

一、甘蔗制糖生产工艺流程描述（一步法）

（作者：平方制糖。网站 <http://www.pfxt2020.com> 未经作者同意，不得转载）

所谓一步法，就是从甘蔗直接制成白砂糖。主要步骤是甘蔗种植砍收入厂、压榨、澄清、煮糖、分蜜、装包、入库。

1、甘蔗种植

深耕 35cm 以上，按行距 90~120cm 开植蔗沟，要求沟深 20~30cm，沟底宽 20~25cm，沟底平整。种植时间 11 月中旬到次年的 4 月底，提倡提早种植，以延长糖料蔗生长期，提高单产。种苗选择选取梢部种苗（剥去叶梢，用利刀砍成双段或三芽段），要求蔗芽健康饱满，无病虫害。要求下种量每亩 8000~9000 芽。

种茎以品字形或铁轨式双行窄幅排放，两行种茎之间距离 10cm 左右，种茎与土壤贴紧，芽向两侧。种植时，亩施用 1500—2000kg 农家肥或糖厂滤泥 1500kg，复混肥（总养分 29%，10-10-9）50-75kg 作基肥。肥料施于种植沟后再下种，避免种芽直接与肥料接触。

2、甘蔗砍运

砍蔗质量一般要求：糖料蔗蔗尾砍至生长点（或称鸡蛋黄）以下 7 寸（23.1 厘米），无蔗叶、蔗梢、根须、泥沙等夹杂物。在糖料甘蔗砍收、搬运、运输和贮存期间，保护甘蔗免受虫害、化学、物理及微生物、污染物或者其他有害物质的污染。农务人员和联络员深入蔗区检查砍蔗质量，督促蔗农按糖料甘蔗砍收标准砍蔗。待运糖料甘蔗堆放在指定的运蔗点，糖厂派车辆去装载。糖厂通过砍蔗票证管理微机系统控制砍蔗到进厂时间，保证糖料甘蔗的新鲜度，防止糖料甘蔗霉变污染。开榨前、榨季中期分别从蔗区随机采样，送有资质的检验机构进行农药残留量/重金属检测。

3、甘蔗过磅进厂/存放

糖料甘蔗经质检、过磅后堆放在平整、无杂物的蔗场内或直接压榨。

4、甘蔗投放、输送

甘蔗从蔗场或运蔗车上吊卸入输蔗带，甘蔗经输蔗带送到砍蔗机或撕解机进行预破碎。

5、甘蔗预破碎

糖料甘蔗一般经三座撕解机的撕解破碎，达到一定的破碎度以方便压榨更好地提汁。甘蔗预破碎主要控制甘蔗的破碎度达 88%以上。

6、甘蔗压榨

压榨的目的是提汁。撕解后的糖料甘蔗依次通过五座榨机来进行压榨，在蔗料进入第五座榨机之前加入 60-90℃的工艺热水（工艺热水系指蒸发罐、加热器、煮糖罐的蒸汽冷凝水）进行渗透提汁。压榨出来的蔗汁称为混合汁，出来的蔗渣部分送锅炉作燃料，部分经除髓后的蔗渣纤维装车作为副产品外卖，蔗髓送锅炉作燃料。压榨的主要控制参数是抽出率（95.5%以上）、蔗渣水分（50%以下）。

7、混合汁预灰

刚压榨出来的混合汁含有较多蔗渣糠，经滚筒曲筛过滤后可除去蔗渣糠，蔗渣糠回流入第一座榨机重新压榨，经筛滤后的混合汁在压榨混合汁箱中同时加入石灰乳和食品级磷酸（二步法不加磷酸，仅加石灰乳），使 pH 值达到 6.5~7.3，总磷酸值控制在 250~400PPm，这一过程称为混合汁预灰。混合汁预灰目的是减少蔗糖转化，混合汁预灰主要控制的是蔗汁的 pH 值及总磷酸值。加磷酸主要作用是生成表面吸力强的磷酸钙，吸附混合汁中的胶体物质、有机色素及一些非糖杂质，此处要控制磷酸的加入量，加入磷酸过多/过少都将导致物料难处理或无法达到指标要求。经过预灰的混合汁经泵和管道输送到一次加热器。

8、一次加热

预灰汁进入加热器利用蒸汽进行第一次加热，磷浮法第一次加热的温度控制在 55-65℃，二步法第一次加热的温度控制在 65-79℃，目的是抑制细菌繁殖及杀灭部分细菌，促进蔗汁中胶体的团聚作用，降低蔗汁粘度，加速蔗汁中和时 SO_2 、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 与非糖分的反应。一次加热控制的是加热温度。

