

王 奇,陈培赛,周 佳,等. 粉垄耕作对甘蔗农艺性状及产量的影响[J]. 江苏农业科学,2019,47(4):65-68.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.04.014

粉垄耕作对甘蔗农艺性状及产量的影响

王 奇¹,陈培赛¹,周 佳²,周灵芝²,劳承英²,尹昌喜¹,韦本辉²

(1. 华中农业大学植物科学技术学院,湖北武汉 430070; 2. 广西农业科学院经济作物研究所,广西南宁 530007)

摘要:利用福农 41 甘蔗品种为试验材料,以传统耕作为对照,研究粉垄耕作对甘蔗农艺性状及产量的影响。结果表明,与对照(传统耕作)相比,粉垄耕作条件下甘蔗产量增加 35.3%,单茎质量和有效茎数分别增加 16.8%、13.5%;粉垄耕作促进蔗茎增粗 8.4%,蔗茎增粗发生在 3~16 节间。此外,与对照相比,在甘蔗生长后期,粉垄耕作条件下甘蔗完全展开叶片数增多,叶宽增加,使甘蔗有效光合面积增加,进而通过促进同化物积累增加甘蔗的单茎质量。其他指标如甘蔗茎长、不完全展开叶片数、完全展开叶片长度、叶绿素含量在 2 种不同耕作条件下无显著差异。综上所述,粉垄耕作主要通过增加单茎质量和有效茎数来增加甘蔗产量。

关键词:粉垄;甘蔗;产量;农艺性状

中图分类号: S566.104 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2019)04-0065-04

我国是食糖生产消费大国,糖产区集中在东北、西北和西南的沿边境地区,甘蔗糖产区主要分布在广西壮族自治区、云南省、广东省、海南省及临近省(区)^[1]。甘蔗植株高,生长周期长,对氮、磷、钾吸收量较大^[2]。前人研究表明,在一定范围内,甘蔗产量会随着施氮量或施磷量的增加而增加^[3]。农业部于 2015 年制定了《到 2020 年化肥使用量零增长行动方案》,在此背景下,通过增加施肥量来提高甘蔗产量是不可持续的。在施肥量相同的情况下,粉垄耕作条件下作物产量显著高于传统耕作条件下的作物产量^[4-6],可见粉垄耕作具有很好的应用前景。

翻耕是一种通过使用犁等农具将土垡铲起、松碎并翻转的土壤传统耕作技术。与翻耕相比,粉垄耕作形成的是全碎全松耕层^[7]。粉垄耕作技术由广西农业科学院于 2008 年首次提出,并于 2012 年 3 月 28 日通过了广西壮族自治区科学技术厅主持的科技成果鉴定。粉垄耕作的机械由广西五丰机械有限公司提供,该机械带有垂直螺旋钻头,可根据作物种植深度需求,利用螺旋钻头垂直旋转入土 30~50 cm,粉碎土壤^[8]。粉垄耕作不乱土层,同时可扩展土壤养分库、耕地水庫^[9],促进作物充分利用土壤养分。

近年来,粉垄耕作技术已在广西壮族自治区、湖南省、河北省、辽宁省、甘肃省、河南省、广东省、宁夏回族自治区等省(区)的多种作物(水稻、小麦、玉米、马铃薯、木薯^[10-14]等)上进行试验,增产效果显著。甘蔗是我国重要的糖料作物,在广西地区被大面积种植。笔者所在实验室前期研究表明,粉垄耕作能显著增加甘蔗产量^[15],但是,目前粉垄耕作对甘蔗农艺性状及产量的影响机制尚不清楚。本研究通过分析甘蔗产

