

Effect of Different Sucrose Promoter Sprayed by UAV on Cane Yield and Sucrose of Sugarcane

Diwen Chen^{1,2}, Junhua Ao¹, Wenling Zhou¹, Yong Jiang¹, Qiwei Li¹, Jiengang Yu²

¹Guangdong Key Lab of Sugarcane Improvement & Bio-Refinery, Guangdong Provincial Bioengineering Institute (Guangzhou Sugarcane Industrial Research Institute), Guangzhou Guangdong

²College of Resource and Environment, South China Agricultural University, Guangzhou Guangdong
Email: chendiwen@126.com

Received: Oct. 25th, 2019; accepted: Nov. 11th, 2019; published: Nov. 18th, 2019

Abstract

Using “Yueyin 11” and “Yuetang 94-128” as experimental varieties, six different sucrose promoters were sprayed by UAV to study the effect of sugarcane yield and sucrose. The results showed that all kinds of sucrose promoter had no significant effect on the yield of two varieties of sugarcane, while they increased the sucrose content, reduced the content of reducing sugar, and had no significant effect on the rate of ratoon seedling emergence. No. 4 and No. 5 sucrose promoter increased the sugar content of the two sugarcane varieties more significantly, especially for YT94-128, the sugar content of No. 4 (Medium and micro nutrient liquid fertilizer) and No. 5 (Amino acid liquid fertilizer) sucrose promoter increased by 9.03% and 12.64% respectively after spraying for 30 days, while after spraying for 60 days, the sugar content increase of No. 4 and No. 5 sucrose promoter was 7.80% and 9.87%, respectively.

Keywords

Sugarcane, Sucrose Promoter, Sucrose, UAV

无人机喷施不同增糖剂对甘蔗产量和糖分的影响

陈迪文^{1,2}, 敖俊华¹, 周文灵¹, 江永¹, 李奇伟¹, 喻建刚²

¹广东省生物工程研究所(广州甘蔗糖业研究所), 广东省甘蔗改良与生物炼制重点实验室, 广东 广州

²华南农业大学资源与环境学院, 广东 广州

Email: chendiwen@126.com

收稿日期: 2019年10月25日; 录用日期: 2019年11月11日; 发布日期: 2019年11月18日

文章引用: 陈迪文, 敖俊华, 周文灵, 江永, 李奇伟, 喻建刚. 无人机喷施不同增糖剂对甘蔗产量和糖分的影响[J]. 农业科学, 2019, 9(11): 1041-1047. DOI: 10.12677/hjas.2019.911145

摘要

在粤北蔗区以“粤引11”和“粤糖94-128”为试验甘蔗品种，通过无人机喷施6种不同的甘蔗增糖剂，研究其对甘蔗产量和糖分的影响。研究表明：各种增糖剂对两个品种甘蔗产量无显著影响，而对蔗糖糖分具有提升作用，且降低还原糖含量，同时对宿根发株率无显著影响。其中4号增糖剂(中微量营养素液体肥)和5号增糖剂(氨基酸液体肥)对于两个甘蔗品种的含糖量提高幅度最大，特别是对于YT94-128，喷施30 d后，4号增糖剂和5号增糖剂比对照甘蔗含糖量分别提升9.03%和12.64%，喷施60 d后，4号增糖剂和5号增糖剂比对照甘蔗含糖量分别提升7.80%和9.87%。

