

小型甜菜糖厂 生产技术

《小型甜菜糖厂生产技术》编写组 编著

轻工业出版社

小型甜菜糖厂生产技术

《小型甜菜糖厂生产技术》编写组 编著

轻工业出版社

内 容 提 要

本书系统地介绍小型甜菜糖厂的生产技术，主要叙述原料甜菜、渗出、清净、蒸发、煮糖、助晶、分蜜、干燥和包装以及糖厂化学管理等内容，可供甜菜糖厂生产工人和技术人员参考。

小型甜菜糖厂生产技术

《小型甜菜糖厂生产技术》编写组 编著

轻工业出版社出版

(北京阜成路3号)

天水新华印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

787×1092毫米 1/32 印张：8 $\frac{16}{32}$ 插页：2 字数：190千字

1977年7月第一版第一次印刷

1983年4月第一版第二次印刷

印数：5,301—8,000 定价：0.63元

统一书号：15042·1421

目 录

第一章 原料甜菜	(1)
第一节 原料甜菜生产的技术管理.....	(2)
第二节 甜菜保藏.....	(6)
第三节 甜菜的化学成分.....	(14)
第二章 工艺流程	(26)
第一节 亚硫酸法工艺流程.....	(26)
第二节 碳酸法工艺流程.....	(29)
第三章 甜菜洗净和切丝	(31)
第一节 甜菜的洗净.....	(31)
第二节 甜菜切丝.....	(35)
第四章 渗出	(45)
第一节 渗出的基本原理.....	(45)
第二节 有关渗出的几个实际问题.....	(50)
第三节 连续渗出器.....	(57)
第四节 渗出操作.....	(63)
第五章 清净	(71)
第一节 糖汁清净的一般概念.....	(71)
第二节 亚硫酸法.....	(75)
第三节 碳酸法.....	(113)
第四节 两种清净工艺的比较.....	(124)
第六章 蒸发	(128)
第一节 蒸发罐构造.....	(128)
第二节 单效蒸发及其计算.....	(130)

第三节	多效蒸发及其计算	(134)
第四节	糖汁的变化	(144)
第五节	快速蒸发	(145)
第六节	蒸发操作要点	(150)
第七节	防除积垢方法	(154)
第八节	有关蒸发的几个问题	(158)
第七章	煮糖	(166)
第一节	蔗糖结晶的基本原理	(166)
第二节	煮糖设备	(181)
第三节	煮糖操作	(191)
第四节	煮糖技术管理	(202)
第八章	助晶	(208)
第一节	助晶原理及影响助晶的因素	(208)
第二节	助晶槽	(212)
第三节	助晶操作	(214)
第九章	分蜜、干燥、包装及转化糖浆制造	(224)
第一节	分蜜、干燥、包装	(224)
第二节	转化糖浆制造	(232)
第十章	糖厂化学管理	(235)
第十一章	糖厂的物料、热量平衡	(250)
第一节	物料平衡	(250)
第二节	热量平衡	(259)
附录	投产开车、小修及收工停机工作要点	(262)

第一章 原料甜菜

我国的制糖原料主要是甘蔗和甜菜。

早在六、七世纪长江流域已有食叶用甜菜。1906年开始引入糖用甜菜，在东北地区试种，1908年建立了第一座甜菜糖厂——阿城糖厂，到1936年已种植甜菜30多万亩。以后相继建立了哈尔滨糖厂和范家屯糖厂，甜菜种植面积也有所扩大，但发展速度是非常缓慢的。

解放后，在中国共产党英明正确领导下，甜菜制糖工业才有了很快的发展，五十年代已在东北、华北、西北地区大面积种植甜菜，建立糖厂。六十年代初期，我国甜菜开始南移到中部地区。在七十年代的后几年之中，又在我国中部地区建立了一批小型甜菜糖厂。甜菜种籽也已全部自给。我国自育的30多个新品种具有高糖、抗病、适应性强等特点。

