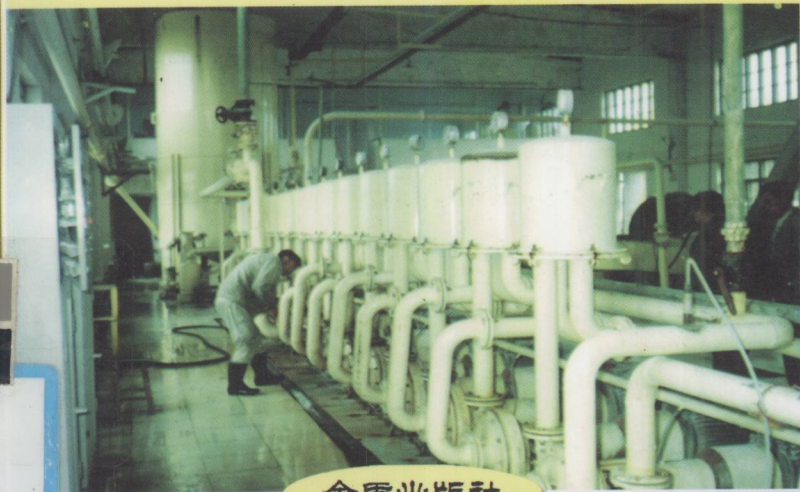




# 马铃薯淀粉生产技术

Malingshu Dianfen Shengchan Jishu

陈奇伟 马晓娟 李连伟 编著



金盾出版社

# 马铃薯淀粉生产技术

编著者

陈奇伟 马晓娟 李连伟

金盾出版社

## 内 容 提 要

本书由黑龙江省讷河市银河淀粉集团总经理、总工程师陈奇伟等编著。书中介绍了马铃薯及其淀粉的特性与经济价值;马铃薯的预处理、解碎、浆料加工、清浆精制、精浆脱水、淀粉干燥整理、参量控制、防止褐变、用水处理和质量监控等生产技术;马铃薯淀粉生产线的设计方法,马铃薯淀粉小型生产的工艺流程、机器设备及生产要领;预糊化淀粉和交联淀粉等马铃薯变性淀粉的生产实用技术。全书内容系统,语言通俗,文图并茂,技术实用,方法具体,可操作性强,便于学习使用。它对于搞好马铃薯淀粉生产、提高马铃薯种植与加工业的经济效益,具有很好的指导作用。

### 图书在版编目(CIP)数据

马铃薯淀粉生产技术/陈奇伟,马晓娟,李连伟编著. —北京:金盾出版社,2004.6

ISBN 7-5082-2958-4

I. 马… II. ①陈…②马…③李… III. 马铃薯-薯类淀粉-食品加工 IV. TS235.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 033201 号

### 金盾出版社出版、总发行

北京太平路5号(地铁万寿路站往南)

邮政编码:100036 电话:68214039 66882412

传真:68276683 电挂:0234

彩色印刷:国防工业出版社印刷厂

黑白印刷:北京天宝印刷厂

各地新华书店经销

开本:787×1092 1/32 印张:8.5 彩页:8 字数:182千字

2004年6月第1版第1次印刷

印数:1—11000册 定价:10.00元

---

(凡购买金盾出版社的图书,如有缺页、  
倒页、脱页者,本社发行部负责调换)

# 前 言

为了帮助马铃薯产区的广大农民朋友发展马铃薯淀粉生产事业,共同发家致富,实现小康生活,同时也为丰富城乡居民的生活食品种类,我们编著了《马铃薯淀粉生产技术》一书。在编写此书的过程中,笔者总结了自己多年从事马铃薯淀粉生产技术管理的经验和体会,并认真阅读参考了许多相关的资料,从中吸取了不少精华,使之得以成书。我们希望它的问世,能有利于国内马铃薯淀粉生产技术的提高,有助于农民朋友经济收入的增加,有益于人民大众食物品种的丰富。

