

DOI: 10.11931/guihaia.gxzw201405001

杨柳, 廖芬, 梁永检, 等. 甘蔗健康种子发芽率影响因素分析 [J]. 广西植物, 2016, 36(3):267-272

YANG L, LIAO F, LIANG YJ, et al. Analysis on key influence factors of clean cane seed [J]. *Guihaia*, 2016, 36(3):267-272

甘蔗健康种子发芽率影响因素分析

杨柳¹, 廖芬¹, 梁永检², 刘昔辉¹, 杨丽涛², 李杨瑞^{1*}

(1. 广西农业科学院甘蔗研究所/中国农科院甘蔗研究中心/农业部甘蔗遗传改良生物技术重点实验室/
广西甘蔗遗传改良重点实验室, 南宁 530007; 2. 广西大学农学院, 南宁 530004)

摘要: 该研究主要通过温室沙培试验, 分析了甘蔗健康种子单芽材料各因素(单芽长度、不同芽位、泡水时间)及甘蔗基因型、种衣剂及保存天数三种因素对甘蔗健康种子发芽率的影响。结果表明: 不同浸泡时间、不同单芽长度和芽位对健康种子单芽发芽率的影响极显著。随着单芽长度的增加, 发芽率有明显的提高; 随着泡水时间的增加, 发芽率不断降低, 但各处理之间差异不显著; 顶部芽位的发芽率较高, 但其他芽位之间发芽率的差异不明显。甘蔗健康种子发芽率具有明显的基因型差异, 其中 GT28 和 ROC22 的发芽率较高, 发芽率在 70% 左右。种衣剂包衣处可显著提高甘蔗健康种子的发芽率, 与其他种衣剂相比扑力猛包衣处理的甘蔗健康种子发芽率最高, 且差异显著。随着保存天数的增加, 甘蔗健康种子的发芽率不断下降, 且差异显著, 当保存时间超过 8 d 时, 发芽率低于 60%。

关键词: 甘蔗健康种子, 基因型, 种衣剂, 保存天数, 发芽率

中图分类号: Q945.6; S435.661 文献标识码: A 文章编号: 1000-3142(2016)03-0267-06

Analysis on key influence factors of clean cane seed

YANG Liu¹, LIAO Fen¹, LIANG Yong-Jian², LIU Xi-Hui¹,
YANG Li-Tao², LI Yang-Rui^{1*}

(1. *Sugarcane Research Institute, Guangxi Academy of Agricultural Sciences/Sugarcane Research Center, Chinese Academy of Agricultural Sciences/Key Laboratory of Sugarcane Biotechnology and Genetic Improvement (Guangxi), Ministry of Agriculture/Guangxi Key Laboratory of Sugarcane Genetic Improvement, Nanning 530007, China*; 2. *College of Agriculture, Guangxi University, Nanning 530004, China*)

Abstract: This study was mainly carried out to investigate single buds properties, sugarcane genotype, chemical seed coating and storage period effected on clean cane seed germination rate. An orthogonal experiment with three factors and four levels was designed to investigate the effects of single bud length (1, 2, 3, 4 cm), axillary bud position (top 2nd position, middle-upper 3rd position, middle-lower 3rd position and bottom 2nd position) and the time of single buds cane immersed in the clean water (0, 12, 24 and 48 h) on clean cane seed germination rate. The germination rate of 4 sugarcane varieties (GT21, B8, GT28 and ROC22) clean seed which was coated by 8 different eight chemical seed coatings with different storage time (2, 4, 6, 8 and 10 d) was determined after 45 d planted in sandy pot in greenhouse. The result showed that single bud length, different internodes and immersion period significantly influenced clean cane seed germination rate. The longer seed single bud obtained the higher germination rate, single bud length less than 2 cm

收稿日期: 2014-09-29 修回日期: 2014-12-30

基金项目: 广西自然科学基金(2012jjBA30008); 广西农科院基本业务费专项(桂农科 2012YZ14); 广西科技攻关项目(桂科攻 1222009-1B); 广西重点实验室专项(2012) [Supported by the Natural Science Foundation of Guangxi(2012JJBA30008); Guangxi Special Fund for Basic Research of Academy of Agricultural Science(2012YZ14); Project of Guangxi Science and Technology Development(1222009-1B); Guangxi Special Fund for Key Laboratory(2012)].