甜菜是主要制糖原料之一。为了迅速发展食糖生产，甜菜产量必须大幅度地增加。甜菜种植面积1974年比1949年扩大了十二倍多，我国华北、华东和中南地区，利用盐碱地、麦茬夏播，或在冬季休闲土地上秋种春季收获，进一步提高了甜菜的生产。

甜菜不仅是制糖的工业原料，它的茎叶和制糖副产品中的废丝都是牲畜的良好饲料，每亩甜菜的副产品大约可以解决2~3口肥猪的粗饲料。为此，发展甜菜生产，不仅增加了食糖生产，而且由于有效地促进畜牧业的发展，猪多肥多，也促进了粮食的生产。

第一节 原料甜菜生产的技术管理

甜菜是两年生藜科植物，第一年生长块根积累糖分，第二年抽苔开花结实。

甜菜有肥大的块根和繁茂的茎叶，耗肥用水的数量很大。第一年的甜菜生长期约140~180天，长有60~110片子，块根含糖约在16~21%之间。

一、不同地区甜菜的生长期

我国东北、西北及华北、山东北部一些地区的甜菜都是春播秋收，播种多在清明前后，秋分前后起收，生长期约170天左右。春播甜菜生长期较长，块根增长期间气候、雨量都比较适宜，产量稳定，增产潜力很大，但一年只有一收，春播甜菜只适宜一年一作地区。

华北地区南部及黄河、淮河流域多采用接麦茬夏播，即六月中下旬到七月初播种，十一月到十二月上旬收获，生长期150~160天。播种以后到叶盛期的七、八月分，正值高温雨季，气温比地温高 $2\sim 4^{\circ}\text{C}$ ，茎叶生长异常旺盛，块根增长缓慢，九月底后气候逐渐适宜于甜菜块根的生长，但又因秋雨连绵，地下水位上升，主根往往遭受水害，引起畸形。因此夏播甜菜的产量一般比春播的低一些，但由于多收一季麦类，因此受到群众的欢迎。

长江流域以南大部分地区，冬季结冻时间很短，甜菜可以越冬生长，如果早秋播种冬季收获，或秋播春收，则生长期亦可达140天以上。秋播甜菜播种后雨量气温都比较适宜，易保苗，不生病，但块根增长期间温度偏低，在一定程度上

要影响块根的产量。

二、甜 菜 的 种 籽 及 播 种

(一) 甜菜种籽

目前做为制糖原料所用的甜菜种类很多，从种籽的生物学性状上可分为多粒种、单粒种；从染色体倍数上可分二倍体和多倍体；从糖用甜菜经济应用价值可分高糖型、高产型及标准型。由于我国幅员广阔，自然条件差异很大，各地所使用的甜菜种籽，都要通过当地的农业试验来决定，但甜菜的适应性很广，不论从哪里引入的甜菜种籽都可以当年生产原料，在气温许可的情况下亦可繁殖种籽。

甜菜的杂交率极高，在无间隔的条件下通过风或虫能将7公里以外的花粉带来受粉，所以甜菜的退化现象较一般禾本科作物严重。

甜菜的良种繁育可采用两级或三级，但生产原料的甜菜种籽不能繁殖。尚未设立育种站的地区或糖厂如果要繁殖甜菜种籽时，必须调入甜菜原种，防止影响产量及糖分。

繁殖种籽的方法，在北方各省可以第一年培育母根，冬季窖藏，第二年栽植，七、八月分收获种籽。比较温暖的中部地区，可以采用秋季播种，露地越冬，第二年六月分收获种籽。

(二) 甜菜的播种

甜菜播种质量的好坏是保证全苗，争取高产的重要环节。目前我国所用的甜菜种籽基本上是多粒种，即一粒种籽里有2~5个种仁，能长出2~3个苗。每公斤种籽约有5万粒，每亩用1~1.5公斤种籽即可保证全苗，过少或过多都会影响产量。不论春播还是夏播，都要适时播种，特别是夏

