

甘蔗不同熟期品种合理 搭配与提高蔗糖分的关系

吴全衍 谭宗琨 符 合

(广西壮族自治区气象台 南宁, 530022)

李伟贤

(广西贵港甘蔗化工厂 贵港, 531702)

提 要

根据甘蔗不同熟期品种蔗糖分积累变化和高糖期出现迟早存在差异的特点,应用其积累动态模拟模型,探讨不同品种搭配形式与提高蔗糖分的关系,从理论上阐明早、中、晚熟品种合理搭配对延长高糖期和提高蔗糖分的作用,并给出品种搭配的求算原则和方法。为糖厂确定不同熟期品种的种植比例,提高经济效率提供指导依据。

关键词: 甘蔗 品种搭配 蔗糖分

引 言

原料蔗总产和榨季蔗糖分是决定产糖量的两个主要因素,在原料蔗总产相同的条件下,榨季糖分高低则是影响产糖量的关键,对糖厂的经济效益起着举足轻重的作用。目前国内在提高蔗糖分方面,主要采用选育和推广高糖品种、扩大冬植蔗面积、配方施肥、喷施稀土等,也提出过品种的合理搭配,但仅是定性的,尚未从蔗糖分变化规律的角度定量地提出不同熟期品种的合理搭配,也未见到过国外有类似的报道。

在我国甘蔗主产区,普遍存在品种搭配不够合理现象,往往强调推广某一优良品种而忽略其他品种,致使某一品种种植面积过大,甚至出现品种单一现象,这不仅容易造成品种抗逆性的下降,更重要的是不利于榨季蔗糖分的提高,影响糖厂的经济效益。针对这一问题,本文在分析3个不同熟期品种的蔗糖分积累变化规律的基础上,探讨不同熟

期品种的合理搭配对延长高糖期和提高糖分的作用。结果表明,早、中、晚熟品种合理搭配比种植单一品种的榨季蔗糖分提高0.25%—0.46%(绝对值,下同),若以收回率85%和每吨糖4500元折算,不需增加任何投入,万吨原料蔗便可增值9.56—17.6万元。显而易见,搞好甘蔗不同熟期品种的合理搭配,是提高糖厂经济效益的重要途径之一。

1 材料与方 法

蔗糖分资料由贵港甘蔗化工厂提供,糖分测定应用目前糖厂普遍采用的化验方法。品种采用当时广西种植面积比例大且具有代表性的早、中、晚熟品种:桂糖11号,台糖134,选3。在1984/85、1985/86、1986/87、1987/88年4个榨季中,从10月中旬开始至次年3月下旬止,每旬均采用定期、多点、随机的方法进行取样,测定3个品种的蔗糖分。

2 结果分析

2.1 3个品种蔗糖分积累动态变化基本

规律

将3个品种4个榨季旬平均蔗糖分点绘于图1可看出,3个品种蔗糖分积累动态变化规律具有同一趋势。但是,早熟品种桂糖11号前期糖分积累快,高糖期出现时间早,11月上旬便达13%以上,而后期蔗糖分则下降快,元月下旬开始下降,特别是2月下旬以后下降明显加快,蔗糖分低。迟熟品种选3前期蔗糖分积累慢,11月上旬仅为11.6%,比桂糖11号同期低1.8%,高糖期出现时间也较迟。但有一个明显特点,当桂糖11号蔗糖分下降时,选3的蔗糖分却处于上升阶段,3月下旬比桂糖11号高1.0%。中迟熟品种台糖134蔗糖分积累变化介于桂糖11号和选3两品种之间。

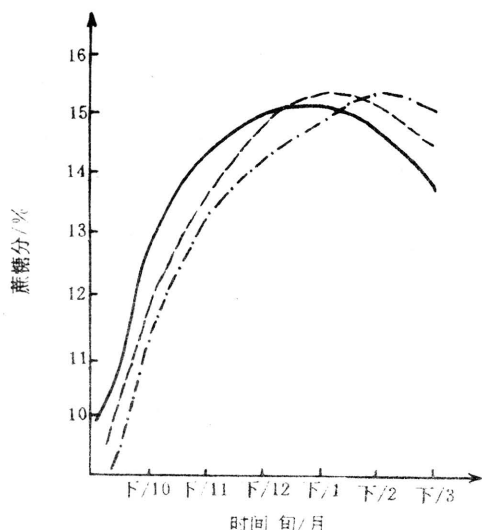


图1 3个品种旬蔗糖分积累变化情况
实线:桂糖11,断线:台糖134,点划线:选3

然而,据作者对广西不同气候区13家糖厂历年蔗糖分分析研究的结果,气象条件对蔗糖分积累动态过程的影响甚大。从统计贵港甘蔗化工厂4个榨季10月上旬至第二年3月下旬蔗糖分测定期间的气象资料看出,4个榨季的气候条件差异是比较大的(见表1)。1985/86、1986/87年两榨季平均气温较

