

甘薯低糖脯加工工艺及关键设备研制*

裘祖荣
(天津大学)

张文焕 郝利平 王如福 王玉顺
(山西农业大学)

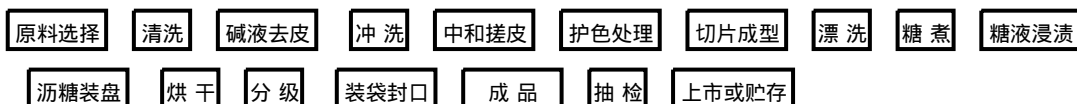
摘 要 研究设计出一种甘薯脯加工工艺, 经投产试验, 可生产出含糖量为 35 % 左右的色、形、口感俱佳的粒状甘薯低糖脯。为适应其特殊性状加工要求, 研制出的定向切片机、六方成型机等关键加工设备, 既可满足该工艺要求, 又可用于其它块茎类作物的切制工序。

关键词 甘薯低糖脯 食品工艺 食品加工设备 六方成型

1 甘薯低糖脯加工工艺

目前国内市场上的果脯制品以高糖制品为主。制品中含糖量高, 目的是提高制品的渗透压, 降低其水分活度, 并提高产品的抗氧化性。但高糖分对人体提供的热量亦高, 这与发展现代食品的要求不相符。因此, 很有必要研制甘薯低糖脯。经研究确定采取: 糖煮终点浓度为 35 %, 水分含量为 15 %, 这样既降低产品的糖分含量, 又控制了产品的含水量, 使其水分活度值小于 0.75 %。从而实现低糖产品长期贮存的目的。

另据市场调查, 目前我国市售的甘薯制品, 其形状多数为沿甘薯纵轴方向纵切或斜切, 呈不规则片状。由于切片方向与甘薯纤维方向一致, 致使制品食用时韧性过大, 难以咀嚼。经实验将薯块设计成高为 10 mm 的六方棱柱(截面外接圆直径为 15 mm)。甘薯的纤维与棱柱横截面垂直, 改进了甘薯的柔韧性, 提高了制品的吃糖速度与均匀性, 保持了糖煮和糖浸过程中薯块的完整性, 而且收缩均匀, 收缩后形状仍然保持为六棱柱形。经研究和实验确定甘薯低糖脯加工工艺流程为:



2 关键加工设备的设计研究

甘薯低糖脯制作工艺要求每“粒”薯脯为短六棱柱形, 而且棱柱轴线必须与纤维方向一致。这对形状不规则的甘薯来说, 加工成型的难点集中在“定向”和“成型”两项技术上。

2.1 工艺路线的确定

如何获得最终要求的薯块性状, 有以下两种工艺方法: 一种方法是先加工成六方棱柱长条, 然后再切成要求的短六棱柱形, 这个方案中第一道工序切六方棱柱难度很大, 主要是定位难度大, 刀具制造也困难; 另一种方法是先切成片状, 然后再六方成型。

以上两种工艺方案, “先片后块”的方法比较好。因为它的思路是难点分散, 将“定向”和“六

收稿日期: 1998-12-30 1999-02-05 修订

* 该课题荣获山西省科技进步二等奖(972020)

裘祖荣, 博士生, 副教授, 天津大学精仪学院, 300072

方成型“两个难点完全分离,便于实现。而方案“先条后块”虽然也分两步,但“定向”和“六方成型”两难点仍然集中在第一道工序长六棱条的制作上,工艺复杂,要求设备功能强,实现起来比较困难。为此,我们采用“先片后块”的工艺路线。

2.2 定向切片机

定向切片机(图 1b)的难点首先是定位问题,甘薯形状不规则,采用顺序切片的方法,定位点难以确定,因为定位点需要不断变换(正象人工切片一样),这就要求定位机构是一个象人手一样复杂的柔性系统,在智能控制下作业。这种思路对普通加工来说是不合适的,经反复研究,采用喂料器初定位、组合刀具对整只甘薯同时切片的方法。如图 1a,利用各刀片与切缝间的相互制约作用,使被切甘薯在切割过程中保持其初定位姿态。这种方法,要求切割阻力很小。因此,我们设计出锯片状组合刀具。加工时锯