本书介绍了现今国际流行的马铃薯淀粉生产工艺。在介绍生产用机器设备时,主要介绍了国内能够制造的机器设备。旨在发展民族工业,使国内马铃薯淀粉的生产,沿着低能耗、低水耗、少投资、高效益和注重环境保护的道路,不断发展。

本书有一章介绍了马铃薯变性淀粉的生产和应用。其目的在于有助于马铃薯淀粉生产企业二次加工的增值,进一步提高马铃薯淀粉生产的经济效益。

本书前六章由陈奇伟编写,第七章由马晓娟与李连伟共同编写。

在本书的编写过程中,中国共产党黑龙江省讷河市委委员会宣传部为我们提供了部分图片。与此同时,我们得到了朱永海、王继学两位工程师和朱奉春教授的指导,他们还对书稿作了斧正。在此,一并表示感谢。

编 著 者

# 目 录

|                      |        |
|----------------------|--------|
| 第一章 马铃薯及马铃薯淀粉 .....  | ( 1 )  |
| 第一节 马铃薯块茎 .....      | ( 1 )  |
| 第二节 马铃薯淀粉 .....      | ( 3 )  |
| 一、淀粉的分子结构 .....      | ( 3 )  |
| 二、淀粉的颗粒 .....        | ( 5 )  |
| 三、淀粉的特性 .....        | ( 10 ) |
| 第三节 马铃薯淀粉生产的意义 ..... | ( 13 ) |
| 第二章 马铃薯淀粉的生产过程 ..... | ( 17 ) |
| 第一节 马铃薯的准备和预处理 ..... | ( 19 ) |
| 一、马铃薯的收购 .....       | ( 19 ) |
| 二、马铃薯的贮存及堆放 .....    | ( 21 ) |
| 三、马铃薯加工前的运送 .....    | ( 23 ) |
| 四、马铃薯加工前的预处理 .....   | ( 26 ) |
| 第二节 马铃薯的解碎 .....     | ( 35 ) |
| 一、解碎系数 .....         | ( 35 ) |
| 二、解碎机械 .....         | ( 37 ) |
| 第三节 浆料加工 .....       | ( 45 ) |
| 一、先脱汁工艺的脱汁 .....     | ( 45 ) |
| 二、后脱汁工艺的筛分和脱汁 .....  | ( 47 ) |
| 第四节 淀粉清浆的精制 .....    | ( 65 ) |
| 一、淀粉清浆的精制任务 .....    | ( 65 ) |
| 二、精制工段的辅助工作 .....    | ( 65 ) |

|                       |       |
|-----------------------|-------|
| 三、淀粉清浆精制的主要机器设备及其工作情况 |       |
| .....                 | (68)  |
| 第五节  淀粉精浆脱水           | (74)  |
| 一、真空脱水机及其工作情况         | (75)  |
| 二、自卸料刮刀离心机及其工作情况      | (76)  |
| 三、三足离心机及其工作情况         | (77)  |
| 第六节  马铃薯淀粉的干燥和整理      | (77)  |
| 一、干燥                  | (77)  |
| 二、整理                  | (88)  |
| 第七节  称量和包装            | (91)  |
| 一、淀粉的暂贮               | (92)  |
| 二、自动称量灌装机             | (92)  |
| 三、自动缝袋及输送             | (92)  |
| 四、淀粉贮存                | (93)  |
| 第三章  马铃薯淀粉生产的辅助工作     | (94)  |
| 第一节  参量控制及其自动化        | (94)  |
| 一、马铃薯淀粉生产中的主要参量       | (94)  |
| 二、马铃薯淀粉生产线总能力分布图      | (96)  |
| 三、参量控制手段              | (97)  |
| 四、参量控制的自动化            | (102) |
| 五、生产线的自动清洁管理          | (103) |
| 第二节  马铃薯淀粉生产中的褐变及其防止  | (103) |
| 一、褐变现象及其影响因素          | (103) |
| 二、防褐变剂的选择             | (104) |
| 三、亚硫酸制备方法             | (105) |
| 四、燃硫炉的结构及使用           | (107) |
| 五、吸收塔的结构及设置           | (108) |

