DOI:10.13652/j.issn.1003-5788.2016.03.021

薯类淀粉加工一体机的设计思路与应用前景

Design ideas andanalysis on application prospects of potato starch processing machine

李书华[1]　王　恺[2]　闫泽华[1]

LI Shu-hua[1]　*WANG Kai*[2]　*YAN Ze-hua*[1]

(1. 河南质量工程职业学院食品与化工系,河南 平顶山　467000;
2. 黄河水利职业技术学院环境与化学工程系,河南 开封　475004)

(1. *Henan Quality Polytechnic*, *Department of Food Chemistry*, *Pingdingshan*, *Henan* 467000, *China*; 2. *Yellow River Conservancy Technical Institute*, *Department of Environmental and Chemical Engineering*, *Kaifeng*, *Henan* 475004, *China*)

摘要:通过对中国薯类淀粉加工现状的分析,针对薯类种植较为分散、不耐贮藏的特点,提出一种小型薯类淀粉加工一体机的设计思路,从而避免传统薯类淀粉厂带来的废水废渣集中污染的问题,并对其应用前景进行研究分析。

关键词:薯类淀粉;一体机;废水废渣

Abstract: In this paper, analyzes the status quo of China's potato starch processing, in view of potato planting more dispersed and intolerance storage features, a machine design ideas was put for small potato starch processing, to avoid the traditional potato starch factory wastewater concentration of waste pollution problem, and its application prospect was analyzed.

Keywords: potato starch; one machine; wastewater sludge; prospect

中国主要有三大类淀粉:小麦淀粉、玉米淀粉、薯类淀粉。其中薯类作物主要有马铃薯、甘薯和木薯三大种类,其共同的特征是淀粉含量高,组织结构相近,在它们的块茎原料中,一般含有约 60%～70%的水分、10%～30%的淀粉,其余部分为蛋白质、纤维素、矿物质等[1]。故从薯类中提取淀粉是薯类加工的一个主要方向,但是,目前自动化程度较高的大型薯类淀粉加工企业,存在原料成本高、废水多、排污成本高等弊端。文章拟从中国薯类淀粉加工现状进行分析,提出一种适合中国薯类种植特点的小型薯类淀粉加工一体机的设计思路,以解决传统薯类淀粉厂带来的废水、废渣的集中污染问题。

1　中国薯类淀粉加工现状分析

1.1　加工工艺现状分析

中国是世界上马铃薯生产第一大国[2],发展薯类产业对人多地少的中国尤为重要。但中国实际情况是薯类种植较为分散,而薯类作物不耐贮藏,故需要一定经济规模的中小型淀粉加工企业[3],所以 2008 年以前,但凡有原料的地方,几乎每个县都有薯类淀粉企业,大多生产能力为 20～30 t/h,但是随着企业的增加,原料的供应又出现了问题,尤其是大型企业,对原料的依赖增加,每天 600～700 t 的供应都成问题。因为绝大部分马铃薯生产基地分布在山区[4],原料都是通过小商贩收购,再逐渐汇集到大的收购商贩那里,收购环节层层加价。从山区农民到厂里至少经过 3 层收购环节,马铃薯从 0.3 元/kg 涨到 1.1 元/kg。在激烈的竞争中,低廉的原料才能获得较大的利润。中国西部的山区适合小型的粉厂,而对于内蒙和东北垦区可能适合大型的粉厂。

目前,中国的薯类淀粉加工工艺存在手工作坊式和大型自动化工厂两种层次,其工艺分析对比见表 1。

表 1　2 种薯类淀粉加工工艺分析对比

Table 1　Two kinds of potato starch processing technology analysis

项目	传统手工作坊	大型现代化工厂
清洗	手工或简单机械	自动清洗机
粉碎	电动钉辊粗粉碎	高效粉碎机超细粉碎
筛分	滤布或电动圆筛(筛面容易糊)	带有筛面自动清理的离心锥筛
除砂	无	自动除砂器
淀粉分离提取	沉淀池(8 h 后排水挖下层淀粉)	旋流器(1 min 完成淀粉浓缩)
淀粉脱水	用滤布兜吊起沥水	真空抽滤或离心机脱水
干燥	户外日光晾晒	气流干燥
工艺水回用	无	有
清水消耗	吨原料>10 t	吨原料<3 t