9、混合汁箱

一次加热后的混合汁排放到混合汁箱，在泵去中和前此处还添加部分磷酸（二步法不加磷酸），以进一步吸附混合汁中的胶体物质、有机色素及一些非糖杂质，利于中和反应完全（二步法不加磷酸）。由于混合汁有时产生的泡沫较多，必要时此处还适量添加消泡剂以消除泡沫。

10、中和—也称硫熏中和

混合汁经泵加压进入硫熏中和器喷射形成真空将硫磺炉制备出来的二氧化硫气吸入混合反应（硫熏，二步法不用硫熏），再加入一定量的石灰乳 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 进行中和，生成大颗粒的沉淀物，这些沉淀物能把蔗汁中的大部分胶体悬浮物及色素杂质吸附除去，使沉淀工序能顺利分离出清澈透明、色浅的清汁。硫熏中和主要控制的是硫熏强度、pH 值，关键限值：清汁 $\text{pH} \geq 6.5$ 。二步法中和主要控制加灰 pH 值。

11、二次加热

蔗汁经过中和之后泵送加热器利用蒸汽进行第二次加热，加热温度控制在 $98-103^\circ\text{C}$ 。第二次加热的作用主要是加速化学反应生成大量的钙盐沉淀，并使胶体物质脱水凝聚，沉淀的颗粒更为结实，糖液粘度降低，为下工序的固液沉降分离提供良好条件，并可杀灭各种微生物。其主要控制参数的是加热温度。

12、沉淀、过滤

蔗汁经过中和、加热后产生了大量的沉淀物，再加入絮凝剂使沉淀物聚集凝结得更结实、粗大、使之具有更大的重量，形成的较大的絮凝物能絮凝微小的悬浮粒子，为固液分离创造良好条件。蔗汁加入絮凝剂后即进入沉淀池进行固液沉降分离，蔗汁沉降后分离出清汁和泥汁。沉淀的主要控制参数是控制絮凝剂加入量及清汁的清度。

经沉淀分离出来的泥汁在泥汁混合槽中与适量的蔗髓进行混合后进入真空吸滤机进行固液分离，将蔗髓和滤网作为过滤介质，利用吸滤机的低真空段吸泥汁，高真空吸滤进行固液分离，加入工艺热水进行喷淋，尽可能多提糖。分离出来的滤汁回流入混汁箱，滤泥则作为副产品出厂。真空吸滤的作用是最大限度的从泥汁中分离出滤汁，提高糖分的回收。

13、清汁过要滤

从沉淀池分离出来的清汁进入曲筛过滤进一步将杂质除去，此处主要控制过滤介质滤布的完好状况。清汁经曲筛过滤后进入清汁箱，滤渣回流到混合汁箱。

14、三次加热

清汁从清汁箱泵到加热器进行第三次加热，第三次加热的温度达到 $118-125^\circ\text{C}$ ，加热的主要目的是使清汁进入蒸发罐之前达到沸点温度，以提高蒸发罐的加热效能。主要控制参数是加热温度。

15、五效压力真空蒸发

清汁中含有大量的水分，必须蒸发水份加以浓缩，这一过程称为蒸发。蒸发产生的蒸汽可作加热和煮糖结晶用汽，产生的汽凝水产部分用作锅炉用水，部分作为工艺热水。清汁经

五效真空蒸发浓缩到 50~70 锤度，蒸发出来的糖浆称为粗糖浆（也称原糖浆）。蒸发的主要控制参数是糖浆锤度。粗糖浆经缓冲罐泵至粗糖箱。

16、糖浆上浮

粗糖浆泵到上浮加热器进行加热，加热到 78~90℃ 使得粗糖浆在进入浮清器前的预处理更为彻底并可以降低糖浆的粘度。加热后糖浆进入上浮反应箱，加入吸附力强且具有絮凝作用的食物磷酸和糖化钙，产生的磷酸钙可吸附糖浆中的杂质和色素形成悬浮物和沉淀物，经机械起泡后加入絮凝剂，絮凝剂将悬浮物与沉淀物网络在一起并进入浮清器，形成密度较小的浮渣上升，浮清器顶部的刮板将浮渣撇除至混合汁箱，出来的糖浆称为清糖浆。糖浆上浮工序的主要作用是进一步除去糖汁中的色素和非糖杂质，以得到质量更高的糖浆，为后续生产更高质量的白砂糖作好准备。上浮主要控制的是糖浆的 pH 值、温度和清度。

