

国外甜菜糖汁 清淨技术 资料选辑

杨昌仁 编译

轻工业出版社

103476

15145.1
3

国外甜菜糖汁清净技术 资料选辑

杨昌仁 编译

轻工业出版社

内 容 提 要

本书是根据国内甜菜制糖糖汁清淨方面存在的技术问题，选择苏联、波兰、西德、比利时以及英国制糖杂志上近十年来发表的这方面的技术文献，分成预灰和主灰、一碳饱和和二碳饱和、硫漂、糖汁清淨工艺流程、糖汁清淨理论问题、其他辅助糖汁清淨法等六大类，经过系统整理汇编而成。可供制糖工业工程技术人员及有关院校师生阅读。

国外甜菜糖汁清淨技术资料选辑

杨昌仁 编译

轻工业出版社出版

(北京阜成路8号)

轻工业出版社印刷厂印刷

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：12 $\frac{4}{32}$ 插页：1 字数：273千字

1984年8月第一版第一次印刷

印数：1—1,500 定价：1.10元

统一书号：15042·1824

前 言

糖汁清淨是糖厂的一个重要工段，对产糖率、产品质量以及设备加工能力都有极大影响。虽然百余年来对甜菜糖汁的清淨已有很多研究，提出了不少的理论和方法，但无可置疑糖汁清淨仍然是制糖工业中最需要我们去努力探索的领域。

当前甜菜糖汁清淨仍脱不了传统的碳酸法的范畴，但是由于我们对糖汁清淨认识的深化，碳酸法工艺已经历了许多改进，而且近一、二十年来甜菜机械化收获以及增施氮肥所引起的世界性的甜菜品质的下降，更促进了这种变化。本书的目的就是尽可能充分反映近十年来国外在甜菜糖汁清淨的理论和实践方面所取得的进展，从而对我国甜菜制糖的科学技术的提高有所裨益。

甜菜糖汁清淨的某些理论已取得一致意见，但有些则尚有不同看法，因而甜菜糖汁清淨有许多不同的流程。本书本着百家争鸣的精神，力求对不同观点都有所反映。由于甜菜糖汁清淨的文献浩如烟海，因此疏漏之处在所难免。特别是由于编译者水平所限，本书定有许多缺点、错误，尚希读者指正。

本书资料承轻工部科技情报所的一些同志协助借阅，谨表示诚挚的谢意。书中选有甘兰九同志的两篇译文已于篇末注明。

编 译 者

1981年12月

目 录

一、预灰和主灰	(1)
(一) 预灰汁最佳碱度的测定	(1)
(二) 冷预灰的优越性	(7)
(三) 主灰和糖浆质量	(11)
(四) 冷热结合主灰时温度对清汁质量的影响	(15)
(五) 主灰时还原糖的分解和饱和时其分解产物的除去	(19)
(六) 有效石灰用量的测定错误是增加石灰石消耗的原因之一	(24)
二、一碳饱和和二碳饱和	(30)
(一) 一碳饱和条件对非糖分除去的影响	(30)
(二) 按改进的巴克柴克-耶西克法测定最佳预灰和一碳饱和凝聚点的糖汁清淨试验	(32)
(三) 碳酸饱和汁与沉淀物的接触时间对糖汁质量的影响	(43)
(四) 关于二碳饱和的最佳温度问题	(48)
(五) 糖厂不同工艺参数的二碳饱和对煮炼工段影响的研究	(55)
(六) 关于二碳汁pH和最佳碱度的测定	(61)
(七) 二碳饱和前的加灰对钙盐量的影响	(64)
(八) 二碳饱和前的加灰对渗出汁清淨结果的影响	(70)
(九) 二碳汁停留一段时间对除去钙镁盐的影响	(82)