关键词

甘蔗，增糖剂，蔗糖，无人机

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

甘蔗是广东重要的经济作物之一，广东是我国第三大甘蔗产区，相比于广西和云南蔗区，广东蔗区甘蔗生产上最突出的问题就是低糖分，近两年产糖率都不到10%，而广西和云南产糖率均达12%以上。对于如何提高广东蔗区甘蔗糖分，各方甘蔗从业人员都在努力尝试不同办法来提高糖分[1] [2] [3]。通过化学制剂来调控甘蔗生长增加甘蔗糖分是一个重要手段，在国内外均有研究，特别是甘蔗主要生产国家如南非、美国、巴西和古巴等国家从20世纪50年代开始在甘蔗增糖剂(或催熟剂)从20世纪50年代开始应用方面开展大量研究，已经非常成熟且持续应用很多年。目前国内在甘蔗上开展增糖应用研究最多的化学产品是乙烯利[4] [5]，其次就是草甘膦(增甘磷) [6] [7]，前者是常用的水果催熟剂，通过促进甘蔗成熟来提高糖分，后者是一种除草剂主要成分，通过低浓度的喷施甘蔗叶面使甘蔗生长受到抑制从而累积糖分，二者对于喷施应用的浓度或者用量要求较高，浓度太低没有效果，浓度太高会产生副作用造成减产等不利影响。另外还有植物激素类产品、养分元素[8]、氨基酸及其他化学合成类产品[9] [10] [11]。甘蔗由于植株较高，后期人工难以喷施，曾有研究利用轻型飞机进行大面积喷洒取得[12]一定效果，但是由于飞行管控严格以及对于地势、面积、操控等各方面原因难以推广应用[13] [14]。也有通过地埋式滴灌来进行增糖剂应用的研究报道[15]，但是滴灌成本高，在甘蔗生产上并未大面积普及应用。如今随着无人机在农业航空领域逐渐推广应用，其在甘蔗增糖剂喷施应用上成为最佳方式[12] [16] [17]，而利用无人机进行甘蔗增糖剂喷施应用的相关研究鲜有报道。因此，本研究选择不同种类的增糖剂通过无人机喷施应用在广东粤北蔗区开展试验，为甘蔗增糖剂在广东蔗区应用提供参考。

2. 材料与方法

2.1. 供试甘蔗品种与增糖剂

供试品种为粤引11 (YY11)和粤糖94-128 (YT128)，前者为国外引进品种，大茎种，中熟，糖分中等，后者为广州甘蔗糖业研究所自育品种，细茎种，迟熟，糖分偏低。

供试增糖剂包括：1号增糖剂：主要成分为40%乙烯利，水剂；2号增糖剂：主要成分为30%草甘膦异丙胺盐，水剂；3号增糖剂：主要成分为十六烷基三甲基溴化铵(CTAB)，粉剂配制成水剂；4号增糖剂主要成分为中微量营养元素液体肥，水剂；5号增糖剂主要成分为氨基酸液体肥，水剂；6号增糖剂为从古巴引进的FITOMAS增糖剂，主要成分为制糖有机废液等，水剂。

2.2. 试验设置

试验设计试验采用随机区组设计，3次重复。试验共设7个处理：CK(清水对照)；T1，1号增糖剂(稀释1000倍)；T2，2号增糖剂(稀释1000倍)；T3，3号增糖剂(稀释500倍)；T4，4号增糖剂(稀释500倍)；T5，5号增糖剂(稀释500倍)；T6，6号增糖剂(稀释1倍)。

田间种植试验地设在广东韶关市翁源县官渡镇东三村，属于亚热带季风气候，年平均气温20.6℃，年总积温7434℃，年平均降雨量1693.9毫米。试验田行长20m，行距1.2m，5行区，每小区面积120m²。2017年12月20日种植，每亩下种量为8000芽。2018年平均气温较常年偏高，降水量偏少，日照偏多。9月30日至10月8日、10月10日至20日出现了两次寒露风天气过程。2018年11月1日开始增糖剂喷施处理。所用无人机型号为大疆MG1S，设定每亩喷施量为1L，距离叶片顶部1米高度，喷头总流量0.8L/min，采用手动模式飞行。

2.3. 调查项目

在喷施后30天及60天分别对甘蔗进行取样分析糖分，每个小区随机砍收6条甘蔗作为一个样本混合榨汁分析蔗糖分和还原糖分含量，糖分检测送广东茂源糖业公司化验室进行。收获测产时统计小区总条数，并对甘蔗株高、茎径进行调查，每个小区随机测量30株。收获后60天对宿根发株情况进行调查，统计苗数。

$$\text{含糖量}(\text{t}/\text{hm}^2) = \text{蔗糖分} \times \text{产量}$$

$$\text{宿根发株率}(\%) = \text{宿根出苗数}/\text{收获时总条数} \times 100\%$$

数据采用Microsoft Excel2013和SPSS19.0进行统计分析，差异显著性采用LSD法方差分析。

3. 结果分析

3.1. 不同增糖剂对甘蔗农艺性状及产量的影响

根据表1所示的结果可以看出，与对照相比，1号增糖剂对两个甘蔗品种的株高有一定的负面作用，稍低于对照，但差异不显著，对茎径没有明显影响，其他增糖剂对两个品种株高和茎径均没有负面作用。因此，1号增糖剂对甘蔗产量跟对照相比有轻微降低，但统计差异不显著，其他处理产量跟对照相比均持平或者稍有提高，其中5号增糖剂对产量的增加幅度相对最大，但所有处理产量差异均不显著。