作者简介: 杨柳(1983-), 博士, 副研究员, 安徽宿州人, 主要从事植物组织培养和甘蔗生理及分子生物学研究, (E-mail) yangliuti@126.com.

*通讯作者: 李杨瑞, 博士, 教授, 主要从事甘蔗育种及甘蔗生理生化方面的研究, (E-mail) lyr@gxaas.net.

resulted below 40% germination rate, while single bud length more than 4 cm got 80% germination rate. This should be the reason of longer single buds proved much more nutrients for bud germination. Extending single bud immersion period in clean water decreased germination rate, but no statistical difference was obtained between different treatments. Different internodes buds had no significant effect on germination rate, this should be the reason of all buds had higher metabolic activity. Sugarcane genotype, chemical seed coating and storage period time significantly influenced clean cane seed germination rate and different varieties obtained different germination rate, GT 28 and ROC 22 obtained higher germination rate (>70%) among this varieties, GT21 got the lowest germination rate<50%. Chemical seed coatings obviously increased seed cane germination rate, but significantly statistical difference was obtained between different seed chemical coatings. Clean cane seed which was coated by triticonazole obtained the highest germination rate>70%. The longer of clean cane seed was stored, the lower germination rate was resulted, and germination rate less than 60% was got when storage time extended more than 8 d. These results suggested that single bud with 3–4 cm length, immersed 24 h was better for clean cane seed germination. Triticonazole was a good chemical seed coating to improve clean cane seed germination rate. Clean cane seed store period time should be less than 8 d. This finding would provide the basic information for clean cane seed technology.

Key words: clean cane seed, genotypes, seed coating, storage period, germination rate

目前采用双芽段(长 30~40 cm)人工种植仍是发展中国家甘蔗种植的主要方式,这种种植方式的用种量占总收获量的 10%左右($6\sim 7\text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}$),蔗种在运输、储存、选种的过程中需要大量的劳力,有报道指出该方式的种植成本占甘蔗生产总成本的 25%左右(Ravindra et al, 2013),而且这种种植方式经常会发生由于芽点在运输、储存过程中易破损,从而导致发芽率较低的现象。因此,利用甘蔗单芽点包衣处理进行机械播种植目前已成为主要的甘蔗种植国家的研究热点(Ravindra et al, 2013; Radha et al, 2010, 2011; Annamalai et al, 2011)。

近年来,甘蔗茎尖脱毒健康种苗技术得到不断发展和完善,已在世界上主要的甘蔗种植国家得到普遍应用(Lee & Bressan, 2005; Yang et al, 2010; 杨柳等, 2011),而建立在甘蔗健康种苗技术基础上的甘蔗健康种子技术目前已引起广泛关注。甘蔗健康种子是指利用甘蔗茎尖脱毒种苗一代种茎单芽进行包衣处理的包衣种子。传统的甘蔗种植方式为每 50 cm 一个双芽段,而甘蔗“健康种子”利用甘蔗健康种苗的一代种茎单芽,直径为 1 cm,长度为 4 cm 左右,利用种衣剂进行包衣后,形成类似于可以机械播种植的包衣种子,与传统种植方式每公顷 12~20 t 下种量相比,甘蔗“健康种子”每公顷下种量为 1~2 t。甘蔗健康种子最大的特点是能够利用机械种植,而且单芽茎短小,储存运输方便。目前关于甘蔗健康种子技术的研究只有 Syngenta 公司有宣传报道,而关于甘蔗健康种子技术方面的研究内容目前尚未见有报道。本研究主要通过温室沙培试验分析

了甘蔗健康种子单芽材料各因素及甘蔗基因型、种衣剂及保存天数三种因素对甘蔗健康种子发芽率的影响,以期对甘蔗健康种子技术的研究和应用提供理论支撑。

1 材料与方 法

1.1 材料

单芽种茎的获得:甘蔗单芽来自一代甘蔗健康种苗的种茎,利用假植 40 d 后的甘蔗脱毒组培苗,移栽至营养钵中进行单株栽培管理,一般待移栽后 4 个月单株有 10 个节间左右进行砍收。