三、硫漂	(87)
(一) 关于糖汁硫漂最佳条件的选择	(87)
(二) 甜菜糖生产中物料的硫漂	(93)
(三) 关于蒸发中间糖浆的硫漂问题	(98)
四、糖汁清淨工艺流程	(104)
(一) 北高加索糖厂糖汁最佳清淨流程的探索	(104)
(二) 在工厂条件下试验新的加灰饱充流程	(109)
(三) 萨姆鲍尔糖厂糖汁清淨工段的工作经验	(115)
(四) 波兰高斯拉维采糖厂的糖汁清淨流程	(124)
(五) 加灰前分出沉淀物的糖汁清淨	(129)
(六) 关于分出预灰汁沉淀物	(134)
(七) 糖汁的预饱充清淨法	(138)
(八) 用石灰和碳酸气清淨糖汁时提高清淨 效率的可能性	(140)
(九) 糖汁清淨过程中含氮物和果胶质的变化	(148)
(十) 甜菜制糖工艺流程的各种方案	(155)
(十一) 关于糖汁的清淨	(159)
(十二) 第二彼得洛夫糖厂减少石灰石消耗的经验	(163)
(十三) 南斯拉夫欧西叶克糖厂清淨工段的改建	(168)
(十四) 北美所用糖汁清淨法	(172)
五、糖汁清淨理论、pH值等问题	(191)
(一) 我们对糖汁清淨的现代认识	(191)
(二) 高分子化合物对渗出汁加灰清淨的影响	(200)
(三) 糖汁pH——甜菜制糖的重要指标之一	(208)
(四) 清淨糖汁和糖浆时的pH值	(213)
(五) 关于糖汁的有效碱度和滴定碱度	(221)
(六) 制糖生产中电解质物料对氢离子和氢氧	

根离子浓度受温度变化的影响	(224)
(七) 自然碱度对清汁和糖浆pH的影响	(229)
(八) 糖汁的清淨	(237)
六、其它辅助糖汁清淨法	(270)
(一) 关于奥特拉金糖厂糖汁软化装置的工作	(270)
(二) 用糖浆来再生阳离子树脂的糖汁软化法	(275)
(三) 关于用离子交换树脂来清淨二碳汁	(281)
(四) 减少废蜜含糖的方法	(285)
(五) 用蒸汽处理一碳汁	(289)
(六) 糖汁的电磁防垢	(292)
七、清淨设备	(297)
(一) 立式预灰罐的改进	(297)
(二) 新设计的渐进式逆流预灰罐的生产试验	(300)
(三) 双室饱充罐的试验	(307)
(四) 分格顺流式饱充罐	(309)
(五) 喷雾式饱充罐的生产试验结果	(316)
(六) 提高CO ₂ 利用系数	(320)
(七) 改进了的碳酸饱充清淨流程	(324)
(八) 埃斯快速沉降器	(329)
(九) 埃维洛·克利亚快速沉降器在欧洲	(341)
(十) 一碳汁的过滤增稠器	(346)
(十一) 供一碳汁沉降用的过滤增稠器的效率	(355)
(十二) 用Φ _н ЛС-60机组去增浓一碳汁沉淀 的使用经验	(366)
(十三) 萨姆鲍尔糖厂试验自动化的Φ _н ЛС-100过滤 增稠器机组	(370)
(十四) 改进真空吸滤机工作的经验	(375)

一、预灰和主灰

(一) 预灰汁最佳碱度的测定

Л.П. 莱伐等

糖汁预灰的主要目的是尽可能充分除去能被石灰沉淀的非糖分，如渗出汁中酸的阴离子和胶体(蛋白质、果胶质)等。所以，预灰汁最佳碱度的确定，应当与研究这类非糖分在预灰过程中每一类的变化情况结合起来。

我们用配制的模拟酸液研究了甜菜汁中有机酸被石灰沉淀析出的效果。配制液是用糖汁中含量最多并有生成难溶钙盐能力的酸制成的。研究表明：在蔗糖存在的条件下，沉淀剂(石灰)加得越多，除酒石酸外的这些酸的阴离子就沉淀析出得越为完全。

这样，在阴离子沉淀析出程度的曲线上没有最佳区域。所以，预灰汁的最佳碱度不应按酸的沉淀程度来确定，而应按除去胶体物的完全程度来确定，这项指标应是能最完全地除去胶体物时的过滤汁的碱度。

И·华夏特柯(Vašatko)研究了甜菜汁中蛋白质和果胶质的关系后得出结论，认为在蛋白质沉淀析出的同时，伴随着果胶质的沉淀析出。由于测定蛋白质含量比较容易，所以蛋白质的沉淀析出程度，就可以间接地作为衡量果胶质的沉淀析出以及所有蛋白质、果胶质组成物的沉淀析出总和的指标。