作者简介:李书华(1981—),女,河南质量工程职业学院讲师,硕士。E-mail: lishuhua81@126.com

收稿日期:2015-09-30

由表 1 可知，传统手工作坊的生产模式主要采用沉淀池进行淀粉的分离提取，其弊端就是工艺无法进行自动化改进，瓶颈在于没有微型旋流器来缩短淀粉精致的时间和提高产品质量。而大型现代化工厂生产模式的弊端不是生产工艺，而是生产模式，由于可以大量集中加工原料，对于原料供应量要求增加，甚至依赖收购环节，集中加工就产生集中排放，不能返回农田的蛋白肥料就成了环保的头等危害。

1.2 加工环保现状分析

薯类淀粉加工企业的环保问题一直是经营者比较担心的一个问题。2015 年出台的新环保法下违法排污按日计罚[5]，“史上最严”环保法更是让污染环境的成本暴涨，环保达标就是排放水达到国家二类排放物的一级标准，对于薯类淀粉厂主要是五日生化需氧量(BOD_5)20 mg/L，化学需氧量(COD)100 mg/L。马铃薯等淀粉厂的排放水的成分主要是可溶蛋白、糖类、细渣、淀粉、泥土等，整个废水中的固形物不超过 0.2%，总排放量约为原料处理量的 3 倍，BOD_5 约为 8 000 mg/L，COD 约为 18 000 mg/L[6]。若薯类淀粉废水不加处理就直接排放，必造成水体缺氧，使水生生物窒息，给环境带来极大危害[7]。也有人[8-9]采用膜技术或臭氧来处理马铃薯淀粉废水，但也仅停留在实验室阶段。废渣主要是薯渣，成分为纤维、糖类、淀粉等，水分含量约为 90%左右[10]，总排放量约为原料处理量的 0.3 倍。以一个 30 t/h 的马铃薯淀粉厂为例，每天的排放量约 2 500 t，薯渣约 240 t。虽然也有薯渣作饲料的报道[11]，但干燥还需不少费用。

薯类淀粉厂的排放水又被称为“蛋白水”或“细胞液”，是很好的液体废料，如果用来浇地可以很好地补充氮肥，但是过量地排放会导致肥力过剩，把作物“烧死”；该废水还容易产生泡沫，很难消散，也不能直接排到河道里，所以处理起来十分麻烦。

目前中国比较流行的一种处理理念就是“蛋白提取＋薯渣脱水干燥”，这种方法的核心就是从废水里提取植物蛋白，利用蛋白质容易变性的特点，用电离，化学试剂絮凝，加入重金属让其沉淀等方式，再将其分离出来，脱水，干燥[12]。小麦淀粉分离工艺中就有与该方案类似的分离戊聚糖的方法，虽然可以提取，但是浓缩脱水很难，采用喷雾干燥进行脱水，成本很高，只是获得一些干燥后的混合物，因为缺少提纯工序至多当做类似高蛋白的次粉出售，仅与成本价相当。马铃薯蛋白还没有在市场见过，而且该工艺只针对蛋白水中的固形物，虽然可以去除 90%的固形物，那么其他的液体怎么办，淀粉工业水污染物排放标准(GB 25461—2010)里不仅有固形物 SS 指标，还有 BOD_5 和 COD 的指标，废水还是必须要处理的。这些固形物(比如淀粉等有机物)还可以产生沼气[13]，如果没有了这些固形物，就不会有沼气。W. Suvajittanont 等[14]对厌氧接触处理技术进行了研究，对产生的沼气进行循环以提高反应效率。但反应装置较为复杂。而且有机物产生沼气需要一定的温度，而中国许多马铃薯淀粉厂在冬季加工较多，燃烧产生的沼气不一定够维持自身的发酵温度。至于薯渣脱水烘干工艺，理论都行，但经济上并不合算。

解决薯渣“过量”才是问题关键所在。薯类淀粉厂的环保问题不应该由环保设备厂家解决，而是由薯类淀粉厂和设备供应商解决。开办薯类淀粉厂要的是淀粉，而不是薯渣和蛋白水，如果在田间就把淀粉提取出来，就不会出现上述问题。