1.2 试验方法

试验 1 设计:甘蔗品种为 ROC22,利用三因素四水平的全水平试验进行一级种茎单芽茎长度(1、2、3、4 cm)、一级种茎不同腋芽位置(顶部 2 芽,中上 3 芽,中下 3 芽,基部 2 芽)和退糖时间(0、12、24、48 h)对健康种子单芽茎发芽率的影响分析;健康种子按照试验设计分批次进行温室沙培(温度为 28~30 ℃),于试验 45 d 后统计发芽率。

试验 2 设计:甘蔗品种为 GT21、B8、GT28、ROC22;种衣剂为敌委丹、金阿普隆、适乐时、锐胜、高巧、满适金、扑力猛、CK;健康种子保存天数为 2、4、6、8、10 d,即包衣后沙培种植的起始时间;试验每个甘蔗品种 40 个处理,每个处理 50 个单芽种子,每个处理重复 3 次。一代甘蔗健康种茎单芽包衣处理:一级种茎单芽茎段的直径控制在 1 cm 左右,单芽长度参考试验 1 的试验结果;将种衣剂按照说明

表 1 甘蔗健康种子单芽发芽率影响因素分析
Table 1 Analysis on influence factors of single bud germination rate in clean cane seed

源 Resource	III 型平方和 Type III quadratic sum	df	均方 Mean square	F	显著性 Sig.
校正模型 Calibration model	137 345.333	63	2 180.085	74.987	0.000
截距 Intercept	625 633.333	1	625 633.333	21 519.455	0.000
浸泡时间 Immersion period	542.375	3	180.792	6.219	0.001
单芽长度 Single bud length	133 971.000	3	44 657.000	1 536.034	0.000
芽位 Different internode buds	1 141.500	3	380.500	13.088	0.000
浸泡时间 × 单芽长度 Immersion period × single bud length	280.458	9	31.162	1.072	0.388
浸泡时间 × 芽位 Immersion period × different internodes bud	238.792	9	26.532	0.913	0.517
单芽长度 × 芽位 Single bud length × different internodes bud	525.333	9	58.370	2.008	0.043
浸泡时间 × 单芽长度 × 芽位 Immersion period × single bud length × different internodes bud	645.875	27	23.921	0.823	0.715
误差 Error	3 721.333	128	29.073		
总计 Total	766 700.000	192			
校正的总计 Correction of a total	141 066.667	191			

表 2 甘蔗健康种子发芽率影响因素分析
Table 2 Analysis on influence factors of clean cane seed germination rate

源 Resource	III 型平方和 Type III quadratic sum	df	均方 Mean square	F	显著性 Sig.
校正模型 Calibration model	95 090.100	159	598.051	20.758	0.000
截距 Intercept	2 154 803.081	1	2 154 803.081	74 793.611	0.000
品种 Varieties	2 700.044	3	900.015	31.240	0.000
种衣剂 Seed chemical coating	13 854.873	7	1 979.268	68.701	0.000
保存天数 Storage period	65 681.823	4	16 420.456	569.957	0.000
品种 × 种衣剂 Varieties × seed chemical coating	4 506.329	21	214.587	7.448	0.000
品种 × 保存天数 Varieties × storage period	2 009.661	12	167.472	5.813	0.000
种衣剂 × 保存天数 Seed chemical coating × storage period	3 627.598	28	129.557	4.497	0.000
品种 × 种衣剂 × 保存天数 Varieties × seed chemical coating × storage period	2 709.772	84	32.259	1.120	0.244
误差 Error	9 219.196	320	28.810		
总计 Total	2 259 112.377	480			
校正的总计 Correction of a total	104 309.296	479			

书用法加水在容器中稀释,拌入单芽种茎,充分混匀后,在通风阴凉处晾干;包衣后的健康种子按照试验设计分批进行温室沙培(温室温度为 28~30 ℃),于试验 45 d 后统计发芽率。

1.3 数据分析

用 SPSS 19.0 统计软件 Duncan 新复极差法进行多因素方差分析,用 Excel 软件进行作图比较。

2 结果与分析

3.1 甘蔗健康种子单芽发芽率影响因素分析

表 1 结果显示,不同浸泡时间 (Sig. <0.01)、不同单芽长度 (Sig. <0.01) 和芽位 (Sig. <0.01) 对健康种子单芽发芽率的影响极显著,但各因素间的互作