量构成要素及叶片性状,剖析粉垄耕作增加甘蔗产量的原因,对甘蔗生产具有重要指导意义。

1 材料与方法

1.1 试验设计

本研究利用福农 41 甘蔗品种为试验材料,于 2016 年 12 月至 2017 年 12 月在广西壮族自治区南宁市进行试验。

试验设对照(传统耕作)、粉垄耕作 2 个处理。试验采用随机区组设计,3 次重复。对照采用翻耕整地,耕深 30 cm,耙平;粉垄耕作采用自走式粉垄机械进行粉垄整地,耕深 30 cm。2 种处理机械整地后,人工开种植沟(宽为 50 cm,深度为 30 cm,行距为 1.2 m)。2016 年 12 月 3 日播种,播种量均为 6 000 芽/667 m²,施肥(蔗得金) 375 kg/hm²,盖土 10 cm;2017 年 5 月 3 日施复合肥(氮磷钾含量各为 15%,总含量是 45%的复合肥) 247.5 kg/hm²,培土 15 cm;2017 年 6 月 3 日施肥(尿素 225 kg/hm²,钾肥 225 kg/hm²);2017 年 12 月 15 日考种。田间管理与常规大田生产一致。

1.2 测定指标与方法

绿叶数(张/条):蔗茎上存在的绿叶数包括完全展开叶片数和不完全展开叶片数。叶长(cm):使用卷尺测量甘蔗完全展开叶基部到顶端的长度。叶宽(cm):使用卷尺测量甘蔗完全展开叶最宽部位的长度。叶面积=叶长×叶宽×0.71^[16]。SPAD 值常用作测定活体叶片中叶绿素的相对含量^[17-18],本研究利用 SPAD-502 叶绿素仪测量甘蔗完全展开叶的 SPAD 值。节间数(节/条):统计甘蔗基部至生长点(叶环)的节间数目。茎长(cm):使用卷尺测量甘蔗基部至生长点的蔗茎长度。节间长(cm):蔗茎所有节间长度的平均值。各节间粗(cm):使用游标卡尺统一于甘蔗各节中间部位测量各节粗度(直径)。茎径(cm):蔗茎所有节间粗度(直径)的平均值。单茎质量(kg):取甘蔗基部至生长点的蔗茎,称量蔗茎的质量。有效茎数(条/667 m²):以 1 m 以上的蔗茎为有效茎,统计出 667 m² 的有效茎数。产量(kg/667 m²):以 1 m 以上的蔗茎为有效茎,统计出 667 m² 的蔗茎质量。

收稿日期:2018-08-16

基金项目:广西科技重大专项(编号:桂科 AA17204037)。

作者简介:王 奇(1996—),男,安徽芜湖人,硕士研究生,主要从事作物生长发育与激素调控的研究。E-mail:wqi@webmail.hzau.edu.cn。
通信作者:尹昌喜,博士,副教授,主要从事作物生长发育与激素调控的教学与研究。E-mail:yinchangxi@mail.hzau.edu.cn;韦本辉,研究员,主要从事粉垄耕作的研究。E-mail:13877107002@163.com。

1.3 数据统计分析

采用 Excel 统计分析软件进行基础数据整理、分析和作图;利用 SPSS 19.0 软件进行差异显著性检验。

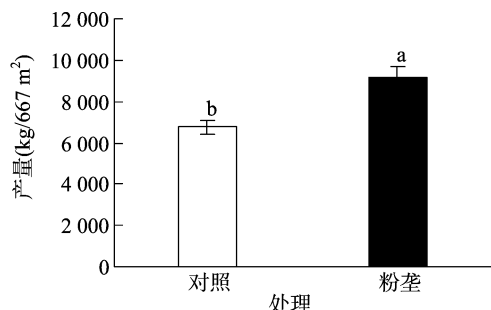
2 结果与分析

2.1 粉垄耕作对甘蔗产量的影响

由图 1 可知,传统耕作条件下,甘蔗产量为 6 747.5 kg/667 m²;粉垄耕作条件下,甘蔗产量为 9 131.8 kg/667 m²。与对照相比,粉垄耕作条件下甘蔗产量增加 2 384.3 kg/667 m²,增幅为 35.3%,处理间差异显著。