丙糖如不作为乙种，而作为丙糖浆回溶时，先加入工艺热水回溶成约 65Bx 的丙糖浆，丙糖浆上浮工序同粗糖浆上浮。出来的丙糖浆汇同清糖浆一道泵上煮糖糖浆贮箱。

17、清糖浆浓缩

为进一步浓缩糖浆，加快煮糖结晶时间，清糖浆泵送至浓缩罐进行蒸发浓缩。清糖浆浓缩的主要控制参数是清糖浆锤度。

20、糖浆过滤、泵送、贮存

浓缩罐出来的清糖浆（磷浮法）经 100 目过滤器过滤后泵送入煮糖楼糖浆贮箱。若贮箱中的糖浆产生的泡沫过多，必要时此处适量添加消泡剂。

21、煮糖结晶

清糖浆/丙糖浆再经 100 目滤袋进行二次过滤后进入真空结晶罐，利用蒸汽对糖浆进行加热浓缩使糖浆达到一定的过饱和度，析出晶体，并使晶体逐渐养大至所要求的粒度，煮成糖膏，这一过程称为煮糖，又叫蔗糖结晶。为最大限度的提取糖分，煮糖一般分为三段，第一段是甲糖（A 糖），从上浮出来的清糖浆用来煮甲糖膏，甲糖膏煮好后经离心机分离得出成品白砂糖和甲原蜜、甲洗蜜；第二段是煮乙糖（B 糖），部分甲洗回煮甲糖膏，其余甲洗和甲原用来煮乙糖膏和丙种，乙糖膏经离心机分离后得出乙糖和乙糖蜜，乙糖作煮甲糖膏的种子；第三段是煮丙糖（C 糖），用丙种和乙糖蜜来煮丙糖膏，煮好的丙糖膏经离心机分离后出来丙糖和丙糖蜜（丙糖蜜亦称甘蔗糖蜜、废蜜，也叫“桔水”），丙糖可用作煮乙糖膏的种子，或回溶成丙糖浆经上浮处理后汇入清糖浆回煮甲糖膏。废蜜为副产品，可做为制造乙

醇、味精、赖氨酸、酱油、酵母等产品的原料。煮糖用种子除了用后段砂糖作种子外，一般采用投糖粉刺激起晶法制成种子供各段煮糖用种。糖粉的配制是用白砂糖与食用酒精按一定比例放到球磨机磨成糖糊。煮糖结晶主要控制的是真空度、加热蒸汽压力及糖膏浓度、粒度。

22、助晶

煮糖出来的甲、乙、丙糖膏进入带有搅拌装置的助晶箱进行助晶。助晶是结晶过程的继续，主要通过逐渐降温的方法，使蔗糖在母液中的溶解度逐步降低，从而析出并沉积在原有的晶体上，使晶体逐渐长。通过助晶可以提高蔗糖的回收率。助晶需要控制的是助晶时间。助晶箱排放糖膏进入分蜜机前先放到糖膏分配槽中，以均衡进入各台分蜜机。糖膏分配槽主要控制分配槽中的糖膏量。

23、分蜜

糖膏是由蔗糖晶体和糖蜜组成，糖膏从助晶箱出来经分配槽进入分蜜机进行离心分离，以将晶体和糖蜜分开。甲糖膏经离心分离出来的是白砂糖和甲原、甲洗，甲原、甲洗泵回煮糖工段回煮乙糖膏及甲糖膏。乙糖膏分离出来的是乙糖和乙糖蜜，乙糖作甲糖的种子，乙糖蜜用来煮制丙糖膏。丙糖膏分离出来的是丙糖和废蜜，丙糖一般情况下加入热水回溶成丙糖浆经上浮处理后汇入清糖浆入煮甲糖膏，也可作乙糖的种子。废蜜亦称甘蔗糖蜜，俗称桔水，作为副产品进入桔水塔储存。

甲糖膏分蜜时，为使蔗糖晶体和糖蜜分离更为彻底，在离心分离的同时需对白砂糖进行水洗和汽洗，甲糖膏分蜜由于此处出来的产品是成品，为控制微生物，用于水洗的工艺热水温度必须控制在 85 度以上(关键限值)。

分蜜出来的各种糖蜜和糖糊泵送需使用压缩空气进行泵送，因压缩空气直接接触产品，故对空气压缩机要求使用食品级润滑油，并且压缩空气在使用前经油水分离处理后方可使用。

24、干燥

白砂糖从分蜜机出来后经震动输送机通过输送带再经提升机进入干燥机进行干燥，先利用加热空气进行干燥，去掉白砂糖表面水分，使白砂糖水分含量达标，加热出来的白砂糖通过输送带进入另一座干燥机用冷空气降温，使白砂糖的温度达到工艺要求。用于干燥的空气

