

酒精生产中的连续喷射液化技术

朱 平

(山东省肥城市轻工机械厂, 山东 肥城 271600)

摘要: 用淀粉原料生产酒精, 传统的蒸煮工艺能源消耗很高, 淀粉糊化质量参差不齐; 近年国外新技术的引进, 国内酶制剂工业的发展和为其工艺配套机械的开发, 彻底改变了蒸煮工艺, 缩短了与国际先进技术水平的距离。

关键词: 酒精; 淀粉原料; 连续喷射液化

中图分类号: TS262.2 文献标识码: C 文章编号: 1001-9286(2001)05-0086-02

Consecutive Spraying Fluidification in the Production of Alcohol

ZHU Ping

(Feicheng Light Industry Machine Works, Feicheng, Shandong 271600, China)

Abstract: Traditional steaming and distillation in the production of alcohol with amyllum as raw materials have disadvantages such as higher consumption of energy and inequable gelatinization quality for amyllum. And the newly introduced foreign techniques in recent years, the development of domestic enzyme industries and invention of new machines suitable for the techniques will change the situations thoroughly and shorten our disparity from the international advanced technical levels. (Tran. by YUE Yang)

Key words: alcohol; amyllum; consecutive spraying fluidification

国内酒精主要是利用淀粉质原料生产, 占酒精生产总量的90%以上, 近年随着国家对糖业生产总量的控制, 许多糖厂的原有糖蜜酒精厂, 也利用现有的生产装置, 改造成淀粉酒精厂。

传统的生产工艺, 是将原料粉碎、蒸煮、糖化、发酵, 然后进行蒸馏, 产出合格酒精, 整个生产中, 能源消耗主要在两个工段, 一是蒸馏, 约占2/3; 二是蒸煮, 约占1/3。

1 淀粉原料的特点

淀粉质原料是以颗粒的形式存在于植物细胞内。颗粒内部呈复杂的结晶组织, 即淀粉颗粒是由许多针状小晶体聚集而成, 小晶体则是由许多淀粉分子链经氢键联结而成。不同原料的淀粉颗粒大小和形状都不一样, 其糊化温度也各不相同。为了增加糖化酶作用的机会, 加快糖化反应速度, 就必须使用 α -淀粉酶将大分子的淀粉水解成糊精和低聚糖。但是淀粉颗粒的结晶结构对酶作用的抵抗力强。由于类似细菌 α -淀粉酶水解淀粉颗粒和水解糊化淀粉的速度比1:20000, 不能使淀粉酶直接作用于淀粉, 需要先加热淀粉乳使淀粉颗粒吸水膨胀、糊化, 破坏其结晶结构, 在干淀粉遇到水后, 由于水分子渗入颗粒内部而引起淀粉体积和重量的增加, 当加热到一定温度时, 偏光十字消失, 温度继续上升, 淀粉颗粒继续膨胀, 一般会增大到原体积的几倍甚至几十倍。由于颗粒的膨胀, 晶体结构消失, 体积膨胀, 比表面积增大, 且互相接触, 变成糊状液体, 即使不再进行搅拌, 这时淀粉也不会出现沉淀, 已经形成粘状液体, 这就是人们常说的“糊化”过程。有关资料显示, 玉米原料(淀粉颗粒5~25 μ m)糊化温度范围(即失去双折射性的温度)开始为62.0 $^{\circ}$ C, 中点为67.0 $^{\circ}$ C, 终结为72.0 $^{\circ}$ C; 薯类(淀粉颗粒5~35 μ m)糊化温度范围开始52.0 $^{\circ}$ C, 中点59.0 $^{\circ}$ C, 终结64.0 $^{\circ}$ C。

2 淀粉原料糊化和液化的原理

所谓喷射液化工艺, 就是采用高压泵, 将已经预液化的原料, 在一定的温度和流速下, 依次通过喷射器, 物料在一定的压力下, 经内喷嘴加速达70~80m/s, 侧面形成负压, 将蒸汽形成膜状加热均匀。在喷射器内产生强烈的挤压作用下, 与 α -淀粉酶紧密接

触, 利用酶的作用, 喷出的物料受压力变化, 所产生的剪切力打开淀粉颗粒(细胞), 在通过喷射器后, 急速膨化减压, 产生出较松散和比表面积增大效果。在较短时间保压后, 流入常压的后液化罐内, 再次与新添的新鲜 α -淀粉酶作用, 使之彻底完成液化工作。 α -淀粉酶为液化型淀粉酶, 主要作用是把淀粉变成糊精, 其反应速度快, 因此原料的粘度下降, 又使淀粉变糖的速度非常缓慢。淀粉酶主要作用于淀粉的直链淀粉和支链淀粉部分, 任一点切断碳链, 形成糊精和少量的低聚糖, 最终生成麦芽糖、麦芽三糖、麦芽五糖。如以300个以上的葡萄糖单位的淀粉链为例, 它的切割方式基本上是对开, 而且液化迅速。