播和秋播一定要在前茬收获后立即整地施肥，力争早播，才能有利于高产。例如黄河、淮河流域的夏播甜菜，如果推到七月中旬以后播种就会严重减产。

夏播地区湿度大，气温高，病害重，其中以褐斑病为害最大，为了防止种籽带有病原菌，可用0.8%的敌可松拌种。

甜菜播种方法，可分条播、点播、或育苗移栽，目前大部分地区是采用条播。不论哪种播种方法，都不宜种的过深。多雨地区的夏播和秋播，土层只要盖住种籽即能出苗。为防止雨水灾害，有些地区采用起垅播种：垅高25~30厘米，顶宽30厘米，底宽50厘米，垅面种两行，即所谓的高垅双行播种。

三、田间管理

从甜菜播种出苗到起收，这四个多月的田间工作，均称为田间管理，这是保证甜菜高产优质的重要措施。工作大体包括三个部分：即苗期管理、追肥、防治病虫害。

（一）苗期管理

由于各地区的气候条件不同，甜菜播种后出苗的时间亦不一致。但不论出苗早晚，当出齐成行后，就要尽早进行田间管理，否则就会产生苗挤苗、苗欺苗，造成损失。特别是中部地区的夏播甜菜，正处在气温高、雨水多的季节，苗期管理稍有延迟，就会造成高脚苗、大青头，严重地影响产量。为此，要求幼苗出齐成行后，立即间苗，在长出6~7片真叶时即行定苗。

目前甜菜高产的重要措施是：适当的密植，每亩留苗5000株要比3000株的增产20%以上，夏播甜菜个体发育的局限性较大，更需强调密植。由于甜菜苗期生长的自然损失率

很高，所以在定苗时要通过移栽补种，以保证全苗，另外还要留出一定幅度的多余苗数，以便于必要时在定苗以后还可以进行补苗。

夏播甜菜苗期中往往杂草丛生，要结合定苗进行中耕锄草，防止草荒。

（二）追肥

甜菜根叶肥大，耗肥耗水很多，在正常耕作情况下，它比粮食作物的耗肥量要多一倍以上。生产一吨甜菜约需要氮素4~5公斤，磷素2~3公斤，钾素5~6公斤。施肥的形式主要是播种前施入的底肥，它既对甜菜提供养料又能改良土壤。但种肥和追肥也是必不可少的。在我国多雨的中部地区，施加追肥更为重要。为使甜菜能有效地吸收肥分，应在甜菜叶盛期中或封垅前，即春播甜菜应在七月分，夏播甜菜在八月底以前将肥料追施完毕。追肥多以氮肥为主，其中氮素化肥和人粪尿对甜菜都很适宜。

（三）防治病虫害

第一年生甜菜往往有各种病虫害为害，其中主要是苗期的虫害及生长后期的褐斑病。对甜菜苗期各种害虫的防治，近年来多采用0.8~1%的“3911”拌种，非常有效，但“3911”是一种剧毒剂，施用时一定要注意执行安全操作。

褐斑病是甜菜的主要病害，全国各地都有发生，病重时甜菜的产量和糖分都会大幅度下降。中部地区雨量多，气温高，春播甜菜的这种病害更加严重，虽然通过试验证明多菌灵有良好的防治效果：25%可湿性剂500倍液喷两次能提高产量60%以上，提高糖分1.7度。但大面积甜菜生产全靠药物除病，困难较大，因此最好是贯彻执行综合性防病措施：

①选用抗病品种；②实行对种籽的药剂拌种；③严格执行轮

作制度；④选择高地，及时排水；⑤消除杂草，及时松土。

四、甜菜起收

第一年生的甜菜，是制糖的工业原料，其起收时间，首先应根据甜菜的工艺成熟度来确定。所谓工艺成熟即块根中糖分和糖汁纯度都达到了生长过程中的最高峰，而汁中的非糖物质含量下降到最低点。从长相来看，外层老叶枯死，新叶生长缓慢，部分叶片发黄，叶肉组织松软。春播甜菜的工艺成熟期多在九到十月份，夏播甜菜在十一到十二月中上旬。当气温已降到 5°C 以下时，即可起收。起收过早影响产量及糖分；过晚则可能遭受冻害，不易保藏。甜菜成熟早晚受各种条件影响，如高糖型品种比高产型品种成熟早，土地瘠薄的比肥料充足的成熟早，温差大的地区和年分成熟早。成熟前雨水多或人工灌溉都会使甜菜延迟成熟。

