

武汉轻工大学

毕业设计

年产 5 万吨 F42 果葡萄糖浆厂工艺设计

摘要

本设计为年产 5 万吨 F42 果葡萄糖浆生产工艺设计，主要内容包
括玉米淀粉工艺流程设计，工艺计算（物料衡算，能量衡算），
工艺设备选型，车间布置和设计，管道设计（选材，管径）。最后还要
配有工艺流程图，设备布置图，管道布置图。

果葡萄糖浆是一种很重要的甜味添加剂，是一种淀粉糖晶，是
植物淀粉水解和异构化形成的。生产果葡萄糖浆不受限制，任何地区

和季节都可以,生产设备也很简单,投资费用低。

关键词: 果葡萄糖浆, 玉米淀粉, 水解, 糖化, 异构化.

Abstract

The F42 is designed to produce 50, 000 tons of fruit glucose syrup production process design, the main contents include corn starch process design , process calculation (material balance , energy balance), process equipment selection , plant layout and design , piping design (material, diameter) . Finally, with a flow chart, equipment layout, piping layout.

If glucose syrup sweetness is a very important additive is a starch sugar crystals , plant starch hydrolysis and isomerization formation 。 If glucose syrup production is not limited to any region and the season can be, the production equipment is simple, low investment costs 。

Keywords: fruit glucose syrup, corn starch , hydrolyzed, saccharification, isomerization.

目录

武汉轻工大学	1
引言	4
1.1 简介	4

1.2 特性	5
1.3 发展趋势	6
设计方案和工艺流程	6
2.1、厂址选择	6
2.2、车间平面布置	8
2.3、生产建筑布局	9
2.4、生产方案	10
2.5 原料选择	11
2.6 生产工艺程图.....	12
2.7 生产工艺要点	13
工艺计算	17
3.1 物料衡算	18
3.2 热量衡算	23
设备、管道计算和选型	26
4.1 主要设备计算	26
总结	31
致谢	32
附录:	34

引言

1. 1 简介

果葡萄糖浆是蔗糖的一种很好的替代品，在饮料和食品行业广泛应用，尤其是在饮料行业，同蔗糖对比，果葡萄糖浆作为甜味剂有更好的风味和口感。随着蔗糖的发展受到限制，使得果葡萄糖浆在饮料和食品行业中的优势更加明显。在相同浓度的情况下，果葡萄糖浆与蔗糖的甜度差不多，大概有点类似于天然果汁的风味。由于果葡萄糖浆中含有相当含量的果糖，使其有清香、爽口的风味。在四十摄氏度下果葡萄糖浆具有冷甜的特性，并且甜度与温度的变化密切相关，甜度随着温度的降低而升高。当它完全替代蔗糖时，其甜度大概是同浓度蔗糖的 90%，只有部分代替蔗糖时，因为果糖、葡萄糖和蔗糖甜度的协同作用，其总甜度等同于同浓度的蔗糖。在实际应用尤其是食品、饮料行业中以果葡萄糖浆代替蔗糖，不仅在技术上可以得到实施，而且果葡萄糖浆清香爽口的这一特性可以更加明显的表现出来。随着时代的发展，我国开始对制糖工业方面作出某些规定调整，这一政策调整使得蔗糖的价格不断上涨，这无形之中又使果葡萄糖浆代替蔗糖的性价比优势越加明显。国内一些大的淀粉企业开始大规模的果葡萄糖浆生产，果葡萄糖浆在中国的发展迎来了一次难得的机遇。

