

甘蔗产业技术体系丛书

甘蔗原料

→ 高效管理技术

GANZHE YUANLIAO  
GAOXIAO GUANLI JISHU

张跃彬 武林宽 杨 华 主编

- 云南出版集团公司
- 云南科技出版社



甘蔗产业技术体系丛书

甘蔗原料

高效管理技术

GANZHE YUANLIAO  
GAOXIAO GUANLI JISHU

张跃彬 武林宽 杨 华 主编

江苏工业学院图书馆  
藏书章

云南出版集团公司  
云南科技出版社  
· 昆明 ·



**图书在版编目 (C I P) 数据**

甘蔗原料高效管理技术/张跃彬, 武林宽, 杨华主编. —昆明:  
云南科技出版社, 2009. 4

ISBN 978 - 7 - 5416 - 3243 - 3

I. 甘… II. ①张…②武…③杨… III. 甘蔗制糖—原料 IV. TS242. 1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 061368 号

云南出版集团公司

云南科技出版社出版发行

(昆明市环城西路 609 号云南新闻出版大楼 邮政编码: 650034)

昆明市五华区教育委员会印刷厂印刷 全国新华书店经销

开本: 787mm × 1092mm 1/16 印张: 7.25 字数: 168 千字

2009 年 4 月第 1 版 2009 年 4 月第 1 次印刷

印数: 1 ~ 5000 册 定价: 20.00 元

# 作者简介

- 张跃彬** 云南省农科院甘蔗研究所 云南蔗糖产业工程中心  
研究员
- 武林宽** 云南永德糖业集团公司 原料总监
- 杨 华** 云南省农科院甘蔗研究所信息技术学科  
助理研究员
- 冯 璐** 云南省农科院甘蔗研究所信息技术学科  
研究实习员
- 梁 实** 云南桂通科技有限公司 广西南宁网普软件公司  
董事长

# 内容提要

本书根据我国甘蔗原料技术方面的最新科研成果，总结了制糖企业的先进管理经验，从现代甘蔗原料高效管理的角度，阐述了甘蔗原料基本概念、影响甘蔗原料质量的主要因素、农务管理基础工作、甘蔗优化砍运计划编排、榨季砍运组织管理和甘蔗原料高效管理系统等6个章节，此外，本书还附有最新国家糖料甘蔗标准、糖料甘蔗生产技术规程和国家糖料管理暂行办法。

本书内容新颖，先进实用，可作为我国甘蔗原料管理的主要参考资料，可供制糖企业领导、农务管理人员、蔗糖管理人员和科技人员使用，也可作为技术培训教材。

# 前 言

甘蔗是制糖企业的主要原料，甘蔗生产是制糖企业的第一车间，甘蔗原料质量好坏和产量高低，直接影响着企业的经济效益。

多年来，我国的蔗糖生产工作者和科研工作者，如我国广东和广西的梁子久、吴伯烺等老前辈，在甘蔗原料管理方面进行了很多探索工作，形成了很多宝贵的经验。

自 20 世纪 90 年代以来，随着我国食糖购销体制的改革，特别是 2000 年以来，我国制糖产业和企业开放性重组整合，优化资源配置，创新经营模式，国退民进，使我国的甘蔗糖业形势发生了根本的变化，全国呈现了企业集团化、民营化以及甘蔗糖业产业化的格局，公司 + 基地 + 农户的产业化运行模式不断完善，企业与蔗农利益共享、风险共担的机制不断形成。

为做好现代甘蔗原料的管理工作，我国的蔗糖企业不断探索创新原料管理模式，取得了很多实效性的成果。特别是近年来，随着计算机技术的迅速发展，甘蔗科研机构 and 软件公司不断研发蔗糖管理微机网络技术，实现了计算机网络系统在制糖企业生产和管理中的应用。目前我国已研究形成了集甘蔗种植、规划、农资分配、贷款管理、原料砍运计划、派车调度、过磅结算等管理环节为一体的系统技术，并且可以和网络、电信、移动等技术结合，实现了甘蔗原料管理的高效、规范和有序运行。