淀粉原料的糊化过程一般要经过3个阶段, 第一阶段是淀粉颗粒在吸收少量水分(在这个阶段要吸收20%~25%的水)时, 这个阶段体积膨胀很少, 并伴有热量释放, 淀粉乳的粘度增加得少。第二阶段是糊化, 在这个阶段淀粉继续吸水, 但不再释放热量, 淀粉的膨胀速度随温度升高而加快, 以40 $^{\circ}$ C开始膨胀就比较明显, 当温度升到一定数值(55~80 $^{\circ}$ C), 淀粉颗粒突然膨胀很多, 体积膨胀至50~100倍, 吸收大量的水分(此时水分子进入结晶区), 并很快失去偏十字, 淀粉分子之间的关系削弱, 引起淀粉颗粒的部分解体, 淀粉乳的粘度大为增高, 透明度也很高, 这时伴随一部分的淀粉溶于水, 淀粉乳将变成淀粉糊。在继续加热时, 糊化的淀粉溶解于水中, 此时为糊化的第三阶段。这种无限膨胀化的糊化现象称为淀粉的糊化现象, 与此相应的温度称为该淀粉的糊化温度。糊化时淀粉颗粒的晶体结构部分解体, 形成网状组织, 支链淀粉分子组成立体网, 网眼中充满直链淀粉溶液和短小的支链淀粉分子。

3 怎样得到良好的糊化醪

为了取得良好的糊化效果, 人们采用了许多方法, 并且在当时也取得了较好的效果。如以水解动力不同分为酸法、酶法及机械液化法; 以生产工艺不同分为间歇式、半连续式和连续式; 以设备不同分为管式、罐式、喷射式; 以加酶方式不同分为一次加酶、二次加酶液化法; 以酶制剂耐温不同分为中温酶法、耐高温酶法及中温与

收稿日期: 2001-04-23

作者简介: 朱平(1951-), 男, 山东平阴人, 大专, 高级工程师, 山东省酒精工业协会副秘书长, 泰安市政协委员, 发表论文20余篇, 主编《酒精蒸馏实用技术问答》一书, 获山东省及轻工部科技进步奖多项。

高温酶混合法等。每一种方法又分为几小类方法,并且各分类方法又存在交叉现象。这些方法虽然不同,但其最终目的都是为了使原料得到最理想的糊化效果。

据近年引进的芬兰 JPI 公司、法国 Speichim 公司、奥地利 VO-GELBUSCH 公司等国外先进的酒精生产装置和工艺流程,加至国内酒精工业把淀粉制糖的一种新工艺引进了酒精生产。在众多技术和工艺中,流行的很成功的一种就是喷射液化技术,它的出现,逐步取代了以前的许多液化技术。这种工艺技术的成功,取决于酶制剂工业的技术进步和机械装置的良好配合,以及对谷物原料深加工认识的提高。喷射液化技术的两个关键是一蒸汽喷射器和耐高温 α -淀粉酶。其中蒸汽喷射器在国内一般按照工作压力分为两类,一类是以美国道尔·澳利沃公司(Dor-Olicer C. P)为代表的高温蒸汽喷射器;另一类是由淮海工学院生物技术研究中心和美国 Hydro-Thermal 公司提供的低温蒸汽喷射器。耐高温 α -淀粉酶比传统的淀粉酶在高温下喷射液化,蛋白质絮凝效果好,不产生不溶性淀粉颗粒,不产生老化现象,液化液清亮透明;并且在高温下喷射液化还可阻止小分子前体物质的生成,有利于提高葡萄糖的收率,同时使用耐高温 α -淀粉酶成本比使用传统的淀粉酶还要低。由于国内目前的生产现状,使用高压蒸汽喷射器的条件较差,所以,实际生产中,国内的生产企业多采用低压蒸汽喷射液化技术和相应的喷射器。而且从生产实践的现场来看,目前的技术效果还是比较客观的。在国内常见的低压蒸汽喷射液化工艺流程主要有二次加酶和二次加酶两种,见图 1 和图 2。

4 酒精专用蒸汽喷射液化器的性能特点及分析

蒸汽喷射器是喷射液化的主要设备,它的工作喷嘴、上阀体、下阀体、针阀和由它们组成的接受室、混合室、阶梯扩散器装配而成。喷射器在工作状态下,是由两股不同压力的蒸汽和料浆流体在喷射器呈射流状相互混合,并发生能量交换,形成一股居中压力的混合液体。喷射液化器工作原理示意图 3。

工作介质流体蒸汽以很高的速度从喷射嘴喷出,进入喷射器的接受室,并把喷射器前的压力介质流(称为引射流体)料浆吸走。通常在喷射器里最初是发生工作流体的势能或热能转变为动能,一部分传给引射流体料浆。在沿喷射器流动的过程中,混合流体的速度渐渐均衡,于是混合流体的动能相反地转变成势能或热能。

工作介质流体和引射介质流体进入混合室中,进行速度的均衡,通常还伴随压力的升高。流体从混合室出来进入扩散器,压力将继续升高。在扩散器出口处,混合流体的压力高于进入接受室引射流体的压力。

