病，要选择未受冻而且没感染病害的健康马铃薯进行贮存。

黑脚病损害植物的杆和块茎，在多雨而凉爽的夏季急剧发展。在块茎(开始是从基部)切面可看到暗色线状斑，接着便危害到整个块茎，果肉开始腐烂，变为暗褐色浆液，带有不愉快