

扩大玉米利用的新途径

商业部粮食科技情报研究所

一九八二年六月二十五日



目 录

1、玉米概述

- 1.1世界玉米生产概况
- 1.2玉米在世界粮食中的地位
- 1.3玉米的基本构造

2、玉米加工

- 2.1玉米清理新工艺
- 2.2玉米脱胚技术方法
- 2.3玉米糊化新方法
- 2.4玉米碾磨产品

3、特制玉米粉

- 3.1研制特制玉米粉的意义
- 3.2特制玉米粉工艺流程
 - 3.2.1普通玉米粉的提供和储藏
 - 3.2.2普通玉米粉的浸泡
 - 3.2.3玉米粉的分馏
 - 3.2.4特制玉米粉的干燥
 - 3.2.5副产品和加工过程中循环水的利用
- 3.3在特制玉米粉生产工艺中——附加特制膨化粉工序
- 3.4产品的评价
 - 3.4.1特制玉米粉
 - 3.4.2各种副产品
- 3.5特制玉米粉的用途
 - 3.5.1在面食品中的应用
 - 3.5.2在婴儿食品中的应用
 - 3.5.3在面包等烘焙食品中的应用
- 3.6特制玉米粉经济效果分析
 - 3.6.1作为前提的技术数据
 - 3.6.2经济效果分析

4、玉米淀粉

- 4.1淀粉的种类
 - 4.1.1酶解淀粉
 - 4.1.2 α -淀粉

- 4.1.3直链淀粉
- 4.1.4阳性淀粉
- 4.1.5氧化淀粉
- 4.1.6乙酸淀粉
- 4.1.7磷酸淀粉
- 4.1.8硫酸淀粉
- 4.2美国玉米淀粉加工工艺
 - 4.2.1进料、清理和储存
 - 4.2.2浸泡
 - 4.2.3粗粉碎、分离胚
 - 4.2.4粉碎、提取淀粉及麸质分离
 - 4.2.5淀粉厂副产品利用
- 4.3西欧玉米淀粉生产概况
- 4.4德国玉米淀粉加工工艺
 - 4.4.1湿法脱胚
 - 4.4.2淀粉提取
 - 4.4.3淀粉出率
- 4.5淀粉在食品中的应用
 - 4.5.1淀粉的化学成分
 - 4.5.2淀粉粒的膨胀性和糊液粘度
 - 4.5.3淀粉增粘剂对于热、切力和酸的稳定性
 - 4.5.4淀粉糊液的透明性
 - 4.5.5淀粉在食品中的应用
- 5、玉米食品及玉米片生产工艺
 - 5.1大众化玉米食品
 - 5.2玉米粉强化营养儿童食品
 - 5.3玉米膨化食品
 - 5.4增香玉米花食品
 - 5.5方便早餐食品玉米片加工工艺
 - 5.5.1世界玉米片发展概况
 - 5.5.2加工玉米片食品对原料的要求
 - 5.5.3玉米片加工工艺
- 6、玉米制糖
 - 6.1玉米生产饴糖的工艺流程
 - 6.2新兴的玉米异构糖工业
 - 6.2.1世界玉米异构糖工业发展概况
 - 6.2.2玉米异构糖工业兴起的原因
 - 6.2.3玉米异构糖的基本生产工艺

6.2.4目前玉米异构糖生产的技术关键

6.2.5玉米异构糖的发展前景

7、玉米异构糖

7.1用碱异构葡萄糖生产果糖

7.1.1高DE值果糖浆的制备和提纯

7.1.2用环己胺异构葡萄糖生产果糖

7.1.3玉米糖浆消除电离作用的应用

7.1.4用阴离子交换树脂进行异构化

7.2葡萄糖异构酶的生产

7.2.1木聚糖在培养基中的应用

7.2.2用热固定链霉菌生产酶

7.2.3用Arthrobacter生产酶

7.2.4用Aerobacter Levanicum生产异构酶

7.2.5高活力异构酶

7.3果糖的酶法生产

7.3.1硼酸盐在葡萄糖异构中的应用

7.3.2异构化过程中对PH值的调节

7.3.3用亚硫酸盐防止色素的形成

7.3.4果糖浆提纯的五个阶段

7.3.5联胞葡萄糖异构酶的应用

7.3.6异构酶固定在DEAE纤维素上

8、玉米啤酒及其他饮料

8.1啤酒的简单发展史

8.2目前世界啤酒生产概况

8.3以玉米做辅料生产啤酒

8.4西德玉米啤酒酿造工艺

8.5国内试用玉米酿造啤酒成功

8.6用玉米酿造其他酒类

9、玉米蛋白制酱油

9.1“福之味”

9.2用“福之味”试酿酱油

9.2.1“福之味”添加法

9.2.2用“福之味”做发酵水的二次酿造发酵法

9.2.3利用“福之味”的大豆酱油简易制法

10、对我国玉米利用的建议

10.1改进和提高玉米初加工技术，为进一步利用打好基础

10.2大力发展玉米食品

10.3积极发展玉米制糖工业

10.4要注意走玉米综合利用的道路

10.5加强经营观点,适应新形势的需要

10.6大力加强玉米营养、加工、利用的科学研究

1、玉米概述

1.1世界玉米生产概况

玉米,是人类最古老的作物之一,栽培历史大约有七千多年,从野生状态改造成栽培类型也有四、五千年。从哥伦布1494年把玉米带回西班牙、相继传入欧洲、非洲、亚洲及大洋洲等地,距今也已有四百多年的历史。