|                                    |       |
|------------------------------------|-------|
| 六、亚硫酸制备的规模 .....                   | (109) |
| 七、硫黄燃量及燃硫盘面积的确定 .....              | (111) |
| 第三节 马铃薯淀粉生产用水及其处理设施 .....          | (112) |
| 一、去离子水 .....                       | (112) |
| 二、去离子水的应用部位 .....                  | (113) |
| 三、去离子水的制备设施 .....                  | (113) |
| 四、去离子水的用量 .....                    | (113) |
| 第四节 产品质量监测 .....                   | (113) |
| 一、水分的测定 .....                      | (114) |
| 二、斑点的测定 .....                      | (115) |
| 三、白度的测定 .....                      | (117) |
| 四、黏度的测定 .....                      | (119) |
| 五、酸度的测定 .....                      | (122) |
| 六、灰分的测定 .....                      | (123) |
| 第四章 马铃薯淀粉生产线的设计 .....              | (125) |
| 第一节 设计的基本前提 .....                  | (125) |
| 一、了解和收集有关的情况 .....                 | (125) |
| 二、确定和掌握有关的数据 .....                 | (126) |
| 三、生产工艺的选择 .....                    | (126) |
| 第二节 马铃薯淀粉生产线机器设备的选择 .....          | (127) |
| 一、机器的选择 .....                      | (127) |
| 二、设备的选择 .....                      | (128) |
| 第三节 工艺流程及工艺流程图 .....               | (131) |
| 一、工艺流程及其机器设备的选择 .....              | (131) |
| 二、工艺流程方框图和工艺机器设备流程图 .....          | (133) |
| 第五章 马铃薯淀粉生产过程中的环境保护和文明<br>生产 ..... | (139) |

|                                |              |
|--------------------------------|--------------|
| 第一节 副产物的加工利用 .....             | (139)        |
| 一、马铃薯渣的加工利用 .....              | (139)        |
| 二、汁水的加工利用 .....                | (151)        |
| 第二节 废弃物的回收利用 .....             | (152)        |
| 一、精制工段以后废水的利用 .....            | (152)        |
| 二、预处理工段的废水再生 .....             | (152)        |
| 第三节 安全与文明生产 .....              | (157)        |
| 一、安全生产 .....                   | (157)        |
| 二、文明生产 .....                   | (158)        |
| <b>第六章 马铃薯淀粉小规模生产 .....</b>    | <b>(160)</b> |
| 第一节 马铃薯淀粉小规模生产的必要性 .....       | (160)        |
| 一、马铃薯淀粉生产规模的分类 .....           | (160)        |
| 二、马铃薯淀粉小规模生产的必要性 .....         | (161)        |
| 第二节 马铃薯淀粉小型生产线的特点与工艺流程 .....   | (162)        |
| 一、马铃薯淀粉小型生产线的特点 .....          | (162)        |
| 二、马铃薯淀粉小型生产线的工艺流程 .....        | (163)        |
| 三、机械设置的总体情况 .....              | (163)        |
| 第三节 生产工段及其机器设备 .....           | (164)        |
| 一、除石洗涤及其机器 .....               | (164)        |
| 二、解碎及其机器 .....                 | (167)        |
| 三、筛分及其机器 .....                 | (172)        |
| 四、脱汁精制及其机器设备 .....             | (178)        |
| 五、脱水及其机器 .....                 | (185)        |
| 六、干燥及其机器 .....                 | (186)        |
| <b>第七章 马铃薯变性淀粉的生产和应用 .....</b> | <b>(187)</b> |
| 第一节 马铃薯淀粉变性的基本原理和方法 .....      | (187)        |