1.2 特性

1. 甜味,果葡萄糖浆的最大优点在于其中含相当数量的果糖,当与其他甜味剂一起使用时有很好的协同增效作用。在食品和饮料的风味和口感的改良方面有很大的应用,能减少或消除其中的苦味和怪味.并且当果糖与蔗糖混合使用时,可以让其甜度增加 20%—30%,甜味丰满,风味更好.
 2. 冷甜特性,果葡萄糖浆的甜度与温度的高低有很紧密的关系,当温度在 40℃以下时,果葡萄糖浆的甜度随着温度的升高而降低,最高可达到蔗糖的 1.7 倍之多;具有冷甜特性的原因是果葡萄糖浆有两种分子构型: α 型和 β 型,这两种葡萄糖浆的甜度有很大的差距, α 型的甜度是 β 型的 3 倍,为了使甜度增加,我们可以在低温时,将部分 β 型转化为 α 型。
 3. 溶解度高,果糖溶解度在糖类中最高,在相同温度下,果糖溶解度大约是蔗糖的 2—3 倍。
 4. 有良好的抗结晶性,相比较于蔗糖来说,果糖还是很难结晶的,所以这可以使果葡萄糖浆在食品应用上具有很好的优势,可以表现出良好的抗结晶性。
 5. 保湿性好,由于果糖是无定型单糖,水分很容易被其吸收,带有一分子和半分子的结晶水,吸湿性大,因此有良好的保水能力和耐干燥能力,这一特性被利用在食品行业,可以使食品保持松软新鲜,延长产品的货架期。
- 不止上面所说,果葡萄糖浆还有一系列特性,例如:渗透压

大，发酵性能好，抗龋齿性好，化学稳定性等等。

1.3 发展趋势

果葡萄糖浆在国外发展比较早，这个产业也兴起的比较快，而我国在 70 年代才开始关注这一产业，由于起步较晚，生产技术工艺落后，并且产品成本相对来说较高，折合成干固物价格远远倍蔗糖要高等等一系列因素，因而限制了果葡萄糖浆的发展，在 70 年代建立起来的几个工厂基本没有得到很好地发展。直到 90 年代中期，我国工业发展有了一个很大的提升，淀粉糖工业也在这时兴起，制糖工艺和设备得到不断改进，使得产品成本大大降低。并且由于我国在制糖生产这一方面做出了很大的政策调整，这一政策调整使得蔗糖的价格不断上涨，而果葡萄糖浆的生产成本并没有增加，这就使得蔗糖的优势已渐渐失去，被果葡萄糖浆所代替是不可避免的。还有就是近几年来，果葡萄糖浆的宣传工作也做得很好，使得更多的人了解和认识到果葡萄糖浆的优势。由此果葡萄糖浆在市场上的需求量迅速增加，果葡萄糖浆呈现出了前所未有的势头，迎来了历史发展中的黄金机遇期。

设计方案和工艺流程

2.1、厂址选择

厂址的选择一般要符合这几个条件：(a) 地理位置要符合国

家工业布局和城市或地区的规划要求，应尽量进驻成熟开发的工业区；(b) 一般选择原料、产品销售、交通等因素综合最划算的地理区域；(c) 在考虑工厂的利益最大化的前提下，还要注意环境的保护，坚定杜绝以环境为代价来发展工业。

(1) 场地条件：场地的有效面积必须使工厂企业在满足生产工艺过程中货物运输和安全卫生要求的条件下，能够经济合理地布置场内外一切工程设施，根据现代化食品工厂从原料到精制、包装是一条流水作业线的特点，厂址选在城镇郊区比较好。车间占地面积避开平面利用率低的三角、边角地带，以边长比1:1.5的矩形场地比较经济合理。

(2) 地形：厂址选择地形还是比较简单的，一般的要求是地形平坦而且开阔，要符合工厂的场地需要，还有就是地下水能很好排出，不造成场地积水；自然坡度也不要太陡，最好为5/1000以下，不易受地质灾害的威胁，地质条件应符合建筑工程要求，一般地面耐力不低于120~150kn/m²，地下水位最高在车间地面标高—2.5m以下。还应避开易形成窝风的地带和大挖大填地带。

(3) 水文：工艺生产水是必不可少的，所以在厂区及其周边要有充足的水资源，并且水质也要达到工艺要求，一般都会对水先做一个除杂预处理。水的相对高度也要达到一定的要求，必须在最高洪水水位的1米以上。

(4) 环境：厂区的周边环境要干净整洁，要保证卫生标准达到

生产要求. 厂区的位置也应在人口聚居的下风侧, 河流的上游段. 还有最重要的是厂区必须远离污染严重及有毒有害物质排泄密集的区域。

(5) 运输: 因为在工厂都是大规模生产和使用葡萄糖浆, 这时就要一个密闭系统区贮存和运输了, 一般使用的都是储罐储存, 密封管道运输, 槽车运送。密闭系统不仅使产品加工运输过程中更加卫生, 并且还能够在提高生产效率。食品工厂的运输量一般较大, 因此厂址附近要具有可靠的运输系统。新建企业必须与城市规划相符。