对发芽率的影响未达到极显著,其中单芽长度与芽位的互作效应对发育率的影响差异显著 ($\text{Sig.} = 0.043 < 0.05$);甘蔗健康种子单芽长度对发芽率具有明显的影响差异,随着单芽长度的增加,发芽率也有明显的提高,1~2 cm 发芽率明显较低,均低于40%,而单芽长度增加到3~4 cm 时发芽率可明显提高(在70%以上)(图1),这可能与单芽长短为种芽提供的营养物质质量不同有关;图2结果显示,与泡水处理相比经过清水浸泡后的健康种茎单芽的发芽率有所降低且差异显著,且随着泡水时间的增加,发芽率不断降低,但各处理直接差异不显著;图3结果显示,顶部芽位的发芽率较高,但其他芽位之间发芽率的差异不明显,这可能与健康种子种茎生长时间较短,各节间单芽的发芽活力差异较小有关。

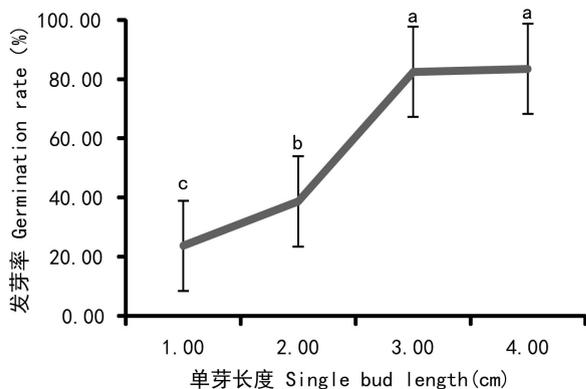


图1 单芽长度对甘蔗健康种子单芽发芽率的影响

Fig. 1 Influences of single bud length on single bud germination rate of clean cane seeds

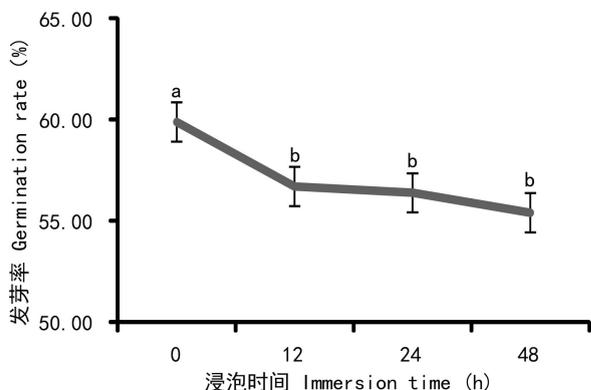


图2 浸泡时间对甘蔗健康种子单芽发芽率的影响

Fig. 2 Influences of immersion period on single bud germination rate of clean cane seeds

2.2 不同因素对甘蔗健康种子发芽率的影响分析

表2结果显示,不同甘蔗品种 ($\text{Sig.} < 0.01$)、不

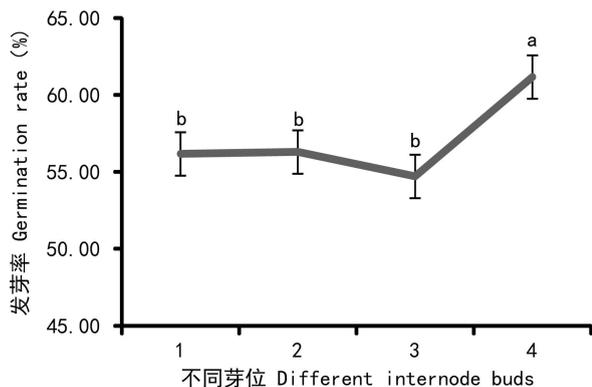


图3 芽位对甘蔗健康种子单芽发芽率的影响

1. 顶部2位芽; 2. 中上部3位芽; 3. 中下部3位芽; 4. 基部2位芽。
Fig. 3 Influences of different internodes buds on single bud germination rate of clean cane seeds 1. Top 2nd position; 2. Middle-upper 3rd position; 3. Middle-lower 3rd position; 4. Bottom 2nd position.