高,日照多,总降雨量和降雨日数少,平均相对湿度小,榨季蔗糖分高,高峰期的糖分在15.0%以上,持续时间长;而1984/85、1987/88年两榨季平均气温低,日照少,总降雨量和降雨日数明显增多,平均相对湿度也较大,榨季蔗糖分较低,其中1984/85年尽管在不同气候条件的影响下,4个榨季3个品种蔗糖分积累有明显差异,但其变化规律仍与这3个品种4个榨季的旬平均蔗糖分积累变化规律相一致(图略)。鉴于此,若将图1桂糖11号前期、台糖134中期和选3后期的糖分变化曲线连成一条3个不同熟期品种的综合蔗糖分变化曲线(下称综合曲线),则高糖期可大大延长,增加产糖量。

表1 4个榨季10月上旬至次年3月下旬的气象要素

气象要素	1984/85	1985/86	1986/87	1987/88
平均气温/℃	15.0	16.6	18.0	14.9
总日照时数/h	574.1	805.9	773.2	579.4
总降水量/mm	296.8	199.0	164.1	382.0
总降水日数/天	88	54	40	83
平均相对湿度/%	81	77	74	80

蔗糖分积累是由低逐渐升高再由高逐渐下降的动态过程。符合等曾提出蔗糖分动态变化过程的模拟模型。

$$SC(t) = \begin{cases} \frac{SC_{\max}}{1 + \exp(a + bt)} & (t \leq t_h) \\ P \exp(qt) & (t \geq t_h, q \leq 0) \end{cases} \quad (1)$$

式中 $SC_{\max}$ 为蔗糖分含量上限值, a, b, c, P, q 为常数, t 为时间变量, t_h 为曲线上升与下降的转折时间。

利用模拟模型分别模拟3个品种4个榨季旬平均蔗糖分资料,其结果列于表2。

2.2 不同品种的搭配方式

为了便于分析研究,分别将3个品种综合曲线与单一品种4个榨季平均蔗糖分积累动态变化曲线绘于图2。

表2 三个品种的蔗糖分积累动态模拟模型

品 种	模 拟 模 型	复相关系数 R	残差 S
桂糖 11 号	$SC(t) = \begin{cases} \frac{15.3708}{1 + \exp(-0.8954 - 0.1456t)} \\ 20.4029\exp(-0.111t) \end{cases}$	$R = 0.9913$	$S = 0.1316$
		$R = 0.9901$	$S = 0.0781$
台糖 134	$SC(t) = \begin{cases} \frac{15.6180}{1 + \exp(-0.1380 - 0.1474t)} \\ 19.7016\exp(-0.0063t) \end{cases}$	$R = 0.9958$	$S = 0.1482$
		$R = 0.9908$	$S = 0.0524$
选 3	$SC(t) = \begin{cases} \frac{15.6180}{1 + \exp(-0.2677 - 0.1235t)} \\ 17.9189\exp(-0.0061t) \end{cases}$	$R = 0.9961$	$S = 0.1409$
		$R = 0.9976$	$S = 0.0134$