提高引射流体的压力,而不直接消耗机械能,这是喷射器最根本的性质。

由于酒精生产是连续的,所以,必须采用不间断的配套设备,目前在酒精上使用的 HYW 型喷射液化器就可以满足其需要。HYW 型喷射器的结构构成是采用以料带汽进行喷射液化,因此采用 HYW 型进行液化不仅适合低压蒸汽,而且也适合过热蒸汽喷射液化。这种喷射器无振动、无噪音,改变了操作环境,同时加热均匀,节省蒸汽,因此 HYW 型是目前理想的低压喷射液化设备。采用喷射液化器进行液化,原料中的淀粉液化是否彻底,蛋白质絮凝效果是否好,淀粉和蛋白质分离效果如何,关键取决于喷射器内能否形成高强度的微湍流。分析其他现有的喷射器,它们形成的微湍流强度较弱。HYW 型喷射器则能形成高强度的微湍流,淀粉分散效果好。同时,这种喷射器能够通过粉浆中较大颗粒(原则上不应该出现 $\geq \Phi 2\text{mm}$ 的颗粒),消除了堵塞的可能性,当淀粉浓度 $\geq \text{Be} 25$ 的情况下,也不会产生堵塞,从各生产厂家的应用情况来看,一年以上喷射器无需拆卸、维修。

由于在传统的拌料罐中流加了 α -淀粉酶,淀粉入罐就已经进入预液化状态,所以,本工艺拌料温度高,料浆比小但不发粘,整个液化料含水少,喷射液化温度低,蒸汽消耗明显减少,据实际测

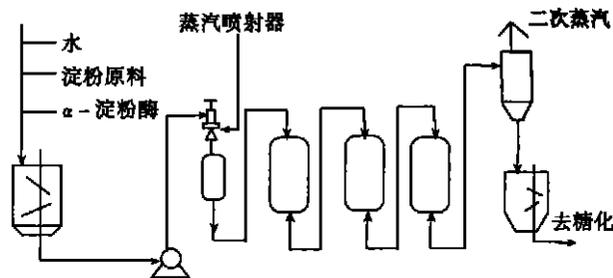


图 1 NOVO 公司一次加酶喷射液化工艺流程

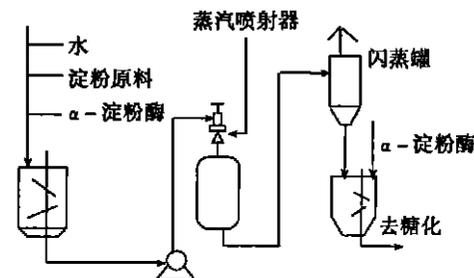


图 2 酒精二次加酶喷射液化工艺流程

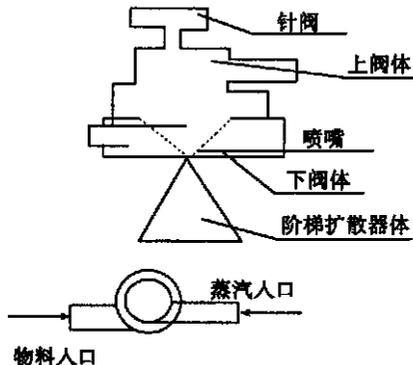


图 3 喷射液化器工作原理示意图

量,蒸汽比传统工艺减少 55%~65%。而且进入后液化罐中又是淀粉酶最佳作用温度,在罐内又有足够的液化时间,液化彻底,无夹生和焦糖现象产生。在通过空气冷却器后,仅将 92℃ 左右的料液降至 60℃ 左右进入糖化罐,自然降温从高温蒸煮 120℃ 降至 60℃,又减少近 50% 无益热量消耗。如果采用真空冷却,节约的电力和真空用水,将又是一笔可观的开销。由于液化效果好,糖化效果也完善,发酵就比较彻底,一般可以提高 1~2 个淀粉出酒率。

5 喷射液化具有十分可观的经济效益

在 2000 年 9 月份召开的中国酿酒工业协会酒精分会第二届代表大会上,以及同年 12 月份山东省酒精工业协会年会上,许多酒精生产厂家纷纷酝酿这套工艺和设备的可行性以及上马的必要性。喷射液化工艺综合比较,其具有能源消耗少(比高温蒸煮节省蒸汽近 60%),运行费用低,装置制造简单(没有高压容器),旧设备改造容易(只拆除蒸煮器,其他旧设备可以改造利用)。随着企业改革和改制的迫切需要,我们必须在酒精生产和销售的大好形势下,抓住机遇,真正为企业节能降耗、节能挖潜工作上首先做出经得起考验的实实在在的重大技改措施。假设我们把国内 80% 的酒精生产企业的蒸煮工段改造为喷射液化系统,将会产生由节省蒸汽而增产出一家年产 20 万吨的酒精新企业的经济效益。同时鉴于国家计委已经批准近期在国内建造几家年产 50~80 万吨的汽油醇(汽油中添加一定比例无水乙醇)工厂,如果采用喷射液化工艺,其产生的经济效益也将相当可观。●