所以，另外一种思路产生了，就是把设备分散到田间，蛋白水做肥料还田，薯渣留给附近的农牧民就近喂养牲口，淀粉厂仅仅是烘干厂。这样的好处就是淀粉厂可以延伸加工半径，直接到农户田里收购加工原料，可以很低廉地收购到原料，还节省了运费，由于设备是可以机动转移的，可以保证蛋白水不会在一处过量排放，薯渣也不会集中堆积在一处，附近的农民都可以取回作饲料用，做到了双赢。这就是“分散加工，集中干燥”的思路模式，这样的理念前提就是不认为蛋白水和薯渣是污染，而是一种资源。移动式薯类加工一体机的思路产生，能让这样的理念成了现实。

2 薯类淀粉加工一体机的设计思路

薯类淀粉加工一体机是一种小型化薯类淀粉加工系统，其外形如图 1 所示。该加工系统能够解决传统小型红薯淀粉加工工艺中淀粉不能精制，不能连续生产，淀粉品质差，水耗大，劳动强度高的问题。与传统小型设备机组相比，该设备先进之处在于采用了与大型薯类淀粉厂一样的工艺路线，内置有专用小型旋流器组，对淀粉粗浆进行旋液分离，有效去除果胶和蛋白，从而获得洁净的淀粉乳。该薯类淀粉加工一体机的设计加工工艺见图 2。其中内置的专用小型旋流器组(见图 3)是该薯类淀粉加工一体机的核心，它为本系统提供淀粉精制，工艺循环水，从而实现淀粉洗涤的自动化连续工作，并为筛分和清洗系统提供水源，达到节水目的。

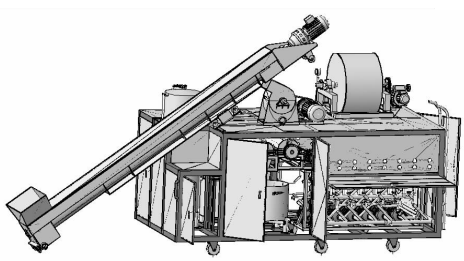

图 1 移动式薯类加工一体机外形图

Figure 1 Appearance figure of mobile potato processing machine

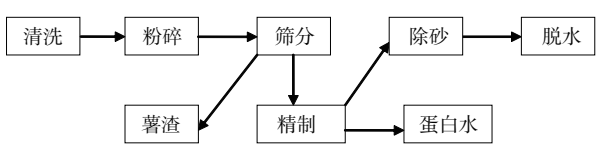

图 2 移动式薯类加工一体机加工工艺

Figure 2 The processing technology of mobile potato processing machine

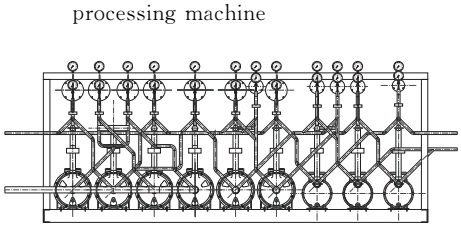

图 3 专用小型旋流器组平面图

Figure 3 The special small hydrocyclone group plan

为达到上述目的,设计了一种小型化薯类淀粉加工系统,包括连接在一个整体平台上的如下装置:原料清洗输送装置;将原料粉碎成浆液的粉碎装置;将浆液中薯渣分离的筛分装置;将浆液中的淀粉洗涤精制的分离装置;将淀粉中的泥砂去除的除砂装置;将淀粉浆水分去除成湿淀粉的脱水装置。此设计已经获得中国发明专利[15],由于其采用了与大型淀粉加工厂一样先进的全旋流分离提取法,故产品在各项质量指标上和大型淀粉生产出来的淀粉类似,远高于农户自己用沉淀池法制得的产品,薯类淀粉加工一体机适应中国薯类种植较为分散、不耐贮藏的实际特点,可以采取分散加工,在田间地头即可提取湿粉,可避免大型淀粉加工厂造成的极重污染的后果。

以薯类淀粉加工一体机为例核算加工粉坨的成本:红薯大约 3 kg 出 0.5 kg 干粉(水分 14%),折合粉坨约 0.78 kg(水分 45%),按红薯收购 0.54 元/kg,粉坨售价为 2 600 元/t 算,除去水、电、人工等消耗吨粉利润为 376 元。如果加工 60 d,可以加工红薯 4 320 t,几乎当年就可以收回设备投资。