Table 1. Effects of different sucrose promoter on agronomic characters and yield of sugarcane

表 1. 不同增糖剂对甘蔗农艺性状及产量的影响

处理	YY11			YT128		
	株高(cm)	茎径(cm)	产量(t/hm ²)	株高(cm)	茎径(cm)	产量(t/hm ²)
CK	300.7a	3.20a	107.5a	298.3a	2.72a	76.8a
T1	297.0a	3.19a	105.2a	294.7a	2.71a	75.5a
T2	302.3a	3.19a	107.6a	297.0a	2.77a	79.2a
T3	307.6a	3.19a	109.3a	296.3a	2.75a	78.1a
T4	306.7a	3.23a	111.6a	297.8a	2.74a	78.2a
T5	306.3a	3.23a	111.5a	296.7a	2.80a	81.3a
T6	304.1a	3.21a	109.2a	296.7a	2.73a	77.4a

注：同列数据后字母不同则表示存在显著性差异($p < 0.05$)。

3.2. 不同增糖剂对甘蔗工艺成熟前期糖分的影响

从甘蔗工艺成熟前期的糖分检测结果(表 2)可以看出,不同增糖剂对甘蔗品种 YY11 的蔗糖分产生了不同程度的提升作用,其中 1 号、3 号、4 号、5 号和 6 号增糖剂的蔗糖分显著高于对照处理,而 2 号增糖剂的蔗糖分虽也有提升,但跟对照相比差异不显著。同时,2 号、3 号和 5 号增糖剂处理的还原糖分比对照处理显著降低($p < 0.05$),1 号、4 号和 6 号增糖剂处理还原糖分跟对照无显著差异。对于 YT128 来说,所有增糖剂处理的甘蔗蔗糖分均显著高于对照,同时除 1 号增糖剂外其他所有处理还原糖分比对照显著降低($p < 0.05$)。

Table 2. Effect of different sucrose promoter on sugar content of sugarcane in the early stage of technological maturity
表 2. 不同增糖剂对甘蔗工艺成熟前期糖分的影响

处理	YY11		YT128	
	蔗糖分(%)	还原糖分(%)	蔗糖分(%)	还原糖分(%)
CK	11.62b	1.15a	10.22b	2.18a
T1	12.04a	1.02ab	10.87a	1.87ab
T2	11.90ab	0.97b	10.90a	1.69b
T3	11.99a	0.97b	10.97a	1.72b
T4	11.98a	0.99ab	10.94a	1.77b
T5	12.16a	0.94b	10.88a	1.69b
T6	12.07a	1.01ab	10.66a	1.69b

注: 同列数据后字母不同则表示存在显著性差异($p < 0.05$)。

3.3. 不同增糖剂对甘蔗工艺成熟中后期糖分的影响

从甘蔗工艺成熟中后期的糖分检测结果(表 3)可以看出,不同增糖剂对甘蔗品种 YY11 的蔗糖分均产生了显著的提升作用,所有增糖剂的蔗糖分均显著高于对照处理,其中最高的的为 5 号增糖剂。同时,除 3 号增糖剂处理外其他增糖剂处理的还原糖分比对照处理显著降低。对于 YT128 来说,4 号增糖剂处理的甘蔗蔗糖分均显著高于对照,其他处理与对照相比差异不显著。同时 1 号、4 号和 5 号增糖剂处理还原糖分比对照显著降低($p < 0.05$)。

Table 3. Effect of different sucrose promoter on sugar content of sugarcane in the middle and later stage of technological maturity
表 3. 不同增糖剂对甘蔗工艺成熟中后期糖分的影响