为了有计划地安排糖厂生产时间和甜菜保藏工作，在甜菜起收前要根据每亩平均株数及抽查单株的平均重量进行产量估计，这一工作最好在起收前15~20天做完。

甜菜起收后要立即修削茎叶，就地临时堆藏，挖出的甜菜仍然会通过叶面蒸发大量水分，如不及时修削茎叶，会造成严重的失水枯萎现象，既影响产量，也降低了糖分。特别是失水枯萎的甜菜，在贮藏中容易大量腐烂。因此起收后的甜菜在送交收购站以前要及时堆好盖土防止损失。

第二节 甜 菜 保 藏

前面说过甜菜一旦成熟就要起收，起收后的甜菜又很容易变质。然而糖厂只是在甜菜成熟起收后才能开始生产，同

时又不能把起收的甜菜在短期内全部处理完，因此必须将甜菜妥善地保藏起来。

甜菜保藏的好坏，既影响糖厂的加工时间，更严重地影响着甜菜的加工品质，所以糖厂有了高产优质的原料甜菜，还必须认真保藏好，才能确保正常加工生产。

一、甜菜保藏中生物化学的变化

收获后的甜菜除非是通过低温冻结，或高温干燥，使细胞完全死亡外，仍是一个有生命的活体。在保藏期间，还会发生复杂的生物化学变化，即细胞的呼吸作用和酶类的活动，同时也受到外部条件，如温度、湿度及微生物等等的影响。变化的结果将是甜菜变质甚至于全部腐烂。

（一）甜菜的呼吸和温度的关系

甜菜起收后切断了根系，削去了青头和茎叶留下了伤口，这时候甜菜作为一个活体，就立刻加强细胞呼吸作用产生能量，以促使伤口的愈合，然而呼吸作用是以糖分为基质的，以热能计算，通过呼吸作用每产生4千卡热就要消耗一克的糖分。一般来说，温度越高，则呼吸越旺盛，呼吸越旺盛则糖分损失也越大，产生的热能也越多，在甜菜堆中散热不良的情况下，菜堆就会发热。这时候就应当采取紧急措施，倒堆散热，迅速降低堆温，减弱甜菜的呼吸作用，避免糖分损失，这是甜菜保藏中的重要环节之一。

（二）各种酶类的活动

甜菜块根细胞含有多种酶类体系，对保藏影响较大的是蔗糖转化酶和水解酶（实际上转化酶也是水解酶的一种）。在甜菜生长过程，酶能促使光合同化作用，有利单糖和蔗糖的形成，但在甜菜贮藏过程中，酶又能促使蔗糖分解成单糖，

温度越高，分解越快，为此控制甜菜保藏堆的温度，实际上也就控制了甜菜的呼吸热和酶类的活动，减少糖分损失。

（三）甜菜保藏中微生物作用

引起保藏甜菜腐烂的原因，主要是微生物的侵染。这样的微生物，种类很多，总称为腐生菌，其中分真菌和细菌两大类，真菌早于细菌的侵染。有生活力的甜菜块根，对腐生菌（如青霉菌和毛霉菌等）有较大的抵抗能力，但对半腐生菌（如各种镰刀菌）任其大量繁殖破坏，进而造成细菌的侵入，加速甜菜的腐烂。而且任何微生物在大量繁殖时都要进行旺盛的呼吸作用，因此也要造成糖分的大量损失。

半腐生菌在碱性环境里不易活动，所以撒放熟石灰粉是甜菜贮藏中的有效方法，另外它们在低温条件下也无法活动。所以在冬季对保藏甜菜是非常有利的。

（四）失水、枯萎和甜菜保藏的关系

新鲜的甜菜含水分在75%左右，由于起收后不能及时修剪茎叶以及复盖不良，风吹日晒，堆藏的温度过高，呼吸量大等，引起的甜菜失水变软，对重量和糖分的损失都很大。据测定，甜菜保藏两个月，新鲜的甜菜糖分损失1.25%，未见有腐烂；而失水7%时，糖分损失达3.43%，腐烂甜菜达三分之一以上。当失水达23%时，糖分损失8.93%，腐烂甜菜占96%，几乎全部腐烂。