本书就是在我国这种新的蔗糖形势下，根据甘蔗原料技术方面的最新科研成果，总结制糖企业的先进管理经验，从甘蔗原料基本概念、影响甘蔗原料质量的主要因素、农务管理基础工作、甘蔗优化砍运计划编排、榨

季砍运组织管理和甘蔗原料管理系统等方面阐述了甘蔗原料管理，为我国甘蔗管理提供了一个全新的界面。

目前，我国的很大一部分制糖企业原料管理还采用经验式的粗放管理，管理知识陈旧，更新缓慢，难于满足现代制糖企业对原料甘蔗管理的需求，我们衷心的希望通过本书的出版，能更新制糖企业农务管理人员的知识，提高甘蔗原料的管理水平，提高蔗糖产业的竞争力。

在编写过程中，由于作者知识水平所限，书中定有不妥之处，敬请各位给予指正，以供下次再版时修改使用。

编 者

# 目 录

|                                |             |
|--------------------------------|-------------|
| <b>第一章 甘蔗原料的基本概念 .....</b>     | <b>(1)</b>  |
| 第一节 甘蔗成熟 .....                 | (1)         |
| 第二节 成熟甘蔗原料的主要成分 .....          | (5)         |
| 第三节 甘蔗原料的质量指标 .....            | (6)         |
| 第四节 原料蔗主要成分与制糖生产的关系 .....      | (11)        |
| <b>第二章 影响甘蔗原料质量的主要因素 .....</b> | <b>(14)</b> |
| 第一节 甘蔗品种与品质、成熟期的关系 .....       | (14)        |
| 第二节 栽培植期与成熟期的关系 .....          | (15)        |
| 第三节 土地种类与甘蔗成熟期的关系 .....        | (15)        |
| 第四节 施肥与甘蔗成熟期的关系 .....          | (16)        |
| 第五节 自然气候与甘蔗成熟期的关系 .....        | (17)        |
| 第六节 自然灾害对甘蔗质量的影响 .....         | (18)        |
| 第七节 原料蔗新鲜程度对质量的影响 .....        | (20)        |
| 第八节 原料蔗收获规格对质量的影响 .....        | (20)        |
| <b>第三章 甘蔗原料农务基础工作 .....</b>    | <b>(22)</b> |
| 第一节 甘蔗原料农务基础的重要性 .....         | (22)        |
| 第二节 农务管理基础数据的收集 .....          | (23)        |
| 第三节 榨前甘蔗估产与测糖 .....            | (34)        |
| <b>第四章 甘蔗优化砍运计划编排 .....</b>    | <b>(43)</b> |
| 第一节 甘蔗砍运总计划的编排 .....           | (43)        |
| 第二节 甘蔗阶段计划(短计划)编排 .....        | (49)        |
| <b>第五章 榨季砍运组织管理 .....</b>      | <b>(52)</b> |
| 第一节 农务人员职责分工与管理 .....          | (52)        |
| 第二节 车辆管理 .....                 | (54)        |
| 第三节 统筹砍运榨平衡 .....              | (56)        |

|      |                            |       |
|------|----------------------------|-------|
| 第四节  | 特殊情况下的砍运日额平衡调整 .....       | (58)  |
| 第五节  | 榨季保证砍运质量的措施 .....          | (59)  |
| 第六节  | 榨季蔗场管理经验 .....             | (61)  |
| 第六章  | 甘蔗原料高效管理微机系统 .....         | (63)  |
| 第一节  | 甘蔗原料农务信息微机管理系统 .....       | (63)  |
| 第二节  | 甘蔗品质自动分析系统 .....           | (85)  |
| 附件 1 | 国家糖料甘蔗标准 (GB - 2008) ..... | (97)  |
| 附件 2 | 农业行业标准——糖料甘蔗生产技术规程 .....   | (99)  |
| 附件 3 | 国家糖料管理暂行办法 .....           | (103) |

