

广西宜州市甘蔗低产原因的调查^①

杨艳芳^{1,2}, 李德成^{1*}, 赵玉国¹, 张甘霖¹, 陈留美¹, 马光军^{1,2}, 李山泉¹, 谭 勇³, 覃振锋³, 韦志凯³

(1 土壤与农业可持续发展国家重点实验室(中国科学院南京土壤研究所), 南京 210008;

2 南京农业大学资源与环境科学学院, 南京 210095; 3 广西博庆食品有限公司, 广西宜州 546300)

摘 要: 广西宜州地区是国家“双高”糖料蔗生产基地之一, 但单产一直偏低。对此, 我们于 2007 年进行了专门调查研究, 结果表明: 宜州地区气候条件处于能够满足甘蔗生长的“边缘”状态; 土壤存在酸化, 土壤有机质、N、K、B 含量偏低, 土体结构不良等问题; 田间管理存在甘蔗品种老化、施肥不科学、灌溉条件差、蔗叶覆盖率低等主要问题。亟待采取具有针对性的措施提高甘蔗单产。

关键词: 甘蔗; 低产; 调查; 宜州

中图分类号: S157

广西宜州市是国家“双高”糖料蔗生产基地之一, 但一直面临单产偏低的问题, 平均单产仅为广西近年来的“吨糖田”平均单产(约 120 t/hm²)的 1/2^[1]。由于宜州市地处西南低山丘陵区, 其后备耕地资源极为有限^②, 进一步发展甘蔗必须立足于提高单产。

导致甘蔗低产的因素很多, 如气候条件, 甘蔗品种, 土壤性状, 施肥、灌溉等田间管理措施^[2]。为清楚宜州地区甘蔗低产的原因, 我们在 2007 年对宜州蔗区进行了专门的调查研究, 本文是对调查研究结果的总结。

1 调查方案

1.1 典型蔗农和蔗田的选取

依据蔗区地形图、土壤图、母质图、行政区划图以及广西博庆食品有限公司的蔗农信息库, 遵循全面反映蔗区自然条件和生产现状的原则, 按每 100 hm²蔗田面积取 1 块蔗田的标准, 共确定 320 块典型蔗田, 分属 320 户不同的蔗农。

1.2 调查内容与方法

表 1 列出了本次调查的主要内容和信息的获取方法。其中, 土样为耕层样(0~20 cm), 采集方法为田间随机多点(5~8 点)取土混匀形成。经室温风干, 去除碎石、根系等杂物后, 研磨过不同目的尼龙筛, 然后用于相关项目的测试。

2 结果与分析

2.1 气候条件

按姚克敏等^[5]根据温度、蒸发量、降雨量得出的甘蔗气候生产力分区结果, 在适宜植蔗、可植蔗和不适宜植蔗的 3 个分区中, 宜州属于可植蔗区, 这是由宜州甘蔗种植的“边缘”气候条件决定的(表 2)。

2.1.1 温度 甘蔗是喜温性作物, 要求年平均温度 18℃~30℃, >10℃ 的活动积温在 6500℃~8000℃^[4-5]。宜州年均气温为 18℃~20.2℃, 日均温度 >10℃ 的积温达 6500℃^②, 基本处于能满足甘蔗生长需要的“边缘”状态。低温形成的甘蔗冻害时有发生, 依据涂方旭等^[6]的研究, 宜州属于中-重冻害区。

2.1.2 日照 日照时间越长, 甘蔗产量和糖分越高, 甘蔗生长最适光照时数为平均每天 8 h 以上^[3-4]。宜州地区年均总日照约 1700 h, 日均日照不足 5 h, 但 7—9 月平均日照达 7 h 以上^②, 基本上也处于能够满足甘蔗旺盛生长期需要的“边缘”状态。