必须经滤网过滤以防止浮尘、小虫子等异物混入。干燥工序的主要控制的是白砂糖的水分和温度。

白砂糖从分蜜机出来后至装包的全过程为成品清洁卫生控制区（清洁区）。成品清洁卫生控制区为密封式厂房，风口、窗户等需安装滤网及纱窗，防止浮尘、小虫子等异物混入；地沟、地漏口设置防鼠装置，防止老鼠、蟑螂进入；成品清洁卫生控制区内设置灭蝇灯、消毒杀菌灯、粘鼠板等装置。其中，包装间的内包装室为高清洁区，配置洗手、消毒、更衣设施，定期检查清理消毒、防虫、鼠害情况，定期清洁地面及设备表面，保持清洁卫生，防止及消除微生物及活虫污染；所有进入高清洁区人员均需按要求更换专用的工作服、鞋、帽及佩戴口罩，穿戴用品定期清洗消毒，定期进行空气质量检测。

25、一次除铁

经干燥后的白砂糖进入分类筛选机前先通过第一次滚筒式磁选机初步除掉铁锈等铁质杂质。清理出来的铁屑混有较多白砂糖，每班收集后回溶泵去混合汁箱。生产过程中的落地糖也一并回溶后泵去混合汁箱。

26、筛选

白砂糖经一次除铁之后进入筛选机将细的糖粉和粗大的糖块筛除出来并输送至回溶机进行回溶，回溶后的糖浆泵去原糖浆箱重新上浮或饱充处理。

27、末次除铁

筛分出来的白砂糖输送送至糖斗待包装，在进入糖斗前白砂糖经过除铁器进行除铁。除铁要求磁场强度一般 8000 高斯以上。

28、白砂糖贮斗

经除铁后的白砂糖进入贮糖斗贮存待包装。为控制异物，在白砂糖进入装包称前还安装有两道不锈钢隔网。由岗位工负责定期检查清除异物。

29、检测

白砂糖装包前采样进行检测，按检测结果选择包装袋进行包装。

30、白砂糖装包

白砂糖包装用定量电子包装秤进行称量包装，包装的材料是双层的塑料袋，外层是塑料编织袋，采用聚丙烯（PP）材料经拉丝编织而成，内层是塑料内膜袋，由聚乙烯（PE）材料吹制而成，必须符合食品包装物有关的卫生要求，包装规格目前有 30 kg、50kg 和 1000kg 三种。外包装采用喷码机进行产品标识喷码、工业缝包机封包。

包装过程主要控制装包重量及缝包针的使用。使用的包装材料使用前经消毒处理，装包过程中每编号白砂糖须经三次抽包检查，防止重量偏差，使用的缝包针须以旧换新，并保持针形完整，由专人记录更换记录，保持可追溯性。如果找不到断针、掉针，则将该糖包进行隔离标识，回溶处理。

31、成品入库出库

按检验报告单办理成品移交手续入库储存或直接进行交付。

a) 成品接收：在生产线上，保管员核对《白砂糖检验报告》，明确产品级别和生产编号，盘点产品生产入库数量，检查外包装状况，不允许烂污包、跳线包入库。

b) 成品储存一般要求：成品仓库内堆放食糖时，地面必须辅垫干净的彩条布和薄膜，堆放糖堆四周必须有一定的间隔距离，要求主要通道 1 米以上，糖堆与墙间距 0.8 米，糖堆与墙柱间距 0.5 米，糖堆与照明灯间距 0.5 米以上，仓库的食糖严格按白砂糖检验报告的类别分类堆放，各等级食糖必须标识清楚和明确，食糖入库成垛后保管员负责组织装卸工在糖堆上盖好防尘薄膜，上下薄膜的接口处用夹子夹好，确保糖堆干燥、无尘，并保持仓库内清洁卫生。

二、甘蔗制糖生产工艺流程描述（二步法）

所谓二步法，第一步就是把甘蔗先制成原糖，然后第二步把原糖回溶炼制成白砂糖。

从甘蔗制成原糖的流程与一步法相似，主要是有两个地方有差别，一是澄清加工助剂添加不一样，二是产出的不是白砂糖，而是原糖，不用装包，直接输送带输送到原糖仓存放。第二步的步骤主要是原糖回溶、饱和、过滤、蒸发、煮糖、分蜜、装包。下面从原糖回溶开始描述。

1、原糖回溶

原糖经输送带输送至回溶机回溶，把原糖用 90~95℃ 热水/甜水溶成一定锤度（60~65°Bx）的回溶糖浆，然后泵送至加热器。

2、加热

回溶糖浆进入加热器利用蒸汽进行加热，加热的温度控制在 78-82℃，目的是抑制细菌繁殖，降低回溶糖浆粘度，加热控制的是加热温度。溶解后的糖浆经筛网除去非糖杂质后送到饱充工序。