甜菜起收后不削茎叶露天放置三日，块根失水可达20%，放七天则失水达40%。

（五）甜菜保藏中温度的临界变化

含糖量在17.5%以上的甜菜块根，在-2℃时仍能正常呼吸不至冻坏，但呼吸缓慢糖分损失很少。在-4℃到-5℃时，24小时内无冻伤现象，继续延长12小时以后，尾根部分

出现冻伤，但还不至于冻死。如果延长到48小时以后，甜菜细胞原生质开始凝固，由表及里逐渐出现坏死状态。但一个完整未经切削的甜菜块根全部冻死则需要 -7°C 的条件下，约70天的时间，因根冠的顶芽部分耐寒力极强，逐渐受冻时可经受抗寒锻炼。

暖藏甜菜理想的堆温是 $1\sim 3^{\circ}\text{C}$ ，当达 $-2\sim -3^{\circ}\text{C}$ 时，还不会引起多大的生理变化，低于 -3°C 时开始有冻害。当温度高于 5°C 时则呼吸强度有所增加，高于 8°C 时开始发热，高于 10°C 时就要采取紧急措施倒堆降温。

冻藏甜菜必须完全冻透，坚硬如石块，相撞时有声响。要达到冻透程度，在 -10°C 时要冻10天，在 -12°C 时要冻5天，在 -15°C 时也需24小时。

冻透的甜菜在保藏中，不存在呼吸及糖分损失，是北方保藏甜菜的良好方法，但在温度回升至 -3°C 时即开始冻化，这时候糖分损失加快，腐烂迅速增加，应立即投入制糖生产。

二、甜菜保藏方法

甜菜保藏大体上可分暖藏和冻藏两种，暖藏甜菜损失大，保藏成本高，甜菜品质要求严格，但生产期可以延长，适宜于我国中部地区及华北地区采用。冻藏没有因呼吸及发热现象引起的糖分损失，适宜于北方寒冷地区采用，但因化冻后损失很大，应特别注意。

（一）甜菜的临时保藏

甜菜临时保藏是在三种情况下进行的：一种是从田间起收后，不能立即送交糖厂或甜菜收购站，为防止风吹日晒和雨雪霜冻，就地临时堆好盖土，叫做田间临时堆藏，这种

甜菜保藏形式是甜菜长期保藏以前必不可少的措施。另一种临时保藏是暖藏的甜菜开始成堆前，为了要鉴别受冻失水或受伤未能愈合的甜菜，一般都是在糖厂里进行。第三种临时保藏形式是甜菜收购站把收来的甜菜在送往糖厂前，堆好盖土或盖各种草帘以防冻晒。三种临时保藏的时间都不能过长，约一周到三周之间。

临时保藏的方法，只是在甜菜堆的四周及上面增加复盖物，避免日晒，防止受冻即可。但通过临时保藏，可以达到：①剔出因失水或受冻发霉的甜菜；②促使因修削青头、尾根及其它机械损伤部位的愈合；③散发甜菜起收后的呼吸热，以降低甜菜暖藏堆的温度。

（二）甜菜暖藏

暖藏甜菜，是我国各地均可采用的方法，但是它比冻藏方法需用的材料多，损失也大，因此在甜菜能够冻结的地区如东北都不采用暖藏。而华北及中部地区的最低温度不足以使甜菜冻结，都普遍采用暖藏方法。

暖藏甜菜所必须的草帘、通风筒、熟石灰粉等，应在甜菜作堆前准备好。小型糖厂的暖藏堆规格不宜过大，堆越大，损失越高。

1. 半地下式暖藏

窖宽3~5米，深0.25~0.3米，中间挖一条0.3米宽的通风沟，上铺围帘，下菜前窖中先撒一薄层石灰粉，然后从临时保藏的甜菜堆中剔出腐烂发霉的甜菜，再将经过挑选的良好的甜菜堆入窖内，中间高1.2~1.5米，两侧高1~1.2米堆顶成屋脊形，两侧用挖出的土复盖。堆顶坡面盖草帘，每隔4~5米设一立式通风筒，和堆底通风沟相连接，形成空气对流的通道，堆长以地形而定，堆的两头留有通风沟的出口。