玉米,也是人类最重要的粮食作物之一。1977年,世界玉米种植总面积达十七亿七千六百多万亩,总产量达六千九百九十三亿五千多万斤。在世界六大洲中,北美和中美洲的面积最大,占世界玉米总面积的32.4%;其次是亚洲,占23.5%;再次是非洲,占17.0%;其余依次是南美洲,占14.2%;欧洲,占10.0%;大洋洲,占0.1%。世界各大洲玉米生产情况见表1。根据联合国粮农组织资料,世界种植玉米、并有产量统计的国家总计有一百四十五个,其中又有十大玉米生产国,依次是:美国、巴西、中国、墨西哥、印度、南非、菲律宾、罗马尼亚、苏联和印尼。这十个国家1977年玉米生产情况如表2。

表1 世界六大洲玉米生产状况 (1977年)

洲名	总面积 (万亩)	总产量 (万斤)	单产 (斤)
非洲	30,201.0	5,234,400.0	169.0
北美和中美	57,531.0	35,396,800.0	599.6
南美	25,194.0	6,210,600.0	240.4
亚洲	41,775.0	10,899,400.0	254.4
欧洲	17,767.5	9,902,400.0	544.1
大洋洲	136.5	81,200.0	580.5
世界总计	177,678.5	69,935,200.0	383.8

表2 世界十大玉米生产国的种植面积和产量 (1977年)

国名	面积 (万亩)	总产量 (万斤)	单产 (斤)
美国	42,495.0	32,297,000.0	741.0
巴西	17,523.0	3,824,400.0	212.8
中国	17,022.0	6,723,000.0	385.1
墨西哥	11,080.5	1,798,200.0	158.2
印度	9,000.0	1,360,000.0	147.3
南非	8,550.0	1,942,800.0	221.5
菲律宾	5,167.5	607,400.0	114.5
罗马尼亚	5,047.5	2,020,600.0	390.3
苏联	5,043.0	2,198,600.0	425.1
印尼	3,825.0	606,000.0	154.4

1.2 玉米在世界粮食中的地位

目前,玉米在整个人类生活中占有重要地位。它大体占世界粮食总产量的四分之一。以1977年为例,世界粮食总产量为二万九千一百八十多亿斤,其中:小麦总产量为七千七百三十二亿斤,大米为七千三百三十亿斤,玉米为六千九百九十三亿五千万斤,大麦为三千四百六十二亿斤,其他品种粮食总产量为三千六百六十六亿斤。可见,玉米总产量在世界粮食生产中仅次于小麦和大米,居第三位。目前,玉米是广大发展中国家人民的主要食粮之一,也是世界畜牧业发展所需饲料的主要来源,被称为“饲料之王”;还是多种工业的原料,加之玉米是世界粮食市场上的大宗货物,因而一些盛产玉米的国家把它视作“国宝”。美国的玉米总产量居世界首位,玉米被称为“美国农业的脊梁”。这一切说明,玉米在世界粮食中的地位多么重要。

1.3 玉米的基本构造

玉米的种类很多,一般有圆形、扁圆形、马齿形等等。玉米籽粒的颜色也比较杂,主要有黄色、白色、红色几种;也有紫色玉米,但为数不多。玉米籽粒的主要构成部分是:果皮、种皮、色层、硬质胚乳、粉质胚乳和胚等。不同品种的玉米,上述六大部分的分布各不相同。玉米的组成成分,因品种、品质和成熟度不同而各异;就是同一品种的玉米,因土壤、气候及收获期不同也有很大差异。一般来说,玉米的主要成分是:淀粉68%,蛋白质10%,油脂4%,水分14%,纤维3%,灰分1.5%,其他还含有矿物元素。玉米胚很发达,大体占玉米籽粒体积的三分之一以上,玉米所含油脂主要存在于胚内。认识玉米籽粒的构造及构成成分,对于合理利用玉米、提高其经济价值有重要意义。随着粮油食品科学技术的发展,革新了玉米加工工艺,研制出许多玉米新产品,改善了玉米的食用品质,从而使玉米的各种宝贵成分都能够物尽其用,大大提高了玉米的使用价值和经济价值。例如,粮食食品科技工作者,研究成功的玉米淀粉、玉米特制粉新工艺,就是从玉米的科学构成出发、合理开发利用玉米资源的新途径。关于玉米的基本成分、各种分馏物及其主要用途,如图1所示。