3、饱充罐饱充

溶解的糖浆经加热器加热至所需温度，然后进入搅拌混合箱，石灰乳在搅拌箱中与加热后的溶解糖浆混合，使加灰糖浆到达控制 pH 值 10.5~11.5，然后进入初级饱充罐，再到二级、三级饱充罐。当 1~3#饱充罐液位达到第一个视镜时，开二氧化碳入气阀，开始饱充；开饱充汁回流泵；打开 3#饱充罐入汽阀，控制加热温度在 80~85℃。

4、过滤

回溶糖浆经饱充后进入已预涂好助滤剂的压滤机进行过滤，一般有一滤、二滤，预涂助滤剂主要的作用是形成过滤介质，有利于回溶糖浆通过滤布，除去一些非糖杂质（如水不溶物），此处要控制助滤剂的加入量（以二滤汁浊度： $\leq 30\text{MAU}$ ）为准，加入助滤剂过多/过少都将导致物料难过滤或无法达到指标要求。压滤机过滤得到的是滤汁。压滤机泥汁经压滤以尽量回收糖分，产生的滤泥饼用机械清运出厂，过滤所回收的甜水集中至甜水箱以再次利用。从压滤机出来的滤汁 PH 7.0~7.5、色值 $\leq 500\text{IU}$ 。

5、板式蒸发器蒸发

二滤汁中的水分，要继续加热以蒸发水份，糖浆浓缩到一定浓度才能进入成糖工段进行结晶。蒸发的主要控制参数是糖浆锤度。

6、二次袋滤

蒸发出来的糖浆送去煮糖结晶前经袋滤器进行袋滤，其目的是除去一些非糖杂质（如水不溶物），其主要控制指标是浊度： $\leq 30\text{MAU}$ 。

7、煮糖结晶

从袋滤器出来的清糖浆即进入真空结晶罐，利用蒸汽对糖浆进行加热浓缩使糖浆达到一定的过饱和度，析出晶体，并使晶体逐渐养大至所要求的粒度，煮成糖膏，这一过程称为煮糖，又叫蔗糖结晶。为最大限度的提取糖分，煮糖一般分为五段煮制，第一种是 R_1 糖，从

袋滤器出来的清糖浆用来煮 R_1 糖膏， R_1 糖膏煮好后经离心机分离得出成品 R_1 白砂糖和 R_1 糖蜜；第二种糖是煮 R_2 糖膏， R_1 糖蜜回煮 R_2 糖膏， R_2 糖膏煮好后经离心机分离得出成品 R_2 白砂糖和 R_2 糖蜜， R_2 糖蜜回煮 R_3 糖膏， R_3 糖膏煮好后经离心机分离得出成品 R_3 白砂糖和 R_3 糖蜜，榨季开榨期间， R_3 糖蜜回原糖处理。榨季停榨期间， R_3 糖蜜回煮 R_4 糖膏， R_4 糖膏煮好后经离心机分离得出 R_4 白砂糖和 R_4 糖蜜， R_4 白砂糖作回溶处理， R_4 糖蜜回煮 R_5 糖膏， R_5 糖膏煮好后经离心机分离得出 R_5 白砂糖和 R_5 糖蜜， R_5 白砂糖作回溶处理， R_5 糖蜜为甘蔗糖蜜进入甘蔗糖蜜塔储存。煮糖主要控制的是真空度和加热蒸汽压力。

8、助晶

同一步法。

9、分蜜

糖膏是由蔗糖晶体和糖蜜组成，糖膏从助晶箱出来经分配槽进入分蜜机进行离心分离，以将晶体和糖蜜分开。 R_1 糖膏经离心分离出来的是 R_1 白砂糖和 R_1 糖蜜， R_1 糖蜜泵回煮糖工段煮制 R_2 糖膏； R_2 糖膏分离出来的是 R_2 白砂糖/和 R_2 糖蜜， R_2 糖蜜回煮 R_3 糖膏； R_3 糖膏煮好后经离心机分离得出成品 R_3 白砂糖和 R_3 糖蜜， R_3 糖蜜泵到原糖制炼车间煮原糖/赤砂糖。糖膏分蜜时，为使蔗糖晶体和糖蜜分离更为彻底，在离心分离的同时需对白砂糖进行水洗，由于此处出来的产品是成品，所以用于 R_1 糖水洗的水不能是生水（控制微生物），洗水的温度必须控制在 85°C 以上(关键限值)。

10、分蜜后的流程与一步法同。