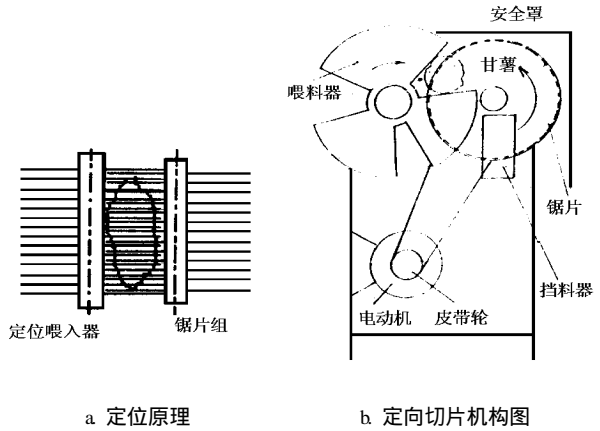


图 1 定向切片机原理

Fig 1 The schematic diagram showing the principle of directional slicing machine

片组高速旋转,使每齿切削用量很小从而切片时的切割力也大大下降,虽然锯缝的存在,增加了甘薯的原料损耗,但却大大减少了切削力,实现了自定位功能。

2.3 六方成型机

六方成型的方法很多,尤其是间歇式机构方案很多,主要有封闭式冲制和开放型切制两类。对于封闭式冲制刀具,由于图形的连续性(见图 2),造成其结构设计比较困难,刀具本身强度,切削力和结构尺寸的矛盾很难协调。而开放式刀具虽然制做方便,但每次切割后都要求重新定位后才能进行下一次切割,这使得运动传递机构复杂化,况且间歇式方案的生产率低难以达到实际生产要求。所研制的动态组合刀具,解决了六方成型难题,其结构和原理如图 3a 所示:(图中只画出三组平行四杆机构)

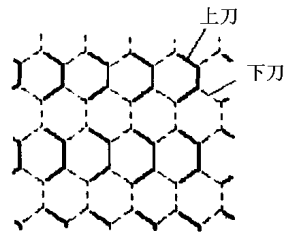


图 2 六方切制上、下刀具分布图

Fig 2 The diagram showing the distribution of hexagon cutters

图 3a 中, $o_1o_2a_1a_2$ 及 $o_1'o_2'a_1'a_2'$ 都是平行四杆机构,上下错位分布, M 为上刀砧板, M' 为下刀砧板,成型刀片固定在 a_1a_2 杆及 $a_1'a_2'$ 杆上,当两个平行四杆机构同步转动时,固定在 a_1a_2 和 $a_1'a_2'$ 杆上的刀具平动,其上的各点的轨迹为圆,甘薯片从上下砧板 M 、 M' 中间通过,其喂入运动由上下刀具切入过程的水平位移量产生。刀具形状及排列如图 2 所示,图中实线为上刀组,虚线为下刀组。上砧板 M 开有可让下刀片通过的空槽,同时上砧板 M 也作为下刀片的退料挡板。同样,下砧板 M' 开有可让上刀片通过的空槽,同时也作为上刀片的退料挡板如图 3b 所示。

图 4 为 XL-200 型为六方成型机动态组合刀具部件的装配图(图中砧板未全画出),图中上下两组刀滚各由 1 根静偏心轴,和 8 根动偏心轴实现图 3a 中四杆机构的原理及功能,刀片垂直紧固在动偏心轴上,上下刀滚的 8 根动偏心轴,分别与其静偏心轴形成平行四杆机构在空间均匀分布。通过齿轮传动保证上、下刀组按图 2 刀法及图 3a 原理依次进行成型切割,实现动态连续六方成型切割,实际生产中在切割部位连续喷水,以减少喂入运动阻力并防止甘薯汁中

淀粉粘在刀具组件上。

2.4 关键部件运动分析及计算

以 XL-200 型六棱成形机为例, 说明设计中应注意的运动关系。

2.4.1 平行四杆机构的有关参数设计

根据图 2 布刀方式, 及图 3a 成型切割原理, 按 8 组刀杆设计, 为确保 8 组刀杆的相对位置不变, 将 8 组四杆机构的对应铰链分别设计在两个安装在偏心轴上的圆盘零件上, (见图 4) 平行四杆机构的长边 oa 的确定应考虑 $n = \frac{360^\circ}{8} = 45^\circ$ 。

转角内, 刀片垂直运动距离达到薯片厚度 10 mm。由于实际设计方案中为简化结构已将传动齿轮与一个偏心圆盘功能合并, 因此 oa 的长度还应与传动齿轮的分度圆直径结合起来考虑。同时为严格保证上下刀滚的相对位置, 齿轮齿数应设计成能被刀杆数除尽, 且为偶数, 以方便装配。此外还要保证各刀杆本身不能发生运动干涉现象, 尽量减少部件整体尺寸。综合考虑上述因素, 并进行优化设计和参数标准化得出四杆机构的核心参数 $oa = R = 38$ mm, $o_1o_2 = 7$ mm。

2.4.2 切入点与切出点水平位移变化的分析计算

由于装有刀片的刀杆轴(即动偏心轴)做平动, 我们可以用铰点的位移代表刀片刃口位移, 考察相邻两刀片, 因为甘薯片厚度 $\delta < MM (= 11 \text{ mm})$ 而刀片 b_1 达到最低位置时(切出点)刀片 a_1 比刀片 b_1 高出, 这时, 即刀片 a_1 还未切入, 所以 a_1 与 b_1 没有干涉问题。但此时下刀滚刀片 b_1' 已经切入, 刀片 a_1 与 b_1' 的水平距离为: $R \sin 45^\circ - R \sin 22.5^\circ = 12.33 \text{ mm}$ 。当下刀片 b_1' 切出时与上刀片 a_1 的距离为: $R \sin 22.5^\circ \approx 14.54 \text{ mm}$ 。