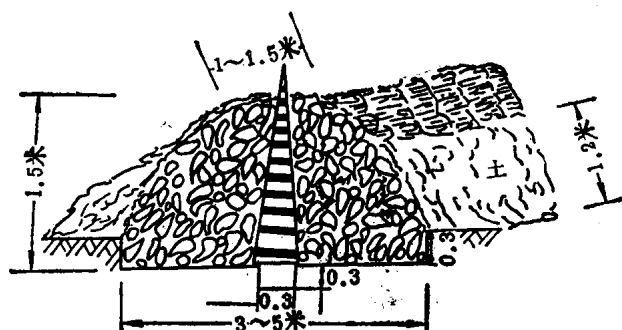


图1-1 半地下式堆藏

2. 地上式暖藏

规格和半地下式基本相同，只是在堆两边各挖一条排水沟，以防水渍，堆面上全部用草帘复盖。

地上堆藏法比较省工，易倒运，好成堆，但堆上复盖的草帘如贴压不紧，常被风吹开，以至造成严重的甜菜失水现象，应当予以注意。

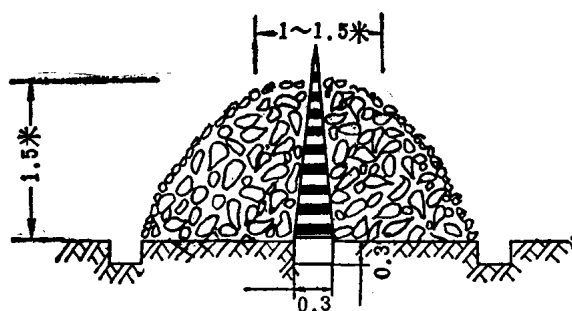


图1-2 地上式堆藏

3. 暖藏堆的管理措施

甜菜冬季暖藏，成堆后的管理非常重要，是决定保藏质量的关键。保藏的管理主要是控制甜菜堆的温度。入窖后的甜菜堆温，如果事先已经通过临时贮藏，堆温就不会过高，基本上和成堆时的气温相同。没有经过临时贮藏则甜菜堆温都要高于气温，但堆温一般都随气温的逐渐下降而慢慢降低。

为了及时了解堆温变化，在成堆的初期每天要测温两次，等堆温正常后，可每天测一次。测温的方法，是把竹筒的节间穿通，横放在甜菜中间，把温度计固定在细竹杆的一端，穿过竹筒直达菜堆的中心地带，每次测温时把细竹抽出读数后再插入堆中。

暖藏堆的理想堆温是 $1\sim 3^{\circ}\text{C}$ ，如果高于 5°C 时，说明呼吸量已开始增加，如超出 8°C 时，部分甜菜已开始发热，应采取降温措施。当夜间气温高于 5°C 时应将通风沟两头的通风口及通风筒的顶盖打开，待气温低于 5°C 时关孔；有条件的可用鼓风机向堆内鼓入冷风以降低堆温。当堆温高于 10°C ，采取措施后仍无作用时，应尽早倒堆，将腐烂甜菜剔出。在倒堆过程中，要防止风吹日晒及受冻，最好做到随倒随盖。

（三）甜菜冻藏

当平均最低气温到 -15°C 以下时，适宜于冻藏甜菜。甜菜冻结保藏的优点是：没有造成糖分损失的呼吸作用和微生物的影响，因而比较易于管理。但当气温回升到 $-3\sim -3.5^{\circ}\text{C}$ 时，甜菜即开始化冻，以至细胞液自行外流，蔗糖急速转化，甜菜发霉腐烂现象迅速发展，因此只有比较寒冷的地区才适宜于冻藏。

1. 冻藏前的甜菜处理