3　薯类淀粉加工一体机的应用前景分析

综合中国薯类淀粉加工的现状,现将 3 种不同模式的薯类淀粉加工状况对比见表 2。

通过对比可见薯类淀粉加工一体机相比传统手工作坊不仅先进,而且高效,省力。如果农户用一体机来替代传统的"沉淀池"机组,不仅可以获得高质量的淀粉,提高自身经济收益,还可以为大型淀粉加工厂提供稳定优质的粉坨原料,保证工厂的稳定运行。薯渣和蛋白水都被分散在农田附近,实现了液体肥料的回田,薯渣也作为饲料就近免费供应给养殖户,工厂获得的淀粉,农民获得的实惠,环保问题巧妙的化解,不失为双赢。同时,薯类淀粉厂由于没有原料加工的负担,可以大幅"瘦身",只需剩下烘干机即可。

表 2　3 种薯类加工模式对比

Table 2　Comparison of three kinds of potato processing mode

项目	传统手工作坊	大型现代化工厂	移动式一体机
工艺路线	简单	复杂	复杂
淀粉生产周期	间歇式	连续	连续
原料处理量	<1 t/h	>20 t/h	3~5 t/h
劳动强度	高	低	低
产品质量	低	高	高
产品定位市场	农村低端粉条等制品	工业原料和高端食品	工业原料和高端食品
清水消耗	吨原料>10 t	吨原料<3 t	吨原料<3 t
动耗	15 kW/t 原料	40 kW/t 原料	15 kW/t 原料
场地	固定,占地<1 400 m^2	固定,占地大于 14 000 m^2	可移动占地 10 m^2
加工模式	集中加工,集中排放	集中加工,集中排放	分散加工,分散排放
供电方式	固定电网	固定电网	固定电网或柴油发电机
环保问题	环保设备处理	环保设备处理	肥料还田

这样的结果会形成另外一种格局的产生,淀粉加工厂将变身为淀粉烘干厂,可以将工厂建到任何交通物流便利的城市,甚至是发达的沿海港口,原料加工将分散到原料的产区,由种植户完成,通过物流的链条连接,形成真正意义上的"分散加工,集中干燥"的模式。

这种模式的最终意义在于革新薯类淀粉加工工艺,降低开办淀粉厂的门槛,普及全旋流工艺,打破所谓的技术垄断。

参考文献

[1] 程跃胜,孙赟,鲁言文,等. 全旋流分离设备在薯类淀粉生产中的应用[J]. 粮油加工与食品机械,2006(6):74-77.

[2] 刘俊霞. 中国马铃薯国际贸易趋势分析[J]. 西北大学学报:社会科学版,2012,12(4):57-62.

[3] 贺金卫. 薯类淀粉加工工艺及设备[J]. 湖南农机,2009,36(4):49-51.

[4] 潘牧,陈超,丁海兵,等. 贵州省马铃薯加工产业的现状、问题及发展对策[J]. 食品与机械,2011,27(4):173-176.

[5] 中华人民共和国环境保护法(主席令第九号)[S/OL]. [2015-01-01]. http://www.npc.gov.cn/npc/xinwen/2014-04/25/content_1861279.htm.

[6] 伍婵翠,王燕舞,刘康怀. HCR 工艺处理木薯淀粉废水[J]. 桂林工业学报,2006,26(2):242-246.

[7] 刘康怀,李月中,席为民. HCR——一种高效好氧生物处理技术[J]. 给水排水,2000,26(4):25-29.

[8] 任燕,曾艳,秦礼康. 臭氧处理马铃薯淀粉加工废水降污效果研究[J]. 食品与机械,2010,26(5):26-29.

[9] 吕建国,安兴才. 膜技术回收马铃薯淀粉废水中蛋白质的中试研究[J]. 中国食物与营养,2008(4):37-40.

[10] 李群兰,王世宽,刘达玉. 薯渣膳食纤维的开发价值研究[J]. 农产品加工,2005(3):51-52.

[11] 王文侠,吴耕红,吴红艳,等. 马铃薯渣酶法水解液制备单细胞蛋白饲料[J]. 食品与机械,2005,21(2):17-19.

[12] 高鹤. 马铃薯淀粉废水处理工艺探讨[J]. 大众科技,2009(9):93-94.

[13] 买文宁. 气浮提取蛋白—UASB—SBR 工艺处理淀粉废水[J]. 工业水处理,2002,22(6):42-44.

[14] Suvajittanont W, Chaiprasert P. Potential of biogas recirculation to enhance biomass accumulation on supporting media [J]. Bioresource Technology, 2003, 88(2): 157-162.

[15] 赵波,李书华. 一种小型化红薯淀粉加工系统及方法:中国,201010578727.X[P]. 2010-12-08.