处理	YY11		YT128	
	蔗糖分(%)	还原糖分(%)	蔗糖分(%)	还原糖分(%)
CK	13.67b	0.42a	12.65b	0.55a
T1	14.00a	0.29b	12.73b	0.44b
T2	13.90a	0.29b	13.01ab	0.46ab
T3	13.99a	0.37ab	13.00ab	0.45ab
T4	14.02a	0.34b	13.39a	0.44b
T5	14.04	0.27b	13.13ab	0.43b
T6	14.01a	0.32b	12.85b	0.46ab

注: 同列数据后字母不同则表示存在显著性差异($p < 0.05$)。

3.4. 不同增糖剂对甘蔗含糖量的影响

不同增糖剂对单位面积甘蔗含糖量影响的结果如表 4 所示, 首先, 对于 YY11 这个品种, 在喷施增糖剂 30 d 后, 跟对照相比, 所有增糖剂处理对于甘蔗含糖量均有一定的提升, 其中 5 号增糖剂处理 YY11 含糖量比对照提升了 8.58%, 在喷施增糖剂 60 d 后甘蔗含糖量进一步增加, 但跟对照处理相比增幅有所降低, 其中最高的为 5 号增糖剂处理, 比对照提高 6.62%。对于 YT128 来说, 处理 30 d 后, 所有增糖剂对于甘蔗含糖量均有一定提升, 同样是 5 号增糖剂处理含糖量最高, 比对照提升了 12.64%, 但统计差异不显著。喷施 60 d 后, 含糖量最高的仍是 5 号增糖剂处理, 比对照提高了 9.87%, 另外 1 号增糖剂处理反而比对照下降了 0.96%。

Table 4. Effect of different sucrose promoter on sugar content of sugarcane

表 4. 不同增糖剂对甘蔗含糖量的影响

处理	YY11				YT128			
	30 d 含糖量 (t/hm ²)	增幅 (%)	60 d 含糖量 (t/hm ²)	增幅 (%)	30 d 含糖量 (t/hm ²)	增幅 (%)	60 d 含糖量 (t/hm ²)	增幅 (%)
CK	12.48a	-	14.69a	-	7.85a	-	9.72a	-
T1	12.66a	1.48	14.73a	0.24	8.21a	4.58	9.63a	-0.96
T2	12.80a	2.57	14.95a	1.79	8.62a	9.87	10.30a	5.92
T3	13.00a	4.19	15.29a	4.10	8.57a	9.15	10.15a	4.41
T4	13.37a	7.14	15.65a	6.51	8.56a	9.03	10.48a	7.80
T5	13.55a	8.58	15.66a	6.62	8.84a	12.64	10.68a	9.87
T6	12.84a	2.91	15.24a	3.72	8.26a	5.23	9.95a	2.34

注: 同列数据后字母不同则表示存在显著性差异($p < 0.05$)。

3.5. 不同增糖剂对甘蔗宿根发株的影响

根据对甘蔗宿根发株的情况进行调查结果(图 1)可以看出, 各个增糖剂中只有 1 号增糖剂处理的甘蔗宿根发株率与对照相比有明显下降, 两个品种下降幅度不一, 其中 YY11 下降 5.71%, 而 YT128 下降 7.45%, 但跟对照处理差异均不显著。说明增糖剂对宿根甘蔗出苗没有不利影响。

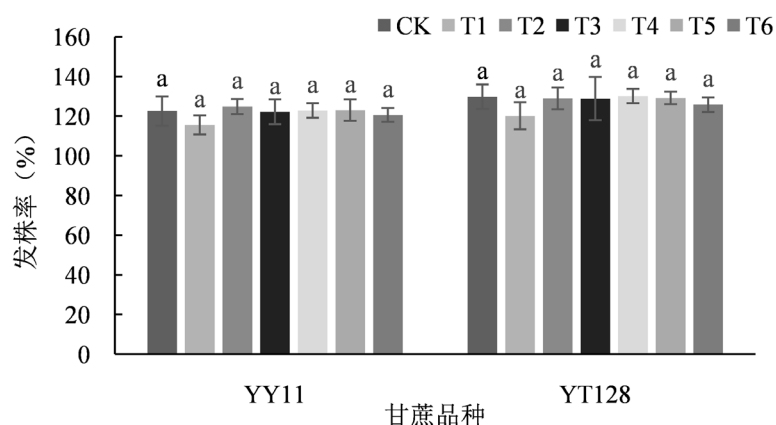


Figure 1. Effect of different Sucrose Promoter on ratoon of sugarcane (Note: The different letter on the cylindrical graph means significant at 5%)