华夏特柯曾深入研究过甜菜汁在加灰过程中蛋白质的变化情

况。根据他的实验资料，蛋白质沉淀析出的最佳 pH 值在 10.8~11.2 范围内；而从其他一些研究者的研究结果来看，这范围与渗出的质量(酸度缓冲性等等)有关，要更宽一些：按许本甘莱尔(Шпенглер)的报告为 10.8~11.4，而在且狄克(Dedek)和伊凡钦柯(Иванченко)的研究报告中为 10.6~11.6。

目前在甜菜制糖生产中，预灰汁最佳碱度指标定为 pH11(取上述范围的中间值)，虽然在加工不同质量的甜菜时，这指标并不总是能使糖汁中的胶体物最多地沉淀出来。

我们研究出快速测定预灰汁最佳碱度(pH)的方法——去测定加过灰的渗出汁和甜菜汁滤液中蛋白质最低含量的方法(在 20、40、60、80°C 各种温度和与之相对应所必须的沉降时间情况下)。在我们的研究中，用了质量很不好的甜菜的渗出汁作为近似的模拟糖汁。试验时，于 20°C 下研究蛋白质被石灰除去的过程，避免了蛋白质的热变性反应。

在搅拌情况下，对一定温度的糖汁样品逐渐加入石灰乳使 pH 从 6 达到 12，搅拌时间与试验温度有关(80°C 时-10 分钟，60°C 时-20 分钟，40°C 时-30 分钟，20°C 时-60 分钟)。之后，在真空下滤掉析出的沉淀物，测定滤液的 pH、碱度(以 %CaO 计)和未被除去的蛋白质量(%)。

糖汁中的蛋白质量用光电比色法测定(根据缩式脲反应)：将供化验用的 20 毫升滤液倒入 100 毫升的量瓶，加蒸馏水到刻度，搅拌，再从量瓶中倒出 4 毫升溶液到试管中，再加 16 毫升缩式脲试剂。这样所得的混合液搅拌后在室温下静置 30 分钟，使颜色稳定下来。然后在实验室用的 JIMΦ-69 型光电比色计上加红色滤镜(相当于通过波长为 660 ± 20 纳米)在 50 毫米比色槽中测定其消光值，并按照为甜菜蛋白质制作的标准曲线计算出蛋白质量。

对试验数据进行数学处理后得出标准曲线的直线方程式(式

1-1);

$$x = \frac{y - 0.31}{0.90} \quad (1-1)$$

式中 x ——在缩式脲混合液中的蛋白质浓度，毫克/毫升；

y ——缩式脲混合液的消光值。

蛋白质含量占所试验糖汁量的百分比按以下公式(式1-2)计算：

$$q = 10^{-3} K x \frac{V_x}{V_1 d} V_{\text{总}} \quad (1-2)$$

式中 V_x ——缩式脲混合液的容量，20毫升；

V_1 ——供制备缩式脲混合液用的待测液的容量，4毫升；

$V_{\text{总}}$ ——待测液的总容量，100毫升；

K ——待测液的稀释系数，100/20 = 5；

d ——待测液的密度，克/厘米³。

在甜菜汁中含蛋白质0.6~0.7%，而在用同一份甜菜所得的渗出汁中则含蛋白质0.2~0.3%。由图 1-1 可见，逐渐增加碱度(渗出汁加灰到0.12~0.13%CaO而甜菜汁加灰到0.30~0.32%CaO)能除去的蛋白质也随之增多。于80℃时，在预灰汁样品中未被除去的蛋白质部分不超过原先含量的10%；在低温(20~40℃)下蛋白质除去率则较小，在加过灰的渗出汁中约含75%，而在加过灰的甜菜汁中约含82%。在室温下糖汁中的蛋白质就已随着溶液碱度增大到最佳值而大部分沉淀出来；把温度提高到80℃则由于热变性的作用而进一步除去10~15%。

当进一步提高糖汁碱度时，一部分原来已经沉淀出来的蛋白质(7~10%)又重新溶解在糖汁中，这证明了在最佳碱度进行预灰的必要性(特别在提高温度时)。

要指出，对甜菜汁加灰时被除去的蛋白质量在相当大范围内变动着，不同研究者的研究结果已证实这点：在华夏特柯的一个研究报告中沉淀效果为70%而在另一报告中为80~85%，П.巴甫拉斯(Павлас)得出的结果为90~91%。显然，这些差别可用甜菜质量的不同来解释。