2.1.3 降雨与水资源 甘蔗需水量大, 每生产 1 kg 原料甘蔗需耗水为 85~210 kg, 夏季、秋季、冬季每月降水量应分别不小于 150、40 和 20~30 mm^[4-5]。宜州雨水较为丰沛, 年均降雨量约 1304.1 mm, 夏季每月降水量在 79~241 mm, 秋季每月降雨量 54~79 mm, 冬季降雨量 28~43 mm^②, 基本可以满足甘蔗生

① 基金项目: 广西博庆食品有限公司项目资助。

* 通讯作者 (dcli@issas.ac.cn)

作者简介: 杨艳芳(1983—), 女, 山西长治人, 硕士研究生, 主要从事土壤资源方面研究。E-mail: yfyang@issas.ac.cn

② 宜山县土壤普查办公室. 宜山土壤. 1982

表 1 宜州市甘蔗生产调查的内容和方法
Table 1 Survey indices and methods for sugarcane production in Yizhou

因素	因子	获取方法
气候条件	温度、日照时数、降雨量	气象部门提供
立地条件	地形、土体厚度、砾石含量	由田间观察和剖面挖掘获取
土壤条件	土壤性质: pH、有机质、全 N、全 P、全 K、有效 P、速效 K、交换性 Ca、交换性 Mg、有效 Si、有效 S、有效 B、有效 Zn、有效 Cu、有效 Mn	土壤性质由田间采样-实验室化验分析获取: pH: 1 : 2.5 水提, 电位计法; 有机质: 硫酸-重铬酸钾法; 全N: 半微量开氏法; 全P: 氢氟酸-高氯酸消煮, 酸溶-钼锑抗比色法; 全K: 酸溶-火焰光度法; 有效P: 碳酸氢钠法, 钼锑抗比色 (中性和碱性土), 氟化铵-稀盐酸浸提-钼锑抗比色法测定 (酸性土); 速效K: 醋酸铵提取, 火焰光度法; 交换性Ca和Mg: EDTA醋酸铵浸提, 原子吸收法; 有效Si: 柠檬酸提取-钼蓝比色法; 有效S: 磷酸盐-硫酸钡比浊法 (酸性土), CaCl ₂ -硫酸钡比浊法 (碱性土); 有效B: 沸水浸提, 姜黄素比色法; 有效Zn和有效Cu: DTPA浸提 (碱性土), HCl浸提 (酸性土), 原子吸收法; 有效Mn: 乙酸铵-对苯二酸浸提, 原子吸收法 ^[3]
生产管理	品种、单产、宿根年龄、施肥、灌溉、机械化生产水平、蔗叶利用方式、病虫害、草害、机械化生产水平	通过田间观测、蔗农访谈、公司信息库查询等形式获取

表 2 宜州市气候因子数据
Table 2 Data of climate factors in Yizhou

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年总计	月均
温度 (℃)	10.1	11.4	15.3	20.3	24.4	26.9	28.1	27.6	26	21.6	16.4	11.8	239.9	20.0
日照时数 (h)	88.1	65.4	68.5	95.4	136.1	152.6	224.2	230.8	221.8	165.4	133.8	109.3	1691.4	141.0
降雨量 (mm)	27.8	42.4	67.5	121	191.5	240.5	176.8	187.9	78.9	76.7	53.9	39.2	1304.1	108.7

表 3 宜州蔗田土壤属性测试分析结果统计
Table 3 Analytical results of soil properties of sugarcane fields in Yizhou

属性	平均值	标准差	属性	平均值	标准差
pH	5.4	0.80	有效 Si	119.83	86.95
有机质	22.81	7.52	有效 S	47.89	58.97
全 N	0.92	0.30	有效 B	0.18	0.08
全 P	0.60	0.28	有效 Cu	1.69	0.78
全 K	6.04	5.21	有效 Mn	353.13	531.12
交换性 Ca	206.20	196.75	有效 Zn	2.76	2.55
交换性 Mg	17.47	20.48			