2.2 粉垄耕作对甘蔗单茎质量、有效茎数的影响

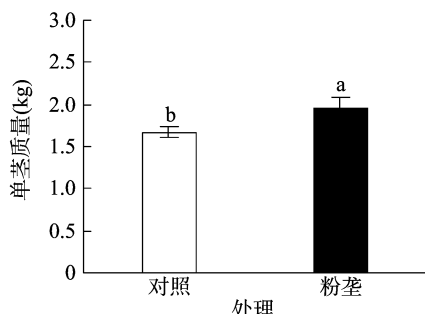
甘蔗产量构成因素为单位面积有效茎数和单茎质量。由图 2 可知,传统耕作条件下,甘蔗单茎质量为 1.67 kg,有效茎数为 4 004.7 条/667 m²;粉垄耕作条件下,甘蔗单茎质量为 1.95 kg,有效茎数为 4 546.4 条/667 m²。与对照相比,粉垄



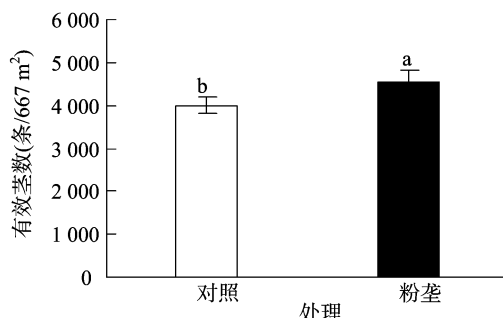
不同小写字母表示处理间差异显著($P<0.05$)。下图同

图1 粉垄耕作对甘蔗产量的影响

耕作条件下甘蔗单茎质量增加 0.28 kg,增幅为 16.8%,处理间差异显著;甘蔗有效茎数增加 541.7 条/667 m²,增幅为 13.5%,处理间差异显著。结果表明,粉垄耕作既能增加单茎质量,又能增加有效茎数,进而显著提高甘蔗产量。



A. 单茎质量



B. 有效茎数

图2 粉垄耕作对甘蔗单茎质量、有效茎数的影响

2.3 粉垄耕作对甘蔗茎长、茎径的影响

甘蔗单茎质量与茎长、茎径密切相关。由图 3 可知,传统耕作条件下,甘蔗茎长为 318.2 cm,茎径为 2.62 cm;粉垄耕作条件下,甘蔗茎长为 320.7 cm,茎径为 2.84 cm。与对照相比,粉垄耕作条件下甘蔗茎长略有增加但并未达到显著性差异水平;甘蔗茎径增加 0.22 cm,增幅为 8.4%,处理间差异显著。

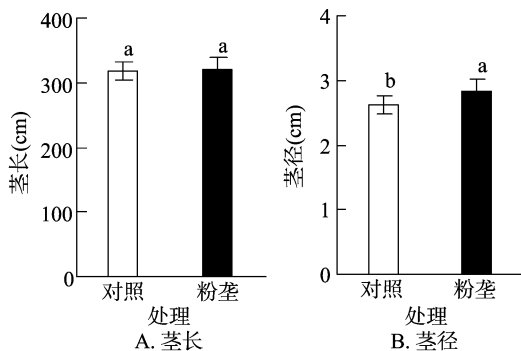


图3 粉垄耕作对甘蔗茎长、茎径的影响

2.4 粉垄耕作对甘蔗节间数、节间长的影响

甘蔗茎长由节间数和节间长构成。由图 4 可知,传统耕作条件下,甘蔗节间数为 26.9 节/条,节间长为 11.8 cm;粉垄耕作条件下,甘蔗节间数为 27.0 节/条,节间长为 11.9 cm。与对照相比,粉垄耕作条件下甘蔗节间数和节间长略有增加,