图 1. 不同增糖剂处理对甘蔗宿根发株的影响(注: 柱形图上字母不同则表示存在显著性差异($p < 0.05$))

4. 讨论与结论

我国在 20 世纪 70 年代就有关于甘蔗增糖剂的研究报道[18], 80~90 年代开始个有关研究单位对于不同的增糖剂在甘蔗上的应用开展了大量的相关研究[19] [20] [21]。不同增糖剂对于甘蔗增糖的机理不同, 像草甘膦盐之类的增糖剂属于抑制甘蔗生长从而促进成熟[22], 其对产量具有一定的负面影响, 有些甚至会影响宿根。本研究结果表明, 所有增糖剂中 1 号增糖剂草甘膦对于甘蔗的产量产生了副作用, 不同品种比对照均有一定下降, 同时宿根发株率也比对照降低。因此, 在美国甘蔗生产上, 其主要用在宿根甘蔗的最后一年使用。由于不同品种对于除草剂具有不同的抗性, 有些品种对于草甘膦会特别敏感, 容易产生药害, 因此, 对草甘膦敏感的甘蔗品种需要主要控制草甘膦用量或者避免使用。乙烯利是研究最多、最深入的一个化学制剂[23]。本研究中, 2 号增糖剂乙烯利对于甘蔗糖分具有一定的提升作用, 但不是最佳的, 可能与地域、品种及栽培管理也存在一定关系。本研究中 4 号增糖剂主要成分为中微量元素, 5 号增糖剂主要成分是氨基酸, 两者都是植物吸收的养分, 对甘蔗产量具有促进作用, 对于糖分积累也是有利的, 因此这两种处理的含糖量比对照增加幅度相对较大。

不同甘蔗品种自身的基因型决定了糖分的高低, 低糖品种的糖分无论怎么调控也很难达到高糖的品种, 同时不同品种对于同一种增糖剂的响应也是不同的。本研究中, 两个甘蔗品种本身在农艺性状、产量及糖分上均差异很大, 二者对于增糖剂的响应程度也不一样。不同增糖剂对于两个品种的蔗糖分及还原糖分的影响存在差异(表 2, 表 3), 在喷施各种增糖剂 30d 后, YT128 的含糖量比对照提升幅度均高于 YY11(表 4), 同样在喷施增糖剂 60 d 后, YT128 的含糖量比对照提升幅度也均高于 YY11, 因此, 不同品种最合适的增糖剂可能是不一样的, 在生产上应用时需要进行筛选鉴别。从喷施后不同的时间糖分结果来看, 不同处理和不同品种存在一些差异。总体来说, 喷施 60 d 后的含糖量比对照的增幅要小于喷施 30 d 后含糖量比对照的增幅, 说明喷施后有一个最佳的收获期, 处理后时间太长的增糖效果可能会打折扣, 因此建议根据甘蔗的收获时间提前一个月或 45 天进行喷施。另外, 不同区域气候、土壤以及栽培措施对于甘蔗糖分都会有影响, 因此还需要进一步结合不同条件开展更多的研究试验才能确定增糖剂的施用效果及其稳定性。

本研究的结果表明, 通过无人机喷施各种增糖剂对粤北地区两个品种甘蔗产量和宿根发株无不利影响, 有利于提高蔗糖分, 提升甘蔗含糖量。其中 4 号增糖剂(中微量元素液体肥)和 5 号增糖剂(氨基酸液体肥)对于两个甘蔗品种的含糖量提升幅度最大。