图1-2画出加灰处理渗出汁时，蛋白质沉淀析出的程度与 pH_{20} 的关系，这时沉淀出蛋白质的最佳碱度为 $\text{pH}11.4\sim11.5$ (对甜菜汁的蛋白质这最佳值为 $11.5\sim11.6$)。所列举的资料有力地表明，预灰汁的最佳 pH 值不总是11，因为即使在较高温度($60\sim80^\circ\text{C}$)下，这时也有8~10%的蛋白质未被沉淀出来；而在低温下，有14~16% (与最佳 pH 为 $11.4\sim11.5$ 的试验相比)。所以，预灰过程的主要目的之一是为了最多地除去胶体物，而预灰在 $\text{pH}10.8\sim11.0$ 时实际上并不能为达到这个目的创造最佳条件。这证实了当加工不同质量的甜菜时要测定预灰汁最佳碱度(pH)的必要性。

由图1-1和图1-2可见，预灰操作的控制可按预灰汁的碱度或 pH 来进行。图1-3画出经加灰处理的甜菜汁样品1和渗出汁样品2的滤液的 pH 与碱度之间关系的曲线。由该图可见，当糖汁碱度升到大约0.05% CaO 时， pH 值与溶解石灰的浓度实际上呈直线关系，碱度约0.05% CaO 时相应的 pH 值对加了灰的甜菜汁为9.2，对渗出汁为10.4；当碱度高过0.05% CaO 时就不存在这比例关系了，要大大增加碱度才能使 pH 略有增高，这情况对甜菜汁更为突出。如已知道的，造成这情况的原因之一是受石灰溶解度的限制。从图1-3还可见到，在同一 pH 值时，糖汁样品可有不同的碱度。例如，如果预灰的是质量好的糖汁，则 $\text{pH}10.6$ 时的碱度为0.09%(曲线2)；而当清淨由很不好的甜菜所得的糖汁时(甜菜汁就是这种糖汁的模拟物)则同样 pH 值的碱度为0.19% CaO (曲