# 第一章 甘蔗原料的基本概念

甘蔗原料是指符合国家糖料甘蔗的标准，提供糖厂进行加工生产食糖的甘蔗蔗茎，甘蔗原料是制糖的根本，是制糖生产中比重最大的生产成本，所以明确甘蔗原料的基本概念，研究影响甘蔗原料质量的因素意义重大。

## 第一节 甘蔗成熟

### 一、甘蔗成熟的过程

甘蔗成熟一般是指工艺成熟，是指蔗茎中蔗糖分积累达到最高峰，蔗汁纯度达到最适于工厂压榨制糖的这段时期。成熟是对蔗茎糖分积累程度而言，自蔗茎上下锤度的比值在 0.9 至 1.0 时我们称为工艺成熟期，其中在 0.9 至 0.95 为成熟初期，达 0.95 至 1.0 时为全熟期，大于 1.0 时为过熟期，俗称“回糖”（见图 1-1）。甘蔗成熟度的分级标准见表 1-1。

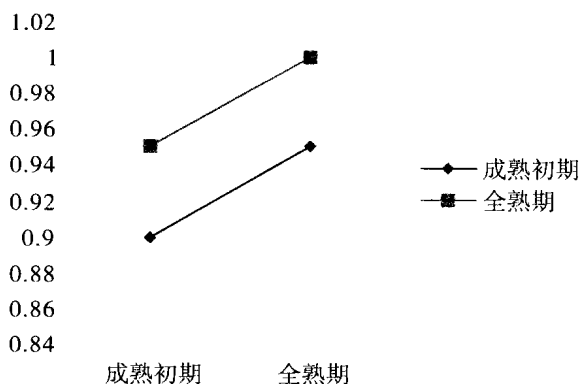


图 1-1 甘蔗不同熟期阶段锤度比值图

表 1-1

甘蔗成熟度的分级标准

| 成熟度等级        | 田间锤度标准      | 锤度比标准      | 甘蔗糖分标准      | 蔗汁重力纯度标准     |
|--------------|-------------|------------|-------------|--------------|
| 甘蔗未成熟，蔗汁质量低劣 | 15.0 以下     | 65% 以下     | 9.0 以下      | 68% 以下       |
| 开始成熟但蔗汁质量不好  | 15.0 ~ 17.5 | 65% ~ 79%  | 9.00 ~ 11.0 | 68% ~ 78% 以下 |
| 逐渐成熟蔗汁质量尚好   | 17.5 ~ 19   | 80% ~ 89%  | 11.0 ~ 13.0 | 78% ~ 83% 以下 |
| 甘蔗成熟，蔗汁质量良好  | 19.0 ~ 20   | 90% ~ 95%  | 13.0 ~ 14.0 | 83% ~ 86% 以下 |
| 甘蔗最成熟，蔗汁质量最好 | 20 以上       | 95% ~ 100% | 14.0 以上     | 86% 以上       |

## 二、甘蔗成熟期锤度变化

甘蔗成熟的过程就是蔗茎内蔗糖贮藏、积累的过程。甘蔗植株从叶片中，通过光合作用，首先形成葡萄糖，然后转化为蔗糖。这一转化、合成和积累的过程是一系列复杂的生物化学变化过程，同时又受体内转化酶的活性所控制。

蔗糖的贮藏是由叶片输导至蔗茎，再由蔗茎从上而下向基部节段输送，因此，甘蔗的成熟是由一个节段到另一个节段，由下而上的逐步成熟，而不是全茎一致的成熟。

从甘蔗伸长期开始，叶片的同化产物，绝大部分供给植株生长拔节生叶之用，仅以少量的还原糖和微量的蔗糖，往下输送到茎基部。在甘蔗继续拔节和伸长生长旺盛时期，蔗糖大部分用于生长，多余的才贮存于细胞的液泡中，不足的时候，液泡中的酸性转化酶还要继续把贮藏的蔗糖进行转化，以供生长需要。