基金项目

广东省甘蔗改良与生物炼制重点实验室开放基金(2017B030314123); 现代农业产业技术体系建设专项(CARS-170203)。

参考文献

- [1] 冯奕玺. 影响甘蔗糖分因素分析与对策[J]. 中国糖料, 2000(4): 58-60.
- [2] 蔡仁林. 提高湛江地区甘蔗糖分的途径[J]. 中国糖料, 2005(2): 63-64.
- [3] 郑学文, 陈青. 湛江农垦甘蔗糖分低的原因分析与提高蔗糖分的农业措施[J]. 甘蔗(福建), 2002, 9(2): 19-23.
- [4] 李杨瑞, 杨丽涛, 叶燕萍, 等. 甘蔗应用乙烯利增产增糖的机理研究[J]. 西南农业学报, 2007, 20(1): 151-156.
- [5] 姚瑞亮, 李杨瑞. 乙烯利对甘蔗成熟和未成熟节间的催熟增糖效应[J]. 西南农业学报, 2000, 13(2): 89-94.
- [6] 庞修权. 草甘膦对甘蔗增糖初探[J]. 农药, 1987(6): 56-58.
- [7] Kuma, A., 邹宗兰. 草甘膦对甘蔗的促熟试验[J]. 国外农学: 甘蔗, 1990(1): 18-21.
- [8] 季明德, 黄湘源. 硅元素对甘蔗增产和增糖作用机理的研究[J]. 甘蔗糖业, 1992(4): 6-8.

- [9] 游建华, 王维赞. 甘蔗增糖增产剂的应用及其效益[J]. 广西农业科学, 1996(5): 218-220.
- [10] 郭强, 黄有总, 李怡香, 等. 甘蔗增糖增产剂对不同甘蔗品种(系)产量和品质的影响[J]. 热带农业科技, 2012, 35(2): 30-33.
- [11] 李杨瑞, 马乌里, 等. 干旱条件下单用草甘膦或添加营养元素作为甘蔗化学催熟剂的效应[J]. 作物学报, 2000, 26(6): 692-698.
- [12] 韦志英. 兴宾区甘蔗“双高”领域植保无人机应用现状及前景展望[J]. 南方农业, 2018, 12(27): 40-42.
- [13] 朱秋珍, 李杨瑞, 叶燕萍, 等. 应用飞机大面积喷施甘蔗增糖增产剂示范[J]. 甘蔗, 2004(4): 35-39.
- [14] 杨丽涛, 张保青, 朱秋珍, 等. 应用飞机大面积喷施抗旱型甘蔗增糖增产剂的效果研究[J]. 热带作物学报, 2011, 32(2): 189-197.
- [15] 申章佑, 郑浩, 何龙凉, 等. 应用地理式滴灌施放增糖增产剂对甘蔗生理生化特性的影响[J]. 西南农业学报, 2009, 22(1): 114-117.
- [16] 孙明, 谢敏. 基于无人机低空遥感的广西甘蔗灾害监测应用研究[J]. 气象研究与应用, 2019, 40(1): 46-52.
- [17] 毛永凯, 管楚雄, 胡玉伟, 等. 无人机喷施甘蔗条螟性诱剂辅助设备的研制与应用[J]. 甘蔗糖业, 2018(3): 40-43.
- [18] 增糖催熟剂增甘膦[J]. 广州化工, 1978(1): 14-15.
- [19] 梁致诚, 李志坚, 曾昭琼. 季铵盐类甘蔗增糖催熟剂的合成及药效试验[J]. 华南师院学报(自然科学版), 1982(1): 34-40.
- [20] 徐淑敏, 刘建国. 调节膦、增甘膦和 ESD 增糖剂提高厚皮甜瓜果实含糖量的研究初报[J]. 北京农学院学报, 1987(2): 110-113.
- [21] 林炎坤, 李杨瑞, 叶燕萍. 三种生长调节剂对甘蔗生长和蔗糖分积累的影响[J]. 广西农学院学报, 1990(4): 35-43.
- [22] 徐良年, 邓祖湖, 张华, 等. 草甘膦和乙烯利对糖能兼用甘蔗 FN95-1702 的催熟增糖效应[J]. 中国糖料, 2009(4): 24-26.
- [23] 李杨瑞, 林炎坤, 杨丽涛, 等. 甘蔗增糖增产剂对蔗茎产量和蔗糖分的效应[J]. 广西农业大学学报, 1992(3): 31-36.