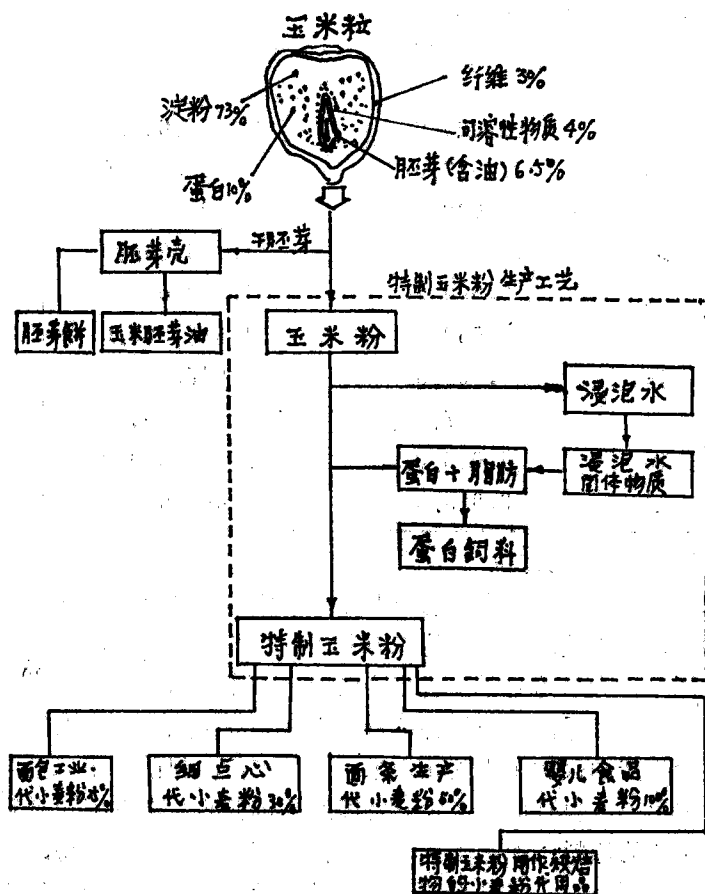


图 1. 玉米粒基本成分及其各种分馏物

2、玉米加工

2.1 玉米清理新工艺

在玉米中经常混有下列比玉米籽粒本身大的杂质：玉米芯碎块、大石块、小杆、纸屑等等。同时还有一些和玉米籽粒大小相同或小于玉米籽粒的其它杂质，例如小麦、大豆、石块、沙子和老鼠屎以及受侵害的玉米籽粒。

多年来，玉米的主要清理设备是分离机和清洗机。1948年制造的还是带有 3 层筛子的木制分离机，直到 1965 年才制成金属分离机。第一层筛子除去大杂质，第二层筛去除玉米芯和较大的石块，第三层分离出沙子，尘土和小于籽粒的各种异种粮粒。玉米本身，经过三层筛子进入吸风系统，其全部轻颗粒被分离吸出。