甘蔗伸长后期 10 ~ 11 月份，生长速度趋于缓慢，锤度逐渐迅速上升，但梢部仍是缓慢的。在这段时间，如果甘蔗缺肥、干旱、寒冷或其他某些原因，抑制甘蔗生长，使甘蔗植株内的某些激素失去平衡，甘蔗就停止生长或生长极缓慢，而迅速转入成熟初期，光合作用的产物绝大部分转化为蔗糖。但是当天气转暖，南风有雾，增施氮肥，雨量较多或有灌溉的蔗田，甘蔗植株又会重新伸长增高，蔗糖的积累又随之下降，在各蔗区的锤度调查中，同一块蔗田，有时出现 10 月下旬的田间锤度比 10 月中旬的呈现暂时倒退的现象，这是受天气的影响。但当寒露风来临之后或晴天后，

锤度又迅速上升。

甘蔗成熟中后期，中部节段的糖分已和基部一致，甚至可能稍微高于基部节段，梢部节段的蔗糖分也迅速上升。但当甘蔗过了最成熟阶段，梢部叶片枯黄，梢部节段的锤度会超过基部节段，基部节段的蔗糖可能转化成为还原糖，逐渐向根部或地下茎、芽输送，即逐渐出现“回糖”现象，这是甘蔗“过熟期”的表现。

当蔗茎开始孕穗时，茎部节段的锤度还未下降，中部节段的锤度还会继续上升，而梢部的虽然已不再上升，但下降还是缓慢的。梢部青叶的光合作用产物除了一部分用作孕穗之外，还能产生一部分蔗糖茎中继续积聚。

甘蔗开花期，全茎锤度才开始缓慢下降。抽穗开花所消耗的有机物质，主要是梢部青叶光合作用同化产物所供给而不是由蔗茎已积累的蔗糖转化供给，所以锤度下降极为缓慢。甘蔗抽穗后，它的锤度还未显著下降。

从甘蔗田间锤度检查情况来看，可以明显地看到蔗茎锤度的升高有由下而上的逐步顺序性。当甘蔗过熟回糖时，其蔗茎锤度的下降也是有这样由下而上的逐步顺序性。

### 三、甘蔗成熟的外表特征

甘蔗进入成熟后，甘蔗蔗茎生势萎停，甘蔗株高生长十分缓慢，逐步减弱而致停止。从田间观察，甘蔗梢部的节间长度逐渐缩短，茎径亦随之逐步收缩，这就表示甘蔗已进入成熟的阶段。

#### （一）叶片的变化

甘蔗进入成熟后，叶片枯黄，叶色由青绿转变为枯黄，青叶片数逐渐减少，枯叶片数由下而上逐渐增加，从田间观察，呈现一片自然萎黄的现象。新叶生长慢，数量少，形态直立，由于甘蔗成熟的营养物质比例改变，由同化作用所吸收的碳素绝大部分作累积蔗糖之用，植株的含水量及需水量均减少，所以叶片生长慢，变狭而直立，某些品种还会孕穗开花。

#### （二）节与节间的变化

节间颜色转变较深，如有些茎节曝晒在阳光下，多呈深红或紫红色，茎纤维及蔗蜡增多，呈现光泽；蔗髓有黏液，将蔗茎剖开，成熟甘蔗髓部由于有较高浓度的糖液存在于细胞中，在阳光照射下呈现玻璃状反光，用

手接触汁液，有黏质感觉。

#### 四、甘蔗成熟期主要成分变化

成熟期甘蔗成分的主要变化是：

- ◆ 甘蔗含水分逐渐减少，从成熟初期到后期减少 2.2% 左右。
- ◆ 甘蔗蔗糖分和重力纯度逐渐增加，2、3 月份达高峰，3 月份以后随着气温、湿度的回升，又逐渐缓慢下降。
- ◆ 甘蔗非蔗糖分随着蔗糖分、纯度的变化而成负相关的关系。
- ◆ 甘蔗纤维分随着甘蔗逐渐成熟而逐渐增加（见图 1-2）。