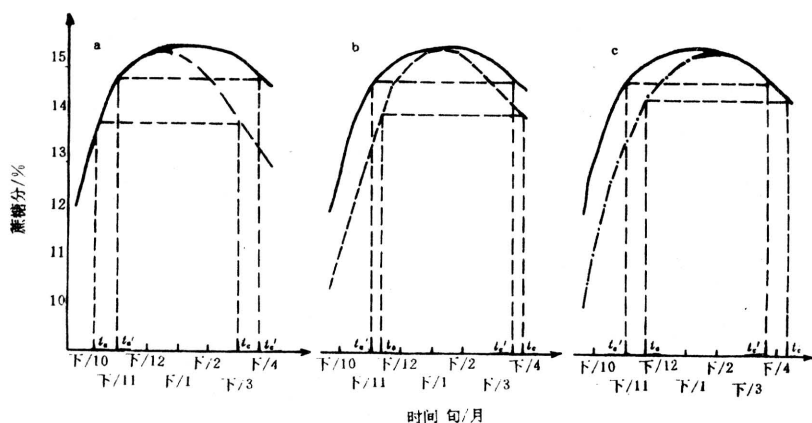


图2 3个品种蔗糖分综合曲线(实线)与桂11(a)、台糖134(b)、选3(c)蔗糖分变化曲线比较

现以图2a为例进行分析,设原料蔗总产、糖厂压榨能力及断槽洗机时间相同,综合曲线函数为 $F(t)$,桂糖11号为 $F_1(t)$,台糖134为 $F_2(t)$,选3为 $F_3(t)$,榨季经历天数为 $t_c - t_a = t'_c - t'_a$ 。并根据开榨(t_a)和停榨(t_c)时蔗糖分相等,榨季平均蔗糖分最大,得

$$F(t'_a) = F(t'_c), F(t_a) = F(t_c)$$

那么 $F(t'_a) \cdot (t'_a - t_a) = F(t'_c) \cdot (t'_c - t_c)$ 。从蔗糖分积累动态变化曲线可知,该函数是连续单调的复合函数,存在

$$F(t'_a) = F_1(t'_a) > F_1(t_a)$$

$$F(t_c) > F(t'_c)$$

$$\text{则 } F(t'_a) \cdot (t'_a - t_a) > \int_{t_a}^{t'_a} F_1(t) dt$$

$$F(t'_c) \cdot (t'_c - t_c) > \int_{t_c}^{t'_c} F(t) dt$$

$$\text{所以 } \int_{t_c}^{t'_c} F(t) dt > \int_{t_a}^{t'_a} F_1(t) dt$$

$$\text{又因为 } \int_{t'_c}^{t_c} F(t) dt > \int_{t'_c}^{t_c} F_1(t) dt$$

$$\text{所以 } \int_{t'_a}^{t'_c} F(t) dt > \int_{t'_a}^{t'_c} F_1(t) dt$$

由于 $\int_{t'_a}^{t'_c} F(t) dt$ 和 $\int_{t'_a}^{t'_c} F_1(t) dt$ 分别是3个品种搭配和单一品种桂糖11号单位时间蔗糖分的累计值,因此3个品种合理搭配的榨季平均蔗糖分大于单一品种桂糖11号的榨季平均蔗糖分。

同样可证3个品种合理搭配的榨季平均蔗糖分也高于台糖134、选3或任意两品种搭配的榨季蔗糖分。

现以近年贵港甘蔗化工厂的生产规模为例,设年原料蔗总产98万吨,日压榨量约8000吨,断槽洗机时间为10天,则榨季经历天数需133天,并用各品种蔗糖分积累动态模拟模型求出品种不同搭配方式的开榨和停榨时间,分别计算得出榨季蔗糖分列于表3。

表3 不同品种搭配方式榨季平均蔗糖分比较

品种搭配方式	开榨时间 /月·日	停榨时间 /月·日	榨季蔗 糖分/%
3个品种搭配	12.5	4.17	15.00
桂糖11号	11.15	3.28	14.54
台糖134	12.15	4.27	14.57
选3	12.15	4.27	14.75
桂糖11号+台糖134	11.25	4.7	14.76
桂糖11号+选3	12.5	4.17	14.98
台糖134+选3	12.15	4.27	14.80

从表3看出,蔗糖分以桂糖11号、台糖134、选3的搭配方式最高,为15.00%,桂糖11号和选3搭配也达14.98%,而单一品种的蔗糖分均明显偏低。

2.3 不同品种合理搭配比例的求算方法

由于广西各蔗区的气候条件差异较大,且目前种植或推广的品种比较多,因此品种的搭配方法具有多样性。在此仅以早、中、晚熟品种搭配方式为例,阐述不同熟期品种合理搭配比例的求算方法。