新型玉米清理流程图

现在人们研究成功一种玉米清理新工艺，如图 2。

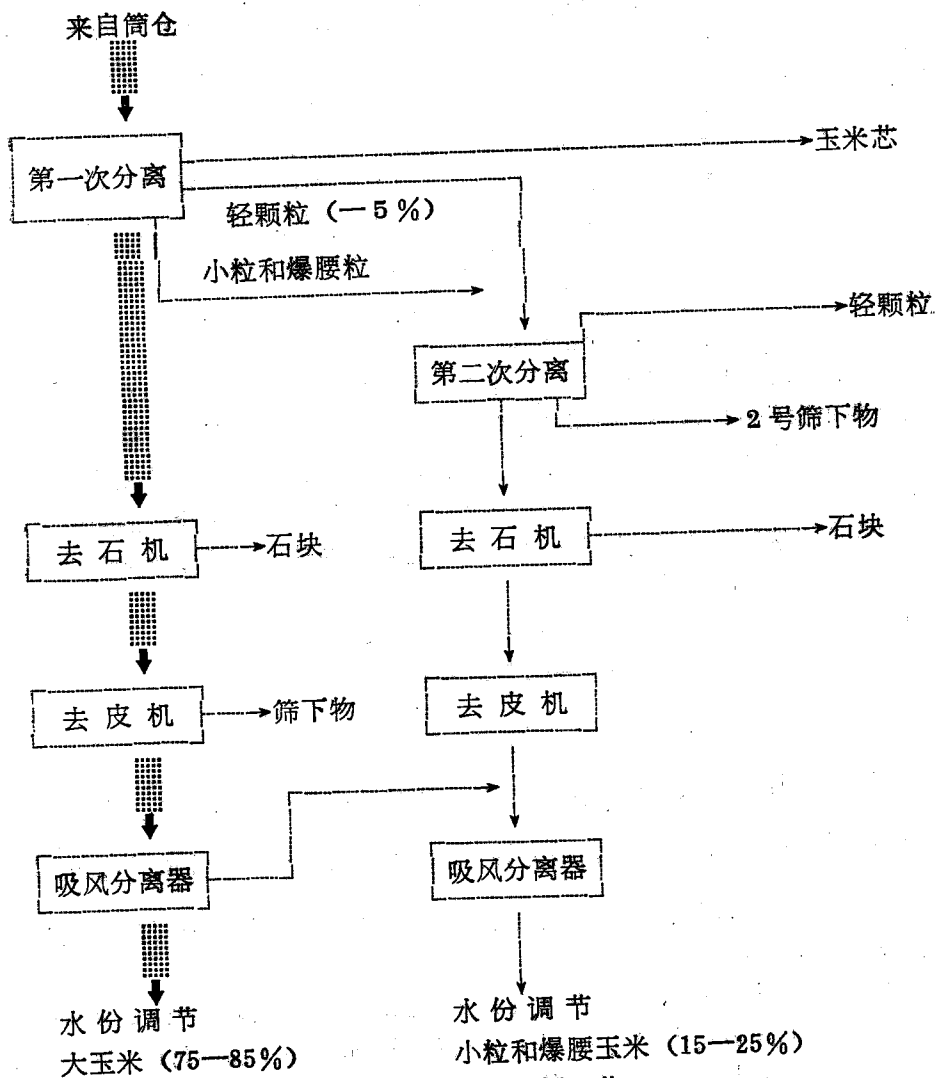


图 2. 玉米清理新工艺

除了清杂之外，还要将整粒玉米和小颗粒分离开（整粒和爆腰粒），也要将大豆从整粒中分离出去。清理间的底部应有两条作业线，一条是大颗粒玉米（整粒），一条是含有爆腰粒和大豆的小颗粒，如流程图所示。

第一部机器是分离机。其顶部是进料口，随后进入有两层筛子的筛箱。这个筛箱进行圆周运动，清理过的玉米进入吸风分离器。上层筛伸延向进料口，下层筛倾向出料口。在玉米均匀地进入吸风分离器之前，有一个小分配接料斗承接玉米。筛箱的圆周运动靠固定在一个轴承上的飞轮引起，并用振动筛箱的马达驱动。

在上面的流程图中，该分离机使用 2 次。第一次用于分离来料玉米，第二次用于分离小杂。上层筛筛出玉米芯，下层筛的筛下物包括小颗粒和爆腰玉米、大豆、沙子和尘土。第二层筛上的大粒玉米进入吸风分离器，轻的、爆腰的以及受侵害的籽粒在强大的气

流中被吸出然后进入第二个清理器。进入这个清理器的数量占总玉米量的25%。

在流程图中有二条作业线：左边一条是整粒玉米（大约占总玉米量的75%），右边一条是小粒物料（约占25%）。其中包括大的爆腰粒和大豆。两条玉米作业线分别进入去石机。去石机不仅去除石头，而且还要去除偶而进入玉米中的有色金属物。

至此，已清除了玉米中的全部杂质。但玉米籽粒表面还有待清理。在上面的流程图中只有碎片和较小的老鼠屎被去除掉。那些和玉米粒同样大小、同样形状，同样重量的杂质和粘在玉米籽粒表面的具有侵蚀性的茸毛仍遗留下来。由于已把玉米分离成两种不同的规格，所以，后面的清理还是非常精细的。

用新型MHXF打击机进行干法脱皮

适用于加工量大的卧式 MHXF 打击机，是从中间进料，其出料口位于下端。筛下物收集在两个接料斗的底部。带有 4 排叶片的转翼直径较小，从叶片到筛子之间的距离也非常小。筛子与轴之间空隙全部填满了玉米。从进料口输入的籽粒在筛上发生摩擦，籽粒的速度逐渐减慢下来并掉入打板之间的空隙中，但它重新被捡起推向筛子。因此，这些个别籽粒的速度是变换的，总是不同于其它籽粒的速度。通过籽粒这种不断的旋转运动，便产生了下面的摩擦：

——籽粒与籽粒，

——籽粒对转翼，

——籽粒对筛子，

其结果是去皮效率高，产生爆腰粒和损伤整粒玉米的数量最小。

这种中间进料的机器效率很高：每小时大约400—500蒲式耳或每小时10—13吨。其筛孔应为 $\frac{2}{32}$ 英寸（2.5mm），每分钟转速是600—650转（小麦则是1,200转）。为了使机器防尘，如果机器没使用气力输送线排气，就一定要通上一个每分钟350立方英尺的通风管（10m³/每分钟）。

在流程图中有两组机器，一组用于生产质量高的玉米（整粒玉米），另一组用于生产质量低的产品（小粒和爆腰粒）。为了获得最好的清理效果而同时产生爆腰粒的数量最少，两组机器每分钟的转速是不同的。筛下物直接进行筛理。

在玉米清理的新型工艺中，还用MVS B吸风分离器控制玉米清理。在脱壳机中没有筛出的杂质，虽然它们已从玉米表面除去，而且没有被减小到足以通过筛眼的老鼠屎，都能用吸风分离器分离出去。

应该指出，对两条玉米清理流水线之后，在着水之前要把玉米静置几小时，以便糖分在两者之间相等。

2.2 玉米脱胚技术方法

国外玉米加工中，都注意剥皮和脱胚。脱胚分干式和湿式两种方法。湿式脱胚又有三种不同的设备：

（1）“Beall”脱胚机。由两个圆锥体构成，外面的一个能旋转，里面的一个是固定的。玉米在表面有蜂窝的圆锥体间摩擦后，玉米胚和表皮就被分离了。

（2）撞击脱胚机。玉米从机器中央口输入到快速转盘上，转盘把玉米粒甩到固定

打板上，从而使表皮和胚分离。胚、胚乳和表皮的混合物进入圆筒筛，经筛理后粗玉米粉与糠麸分开。

美国使用的是上述两种设备。但欧洲和法国玉米粉厂使用的是两个转速略有不同的牙辊，轧距调整到恰好把玉米压碎。粉碎后的玉米用德式平筛按粗细分级，然后送进振动比重分离机，将胚和胚乳分离开来。