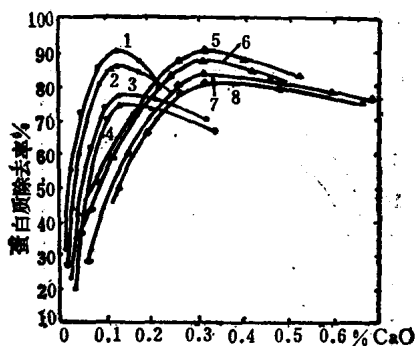


图1-1 渗出处(1~4)和甜菜汁(5~6)的蛋白质沉淀析出程度与碱度的关系

1,5-80°C 2,6-60°C 3,7-40°C 4,8-20°C

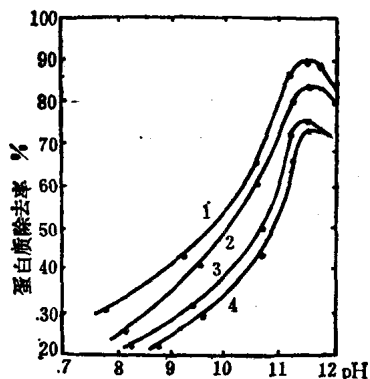


图1-2 渗出处(1~4)的蛋白质沉淀析出程度与pH的关系

1-80°C 2-60°C 3-40°C 4-20°C

线1), 即要高1倍。

由于大部分工艺流程中包括回流一碳未滤汁或者一碳浓泥汁所带来的碳酸钙沉淀,我们研究了回流对预灰汁最佳碱度的影响。

为此研究了渗出汁预灰过程中，回流 100% 一碳汁和不回流情况下的蛋白质除去程度。

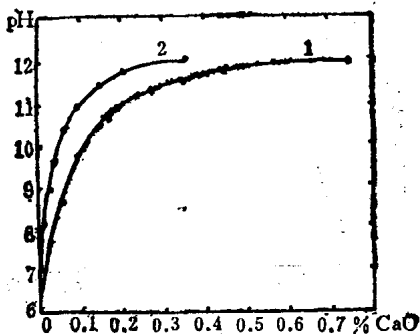


图1-3 在石灰处理过程中甜菜汁(1)和渗出汁(2)的pH值与碱度的关系

如预期那样，80℃时(图1-4曲线2)蛋白质除去得比40℃时(图1-4曲线4)多。但是，在这一组试验中蛋白质除去率比图1上所画出的情况小6~7%，这差别可解释为这组试验是对低质量甜菜的渗出汁进行的。如图1-4可见，不论是在40℃时(图1-4曲线3)还是80℃时(图1-4曲线1)，往碱性糖汁中回加 CaCO_3 沉淀有助于进一步除去蛋白质(因能使蛋白质吸附在 CaCO_3 沉淀表面上)。但在所有情况下，最佳碱度值实际上没变(约为0.12~0.13% CaO)。必须指出，在低温下进行有回流的预灰时，其除去蛋白质的效果和和在80℃下进行预灰，但没有回流时的情况相近(图1-4曲线3和2)。

根据研究结果，可建议采用下述测定预灰汁最佳碱度的方法：用几个玻璃杯取5到6个各50毫升的渗出汁样品，在糖厂所用预灰温度和不断搅拌条件下，往各份样汁加数量渐增的石灰乳以得出一组pH从10到12范围内的碱性糖汁。在热预灰时经过10分钟，

而温预灰时经过20分钟后，于试验温度下在真空下滤掉沉淀物，然后按上述方法测定滤液的碱度和未除去的蛋白质质量，蛋白质含量最少时的糖汁碱度就是当前操作条件下的预灰最佳碱度。

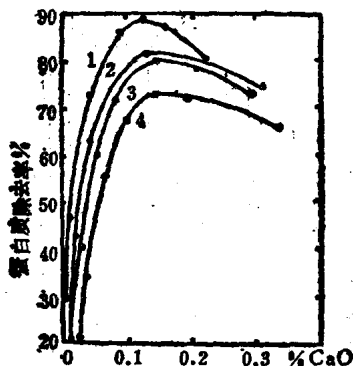


图1-4 有回流时渗出汁用石灰处理时蛋白质的沉淀析出曲线1, 3, 没有回流时的曲线, 2, 4
1, 2-80°C 3, 4-40°C

这方法有操作简单、时间不长（可在50~60分钟内完成）的特点，既可在有回流的糖厂又可在没有回流的糖厂采用。

（苏联《制糖工业》1978年，第3期，36~40页）

（二）冷预灰的优越性

H. C. 罗加宁等

制糖工业在加灰饱充清淨糖汁方面采用许多方法。国内外文献介绍过各种各样处理渗出汁的预灰方案，但是对在工厂条件下往预灰罐回流一罐未滤汁而不是加石灰乳的冷预灰问题介绍得很简单，很不充分。

许包梁糖厂于1971年检修期完成了冷预灰流程（见图1-5）的改装工作，并按这流程在两个制糖期内进行了生产。

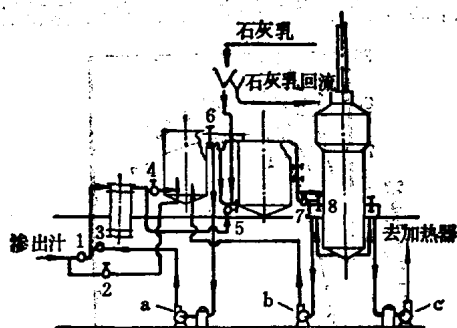


图 1-5 冷热均可的预灰流程图

(当冷预灰时，关上阀门1、4，开阀门2、6、3、5、7、8
 当热预灰时，打开阀门1、4，关上阀门2、6、3、5、)

- a-去加热器的预灰汁泵
- b-一碳未滤汁的回流泵
- c-去密压机的一碳汁泵

在此期间，工厂化验室对有回流一碳未滤汁而不加石灰乳的冷热预灰均可的糖汁清净流程进行了对比试验。这些试验使我们确信冷预灰十分有效，糖厂用冷预灰后消灭了繁重的渗出汁加热人工除垢工作。由于一碳饱和罐的结垢有可能进入加热器的第一格，从而堵塞该格加热面的缘故。预灰之后，在送糖汁去加热器的泵之前必须装桶式除渣器。

与热预灰相比，冷预灰对糖汁的物理化学清净效果要好：降低了糖汁和糖浆的色度，大大减少钙盐量，并由于能更好地除去有机非糖分，从而提高了糖浆的纯度。

在许包梁糖厂，从DDC-30渗出器出来的60℃、pH5.5~6的渗出汁送往预灰罐，并对预灰罐回流100%的碱度0.10~0.11% CaO的一碳未滤汁和10%的碱度2.2~2.4% CaO、温度80℃的主