设 W 为3个品种原料蔗总产(吨), Cr 为糖厂日压榨量(吨/日), D 为榨季断槽洗机时间(天),且在榨期中是平均分配的, t_a, t_c 为早、中晚熟品种在综合曲线上的开榨和停榨时间, t_a' 为早熟品种的榨期结束时间和中熟品种开始压榨时间, t_a'' 为中熟品种榨期结束时间和晚熟品种开始压榨时间(图3)。根据

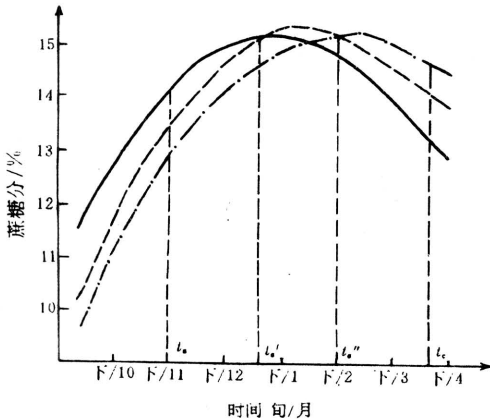


图3 早(实线)中(虚线)晚(点划线)熟品种的开榨时间和停榨时间

前面分析结果,则图3存在:

$$\begin{cases} t_c - t_a = W/Cr + D \\ \frac{SC_{\max}}{1 + \exp(a_1 + b_1 t_a)} = P \exp(q_3 t_c) \end{cases} \quad (2)$$

且 $F_1(t_a') = F_2(t_a'), F_2(t_a'') = F_3(t_a'')$

在求算 $F_1(t), F_2(t)$ 相交处的 t_a' 时,可能存在3种情况:

(1) $F_1(t), F_2(t)$ 均上升时,

$$\text{则 } \frac{SC_{1\max}}{1 + \exp(a_1 + b_1 t_a')} = \frac{SC_{2\max}}{1 + \exp(a_2 + b_2 t_a')}$$

(2) $F_1(t)$ 下降, $F_2(t)$ 上升时,

$$\text{则 } P_1 \exp(q_1 t_a) = \frac{SC_{2\max}}{1 + \exp(a_2 + b_2 t_a')}$$

(3) $F_1(t)$ 和 $F_2(t)$ 均下降时,

$$\text{则 } P_1 \exp(q_1 t_a') = P_2 \exp(q_2 t_a')$$

同样,求算 $F_2(t), F_3(t)$ 相交处的 t_a'' 时,也存在类似上述3种情况。所以,在求算 t_a' 和 t_a'' 时,要根据蔗糖分变化选择与其相应的计算方法。

因不同品种的模拟模型中, $SC_{i\max}, a_i, b_i, P_i, q_i$ 均为已知常数,所以利用泰勒级数展开等方法,便可求出 t_a, t_a', t_a'' 和 t_c 的解。

利用 t_a, t_a', t_a'' 和 t_c 求算的结果,将3个品种的原料蔗总产(W)分解为早、中、晚熟各品种的产量:

$$\begin{aligned} W = & (1 - \frac{D}{t_c - t_a})(t_a' - t_a)Cr \\ & + (1 - \frac{D}{t_c - t_a})(t_a'' - t_a')Cr \\ & + (1 - \frac{D}{t_c - t_a})(t_c - t_a'')Cr \end{aligned} \quad (3)$$

由于各品种的原料蔗总产(W)是单产(Y)和种植面积(S)的乘积,则

$$S = W/Y \quad (4)$$

根据式(2)和式(3)整理,可得出早、中、晚熟品种种植面积(S_i)比例的计算公式为:

$$S_1 : S_2 : S_3 = (t_a' - t_a)$$

$$: (t_a'' - t_a') / Y_1 : (t_c - t_a'') / Y_2 : (t_c - t_a'') / Y_3 \quad (5)$$

式中 S_1, S_2, S_3 和 Y_1, Y_2, Y_3 分别为早、中、晚熟品种的种植面积和平均单产。

如果各品种的平均单产大致相等,则式(5)可进一步简化为:

$$S_1 : S_2 : S_3 = (t_a' - t_a)$$

$$: (t_a'' - t_a') : (t_c - t_a'') \quad (6)$$

现仍以贵港甘蔗化工厂上述假设的原料蔗总产、日压榨量、断槽洗机时间为例,求算3个品种的种植比例。根据式(2),榨季的开榨时间(t_a)和停榨时间(t_c)存在如下关系:

$$\left\{ \begin{array}{l} (t_c - t_a) \times 5^{1)} = 98/0.8 + 10 \\ \frac{15.3708}{1 + \exp(-0.8954 - 0.1456t_a)} = 17.9189\exp(-0.0054t_c) \end{array} \right. \quad (7)$$