注: 有机质、全 N、全 P、全 K 单位为 g/kg; 交换性 Ca、Mg, 有效 Si、S、B、Cu、Mn、Zn 单位为 mg/kg。

长对水分的需求。但由于降雨分配不均, 60% 的降雨主要集中在 5—8月, 秋旱频率为 2~3 年一遇, 这是蔗区甘蔗产量最重要的限制因素之一^[7]。

2.2 立地条件

宜州市蔗田立地条件相对较差, 主要表现在: ①由于属于低山丘陵区, 坡蔗田多, 占调查蔗田总数的 72.8%。坡蔗田蓄水保肥能力弱、养分含量低、土层薄、单产低; ②由石灰岩、砂岩、泥砾岩等母质发育的生

产性状不佳的低产土壤多, 占调查蔗田的 70.6%; ③由于坡蔗田多, 86.9% 的调查蔗田土层厚度<60 cm, 不利于甘蔗根系深扎; ④80.2% 的调查蔗田土层中砾石含量高于 5%, 不利于甘蔗根系生长和耕作等管理。

2.3 蔗田土壤肥力条件

宜州耕作土壤面积约 4 万hm², 水稻土占 56.9%, 红壤占 23.9%, 石灰土占 19.2%^①, 其成土母质主要有残积物、坡积物、冲积-洪积物、沉积物等, 但由于高

温多雨的气候条件, 各类母质发育的土壤均向“红壤化”发展。甘蔗对土壤的适宜性很广, 但是高产甘蔗一般要求土壤pH在4.5~7.5之间, 耕层土壤“深、松、肥、碎”。宜州甘蔗在不同的母质和土壤类型上均有种植, 轮作方式也多种多样, 以甘蔗连作、甘蔗-水稻轮作、甘蔗-玉米轮作为主, 其他轮作方式包括甘蔗-瓜果轮作等方式。表3为采样蔗田部分土壤属性分析结果。

2.3.1 pH、有机质、大量及中量元素 本次调查90.3%的调查蔗田土壤属于酸性(4.5~5.5)^[8], 36.7%的调查蔗田土壤有机质含量属于低水平(20~30 g/kg), 7.4%的调查蔗田土壤全N含量属于低水平(0.5~1.0 g/kg), 65.6%的蔗田土壤全P含量属于低水平(0.5~1.0 g/kg), 85.4%的蔗田土壤全K含量属于低水平(0.5~1.0 g/kg)^[8]。而1985年第二次土壤普查^①, 宜州地区土壤20.8%的土壤属于酸性, 24.4%的土壤有机质含量属于低水平, 50%的土壤全N含量属于中高水平, 82%的土壤全P含量属于低水平, 87%的土壤全K含量属于低水平。对比说明蔗区土壤酸化明显, 土壤有机质和全N含量明显降低, 全P含量有所增高, 全K含量变化不大。对蔗田土壤Ca、Mg、Si、S的丰缺可以根据测土配方施肥理论进行^[9]。若按每吨甘蔗需要吸收Ca(CaO) 0.5 kg、Mg(MgO) 0.5 kg、Si 0.5 kg、S 0.4 kg^[10-13], 可以计算出每667 m²理想单产(坡蔗田和平蔗田分别为6.5 t和8 t)所需要的养分量; 再依据蔗田土壤养分含量和土壤养分利用率(均按0.3计^[14]), 可以计算出每667 m²蔗田耕层土壤(按20 cm厚度, 重量15万kg计^[13])的养分含量; 将两者进行比较, 可以判断蔗田土壤养分含量的丰缺。判断结果为: 分别有0.3%、2.3%、13.6%和37.0%的蔗田土壤供Ca、Mg、Si、S不足。综上可以看出, 蔗区蔗田普遍缺有机质、N、P、K, 部分缺S和Si, 但不缺Ca、Mg。

2.3.2 微量元素 根据我国土壤微量元素含量分级标准^[8,14], 99.4%的蔗田土壤有效B含量属于缺乏水平(<0.5 mg/kg), 89.8%的蔗田土壤有效Cu含量属于丰富水平(>1.0 mg/kg), 92.9%的蔗田土壤有效Zn含量属于丰富水平(>1.0 mg/kg), 51.9%的土壤有效Mn含量属于缺乏水平(<100 mg/kg), 说明蔗区蔗田普遍缺B, 约1/2缺Mn。