显然, 由于上下相邻刀片在相同转角下, 所处的相位不同, 水平速度不同, 此段时间内它们在水平方向的位移量不同, 同时由于前刀比后刀水平速度在此段时间内逐渐增大, 造成刀片相对甘薯片并非完全是垂直切入, 而是切入时产生轻微的撕裂作用, 这对切割是十分有利的, 同时也可以防止产生粘刀现象。

3 关键机具的技术指标

3.1 定向切片机

投产使用的定向切片机定名为 QD-200 型, 示意如图 1b。电机经皮带传动锯片组使其高

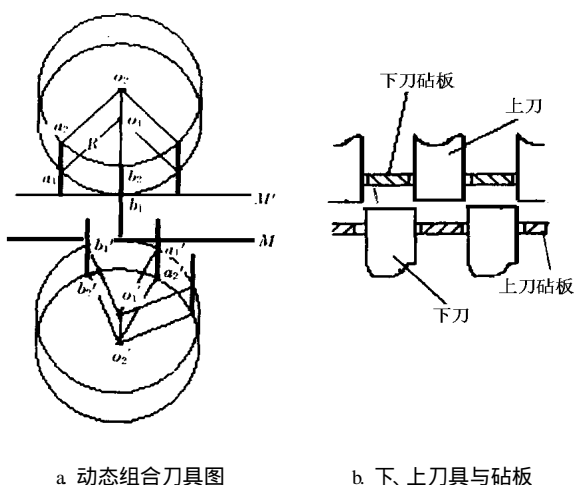


图 3 六方成型原理

Fig 3 The diagram for the principle of hexagon shaping

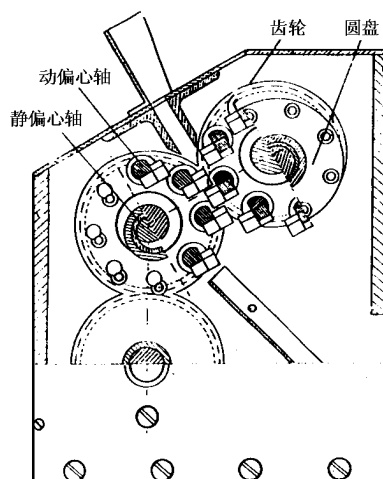


图 4 六方成型机部件图

Fig 4 The components of hexagonal shaping machine

速旋转, 喂料器由无毒塑料片组成, 可插入锯片间隙中(见图 1a), 其上开有三个不同尺寸的楔口, 以适应不同的甘薯分级定位。手轮可操纵其旋转实现喂入和排料动作。具体参数见表 1。

3 2 六方成型机

投产六方成型机定名为 XL-200 型, 主要部件如图 4 所示。工作时只需用送料装置(图中未示出)将薯片导入喂入口, 由动态组合刀具自动抓入并连续成型。其主要参数如表 2 所示。

表 1 QD-200 型定向切片机主要参数

Tab 1 Main parameters of the QD-200 mechanism of directional slicing

项 目	参 数
生产率	200 kg/h
可加工甘薯的直径范围	30~ 100 mm
轴向喂入宽度	180 mm
切片厚度	10 ± 0.3 mm
切割线速度	19 m/s
进给量	1 mm/r
锯片厚度	1 mm *

* 可专门设计厚度< 1 mm 锯片。

表 2 XL-200 六方成型机主要参数

Tab 2 Main parameters of the XL-200 hexagon shaping machine

项 目	参 数
生产率	200 kg/h *
滚刀速度	0.1 m/s
最大喂入直径	140 mm
允许厚度	10 ± 1 mm
外形尺寸	360 × 295 × 960 (mm)
配套动力	1.1 kW (130 r/min)

* 考虑圆形薯片排列的空档及喂入不连续, 实际生产能力按 400kg/h 设计。

4 结 论

- 1) 提出一种甘薯脯加工工艺, 能生产出含糖量为 35 %, 色、形、口感俱佳的甘薯低糖脯。
- 2) 甘薯低糖脯的制作工艺要求将新鲜甘薯加工成端面与甘薯生长纤维方向垂直的短六棱柱颗粒。研制成功的定向切片机, 六方成型机, 能够实现无规则块状物料一次整体定向切片, 采用动态组合刀具, 可连续对片状物料六棱成型。

参 考 文 献

1 邱宣怀 机械设计. (第 3 版). 北京: 高等教育出版社 1994
2 王启慈 三薯综合加工利用 北京: 中国食品出版社, 1988

Processing Technology and Equipment for Low Sugar Preserved Sweet Potato

Qiu Zurong Zhang Wenhuan Hao Liping Wang Rufu Wang Yushun
(Tianjin University, Tianjin) (Shanxi Agricultural University)

Abstract Special technology was developed to process preserved sweet potato by 35 percent sugar content. The color, the shape and the taste of the product were excellent. Fixed direction slicing machine and hexagon shaping machine were designed and manufactured, meeting all the technological requirements. These equipment can also be used for other root crop shaping and processing.

Key words preserved sweet potato, food technology, food process equipment, hexagon shaping