(3) 滚筒式脱胚机脱胚损耗小，因为入磨前经第一阶段用水和蒸气浸泡后的第二次蒸气处理，间隔数小时并经过冷却，使胚乳收缩，皮层容易脱落，所以玉米碎粒都不带糠麸，而且出粉率较高。

最新式的干式脱胚机名叫Blutachoc，是一种作水平推进的离心机系统，可变转速的中心轴上有许多桨叶，有垂直的，也有倾斜的，垂直桨叶与倾斜桨叶的比例和倾斜角度都可按操作要求而改变。

这种脱胚机出粉率低，脱胚率也低，但副产品质量好。

脱胚后的玉米碎粒经过干燥，进入滚筒粉碎机。

不同规格的物料经平筛筛理后输入振动筛筛理，根据颗粒的大小，胚乳和表皮比重的不同而分开。

粗粉进入光辊磨，以较窄的轧距将粗粉粉碎成玉米粉。

出粉率因所用机器、玉米品种及玉米品质的不同而不同，一般粗粉的出粉率为57%。

与面粉工业一样，玉米粉风力分级是一种新技术，这种技术可根据用户的实际需要，分成蛋白质和脂肪含量不同的玉米粉。

2.3 玉米糊化新方法

现在，已研究成功以下三种玉米粉糊化的新方法：

(1) 通过蒸气加热的滚筒把玉米面团脱水，然后压成片，再粉碎成玉米粉。这样，玉米粉的吸水性和持水性大大提高。为了改善烘烤食品的组织结构，往往还要加小麦粉。这种方法费用较高。

(2) 第二种方法是用煤气加热的钢制滚筒进一步粉碎经粗碎过的潮湿玉米渣。与滚筒接触的时间很短，其糊化程度不如前一种方法。这种糊化玉米粉用于制作裹糖衣的食品。

(3) 第三种方法是最新方法。采用挤压技术，产品糊化最充分。所用设备就是制造类似早餐玉米片的挤压机，其产品有芳香味。

2.4 玉米碾磨产品

根据不同用途，需要加工出下列玉米碾磨产品：

——大渣(hominy)：3—6毫米(约为玉米粒的四分之一)除去胚芽的玉米渣，主要用来制造玉米片；

——小渣(gritz)：直径为1—0.4毫米，彻底清除杂质，尽可能脱脂，主要用于酿酒；

——玉米细渣：颗粒更细，与小麦粗粉相似，主要用来煮玉米粥；

——玉米粉：比小麦粉稍粗的细玉米面。

3、特制玉米粉

3.1 研制特制玉米粉的意义

由于自然条件的原因，有些国家和地区生产大量玉米，但却不能生产足够小麦。于是，这些国家和地区不得不耗巨资进口小麦，而本国或本地产的玉米却销路有限。像亚、非、拉许多国家和地区的情况就是如此。为了能使玉米代替部分小麦，以减少进口，必须研究出一种玉米粉加工新工艺，把引起玉米苦味的物质及对玉米烘焙性能有不良影响的物质分离开。经过研究已经确定：普通玉米粉有苦味，影响食品味道；玉米蛋白是酵母的抑制剂，影响烘烤面包的质量；玉米还含有染色剂，影响食品外观。为了分离掉这些物质，扩大本国或本地玉米的用途，减少进口，节约外汇，研制出玉米特制粉新工艺，意义是很大的。

3.2 特制玉米粉工艺流程

西德艾色尔·威斯公司成功地进行了目的在于改善玉米特性、提取出限制玉米应用范围的研究，并成功地发展了玉米特制粉新工艺。这种新工艺分六个工序：

- (1) 普通玉米粉的提供和储藏；
- (2) 普通玉米粉的浸泡
- (3) 玉米粉的分馏
- (4) 特制玉米粉的干燥和包装
- (5) 副产品的加工
- (6) 加工过程用水的准备

现借助于下面的流程图 3 把各加工工序加以说明。这一工艺方法，是原来由价值低的普通玉米粉中生产玉米淀粉的方法发展而来的，并演变为适合于生产特制玉米粉的工艺方法。

3.2.1 普通玉米粉的提供和储藏

以袋装提供的普通玉米粉需要配备一个倒袋机(1)。倒袋机配有除尘设备，使在倒袋时产生的粉尘不能进入操作间，工人不致受到危害。

倒袋机上配有一台集料绞笼，安装在加料斗的下方。普通玉米粉由加料斗喂入与玉米粉筒仓(3)相连接的气动输送设备(2)。筒仓容量一般以能够储存两天的加工量为宜。

在筒仓(3)的下部，安装一台翻斗秤(4)。玉米粉由翻斗秤用气动输送设备经过旋风分离器，输入玉米粉浸泡槽。

3.2.2 普通玉米粉的浸泡

普通玉米粉到达位于下部的输送绞笼(6)。输送绞笼(6)通过搅动器(10)把普通玉米粉分配到浸泡槽(9)中。输送物料的绞笼(6)装配有保温罩。玉米粉在输送到浸泡槽的过程中加热到使引起脂肪氧化的脂肪酶失去活性(钝化)。在浸泡槽装料期间，通过配粉装置(7)加入一定量的焦硫酸钠。