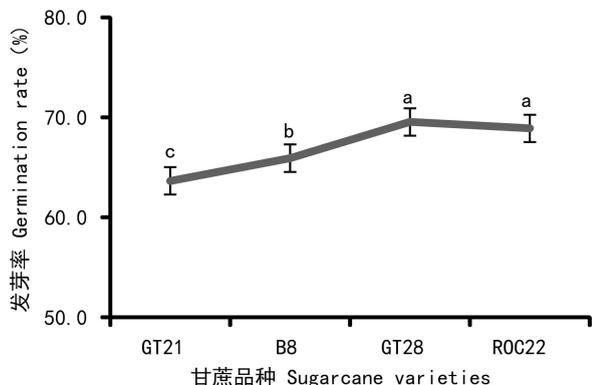


图4 不同甘蔗品种对甘蔗健康种子发芽率 (SE=0.490) 的影响

Fig. 4 Influences of different varieties on germination rate of clean cane seeds

同种衣剂 ($\text{Sig.} < 0.01$) 和保存天数 ($\text{Sig.} < 0.01$) 对健康种子发芽率的影响极显著,且各因素间的互作对发芽率的影响也达到极显著,但三种因素的互作效应对发育率的影响差异不显著 ($\text{Sig.} = 0.244 > 0.05$);甘蔗健康种子发芽率具有明显的基因型差异,其中GT28和ROC22的发芽率较高,发芽率在70%左右,与其他品种相比,GT21发芽率最低,且差异显著(图4);图5结果显示,经过种衣剂包衣处理后甘蔗健康种子的发芽率明显高于对照,但不同种衣剂对甘蔗健康种子的发芽率影响有所不同,与其他种衣剂相比,扑力猛包衣处理的甘蔗健康种子发芽率最高,且差异显著;随着保存天数增加,甘蔗健康种子的发芽率不断下降,且差异显著(图6),说明保存天数对甘蔗健康种子的发芽率具有重要的影响,随着

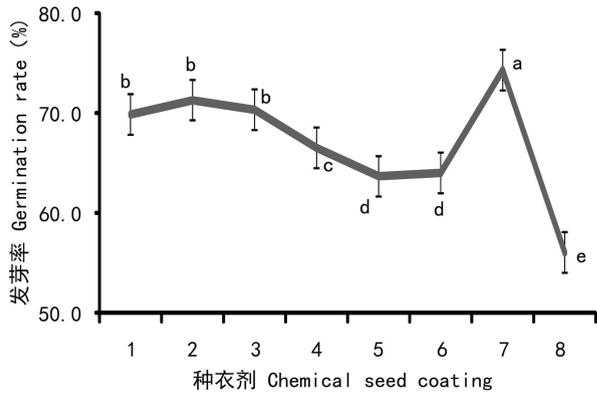


图 5 不同种衣剂对甘蔗健康种子发芽率(SE=0.639)的影响

1. 敌委丹; 2. 金阿普隆; 3. 适乐时; 4. 锐胜;
5. 高巧; 6. 满适金; 7. 扑力猛; 8. 对照。

Fig. 5 Influences of different seed coating on germination rate of clean cane seeds 1. Difenoconazole; 2. Metalaxylm; 3. Fludioimil; 4. Thiamethoxam; 5. Imidacloprid; 6. Fludioinil and Metalaxylm; 7. Tniticonazole; 8. CK.

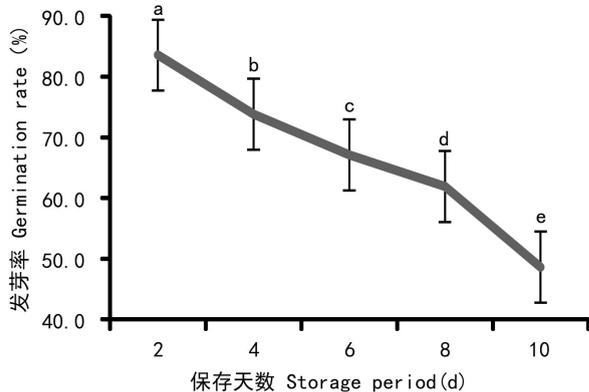


图 6 不同保存天数对甘蔗健康种子发芽率 (SE=0.548) 的影响

Fig. 6 Influences of different storage period on germination rate of clean cane seeds

保存时间的延长,甘蔗健康种子的发芽率不断降低,当保存时间超过 8 d 后,发芽率低于 60%。

3 讨论与结论

本研究主要分析了甘蔗基因型、种衣剂及保存天数三种因素及各因素的互作对甘蔗健康种子发芽率、株高及茎径的影响。不同甘蔗品种、不同种衣剂和保存天数对健康种子发芽率和茎径的影响极显著,且各因素间的互作对发芽率的影响达到显著水平。不同基因型甘蔗品种健康种子的发芽率及株高茎径存在明显差异,这种状况主要是由于品种特性