(6) 能源: 能源就是生产车间的动力系统, 如果在生产过程中出现能源供应不上或者供应不了的情况, 那将给工厂造成不可估量的损失. 所以厂址一定要选择在能源供应方便的地方, 并且还要对工厂的配电室、锅炉房等配套设施作出一个具体的执行方案。

(7) 给排水: 果葡萄糖浆生产工厂所需的用水量非常之大, 所以工厂要有一个完整可行的给排水系统。并且由于生产工艺对水质的要求比较高, 也为了不对水资源造成过度浪费, 所以工厂要有一个水供给, 水预处理, 废水排放, 污水处理一个完整的系统。

2. 2、车间平面布置

在设计车间的平面布置时, 我们要考虑的是根据工厂建筑群

的组成内容及使用功能要求,结合有关技术要求,协调研究各项设施和建筑之间的相互关系,做到建筑物、交通运输、管路管线、绿化区域等布局合理,协调一致、生产井然有序,与四周建筑群融为一体的有机群体。

对于该平面设计,要遵循以下几点原则:

(1) 各区域布置紧凑合理,不多用一分地,也不为节省一分地而设立限制,因地制宜,节省投资和留有发展的余地.

(2) 生产流程的要求一定要达到。

(3) 在厂区的中心位置,一般分布和建立的是核心车间,像什么生产车间,大型车间这类的。

(4) 在流动部分,应做到人流、物流分开,管道运输分开,保证物流的通畅。

(5) 严格按照国家的有关规划和规定操作,遵从城市的规划安排。在卫生方面一定要满足食品工厂卫生及 HACCP和 GMP规范的要求本设计只对果葡糖浆项目所在的生产车间布局进行设计,其余的功能性建筑物的设计本设计不涉及。

2.3、生产建筑布局

根据实际生产情况以及文献所查的要求,实际建设设备要求如下:一般由生产车间,动力车间,辅助车间,三废治理部分,仓库和堆场部分,厂前区行政福利部分等组成.

生产部分包括:生产车间:液化间、糖化间、过滤间、产品检

辅助动力部分包括：水处理车间、锅炉房、空压机房、机修车间、配电室等由该公司统一提供。

原辅料仓库：存放果葡糖浆生产所用的原辅料及包装材料。

成品仓库：存放果葡糖浆成品。

行政部分：全厂性行政,后勤, 生产指挥服务中心。

生活部分包括：车间办公室、休息室、更衣室、会议室、浴室及厕所等。

废水废物处理部分：工业生产后的污水处理。

、生产方案

设计规模：糖化车间年产 5 万吨果葡糖浆，日产量 166.66t

根据“要达到和保持劳动力平衡；达到产品产量和质量的要求；原料综合并充分利用的要求；设备生产能力要保持平衡；水、电、汽负荷要保证达到生产水平 的要求，本设计的产品方案和技术指标具体如下：

①生产方法：二次喷射糖化法、双酶糖化法、固定化异构酶酶法,真空冷却法。

②生厂日程：每年生产 300 天，日生产 166.66t ，每天早、中、晚三班,每班生产 55.56t ，工人每次轮班 8 个小时。

③原料规格：工业玉米淀粉，淀粉（干基）85.4%，水分 14%，脂肪（干基）0.1%，蛋白质（干基）0.4%，灰分（干基）0.1%。

F—42 型果葡糖浆，果糖 42%，葡萄糖 53%，
低聚糖 5%，固形物(干基) 70~75%。

⑤添加剂：硫酸盐灰分(干基) $17 \pm 0.1\%$ ，pH 5.2 ± 0.1 ，
DE 5.2 ± 0.1 ，色泽 0.03 ± 0.0 ，略清晰，色泽稳定性 0.046 ± 0.0 ，清晰略黄。