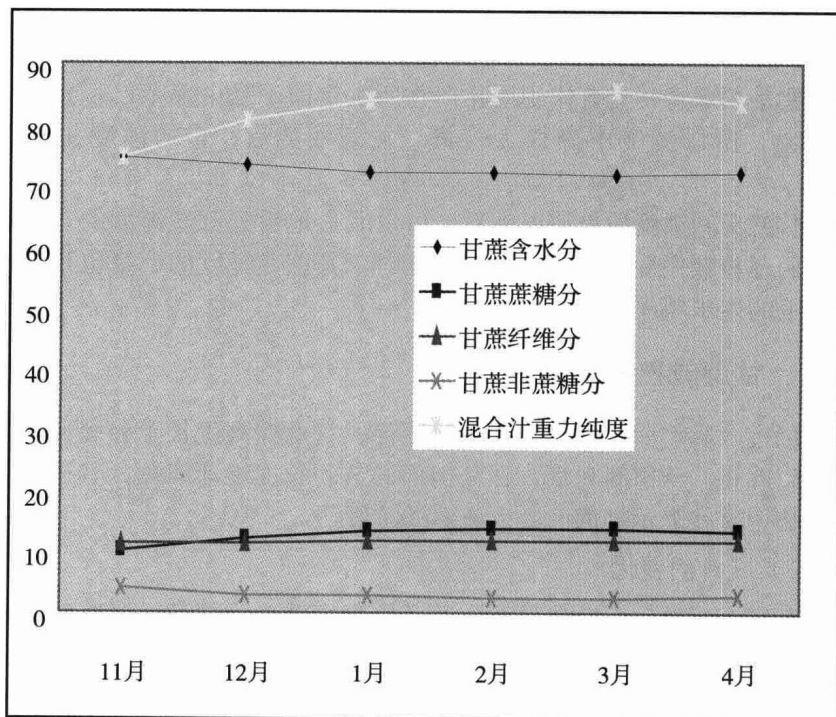


图 1-2 甘蔗成熟期主要成分变化

## 第二节 成熟甘蔗原料的主要成分

原料蔗茎的化学成分，主要是蔗糖分、非蔗糖分、纤维分和水四大类。

在糖厂压榨的过程中，原料蔗榨出蔗汁和蔗渣两大类，蔗汁约占75%~78%，蔗渣约占22%~25%。

\* 蔗汁中水分约占60%~63%，蔗糖约占12%~14%，非蔗糖约占2%~3%。

\* 蔗渣水分约占10%~12%，蔗糖约占0.35%~0.4%，纤维约占11%~12.5%，还有微量非蔗糖。

蔗汁中除蔗糖外，还含有葡萄糖、果糖、灰分、含氮化合物和有机酸类等溶解于水中的汁液。这些汁液经过澄清、煮炼、提取蔗糖、排除其他非蔗糖制成砂糖。此外还有制糖过程中的副产品——废糖蜜（橘水）约占3%~4%（与蔗比）和滤泥（与蔗比）约占2%~4%（见图1-3）。