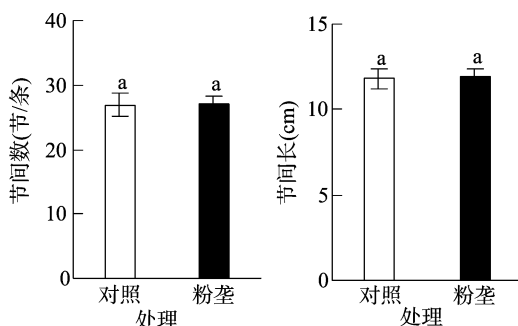


图4 粉垄耕作对甘蔗节间数、节间长的影响

但处理间差异不显著。

2.5 粉垄耕作对甘蔗各节间粗的影响

由图 5 可知,传统耕作及粉垄耕作条件下,从基部依次往上,甘蔗各节间粗度整体呈现出降低的趋势。粉垄耕作与对照相比,节间粗度的差异主要在 3~16 节间。粉垄耕作条件下蔗茎 3~16 节间粗较对照显著增大,其他节间略有增大但处理间差异不显著。

2.6 粉垄耕作对甘蔗绿叶数的影响

由图 6 可知,传统耕作条件下,甘蔗生长后期不完全展开叶数为 2.1 张/条,完全展开叶数为 6.6 张/条;粉垄耕作条件下,甘蔗生长后期不完全展开叶数为 2.2 张/条,完全展开叶数为 7.3 张。与对照相比,粉垄耕作条件下甘蔗生长后期的不完全展开叶数差异不显著,完全展开叶数显著增加。