来决定,大量研究表明利用甘蔗单芽大田种植发现不同甘蔗品种的发芽率差异较大 (Annamalai et al, 2011; Solomon et al, 1998; Tamil et al, 2006)。关于种衣剂包衣处理促进甘蔗单芽发芽率已有大量报道 (Narendranath 1992; Prasad & Sreenivasan, 1996; Ramaiah et al, 1977; Iqbal et al, 2002)。本研究发现利用种衣剂进行包衣处理对提高单芽的发芽率和茎径具有明显的促进作用,但对株高的影响不大; Jain et al (2009) 研究发现与对照相比包衣处理可提高甘蔗单芽发芽率 13%~17%,认为这是由于种衣剂包衣处理提高了单芽的 ATPase 和淀粉酶活性,从而提高了发芽率。甘蔗健康种子的保存时间对发芽率具有重要的作用,随着保存时间的延长,由于水分的损失及各种相关酶活性的下降从而导致发芽率的不断降低,且在保存 10 d 后,发芽率已降低 50%;与对照相比利用种衣剂进行包衣处理后的种子发芽率在相同保存时间的条件下,可明显提高发芽率。

与世界上甘蔗产业发达国家相比,甘蔗种植成本居高不下是困扰我国甘蔗产业发展最主要的问题,如何降低甘蔗的种植成本已成为我国甘蔗产业发展的重要科学问题。与传统甘蔗种植方法相比,甘蔗健康种子技术具有以下优势:第一,采用机械化种植,将会节省大量的人工成本,这对于解决日益增加的种植人工费用提供有效的手段;第二,甘蔗“健康种子”采用的是甘蔗健康种苗一代种茎的单芽茎进行种植,将会大大减少种植的用量,降低种茎投入,从而增加甘蔗的总体产量和蔗糖的总产量;第三,甘蔗“健康种子”采用包衣处理,可有效提高种茎的发芽率,并在苗期提高种苗的抗病虫害能力;第四,甘蔗茎尖脱毒健康种苗由于在生产应用中要经过一级种茎阶段,很不容易被蔗农所接受,而甘蔗健康种子来源于茎尖脱毒健康种苗的一级种茎,种植后的产量不低于传统种植方法,且在种植方式上采用机械播种,降低人工成本,容易被蔗农所接受,从而有利于推进甘蔗健康种苗的推广,开辟甘蔗健康种苗推广应用的新局面 (李杨瑞等, 2013)。

我国甘蔗种植面积大约为 153.33 万 hm^2 ,而广西的甘蔗种植面积为 106.67 万 hm^2 ,而每年的新植蔗面积约为 26.67 万 hm^2 。目前,全国甘蔗的种植方式为传统的种茎种植,如果采用甘蔗健康种子技术进行种植,则每年可以节省甘蔗用量约 300 万,可生产食糖约 40 万。因此,机械化播种种植的方式,将会大大减少甘蔗种植所需的甘蔗种茎和种植所需

的劳动成本,有效地增加甘蔗产量和蔗糖产量,从而有效地降低甘蔗生产成本。

参考文献:

- ANNAMALAI SJK, VIJAYAN NN, RAJENDRA PN, et al, 2011. Final project report on development of bud chipping machine for and mechanical planter for seedlings in polybags rose from sugarcane bud chips [M]. Bhopal: Central Institute of Agricultural Engineering: 125.
- IQBAL MT, EUSUFZAL SUK, RUKSHANA F, 2002. Performance of sugarcane bud chip settlings [J]. Ind J Sugarc Technol, 17: 88.
- JAIN R, SOLOMON S, LAL P, et al, 2009. Nutrient application improves stubble bud sprouting under low temperature conditions in sugarcane [J]. Sugar Technol, 11: 83-85.
- LEE TSG, BRESSAN EA, 2005. Clean cane with nitrogen fixing bacteria [J]. Sug Technol, 7(1): 11-16.
- Li YR, Yang LT, Yang L, et al, 2013. Enlightenment of the development of Brazilian sugar and alcohol industry [J]. Sugar Crops Chin, 5(24): 58-62. [李杨瑞, 杨丽涛, 杨柳, 等, 2013. 巴西甘蔗糖酒精产业发展的启示 [J]. 中国糖业, 5(24): 58-62.]
- LI YR, YANG LT, YANG L, et al, 2013. Enlightenment of Brazil's sugarcane alcohol industry development [J]. Chin Sugar Crop, 5(24): 58-62.
- NARENDRANATH M, 1992. Cost-effectiveness of transplanting nursery raised sugarcane bud chip plants on commercial sugar plantations [C]. Proc 11th Inter Soc Sugar Cane Technol, Poster Paper: 332.
- PRASAD RN, SREENIVASAN TV, 1996. Developing technology for sugarcane varietal exchange through bud chips [J]. Ind J Sugarc Technol, 11: 25-28.
- RADHA J, SOLOMONS, SHRIVASTAVA AK, et al, 2010. Sugarcane bud chips: a promising seed material [J]. Sug Technol, 12(1): 67-69.
- RADHA J, SOLOMONS, SHRIVASTAVA AK, et al, 2011. Chandra effect of ethephon and calcium chloride on growth and biochemical attributes of sugarcane bud chips [J]. Acta Physiol Plant, 33: 905-910.
- RAMAIAH BB, NARASIMHA RG, PRASAD GH, 1977. Elimination of internodes in sugarcane seed piece [J]. Proc Inter Soc Sugar Cane Technol: 1 509-1 513.
- RAVINDRA SJK, VIJAYAN NN, RAJENDRA PN, 2013. Studies on mechanization of planting of sugarcane bud chip settlings raised in portrays [J]. Sugar Technol, 15(1): 27-35.
- SOLOMON S, SINGH I, MADAN VK, 1998. Effect of 2-chloroethyl phosphonic acid on early growth and advancement of maturity in sugarcane [C]. Shimla: Proc 60th Annual Convention of the Sugar Technologists Association of India.
- TAMIL N, 2006. Sugar cane response to chip bud method of planting [M]. Khon Kaen: Inter Soc Sugar Cane Technol, Agronomy Workshop: 23-26.
- YANG L, ZAMBRANO Y, HU CJ, et al, 2010. Sugarcane metabolites produced in CO₂-rich Temporary Immersion Bioreactors (TIBs) induce tomato (*Lycopersicon esculentum*) resistance against bacterial wilt (*Ralstonia solanacearum*) [J]. In Vitro Cell Dev Biol-Plant, 46(6): 558-568.
- YANG L, QIN G, YANG LT, et al, 2011. Optimization of sugarcane rapid propagation in temporary immersion bioreactors system [J]. J S Chin Agric Univ, 32(3): 37-42. [杨柳, 秦钢, 杨丽涛, 等, 2011. 利用间歇浸没式生物反应器(TIBs)进行甘蔗组织培养快繁研究 [J]. 华南农业大学学报, 32(3): 37-42.]
- YANG L, QIN G, YANG LT, et al, 2011. Using temporary immersion bioreactor system for sugarcane rapid micro-propagation [J]. J S Chin Agric Univ, 32(3): 37-42.
- TANG HT, RONG YZ, YANG JP, 2004. Researching progress in Maize Sheath Blight [J]. Maize Sci, 12(1): 93-96. [唐海涛, 荣延昭, 杨俊品. 2004. 玉米纹枯病研究进展 [J]. 玉米科学, 12(1): 93-96.]
- XU X, CHEN C, FAN B, et al, 2006. Physical and functional interactions between pathogen-induced Arabidopsis WRKY18, WRKY40, and WRKY60 transcription factors [J]. Plant Cell, 18(5): 1 310-1 326.
- YANG JP, TANG HT, YANG JX, et al, 2005. identification and inheritance of resistance to Maize Sheath Blight [J]. J Plant Pathol, 35(2): 174-178. [杨俊品, 唐海涛, 杨家秀, 等. 2005. 抗玉米纹枯病材料的鉴定及抗性遗传研究 [J]. 植物病理学报, 35(2): 174-178.]
- ÜLKER B, SOMSSICH IE, 2004. WRKY transcription factors: from DNA binding towards biological function [J]. Curr Opin Plant Biol, 7(5): 491-498.

(上接第 279 页 Continue from page 279)