⑥酶的指标：耐高温的 α -淀粉酶的活力 20000u/g 原料，用
量 8u/g

糖化酶的活力 50000u/g 原料，用量 200u/g ，异构酶活力标准 \langle
 360igi/g

2.1 产品要求

本设计为固形物含量 74% 的果葡糖浆，其得率(果葡糖浆：
绝干淀粉)为大于等于 101%，果葡糖浆糖分的组成：

果糖：42%

葡萄糖：53%

低聚糖：5%

相对甜度(蔗糖 100)：100

储存温度： $25 \sim 35^\circ\text{C}$

。5 原料选择

主要原料：玉米淀粉

原因：如果以玉米为原料，每生产 10 吨淀粉糖浆，可得蛋白
粉 0.75 吨，胚芽饼 0.75 吨；以糖槽 4 吨为原料，可得蛋白颗

3 吨;以浸泡玉米的废液 150 吨,用来提取肌醇六磷酸钙镁或者制得单细胞蛋白 1.5 吨。由此可以知道不仅玉米的利用价值可以翻倍,饲料价值也会有明显的提高。与其他含淀粉高的原料相比,玉米已与贮存和运输,制作简便,含淀粉量高,不受季节限制,主产品质量好,副产品种类多,有很高的利用价值,所以玉米是制作淀粉果葡萄糖浆的理想选择.

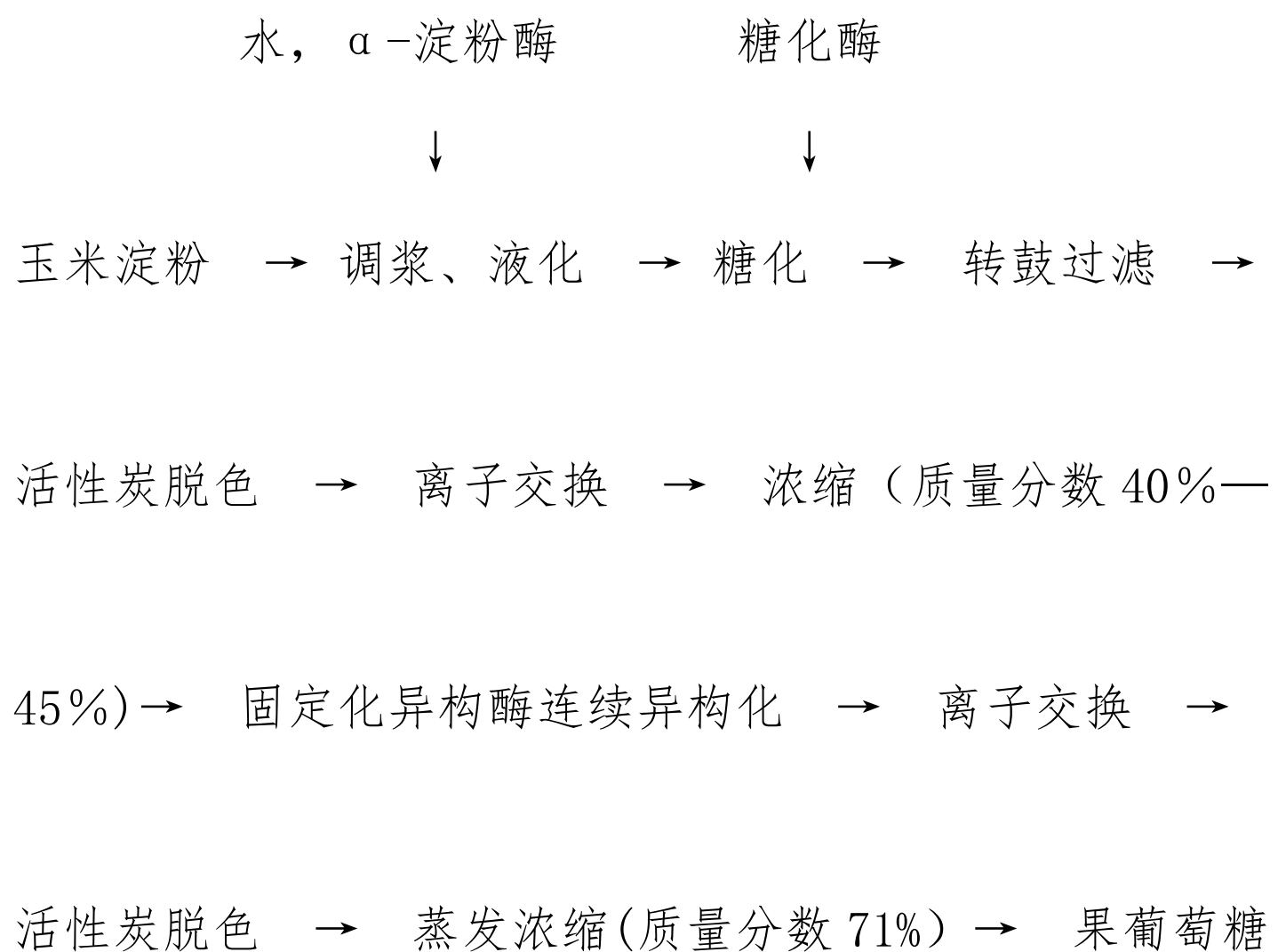
其它原料:

酶类: α -淀粉酶、固定化异构酶和糖化型淀粉酶

脱色剂:糖用活性炭

离子交换树脂:阴、阳离子交换树脂

生产工艺程图



(果糖 $42 \pm 1\%$)

。7 生产工艺要点

(1) 调浆

加水至工业玉米淀粉,将其调成浓度 $30\% \sim 32\%$ 的淀粉浆,同时为了使玉米淀粉浆中的酸碱度保持在 α -淀粉酶作用的最适宜的酸碱值,要在其加入5%的碳酸钠。这也是在调浆这一步最关键的地方。

(2) 液化

在液化这一阶段的主要目的是将淀粉糊化,水解成小的分子,因为淀粉糊化后一般都比较粘稠,而小分子的淀粉糖浆则能降低其粘稠度。这里 α -淀粉酶的用量也是有严格规定的,不是随意乱加的,我们根据酶制剂酶的活力单位确定绝对干淀粉用量为8单位/每克,采用的方法是二次加酶喷射,这个方法的主要操作是:在入口处温度保持 50°C ,pH调成6.0,将含酶量 $0.03\% \sim 0.05\%$ (固形物)粉浆加入喷射器同时温度瞬时升到 110°C ,并且在管道液化反应 $10 \sim 15\text{min}$,然后进入维持管,温度降到并维持 102°C ,再就是在料液在闪蒸分离器的作用下温度降到 95°C 。最后在真空冷却系统的作用下,温度下降到 60°C 。

(3) 糖化

糖化是整个生产工艺里面极其重要的部分,在这个阶段,各项

首先,我们要将液化后的淀粉浆降温到 $60^{\circ}\text{C}\sim 62^{\circ}\text{C}$,酸碱度要控制在 $\text{pH}4.5$ 左右,我们可以向粉浆中加入稀盐酸或稀硫酸.我们加入糖化酶的标准是按 200u/g 加入,并且间歇对料液进行搅拌.糖化完成的标志就是 DE 值达到 95% ,糖化完成后,我们要对料液进行灭酶,要将温度升至 $100^{\circ}\text{C}\sim 150^{\circ}\text{C}$ 。

(4) 脱色

经糖化过的糖浆颜色并不纯净,有点带色并且浑浊,这是由于里面有色素、蛋白质和各种无机杂质存在的原因。为了出去这些混杂物,我们可以通过调节 pH 的方法让它沉淀,这是因为它们有着各自不同的等电点。至于色素的话那就简单多了,直接加入活性炭吸收,再经过过滤,就能使糖液变清澈了,对于糖用活性炭的用量也是有规定的,按干物质的 $1.2\%\sim 1.5\%$ 加量,为,用 5% 的碳酸钠溶液调节 pH 至 $4.8\sim 5.0$,加热至 $85^{\circ}\text{C}\sim 90^{\circ}\text{C}$,保温脱色 30 分钟,然后用框板压滤机过滤,最后用稀盐酸或稀硫酸调节 pH 至 $4.0\sim 4.2$ 。

(5) 离子交换

这是在生产果葡萄糖浆过程中极其重要的一个步骤。因为我们在生产过程中产生了一些杂质,例如蛋白质、无机盐以及色素等,所以在不同的操作过程中要随时加入践行和酸性物质及一些盐类物质,用来调节糖液的 pH 和提供无机盐,这不仅能够增加糖液中金属阳离子和阴离子的含量,还能够激