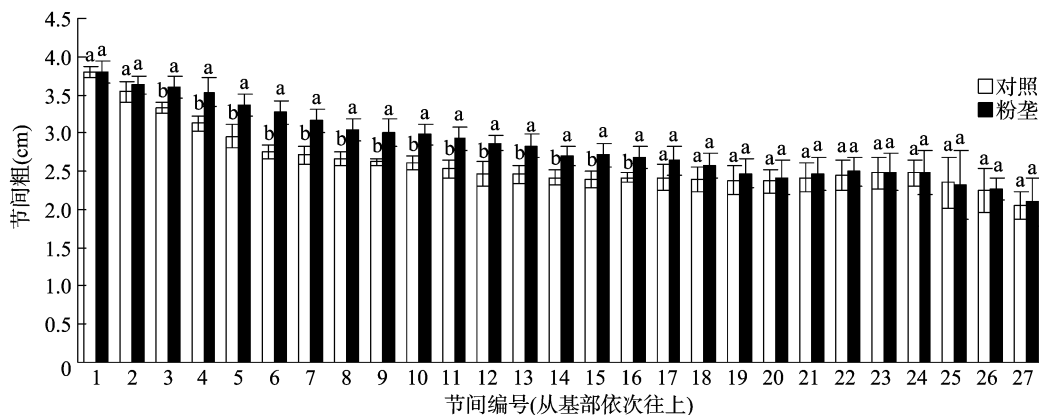


图5 粉垄耕作对甘蔗各节间粗的影响

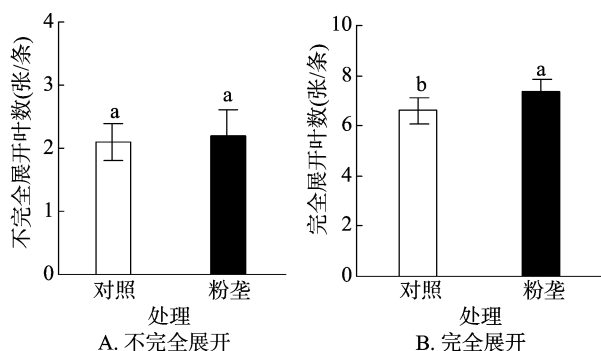


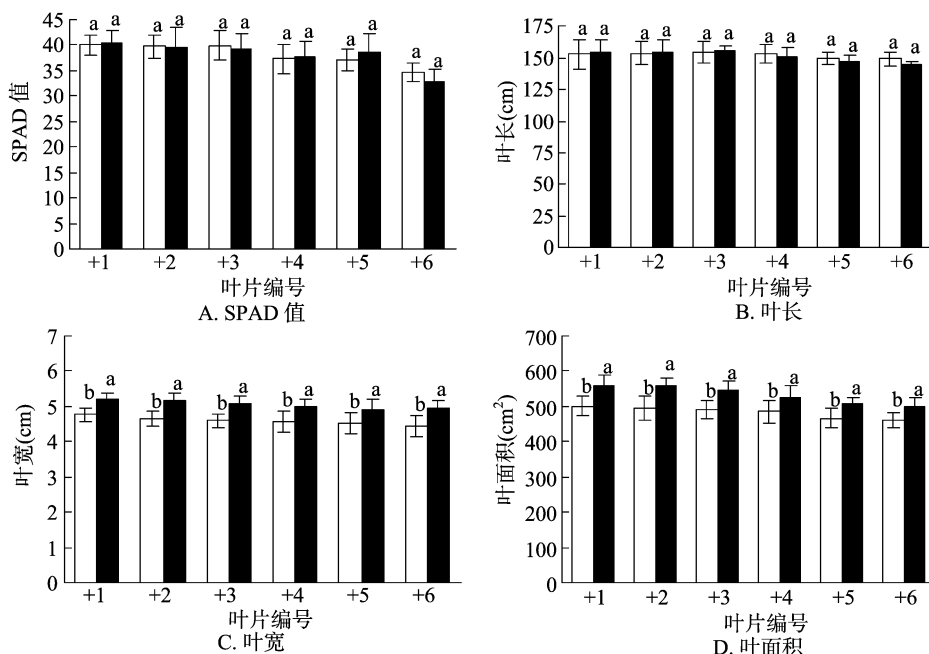
图6 粉垄耕作对甘蔗绿叶数的影响

2.7 粉垄耕作对甘蔗完全展开叶片叶绿素含量、叶片长度、叶片宽度、叶面积的影响

粉垄耕作与对照相比,同一叶位完全展开叶的叶绿素含量、叶长处理间差异不显著(图7-A、图7-B)。但与对照相比,粉垄耕作条件下同一叶位完全展开叶的叶宽和叶面积显著增加(图7-C、图7-D)。表明粉垄耕作虽然不能增加叶绿素含量,但可以通过增加叶宽来增加叶面积。

3 结论与讨论

与传统耕作相比,粉垄耕作条件下甘蔗产量的增加主要是由于单茎质量的增加和单位面积有效茎数的增多,而单茎



甘蔗顶部第一张完全展开叶开始,依次往下分别记为+1~+6,其中+1、+2、+3、+4、+5、+6叶依次着生开25、24、23、22、21、20节间

□ 对照 ■ 粉垄

图7 粉垄耕作对甘蔗完全展开叶叶绿素含量(SPAD值)、叶长、叶宽、叶面积的影响

质量的增加主要由蔗茎增粗所致。此外,粉垄耕作条件下完全展开叶片数增多、叶宽增大,叶片总面积增加,进而可能促进同化物积累,增加甘蔗单茎质量。不完全展开叶片数、完全展开叶片长度、叶绿素含量在2种不同耕作条件下差异不显著。

粉垄耕作甘蔗单茎质量的增加,是通过蔗茎增粗来实现

的,蔗茎增粗主要发生在3~16节间。有关研究表明,甘蔗茎粗与维管束的数量呈正相关关系^[19]。顶端分生组织、初生增粗分生组织分化成原形成层束,之后原形成层束分化成后生木质部,此时成熟的维管束形成。无论是顶端分生组织还是初生增粗分生组织的细胞分裂都与水分、营养等外界条件密