|                             |       |
|-----------------------------|-------|
| 一、淀粉变性的基本原理 .....           | (187) |
| 二、变性淀粉的分类 .....             | (189) |
| 三、变性淀粉的生产工艺 .....           | (190) |
| 第三节 马铃薯变性淀粉的生产及应用 .....     | (199) |
| 一、酸变性淀粉的生产及应用 .....         | (199) |
| 二、氧化淀粉的生产及应用 .....          | (203) |
| 三、预糊化淀粉的生产及应用 .....         | (214) |
| 四、交联淀粉的生产及应用 .....          | (218) |
| 五、酯化淀粉的生产及应用 .....          | (223) |
| 六、醚化淀粉的生产及应用 .....          | (234) |
| 附录一 GB 8884—88 中华人民共和国国家标准  |       |
| 食用马铃薯淀粉 .....               | (244) |
| 附录二 QB 1—92 中华人民共和国行业标准 工业  |       |
| 马铃薯淀粉 .....                 | (247) |
| 附录三 SB 133—83 中华人民共和国商业部部标准 |       |
| 食用马铃薯淀粉 .....               | (249) |
| 主要参考文献 .....                | (251) |

# 第一章 马铃薯及马铃薯淀粉

马铃薯是马铃薯淀粉生产的原料。要生产既多又好的马铃薯淀粉,就必须了解马铃薯及其淀粉的特征和特性,这是搞好马铃薯淀粉生产的基本前提。

## 第一节 马铃薯块茎

马铃薯是块茎类农作物。马铃薯块茎,是人们种植马铃薯所期待的劳动成果,是世界上的重要农产品之一。

马铃薯块茎是马铃薯的既加粗又被缩短的地下茎,是马铃薯植株积存营养物质的仓库。在马铃薯被收获以后,人们会忽略马铃薯的地上部分,而把块茎直接称为马铃薯。

马铃薯的形状,通常为圆形,或椭圆形,扁圆形,长圆形,扁球形,圆桶形和枕头形等。

马铃薯的表皮一般为白色,或白黄色,黄色,白中带红的花色,淡红色,深红色和蓝紫色等。

马铃薯的内部组织为白色,或淡黄色,个别品种也为浅红色或浅蓝紫色等。马铃薯的剖面如图 1-1 所示。

马铃薯的表面,覆盖着一层较硬而且较密实的表皮层。表皮层是由僵死的厚壁细胞组成的,细胞中充满了干涸的细胞原生质。紧贴着表皮的,是木栓化的细胞层,一般称为周皮。表皮和周皮,是马铃薯的保护层,能部分地阻止块茎内水分的蒸发,并防止微生物侵入马铃薯体内。