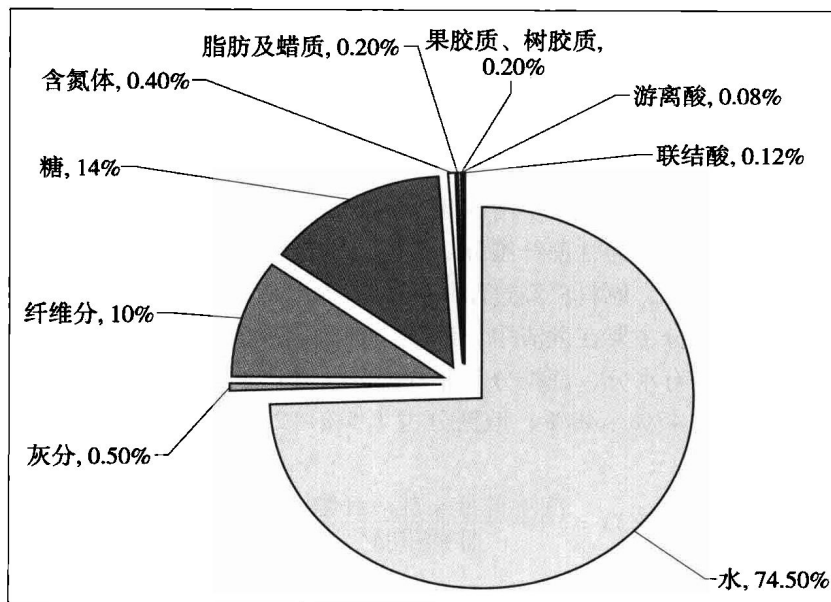


图 1-3 成熟原料蔗茎主要化学成分万分比例

### 第三节 甘蔗原料的质量指标

#### 一、甘蔗蔗糖分

甘蔗蔗糖分是指 100 份甘蔗中含有纯净蔗糖的总量，也就是纯蔗糖重量对甘蔗重量的百分比。

$$\text{蔗糖分}(\%) = \frac{\text{蔗糖重量}}{\text{甘蔗重量}} \times 100\%$$

在甘蔗品质化验中，用以下公式计算蔗糖分：

$$\text{甘蔗蔗糖分}(\%) = \frac{\text{混合汁蔗糖量} + \text{蔗渣蔗糖量}}{\text{甘蔗重量}} \times 100\%$$

甘蔗蔗糖分是原料甘蔗农艺上最重要的指标，也是工艺上最重要的经济技术指标，它不仅直接影响制糖企业产糖率的高低，同时，在工艺生产过程中，对压榨抽出率及煮炼率都有显著的影响。

甘蔗蔗糖分的高低与品种、成熟程度、土壤施肥和天气等因素关系十分密切。

#### 二、甘蔗纤维分

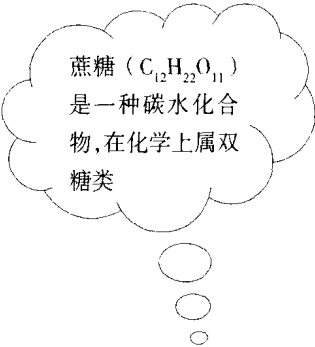
纤维分是指甘蔗组织中不溶解于水的干物质，原料甘蔗中纤维总量对甘蔗重量的百分比称为甘蔗纤维分。

在制糖加工中，原料蔗经过压榨机处理提取蔗汁后剩余的残留物称为蔗渣。甘蔗纤维分主要在蔗渣中，纤维是蔗渣组成的一部分，它的成分除了纤维分外，尚有水分、蔗糖分和非蔗糖分，其比例一般是纤维分占 48% ~ 50%，水分占 47% ~ 49%，蔗糖分占 1.5% ~ 2.0%，非蔗糖分占 0.8% ~ 1.0%。

$$\text{甘蔗纤维分}(\%) = \frac{\text{蔗渣重量} \times \text{蔗渣纤维分}}{\text{甘蔗重量}} \times 100\%$$

或：

$$\text{甘蔗纤维分}(\%) = 1 - \text{甘蔗水分}(\%) - \text{甘蔗蔗糖分}(\%) - \text{甘蔗非蔗糖分}(\%)$$



蔗糖 ( $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ )  
是一种碳水化合物，在化学上属双糖类

甘蔗纤维分的高低与甘蔗品种、成熟程度、宿根年限、施肥条件、土壤类型、行距疏密、通风透光程度等有关系。

### 三、甘蔗非蔗糖分

甘蔗非蔗糖分是指原料蔗中所含的除蔗糖以外的固溶物总量对甘蔗重量的百分比，非蔗糖分包括：还原糖（葡萄糖、果糖）以及其他可溶性杂质，如灰分、各种含氮化合物、胶质、酸类等，主要的是还原糖。