根据图1的3个品种蔗糖分积累动态曲线,桂11的停榨时间(t_a)和台糖134的停榨时间($t_{a'}$)分别满足:

$$\frac{15.3708}{1 + \exp(-0.8954 - 0.1456t_a)} = \frac{15.6180}{1 + \exp(-0.1380 - 1474t_{a'})} \quad (8)$$

$$\frac{19.7016\exp(-0.0088t_{a'})}{15.6180} = \frac{15.6180}{1 + \exp(-0.2677 - 0.1235t_{a'})} \quad (9)$$

应用泰勒级数展开,即可解出早、中、晚熟品种的开榨和停榨时间:

$t_a = 13$ (桂糖11号的开榨时间约在12月7日²⁾)

$t_{a'} = 21.6$ (桂糖11号的停榨时间,台糖134的始榨时间约在第二年1月8日)

$t_{a''} = 26.8$ (台糖134停榨时间,选3始榨时间约在第二年2月3日)

$t_c = 39.4$ (选3停榨时间约在第二年4月17日)

把 t_a 、 $t_{a'}$ 、 $t_{a''}$ 、 t_c 代入式(5),求出贵港甘蔗化工厂在目前原料蔗总产和生产规模下3个品种的种植面积比例为:

$$S_1 : S_2 : S_3 = 0.33 : 0.20 : 0.47$$

同理,可推算两个品种的合理种植比例。

3 问题讨论

3.1 不同熟期品种的合理种植比例主要是

根据各品种的蔗糖分变化规律,将原料蔗总产分解进行不同熟期品种搭配的。在糖厂压榨能力不变时,各品种的压榨时间和榨季压榨时间的长短受总产量制约,据我们用式(5)求算结果,在总产变化幅度不大时,对各品种的种植比例的影响不大。因此,在实际应用中,应以各糖厂压榨能力相适应的总产,合理确定各熟期品种的种植比例。但是,若糖厂的压榨能力或总产发生明显变化时,要适当调整各品种的种植比例。

3.2 虽然我国甘蔗主产区的气候条件适宜甘蔗生长,但不同地区气候条件差异较大,冬季气温较高的地区,甘蔗受冻几率小,冬季气温较低的地区,受冻害几率较大。而冬季气温的高低,则是制约蔗糖分动态积累的主要因素。因此品种搭配方式及种植比例,要因地制宜,各地应分别选择有代表性的甘蔗的早、中、晚熟优良品种若干个,进行蔗糖分积累动态变化规律的研究,以便寻找出当地最佳的品种搭配方式和种植比例。

3.3 由于不同熟期品种蔗糖分的高低、积累的快慢、高糖期出现的迟早以及峰值的大小都存在明显的差异,因此,在鉴别某一个品种是否属于高糖良种时,不能仅以前期的蔗糖分高低作为依据,而应系统的分析其蔗糖分积累动态过程,才能作出客观的判断。

参考文献(略)

The Relationship between the Rational Combination of Sugar-cane Variety of Different Mature Period and the Raise of Sucrose Content

Wu Quanyan Tan Zongkun Fu He

Li Weixian

(Guangxi Meteorological Observatory, Nanning 530022)

(Guigang Sugar Mill, Guangxi 531702)

Abstract

According to the characteristics of differences between the changes of accumulating sucrose of sugar-cane variety in different mature period and the high sucrose content period, the model of sucrose content accumulation of development has been used to analyze the relationship between the combination form of different mature period and the sucrose content in crushing season. The effect of the rational compose of the different mature period on lengthening high sucrose content period and cultivation of average sucrose content in the crushing season is revealed theoretically. The calculation principle and way of plant ratio is given. The guiding basis for Sugar Mill defining the plant ratio of the different mature period variety is provided and the economic benefits could be improved.

Key Words: sugar-cane variety compose sucrose content

1) t_a 、 t_c 、 $t_{a'}$ 、 $t_{a''}$ 时间单位为候

2) 以9月30日定为0,然后以每5天为一个单位推算。