在马铃薯表皮上,有许多暗色的小斑点。这些斑点有时

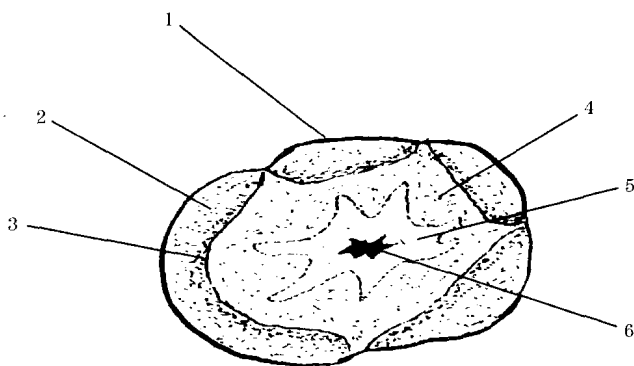


图 1-1 马铃薯剖面图

1. 表皮 2. 环外薯肉层 3. 层环 4. 外薯肉 5. 内薯肉 6. 芯髓

会稍隆起。这就是马铃薯的皮孔。马铃薯的皮孔是供呼吸用的,一般成缝隙状。在通常情况下,马铃薯通过这些皮孔,吸入氧气,排除二氧化碳和水蒸气。

绝大多数马铃薯的内部,都有一个层环。这个层环是由于维管束的密集而形成的。位于层环外边的薯肉是环外肉层,这里的淀粉颗粒的密度最大。层环里是外薯肉,这里也含有相当多的淀粉颗粒。再往里是内薯肉,内薯肉里的淀粉颗粒较少。一些马铃薯的中心,还有一个呈放射状的芯髓,这里的淀粉颗粒更少。有时薯块长得过大,芯髓会长空,并形成木栓化的内皮,俗称空心。

马铃薯中的营养成分,随着品种、自然条件、耕作技术以及贮存等因素的不同而有一些变化。

马铃薯的主要物质含量及变化范围如表 1-1 所示。

表 1-1 马铃薯中主要物质的含量

| 名 称        | 所 占 比 例 (%) |       |
|------------|-------------|-------|
|            | 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        | 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   |
| 有机酸等       | 0.1         | 1.0   |

马铃薯中的淀粉含量,对马铃薯淀粉生产尤为重要。加工淀粉含量高的品种,能提高解碎及解碎以前各工段的效率,降低一部分能耗。

值得注意的是,马铃薯在收获后,其淀粉含量也会变化。如果贮存不当,就会给企业带来损失。在贮存过程中,马铃薯内的淀粉损失,主要是马铃薯内淀粉的糖化和呼吸的消耗。

## 第二节 马铃薯淀粉

### 一、淀粉的分子结构

淀粉,是存在于植物器官中的一种最主要的碳水化合物,由葡萄糖分子失水后缩合而成的高分子聚合物。

自然界中的淀粉,是无定型的形体,一般以两种结构类型存在着。一种叫直链淀粉,另一种叫支链淀粉。这两种淀粉由于分子结构不同,在性质的某些方面也有所不同。自然界的淀粉,都是以这两种淀粉混合而成的。其各自的比例,因物种、品种以及同种作物成熟度的不同,而有差异。

一般可以认为,自然生成的淀粉的分子,不是一下子就完全生成并且定型的。在最初极有可能只生成一个一个的葡萄糖基元,有些葡萄糖基元上吸附了氢分子。这些葡萄糖基元稀疏地分散在植物器官的内部,随着葡萄糖基元的不断生成,植物器官内的葡萄糖基元的密度也随之增大。互相接近的葡萄糖基元利用自身带有的氢分子相互吸引,并且连结在一起,形成最小的淀粉颗粒,此时的氢分子则称为淀粉分子的氢键。

只吸附了一个或两个氢分子的葡萄糖基元相互连结生成直链淀粉。吸附两个以上氢分子的葡萄糖基元在和其它不论吸附了多少个氢分子的葡萄糖基元相联结时,大都会生成支链淀粉。直链淀粉分子在继续衍结时,如果连结到了哪怕是一个吸附多个氢分子的葡萄糖基元时,这个原先是直链淀粉的淀粉分子也会变成支链淀粉。

直链淀粉和支链淀粉的分子,像用氢键串起来的珍珠项链和珍珠树。它们一般不是笔直的,多是随意弯曲甚至盘旋而纠缠成球,从而生成淀粉颗粒。每一个淀粉颗粒并不都是由一个淀粉分子形成的,有相当比例的颗粒是由两个以上的淀粉分子形成的。