在浸泡槽（9）中，普通玉米粉用生产过程中的循环水和已经加热到 50°C 的新鲜水混合。往浸泡槽中装玉米粉和输入水的过程是根据一个精确确定的控制程序自动完成的。对于接近连续操作的工艺，一般需要三个浸泡槽。对于大型设备，有两个浸泡槽并列操作。浸泡槽的大小以每班加工一槽或两槽为宜。

此处进行的这一加工步骤与提取玉米淀粉生产过程中连续的浸泡玉米粒的步骤相类似。这个步骤把可溶性物质和含脂肪成份的物料引入浸出器，同时还把淀粉——蛋白——内胚乳——矩陈松驰。这对于后边的加工有重要意义。

加入焦硫酸钠或二氧化硫有利于浸泡时发生变化，同时抑制细菌反应。浸泡槽配备有螺旋桨式搅拌装置，以加速浸泡过程并大大加快与浸泡相连系的物质交换、致使浸泡时间只达到15分钟，大约只有玉米粒浸泡时间的25%。浸泡时间短，意味着对淀粉在酸介质中的处理要谨慎。在整个浸泡过程中，为了麦芽浆的温度保持平衡，浸泡槽配备一个保温套。这个保温套由温度受到控制的蒸汽喷咀加热器（11）加热的水流过，对于混合麦芽浆使用的水量很重要。详细试验表明，浸泡麦芽浆必须大体含有30%的固体物质，以使后边分离的浸泡水具有大约10~12%的干物质。浸泡水的浓度对于分离像脂肪、蛋白质和可溶性物质等比重较轻的成分有决定意义。

3.2.3 玉米粉的分馏

在浸泡后，与热水混合的麦芽浆玉米粉借助于偏心绞笼泵（12）通过流过的乳化剂（13）连续输入密封转兰螺旋离心机第一离析器（14）。

引入的乳化剂，通过产生的高切力，致使淀粉——蛋白——纤维——矩陈松驰，这有利于各种分馏物的分离。

除浸泡槽外，密封转兰螺旋离心机是设备的最重要的核心部分。该离心机是由一个可旋转的圆锥形滚筒的外壳和一个绞笼构成的。绞笼本身与外壳滚筒之间有一定的转数差。悬浮物通过绞笼上的开孔进入密封滚筒中，流动的液体由于离心力形成一个环形，其高度通过溢出时的高度而定。

重固体物质在密封滚筒的内壁沉淀，并通过内绞笼输送进小直径的圆锥形滚筒中，然后从液流环中达到滚筒出口，而分离的液体经过溢出液流环在圆锥形滚筒的末端排出第一离析器。

在提取玉米粉转入上述工序时，在第一离析器中有下列的东西分离出来：

输入普通玉米粉的重固体物质在密封滚筒的内壁上沉淀，并由此通过绞笼滚筒输出。

轻固体物质，像脂肪和蛋白质与浸泡水中溶解的物质汇集一起从密封离心机中输出。在两种重固体物质（淀粉和纤维）和轻固体物质（脂肪和蛋白质）之间，特别受下列因素的影响：

- 输入的悬浮玉米粉的浓度
- 输入量
- 无孔外壳转数
- 无孔外壳滚筒和绞笼滚筒间转数差
- 溢流环高度

——在圆锥形干燥区加入洗涤水

在分离过程中，上述因素要最适宜。这些也是加工过程中的基本技术参数。由于无孔转兰螺旋离心机是连续操作，并且参数在设计设备时已经确定，因此其操作几乎不需要看管。

第一离析器（14）中沉淀的粉浆已经是脱脂和脱蛋白质的玉米粉。然而，为了得到更好地分离效果，在混合罐（15）中用新鲜水稀释，并用泵（17）输入第二离析阶段（18）。在第二离析过程中，主要是剩余的可溶性物质从特制玉米粉中洗出。在洗涤中，配备的水量以使液相显示出一定的浓度为宜。在这样的液相浓度下，各种成分由于浓度差而分离。第二离析器（18）中的废水同样还包含有蛋白质、脂肪和可溶性物质，然后输出进行副产品加工。

3.2.4 特制玉米粉的干燥

从第二离析器（18）不断流出的粉浆，通过一台槽式输送带（19）输出。该输送带把湿特制玉米粉直接输入烘干机。

特殊的流化床烘干机证明是一种典型的烘干机。

流化床烘干机是一种错流——对流空气干燥机。它由于能有效地节约热量而著称。为了在生产作业中得到良好的流化作用，湿特制玉米粉在流化床烘干机（21）上连接的研磨机（20）研磨成粉粒。特制玉米粉粒的直径大约为1.5毫米。流化床轴向振动使产品连续流过烘干机。

烘干机排出的废气，先经过旋风分离机进行予清理；在结束加工过程前，它最后通过湿洗涤器清洗。各根据需要，干燥成为粉状的特制玉米粉借助气动输送设备（25）输入筒仓（26），再由筒仓输入装袋秤，或者块状特制玉米粉经过一台均衡电流磨粉机（24）粉碎成玉米粉，然后同样输入筒仓（26）。