切相关^[20]。粉垄耕作可以促进植物对水分及养分的利用^[8,21],进而可能通过增加甘蔗维管束的数量来增加蔗茎粗度。

在播种量确定的情况下,单位面积有效茎数取决于出苗率和分蘖率。甘蔗出苗主要受土壤温度和土壤水分的影响^[22-25]。甘蔗出苗时间处于蔗芽播种后 30~50 d 之间。此阶段在深度为 30 cm 的耕作层中,粉垄耕作与其他耕作方式对土壤水分的影响无明显差异^[21];闫立伟研究表明,在光照和气温均匀一致的情况下,相比于翻耕,深松可以提高耕层土壤温度^[26],由此可以推测,粉垄耕作可能通过增加土壤温度,提高冬植甘蔗的出苗率。甘蔗分蘖发生,是组织分化、器官形成和形态建成的一个重要过程。许莉敏等利用一种保水剂,在播种前吸水制成保水胶体,能够有效提高甘蔗分蘖率^[27-28]。与传统耕作相比,粉垄耕作旋磨深耕,可增加生长中后期土壤含水量^[21],由此可以推测,粉垄耕作可能通过增加土壤含水量,提高甘蔗的分蘖率。此外,相关研究表明,植物生长调节物质对甘蔗分蘖同样具有调控作用。生长素(IAA)和细胞分裂素(CTK)在甘蔗分蘖芽的萌动和生长过程中起重要作用。外源施加乙烯利能够提高甘蔗根部 CTKs 含量和 CTKs/IAA 的比值,进而促进甘蔗分蘖^[29-30]。粉垄耕作是否通过提高甘蔗根区 CTKs/IAA 的比值来提高分蘖率,还需进一步研究阐明。

与传统耕作相比,粉垄耕作条件下甘蔗完全展开叶宽度显著增加,叶面积显著增大。单株叶面积等于完全展开叶的面积与不完全展开叶的面积之和。在传统耕作条件下,甘蔗不完全展开叶数、完全展开叶数分别为 2.1、6.6 张/条;粉垄耕作条件下,甘蔗不完全展开叶数和完全展开叶数分别为 2.2、7.3 张/条。与对照相比,粉垄耕作条件下甘蔗的不完全展开叶数没有显著性差异,完全展开叶数则显著增加。考种时 2 种处理不完全展开叶的叶面积较小,其对单株叶面积影响不大,单株叶面积主要由完全展开叶的面积组成。因此,本试验统计了 2 种处理各完全展开叶的面积,而 2 种处理各完全展开叶的总面积差异即可反映单株叶面积的差异。与对照相比,粉垄耕作条件下,甘蔗同一叶位完全展开叶的面积显著增大,进而增加单株叶面积。综上所述,与传统耕作相比,粉垄耕作可能通过增加甘蔗生长后期有效光合面积,提高光合产物的积累,增加单茎质量,进而达到增产效果。

参考文献:

- [1] 卢秉福,周艳丽,李广忠. 我国糖料作物种植与食糖产业发展分析[J]. 中国糖料,2009(1):73-75,80.
- [2] 谭宏伟,周柳强,谢如林,等. 甘蔗实现减量施肥的理论与实践[J]. 广西糖业,2014(6):9-11.
- [3] 江永,敖俊华,卢颖林,等. 湛江市甘蔗“3414”肥料效应试验[J]. 广东农业科学,2011,38(19):69-72.
- [4] 韦本辉,甘秀芹,陈保善,等. 粉垄整地与传统整地方式种植玉米和花生效果比较[J]. 安徽农业科学,2011,39(6):3216-3219.
- [5] 靳晓敏,杜军,沈润泽,等. 宁夏引黄灌区粉垄栽培对玉米生长和产量的影响[J]. 农业科学研究,2013,34(1):50-53.
- [6] 聂胜委,张玉亭,汤丰收,等. 粉垄耕作对潮土冬小麦生长及产量的影响初探[J]. 河南农业科学,2015,44(2):19-21,43.
- [7] 李桂东,李深文. 自走式粉垄深耕深松机应用前景分析[J]. 广