一个支链淀粉的分子比一个直链淀粉的分子大得多,一般相差几十倍,特殊情况下可相差几百倍,甚至更大。

一个淀粉颗粒,是由一个或若干个淀粉分子共同缠绕而形成的。这些淀粉分子,既有支链淀粉,也有直链淀粉。二者

所占的比例,因物种、品种不同而异。

淀粉是人类粮食和动物饲料的主要成分,也是酿造、食品和医药工业的重要原料。在人类的生产、生活中,占有非常重要的地位。

## 二、淀粉的颗粒

### (一)淀粉颗粒的形态和体积

淀粉颗粒是由一个或若干个淀粉分子组成的集聚体。用肉眼观察,它呈白色,略有光泽。

由于物种的不同,淀粉颗粒的形态和大小是各不相同的。在生产实践中,可以用扫描型显微镜或大倍率体视仪,来观察和区别不同的淀粉颗粒。马铃薯淀粉、稻米淀粉、玉米淀粉、木薯淀粉、小麦淀粉和高粱淀粉在显微镜下的形态分别如图 1-2,图 1-3,图 1-4,图 1-5,图 1-6,图 1-7 所示。

一般而言,生长在含水较多,从而有相对宽绰空间的植物器官中的淀粉颗粒,最有可能生成圆形,而且表面相对平滑;而生长在含水较少,而且淀粉颗粒之间或淀粉颗粒与植物器官内的其它固态物质(如纤维等)相挤压、碰撞概率较大时,淀粉颗粒最有可能生成多角型。

在自然条件下,以马铃薯淀粉的颗粒为最大,其长径可达 120 微米。而水稻籽实中淀粉颗粒的直径一般不超过 10 微米。我们通常用大小极限范围和平均值,来表示各种淀粉颗粒的大小(表 1-2)。