灰汁，不加石灰乳。预灰在pH11和温度65~70℃下进行，这条件是最好的。在充分搅拌的情况下，糖汁在预灰罐内停留7分钟。冷预灰的周期长短对预灰罐内发生的物理化学过程影响很小，但在热预灰时，就不应超过3分钟，延长周期会提高糖浆色度和钙盐量。回流到预灰去的一碳未滤汁的数量可按我们编制的表1-1查得，该表按下式（式1-3）计算制成

$$\frac{100A_1}{A_2 - A_1} \quad (1-3)$$

式中 A_1 ——用甲基橙滴定时的预灰汁碱度，

A_2 ——用甲基橙滴定时的一碳未滤汁碱度。

一碳未滤汁的回流量很容易用装在一碳饱和罐控制箱的溢流室上的阀门来控制，这种控制箱共有两个。

И.М.西林在《制糖工艺学》（莫斯科，食品工业出版社，1967年版，297页）指出：“冷预灰得出颜色较浅的糖汁。这可解释为当还原糖分解时形成某些有色的和无色的物质，它们的数量对比关系与分解条件有关。已知（华夏特柯教授）在少量石灰下分解还原糖时，其颜色的改变（加深）远较在大量石灰下分解还原糖时显著”。

冷预灰比热预灰优越也曾被И.М.利特瓦克在《甜菜制糖工艺和化学管理》（莫斯科，食品工业出版社，1946年版，146页）一书中指出过：“我们认为不加热渗出汗，而加热预灰后的糖汁将更为恰当，因为在该糖汁中含有随着一碳未滤汁回流到预灰去的相当多的 CaCO_3 沉淀，它们在通过加热器管道的时候，就起机械清洗的作用，从而可防止加热管结垢。

从工艺观点看，这种加热方案也是适宜的。当温度为40~45℃的渗出汗去和同样数量的被加热到85~90℃的一碳汁相混和时，混合汁的温度将为62~67℃。按研究人员的资料，这温度完全能

表1-1

预灰汁与一碳汁碱度及回流一碳汁百分数

预碱 灰汁 度	一碳汁 碱度	回流 %	预碱 灰汁 度	一碳汁 碱度	回流 %	预灰汁 碱度	一碳汁 碱度	回流 %	预灰汁 碱度	一碳汁 碱度	回 流 %
5	15	50.0	7	15	87.0	8.5	15	130	10	15	200.0
5	16	45.0	7	16	77.0	8.5	16	113	10	16	166.0
5	17	41.0	7	17	70.0	8.5	17	100	10	17	142.0
5	18	38.0	7	18	63.0	8.5	18	89	10	18	125.0
5	19	35.0	7	19	58.0	8.5	19	81	10	19	111.0
5	20	33.0	7	20	53.8	8.5	20	73	10	20	100.0
5	21	31.0	7	21	50.0	8.5	21	68	10	21	91.0
5	22	29.0	7	22	46.0	8.5	22	63	10	22	83.0
5	23	27.0	7	23	44.0	8.5	23	59	10	23	77.0
5	24	26.0	7	24	41.0	8.5	24	54	10	24	71.4
5	25	25.0	7	25	38.9	8.5	25	51	10	25	66.6
5	26	23.8	7	26	36.8	8.5	26	48	10	26	62.4
5	27	22.7	7	27	35.0	8.5	27	45	10	27	58.8
5	28	21.7	7	28	33.3	8.5	28	43	10	28	55.5
5	29	20.8	7	29	31.8	8.5	29	41	10	29	52.6
5	30	20.0	7	30	30.4	8.5	30	39	10	30	50.0
6	15	66.0	8	15	114	9.0	15	150	11	15	275.0
6	16	60.0	8	16	100	9.0	16	128	11	16	222.0
6	17	54.0	8	17	88	9.0	17	112	11	17	182.0
6	18	50.0	8	18	80	9.0	18	100	11	18	157.0
6	19	47.0	8	19	73	9.0	19	90	11	19	137.0
6	20	43.0	8	20	66	9.0	20	81	11	20	122.0
6	21	40.0	8	21	61	9.0	21	72	11	21	110.0