泽与品质. 离子交换简单的来说就是阳离子到阴离子, 再到阳离子, 最后到阴离子的交换过程, 交换时, 阳树脂 (732) 的交换终点为 pH 由 2 上升到 4; 阴树脂 (701) 交换终点为 pH 由 7 降到 4。糖液在交换时由上向下流经离子交换树脂柱, 糖液流速保持每小时约为 3~4 离子交换树脂体积, 温度控制在 40℃~50℃之间. 对于用完后的离子交换树脂柱, 阳树脂 (732) 可用 5% 盐酸处理, 阴树脂 (701) 可用 4% NaOH 处理, 使树脂循环再生, 可继续使用。

(6) 浓缩

经脱色和离子交换后的糖液为浓度 30% 的葡萄糖液, 这时的色泽也是较为纯净的, 如果要得到葡萄糖浆, 就必须将糖液的浓度浓缩到 78%。如果这时我们只将糖液浓缩至 45%, 在经过异构酶的异构化作用, 再经脱色和离子交换, 将所得的 45% 左右浓度的葡萄糖浆进行第二次浓缩至 71%~72%, 得到的即为果葡糖浆。加热浓缩时的蒸汽压力为 2kg/m², 浓缩锅内的真空度控制为泵柱高 600mm 真空浓缩锅内的浓缩温度为 60℃~65℃。

(7) 固定连续异构化

我们糖化所得的糖液中果糖的含量并不是很高, 而 F42 果葡糖浆的要求是果糖的含量要达到 42%, 这时我们就要对糖液进行固定连续异构化, 采用的酶就是丹麦固定化异构

酶，这种酶能够催化 D—果糖和 D—葡萄糖间的异构化反应，将它加入到浓度为 35%~45% 的糖液中，在固定化异构酶的作用下，葡萄糖液中的部分葡萄糖转变为果糖，提高果糖在糖液中所占的比重。异构前须加硫酸镁，目的是为了为了使糖液中影响异构酶活力的钙离子浓度下降至 1ppm 以下，并且调节入口 pH 至 7.5~7.6，升温至 55℃~60℃，目的是使糖液中的镁离子浓度达 50ppm~100ppm，然后将糖液引入异构柱进行连续异构化。按异构后糖液中果糖的含量控制糖液引入异构柱的流量，若低于 42%，则须减小流量，如异构酶低于原活力的 10%，则需要重新换酶。

(8) 二次脱色、二次离子交换、再浓缩

异构化反应后，这时所得糖液也并不纯净，在前面的操作步骤中会有有色物质加入，并在贮存期间还很容易产生颜色及灰分等杂质，所以，需要进行二次脱色。将得到的糖液送入脱色桶中，在其中加入一定的新鲜活性炭，至于操作方法则与第一次脱色完全相同。

二次树脂交换：同样的道理，经二次脱色的糖液需再进行一次树脂交换，方法也是同第一次离子交换一样。最后流出的糖液 pH 值较高，可用加入盐酸，调节 pH 值至 4.0~4.5。

精制的糖液经真空蒸发罐浓缩到我们产品所需要的浓度，即得果葡糖浆。由于葡萄糖很容易结晶，为了不让糖浆在贮存期间出现结晶析出，不能让糖液蒸发到过高浓度，一般

要求在 70%~75% (干物质浓度) 之间。其中果糖含量 42%, 葡萄糖 53%。

表 1 果葡糖浆的产品标准 (GB/T 20882—2007)

项目	F42 标准
感官	糖浆为无色或者淡蓝色, 透明的粘稠液体. 甜度柔和, 具有果葡糖浆特有的香味, 无异味。无正常视力可见的杂质
固形物 (%)	F42 ≥ 71.0
果糖含量	F42 $\geq 42 \sim 44$
葡萄糖+果糖 (占干物质) %	F42 ≥ 92
PH 值	3.3-3.4
色度/RBU	≤ 50
透光度 (%)	≥ 96.0
硫酸灰度 (%)	≤ 0.05
砷 (以 As 计) mg/kg	≤ 0.5
铅 (以 Pb 计) mg/kg	≤ 0.5
细菌总数, 个/100mg	≤ 1500
大肠菌群, 个/100g	≤ 30
致病菌	不得检出

工艺计算

表 2 生产过程各阶段淀粉损失率

生产项目	淀粉损失率	备注
液化	1%	
糖化	1%	
脱色	0.5%	前后 2 次
离子交换	0.5%	前后 2 次
过滤	1%	前后 2 次

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/457101042151006142>