2.4 生产管理

2.4.1 施肥 蔗区施肥方面存在的主要问题有:

一般无力购买价格相对较贵的有机肥; 加上蔗区家禽养殖业欠发达, 以动物粪便为主厩肥匮乏, 95%的调查蔗农基肥中不施有机肥。而施用有机肥的蔗田平均单产为93 t/hm², 比单纯施用化肥(主要是复合肥)的高10 t/hm²。

(2) 追肥次数少: 由于绝大部分蔗农或种桑养蚕, 或在外打工, 没有足够的精力进行多次追肥。能够追3次肥(提苗肥、攻蘖肥、攻茎肥)的仅占调查蔗农总数的5.5%, 而追2次肥(主要是攻蘖肥和攻茎肥)和追1次肥(主要是攻蘖肥)分别占87.6%和6.9%。追肥次数多有利于提高产量^[4,10-12], 调查发现, 追3次肥的蔗田平均单产为87 t/hm², 比追2次肥和追1次肥分别提高5 t/hm²和12 t/hm²。

(3) 追肥时间偏迟: 10%蔗农的攻蘖肥和攻茎肥的施用时间偏迟(基本在6月后和7月后), 错过了适宜的追肥时间^[4,10-12]。

(4) 追肥方式不当: 因为很多蔗农或精力不足, 或嫌麻烦, 94%的调查蔗农施肥后不盖土, 导致肥料挥发和流失严重, 利用率低。

(5) 化肥施用存在N过量、K不足, N:P:K比例失调: 根据蔗田土壤N、P、K含量分析结果, 结合生产1 t甘蔗需吸收的N、P、K量, 依据测土配方施肥理论^[9], 以2006年实际产量, 计算理论上需要施用的N、P、K肥量(尿素平均需要量为600 kg/hm², 过磷酸钙平均需要量为450 kg/hm², 氯化钾平均需要量为300 kg/hm²)与实际施肥量(尿素平均用量为1500 kg/hm², 过磷酸钙平均用量为2250 kg/hm², 氯化钾平均用量为220 kg/hm²)进行对比, 结果为: 98.9%的调查蔗农N肥施用过量, 82.6%的蔗田P肥施用过量, 两者均过量2~5倍; 但65.4%的蔗田K肥施用不足, 施肥量为理论需求量的10%~90%。甘蔗吸收有效态的N:P₂O₅:K₂O养分的比例为1:0.14:1.26^[9], 蔗区土壤有效态的N:P₂O₅:K₂O含量比为1:0.6:1.1, 而蔗区施肥N:P₂O₅:K₂O比为1:0.13:0.22, 在施肥结构上表现出N偏高而K严重不足。

2.4.2 其他 (1) 品种: 根据广西博庆食品有限公司2007年甘蔗种植的品种信息, 主要是新台16和台优, 种植面积分别为1.39万hm²和1.19万hm², 合计占甘蔗种植总面积80.67%, 而根据专家估计, 由于病虫害严重、品种退化等原因, 上述品种将在未来的3~5年被逐步淘汰, 需尽快找到替代新品种^[15]。

① 宜山县土壤普查办公室. 宜山土壤. 1982

蔗农经济并不富裕,

(2) 宿根年龄: 宿根蔗田间管理较困难, 难于及

时补苗和施肥,存在有效生长期短、肥力不足、茎数减少、蔗茎短细问题^[4]。根据博庆公司 2007 年宿根蔗与新植蔗种植面积的信息,蔗区目前主要是宿根蔗,种植面积约占总面积的 70%。