甘蔗非蔗糖分（%）= 甘蔗糖锤度（BX）- 甘蔗蔗糖分（%）

甘蔗非蔗糖分在开榨初期高达 3.5% ~ 4.0%，成熟期也常在 2.0% ~ 2.8% 之间，在天气良好，甘蔗新鲜时，甘蔗非糖分可在 1.8% 以下。

甘蔗非蔗糖分的高低和甘蔗成熟程度、甘蔗品种、土壤、肥料等因素有关，但主要影响因素是成熟度，因为甘蔗成熟过程就是甘蔗蔗糖积累的过程，蔗糖积累的过程也就是还原糖的形成和由还原糖转变为蔗糖的增长过程，甘蔗未成熟的时候，所含的还原糖特别高，所以非蔗糖分也就很高。

### 四、还原糖

蔗汁中所有单糖类物质的总称，为还原糖。

甘蔗还原糖（%）=  $\frac{\text{非蔗糖分}}{\text{甘蔗重量}} \times 100\%$

蔗汁重量是衡量蔗汁品质的重要指标，它关系到蔗汁中重力纯度的高与低。还原糖高时，重力纯度低；还原糖低时，重力纯度高。

### 五、锤度

锤度指蔗糖、还原糖及其他可溶性的固形物在蔗汁中的百分比。

锤度 = 蔗糖分 + 非蔗糖分

或：蔗汁锤度 = 蔗汁糖锤度 × 重力纯度

一般采用 Brix 锤度计，在某温度下直接测得的糖液浓度的数值，叫观

光线从一种介质进入另一种介质时会产生折射现象，且入射角正弦之比恒为定值，此比值称为折光率。利用糖溶液中可溶性物质含量与折光率在普通环境下成正比例，可以测定出糖溶液的折光率，这样糖度计/折光仪就能求出糖的浓度。



察糖锤度；在田间钻取蔗汁观察得到的糖锤度，叫田间锤度。它是用来衡量甘蔗成熟度，研究甘蔗品质的重要指标。

在田间实际操作中，钻取蔗茎汁，采用手持锤度计观察糖锤度来检定原料蔗成熟度是最常用的方法。得到锤度后，可通过经验公式粗略地计算出含糖分，如有些糖厂的经验公式是：

蔗糖分（%）= 锤度  $\times 1.0825 - 7.703$ （各厂可根据蔗区蔗糖分与锤度的相关系数得出各自的经验公式）

## 六、蔗汁重力纯度

重力纯度就指蔗汁锤度中含有蔗糖的百分比。

$$\text{重力纯度} = \frac{\text{蔗糖分}}{\text{甘蔗糖锤度}} \times 100$$

按一般的说法：

- 质量不好甘蔗：混合汁重力纯度在 72% 以下；
- 质量一般甘蔗：混合汁重力纯度 72% ~ 79%；
- 质量好的甘蔗：重力纯度在 86% 以上。

## 七、耐砍晒转化率

耐砍晒转化率指某一特定品种砍倒后一天内经化验分析得到的主要工艺性状指标与第二天、第三天、第四天、第五天经化验分析后得到的主要工艺性状指标的百分比。

甘蔗蔗糖分和重力纯度下降、还原糖分上升幅度较慢的品种有新台糖 20 号、桂糖 17 号、巴西 45 号和桂糖 16 号；劣变速度中等的有新台糖 22 号、新台糖 21 号和新台糖 23 号；砍收后变质速度较快的品种有新台糖 16 号、新台糖 24 号和农林 8 号。新台糖 16 号变劣速度比较快，砍收 15 天后蔗糖分下降 3.12%，重力纯度下降 10.15%，还原糖分提高 1.7%（见图 1-4）。