试验表明，块状特制玉米粉调制面团的性能很好，因为聚为块状的特制玉米粉——人们必须把它看作是附聚物——在与水搅动时又迅速分解。关于成品特制玉米粉，在后边一节中再详细加以评定。

3.2.5 副产品和加工过程中循环水的利用

在整个加工过程中，副产品的加工是不可缺少的，因为副产品是价值很高的饲料，对于加工工艺的经济收益有重要意义。

副产品在第一道和第二道离心离析器的分离物中沉淀，具体过程如下：

（1）第一道离心离析器（14）的离心分离物，主要包括葡萄糖、蛋白质，油脂和其他可溶性物质。分离物大约含有12%的固体物。

（2）第二道离心分离器（18）的分离物，主要包含蛋白质和可溶性物质，并且具有大约含有3%的固体物。

第一道离心离析器（14）的溢出物被导入集料容器（29/30）中。

第二道离心离析器（18）排出的废水，首先在浮选罐（28）中从浮选粘胶剂中游离出来。在浮选罐（28）中作为溢出物溢出后沉淀的浮选胶粘剂同样输送给集料器（29/30），并由第一离心离析器的溢出物（14）相混合。其混合物借助于泵（31）输入双辊槽式烘干机。在此，副产品以干薄膜形态而降落。干副产品经过集料和输送绞笼

(32, 33) 进入锤片粉碎机 (34), 再由此进入配备有装袋秤的筒仓 (36)。

对于生产特制玉米粉规模为 50 吨/24 时以上的大型设备, 第一道分离器的离析物同样首先在浮选罐中从浮选胶粘剂游离出来, 并且在一台两段降流蒸发器中预浓缩到大约含固体物 30—35%。从蒸发器中输出的浓缩物又与浮选胶粘剂相混合, 并且采用双辊槽式烘干机进行烘干。

浮选罐 (28) 下部的流出物是稍为澄清的水, 只含少量可溶性物质。这些加工过程中的用水在循环回流到设备中之前, 首先汇集在储罐 (39) 中。循环水汇集起来后由储罐又输入浸泡槽, 用于玉米粉混合麦芽浆。大约输入浸泡槽的麦芽浆水有 50% 是通过加工过程中的循环水提供的; 其余用的是新鲜水, 在加工前用蒸汽喷射器加热。实际上, 设备是在封闭循环线路中操作, 致使没有废水从加工过程中漏失。每加工一吨玉米粉所需水量以 1.9 立方米为最适宜。废水只是在清理设备时以冲洗水的形式流失。但是, 冲洗只是每周或二周有规律地进行。

3.3 在特制玉米粉生产工艺中——附加特制膨化粉工序

在许多情况下, 面粉和淀粉通过糊化可大大改善食味。在特制玉米粉加工工艺中, 可以很容易地附加一道特制膨化玉米粉工序。而不进行膨化的湿特制玉米粉仍不受影响地连续烘干。根据特制玉米粉的食味特点和结构, 可以生产出优质膨化玉米粉, 很适用于制造婴儿食品。

在特制玉米粉生产工艺流程中, 附加膨化玉米粉设备并不复杂, 但是却收到了很好的技术经济效果。

第二分离阶段的玉米粉浆含 47% 的固体物, 被导入生产作业的物料流, 输入流化床烘干机, 用于生产特制玉米粉; 同时还分配入另一生产作业物料流。后者在一个容器用新鲜水稀释到大约含固体物 35%, 在通过一台蒸煮设备蒸煮后, 在适当压力和温度下从设备的一个喷嘴喷射出来, 在此瞬间特制玉米粉发生了膨化作用, 生产出特制膨化玉米粉。该工序与整个生产工艺中的粉碎和包装相连接。

在特制玉米粉工厂附加膨化粉装置时, 特制玉米粉的产量可以适当安排小一些。

3.4 产品的评价

3.4.1 特制玉米粉

成品特制玉米粉具有色淡和食味绝对中性的特点, 其组成成分在普通玉米粉和玉米淀粉之间。表 3 对普通玉米粉、特制玉米粉和玉米淀粉进行了比较。表中的数据主要来自黄玉米粉。当然, 也从白玉米中得到一些结果。白玉米粉通过洁白的颜色而吸引人, 主要种植在非洲。西德的粮食科技工作者为肯尼亚进行了内容丰富的试验, 并按试验成果建造了一座大型特制玉米粉厂。

表 3、普通玉米粉、玉米淀粉和特制玉米粉成分比较

	普通玉米粉 %	特制玉米粉 %	玉米淀粉 %
淀 粉	82.3	86.8	—
水 分	9.5	7.9	14
蛋白质	8.9	4.7	0.5

油 脂	2.3	0.44	0.3
粗纤维	0.85	0.9	痕量
可溶性物质	9.0	1.9	0.2
灰 粉	0.64	0.31	0.3
色 泽	黄	白至微黄	白至微黄
气味和食味	玉米独有的 微苦味	中性	中性

如表 8 中另外表明的那样，油脂含量较高的玉米粉可以用作初产品（即作为加工特制玉米粉的原料）甚至在玉米粉的含量更高、直到 8 % 的条件下，上面的加工工艺方法都可应用。在此，所谓的下脚粉或次粉都被利用。这些物料在玉米干法脱胚中都作为中间馏分降落，或者由于油脂含量高通常用作饲料。与此有关要提及的是，波恩联邦政府经济合作部承认了特制玉米粉加工工艺，并且给予资金支持，促进在巴西建成了一座试验设备。