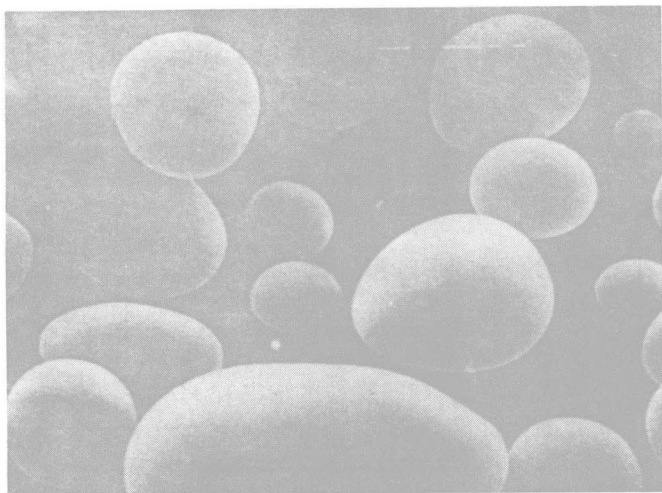


图 1-2 马铃薯淀粉颗粒形态

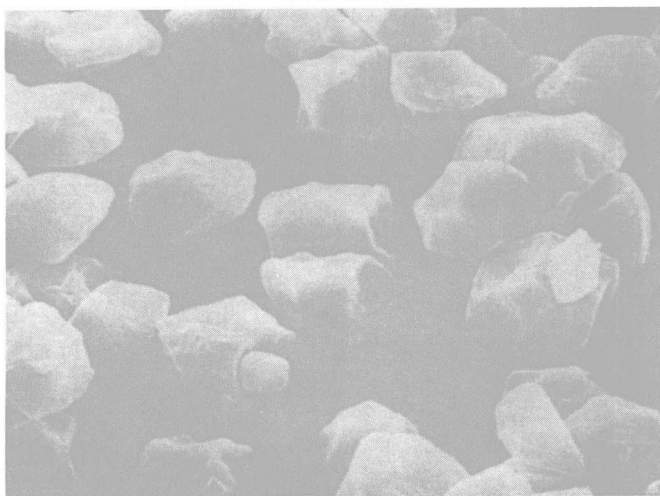


图 1-3 稻米淀粉颗粒形态

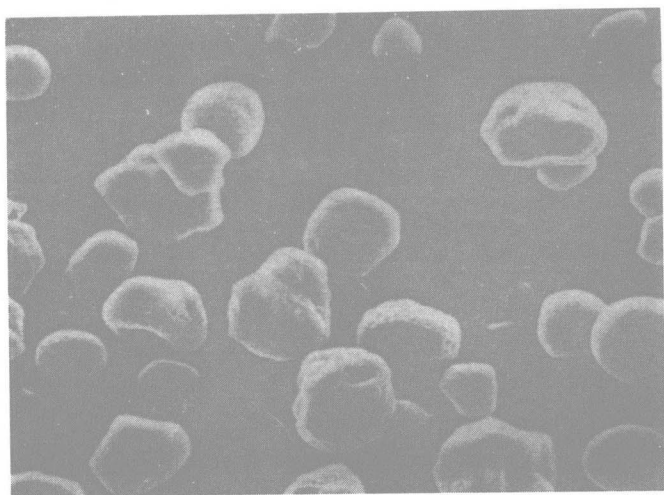


图 1-4 玉米淀粉颗粒形态

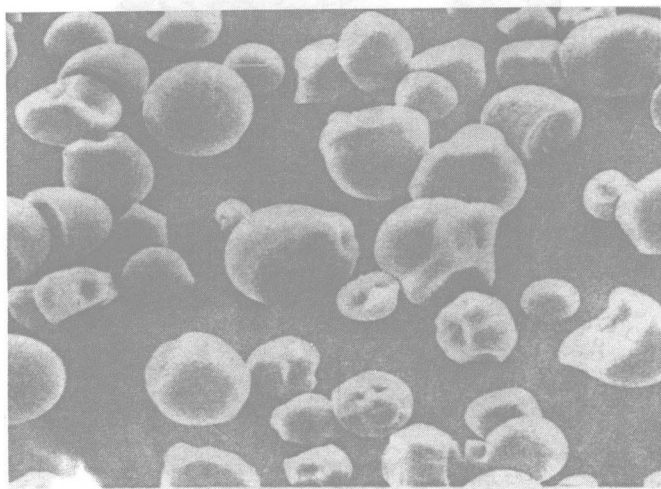


图 1-5 木薯淀粉颗粒形态



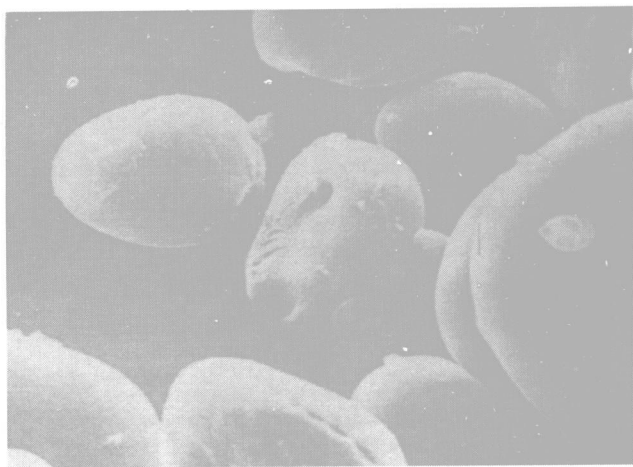


图 1-6 小麦淀粉颗粒形态

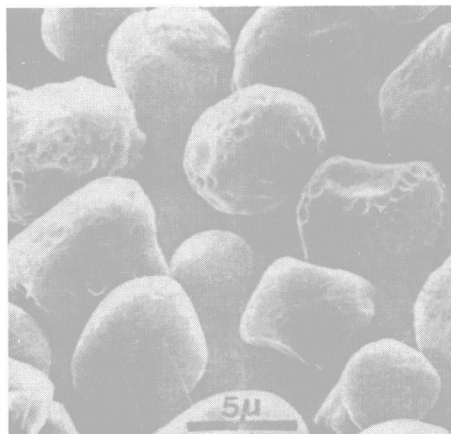


图 1-7 高粱淀粉颗粒形态

(图 1-2,1-3,1-4,1-5,1-6,1-7 引自《淀粉科学与技术》)