- 西农业机械化,2016(6):20-23.
- [8] 韦本辉,甘秀芹,陈保善,等. 农耕新方法粉垄整地土壤速效养分研究[J]. 广东农业科学,2011,38(17):42-45.
- [9] 贺根生,贺涛. 粉垄耕作:农耕革新的燎原梦想[J]. 科学新闻,2011(5):30-32.
- [10] 杨建军. 粉垄耕作对水稻产量和品质的影响探析[J]. 农技服务,2016,33(9):38-38.
- [11] 聂胜委,张玉亭,张巧萍,等. 粉垄耕作对小麦玉米产量及耕层土壤养分的影响[J]. 土壤通报,2017,48(4):930-936.
- [12] 李铁冰,逢焕成,李华,等. 粉垄耕作对黄淮海北部春玉米籽粒灌浆及产量的影响[J]. 中国农业科学,2013,46(14):3055-3064.
- [13] 韦本辉,甘秀芹,陈耀福,等. 稻田粉垄冬种马铃薯试验[J]. 中国马铃薯,2011,25(6):342-344.
- [14] 刘贵文,黄樟华,韦本辉,等. 粉垄技术对木薯生长发育和产量的影响[J]. 南方农业学报,2011,42(8):975-978.
- [15] 韦本辉,甘秀芹,申章佑,等. 粉垄耕作甘蔗试验增产效果[J]. 中国农业科学,2011,44(21):4544-4550.
- [16] 吕达. 甘蔗叶面积换算系数的测定[J]. 四川甘蔗,1991(4):26-27.
- [17] Marquard R D, Tipton J L. Relationship between extractable chlorophyll and an in situ method to estimate leaf greenness[J]. HortScience,1987,22(6):1327-1327.
- [18] Ruiz-Espinoza F H, Murillo-Amador B, García-Hernández J L, et al. Field evaluation of the relationship between chlorophyll content in basil leaves and a portable chlorophyll meter (SPAD-502) readings[J]. Journal of Plant Nutrition,2010,33(3):423-438.
- [19] 王俊丽. 甘蔗茎尖初生增粗分生组织的发生和分化活动[D]. 南宁:广西大学,2003.
- [20] 王运杰,张等花. 细胞生物学[M]. 北京:中国轻工业出版社,2000.
- [21] 李铁冰,逢焕成,杨雪,等. 粉垄耕作对黄淮海北部土壤水分及其利用效率的影响[J]. 生态学报,2013,33(23):7478-7486.
- [22] 蒙秋伊,罗凯,刘鹏飞,等. 甘蔗离体抗旱突变体的筛选及生理特性[J]. 江苏农业科学,2017,45(4):99-102.
- [23] 马改艳,周磊. 甘蔗区域产量保险的风险区划研究——以广西为例[J]. 江苏农业科学,2018,46(11):358-362.
- [24] 李素丽,史晓朋,李志刚,等. 持续自然降温对不同甘蔗品种形态及生理指标的影响[J]. 江苏农业科学,2017,45(20):98-103.
- [25] 陈明辉,张志录,程世平,等. 低温胁迫对 4 个果蔗品种幼苗根系活力和蛋白酶活性的影响[J]. 江苏农业科学,2018,46(3):116-119.
- [26] 闫立伟. 不同耕作方式对玉米田土壤温湿度及产量的影响[J]. 中国农技推广,2015,31(5):23-24.
- [27] 许莉敏,赵定国,农天石. 施用保水剂对甘蔗的影响[J]. 广西蔗糖,2013(2):13-15.
- [28] 罗亚伟,吴建明,谢金兰,等. 抗旱保水剂不同施用方法对甘蔗萌芽和分蘖的影响[J]. 中国糖料,2014(3):35-36.
- [29] 叶燕萍. 乙烯利促进甘蔗有效分蘖的生理生化机理研究[D]. 南宁:广西大学,2006.
- [30] 周传凤,李杨瑞,杨丽涛. 乙烯利对甘蔗伤流液氮化物和钙含量的影响及其与分蘖的关系[J]. 广西农业科学,2007,38(3):258-262.