8.4.2 各种副产品

如已提及的，副产品是一种价值很高的配合饲料。它或者直接饲喂家禽和猪，或者可以用作配合饲料的基本成分。

采用不同的玉米品种，副产品具有下列成分：

蛋白质	25—50 %
油 脂	6 %
灰 分	3 %
葡萄糖和可溶性物质	66—41 %

所有上述各种有价值的成分，都是很好的配合饲料的重要原料。

8.5 特制玉米粉的用途

8.5.1 在面食品中的应用

在瑞士一家主要制粉公司的面食加工设备试验部，用艾舍·威斯设备生产的特制玉米粉进行过面条生产试验。特制玉米粉是用黄玉米，即美国黄玉米 II 号加工而成。

在试验中，用下列的粉产品配合起来，并加工成面条。其中，选择“赫尔力”（Hörli）作为面条食品中的代表产品（表 4）

表 4

面粉/试样	1	2	3	4
杜拉姆小麦粉	75 %	50 %	25 %	100 %
特制玉米粉*	25 %	50 %	75 %	—

*为艾舍·威斯设备（Esche wyss）加工的产品

在面条加工的各个生产阶段，可以进行如下的对照性观察：

甲、混合和面团调制

掺入特制玉米粉的混合粉，与纯小麦粉比较显示出更大的水化作用或吸水能力。这意味着在加入 35 % 的水量时需要更长一些混合时间。

乙、成形和烘干

加工“赫尔力”面条的成形和烘干，与纯小麦粉面条比较，未显示出反常情况。

丙、蒸煮试验

掺入特制玉米粉后，面条的蒸煮性能既未改善，也没有变坏。但掺入特制玉米粉后加工的面条的蒸煮时间缩短了两分钟。掺入特制玉米粉的数量可以直到50%，其面条的坚韧性仍很好。掺入特制玉米粉数量达到75%，面条的坚韧性下降，同时表面的粘性有些增强。

一般说来，掺入50%特制玉米粉的面条在生产和烹调过程中性能良好。烹煮出的面条正常，质量受到好评。

除上述的普通面条外，特制玉米粉还可以加工刀削面。所谓刀削面，是在斯瓦比亚——阿雷曼尼垦殖区所食用的一种特殊面条。它由面粉、盐和蛋调制而成，目前仍广泛食用，在吃前由家庭妇女手工制作。

在制作刀削面时，使用的是一种在小麦粉中掺入60%特制玉米粉的混合粉。试验人员对成形性和食味都给以良好评价。

3.5.2 在婴儿食品中的应用

婴儿软食是由面粉、牛奶、食糖、矿物元素及维生素配合而成，食用方便，只需用热水调制就行了。对于研制婴儿食品，用普通玉米粉代替部分小麦粉的试验失败了，而用特制玉米粉获得了成功，其基本配方如下：

50%特制玉米粉粉

25%脱脂奶粉

25%糖

这种混合粉加水后搅动调制成一种悬浮液，内含45%的固体物质。这种悬浮液引进一个喷嘴蒸煮器，并且在大约140°C的温度下蒸煮，同时进行消毒，随后直接用上部配有喂料辊的单辊烘干机进行干燥。产品的软片被粉碎成小块，灌装入瓶。与搅拌制成的一种软食品进行的对照试验，提供了如下的结果（表5）：

表 5

	小麦	玉米
坚韧性	正常	正常
色泽	赭石	赭石
食味	正常	比小麦强一些

用特制玉米粉生产的婴儿软食，在进行试验的婴儿身上，由于其朝糊精方向发展的食味，比其淡而无味的以小麦粉作基础的软食得到更好的评价。

如果把一个婴儿食品厂与特制玉米粉厂联合起来，则会有巨大的优越性，因为在第二道离心分离器（18）之后沉淀的湿特制玉米粉可以直接与其他的成份混合，而不需要先烘干。这对于流化床——烘干可以节约能源费用。

3.5.3 在面包等烘焙食品中的应用

面包是世界上大部分地区人民的食品。从地理上看有许多品种和类型的面包，不管

是数量大或数量小，其中部分地按照古老的、已广为传播的配方进行烘烤，即使是手工生产面包发展到机械化生产面包，甚至纯小麦粉面包，在各个国家都有很大的差别。也没有任何食品像面包那样受到过分的挑剔。西德柏林工业大学食品工程系粮食专业用特制玉米粉与小麦粉混合试验烘烤面包，取得了很好的成果。表 6、表 7 提供了试验的各种条件、混合比例及烘焙试验结果：

表 6 利用特制玉米粉烘烤面包的试验条件

不变试验条件：

小麦粉总用量	5000克
用水温	35℃
用水量	3000—3300克（按照吸水力而定）
搅和时间	10分
酵 母	（面粉用量的）3.5%
食 盐	（面粉用量的）2%
发酵过程前面团温度	26—27℃
发酵室温度	30—35℃

可变试验条件：

面粉混合（小麦、曼尼托巴麦、黑麦、特制玉米粉 1 号玉米粉）
烘烤添加剂的种类和用量