(3) 灌溉条件:灌溉是甘蔗高产最重要的条件之一,有效灌溉一般可以使甘蔗增产 12% ~ 15%^[4]。但是由于受经济条件限制,99% 的调查蔗田没有修建灌溉设施,余下的 1% 蔗田虽然修建了灌溉设施,但处于闲置状态,蔗田尚属于“望天田”,均依赖自然降雨补水。

(4) 机械化水平:甘蔗生产机械化作业是提高甘蔗产量的重要途径,一般比手工作业可增产 20% 左右^[16-17]。调查发现,蔗区甘蔗种植基本以单个小农户为主,每户种蔗约 0.3 hm² (远低于其他国家的规模,如澳大利亚家庭农场平均 80 hm²,巴西户均 40 hm²,泰国户均 25 hm²^[16-17]),无法形成规模经营,加上经济条件差、现有机械适宜性较差,几乎全部蔗农还是靠“双手、一犁、一耙、一锄”的粗放式生产。

(5) 蔗叶利用方式:蔗叶覆盖具有减少地表径流、保持土壤水分、调节土温、提高土壤肥力、保持土壤疏松等作用^[18],在干旱季节可提高土壤含水量 4% ~ 17%,而每生产 5 t 的甘蔗约可产生 1 t 的鲜蔗叶,全部还田相当于施用 7.5 kg 尿素、10.3 kg 钙镁磷肥和 18.3 kg 氯化钾的养分投入量,还有丰富的有机质和其他营养元素^[19]。但蔗区蔗叶的覆盖率很低,仅占调查蔗田的 17.7%,而 72.4% 的蔗田将蔗叶做饲料或薪柴等,其余 9.9% 的调查蔗田将蔗叶烧成草木灰还田。

(6) 病虫害、草害等:分别有 15% 和 50% 的调查蔗田存在病虫害和草害威胁,原因在于:①长期过分依赖化学防治;②农药和除草剂的品种、施用时间和方法不当;③劳力缺乏,精力有限,不能及时杀虫除草;④20% 的调查蔗田不破垄松蔸,50% 的调查蔗田宿根蔗破垄松蔸迟、质量差;20% 的蔗田缺苗,也没采取补苗或拼蔸措施;10% 的调查蔗田间种玉米,玉米不仅会与甘蔗抢水、抢光、抢肥,也会加剧甘蔗的病虫害,在收益上实际得不偿失^[20-21]。

3 结论

综上所述,制约宜州市甘蔗单产提高的因素很多,主要表现为:①气候条件方面,温度、日照时数、降雨量仅处于能够满足甘蔗生长的“边缘”状态;②土壤方面存在酸化,有机质、N、K、B、Mn 含量偏低,土体结构差等问题;③生产管理上存在品种老化、施

肥不科学、灌溉设施匮乏、蔗叶覆盖率低等问题。

上述问题在我国南方其他蔗区也或多或少地存在,在广西其他蔗区的类似调查也不同程度地揭示出了上述问题。气候条件尚难以进行人为改善,但土壤和生产管理方面的问题,则亟待采取具有针对性的措施加以解决,如提高蔗农科技种田水平,施用石灰降低土壤酸性,施肥上适当降 N、P 肥用量而增 K 肥用量,进行深耕和中耕以改良土体结构,修小型灌溉设施提高灌溉水平,加强蔗叶覆盖及其还田利用,适时防治病虫害、草害等。

参考文献:

- [1] 高宁芝,杨天茂.广西大面积“吨糖田”建设成效及问题分析.广西蔗糖,2002,27(2):44-46
- [2] 广东省农业科学院主编.中国甘蔗栽培学.北京:农业出版社,1985
- [3] 中国土壤学会.土壤农业化学分析方法.北京:中国农业科技出版社,2000
- [4] 姚克敏,吴举开,王树斌.我国甘蔗的气候生产力特征分析.中国农业气象,1994,15(2):19-24
- [5] 甘蔗生产技术规范.农业科教信息网 (2004-4-14). http://www.stee.agri.gov.cn/sfxcyh/gzdt/t20040414_193035.htm
- [6] 涂方旭,况雪源,李艳兰.对广西甘蔗冻害区划的探讨.广西蔗糖,2002,29(4):11-13
- [7] 黄晓照,叶靖平.广西主要气象灾害对甘蔗生产的影响.广西农学报,2006,23(3):16-18
- [8] 全国土壤普查办公室编.中国土壤普查技术.北京:农业出版社,1992
- [9] 测土配方施肥技术规范(试行)修订稿.中国农业信息网 (2006-6-1). http://www.agri.gov.cn/xztz/t20060601_621591.htm
- [10] 周修冲,刘国坚,姚建武,艾绍英.高产甘蔗平衡施肥效应. [http://ppi-ppic.org/ppiweb/bcc.nsf/\\$webindex/678A5CDF98B51E9F06256BCF005FB28B/\\$file/issue1_13.pdf](http://ppi-ppic.org/ppiweb/bcc.nsf/$webindex/678A5CDF98B51E9F06256BCF005FB28B/$file/issue1_13.pdf).
- [11] 甘蔗的营养特点与施肥技术.种植技术网 (2006-12-5). <http://zz.52china.org/guoshu/zaipai/200612/15417.html>
- [12] 叶素莲.甘蔗施肥技术.广西农业信息网 (2007-5-21). <http://www.gxny.gov.cn/2007/0521/170645-1.html>
- [13] 甘蔗测土配方施肥技术要点.中国控释肥网 (2006-5-8). <http://www.cncrf.com/newsDetail.asp?id=36>
- [14] 刘铮.中国土壤微量元素.南京:江苏科技出版社,1996
- [15] 目前广西甘蔗品种的优与忧.中国果品网 (2007-10-24). <http://news.guopin.cn/html/2007/10/24/10004969.htm>
- [16] 杨丹彤,黄世醒,区颖刚,郑丁科,李伯祥,刘瑛.我国甘蔗生产机械化技术与设备探讨.现代农业装备,2004(5):9-11

- [17] 梁兆新. 广西甘蔗生产机械化效益分析. 广西农业科学, 2002(5): 278-279
- [18] 陈大钊, 叶明芳. 甘蔗花生高产技术问答. 广州: 广东科技出版社, 2000
- [19] 冯奕玺. 蔗叶回田好处多. 福建甘蔗, 1999(1): 27-29
- [20] 唐佳. 甘蔗间种玉米得不偿失. 广西蔗糖, 1997, 16(1): 27-29
- [21] 陈欢星. 宜州市甘蔗生长现状及其对策. 广西蔗糖, 2002, 21(4): 25-27

On Factors for Sugarcane Low-Yield in Yizhou, Guangxi

YANG Yan-fang^{1,2}, LI De-cheng¹, ZHAO Yu-guo¹, ZHANG Gan-lin¹, CHEN Liu-mei¹,

MA Guang-jun^{1,2}, LI Shan-quan¹, TAN Yong³, QIN Zhen-feng³, WEI Zhi-kai³

(¹ State Key Laboratory of Soil and Sustainable Agriculture (Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences), Nanjing 210008, China;

² College of Resources and Environmental Science, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China;

³ Boqing Food Co.Ltd, Yizhou, Guangxi 546300, China)

Abstract: Yizhou is one of the national “double-high (high yield and high sugar)” sugarcane productive bases, but it has faced sugarcane low yield for years. In 2007, a professional survey was conducted there in order to disclose the factors which hinder the promotion of sugarcane yield. A series of problems were found from the survey: 1) the climatic conditions (temperature, sunshine time, rainfall) are only marginal adaptive to sugarcane growth, 2) soils present an acidification tendency and low contents of organic matter, nitrogen, potassium and boron, 3) productive managements show the aging of sugarcane variety, unscientific fertilization, poor irrigation condition, low coverage of sugarcane leaf, etc. It is necessary and urgent to find the effective measures to overcome these above problems for the high yield of sugarcane.

Key words: Sugarcane, Low yield, Survey, Yizhou