

# 优质能源甜高粱突变体的筛选与鉴定

张会<sup>1</sup> 邹维华<sup>1</sup> 张友兵<sup>1</sup> 张锐<sup>2</sup>  
丰胜求<sup>1</sup> 涂媛苑<sup>1</sup> 景海春<sup>3</sup> 彭良才<sup>1</sup>

1.华中农业大学作物遗传改良国家重点实验室/华中农业大学生物质与生物能源研究中心/  
华中农业大学植物科学技术学院,武汉 430070;  
2.华中农业大学生命科学技术学院,武汉 430070; 3.中国科学院植物研究所,北京 100093

**摘要** 以甜高粱品种能饲一号为野生型构建 EMS 化学诱变突变体库,通过分析突变体可溶性糖含量、生物质总量和生物质酶解产糖效率,观察农艺性状,并测定秸秆细胞壁结构组成,筛选得到 3 份特异突变体材料: SM83、SM197、SM305。3 份突变体除生物量皆显著提高以外,SM197 与 SM305 半纤维素含量显著升高,而木质素和纤维素含量明显降低,导致生物质酶解产糖效率大大提高。此外,SM83 的产糖效率与常规品种(对照)无显著差异,但其可溶性糖含量比野生型增加 14.99%。故筛选到的甜高粱突变体是理想的生物能源种质材料,可用于优质能源甜高粱品种的培育。

**关键词** 甜高粱; EMS 突变体库; 植物细胞壁; 生物质降解; 能源作物

**中图分类号** S 514.52 **文献标识码** A **文章编号** 1000-2421(2015)05-0001-06

资源短缺、能源危机和生态环境恶化等问题日趋严重,已成为阻碍各国经济发展的重要因素<sup>[1]</sup>。为了解决能源危机,走生态可持续发展路线,大力发展资源分布广泛、污染少、可再生的生物能源受到各国政府的高度重视<sup>[2]</sup>。

甜高粱为短日照 C<sub>4</sub> 植物,具有抗旱、耐涝、耐盐碱、耐瘠薄、耐高温和耐干热风等特点,在全球大多数半干旱地区都可以生长,在我国栽培历史悠久,分布广泛,并具备高光效、高生物产量、高含糖量等优良特性,作为新兴能源作物具有诱人的应用前景<sup>[3-6]</sup>。甜高粱茎秆中丰富的高糖汁液可以加工发酵成乙醇,是一种天然可再生的生物能源库<sup>[7-8]</sup>。其发酵生产乙醇的成本不到粮食生产乙醇成本的一半,用其生产出的汽油乙醇价格也比普通汽油便宜 10% 左右,是一种具有强竞争力的环保型燃料<sup>[9]</sup>。因此,发展种植甜高粱对推进我国现阶段以“非粮”原料为主的生物质能源工程,保障能源、粮食和环境安全具有重要意义。

在优良农艺性状选育方面,提高生物学产量和

增加茎秆含糖量是甜高粱育种的主要目标。甜高粱的光合产物主要流向籽粒和茎秆两个库。研究表明,甜高粱茎秆的髓里可溶性糖含量是茎皮的 2 倍多<sup>[10-11]</sup>,鲜秆产量及其相关的性状如单株茎秆鲜质量、茎秆液汁含量、液汁糖锤度等均为衡量甜高粱经济利用价值的重要指标,与此同时,其籽粒产量也是衡量甜高粱农艺性状的重要指标<sup>[12]</sup>。因此,从籽粒和茎秆两方面综合评价甜高粱的农艺性状具有重要参考价值。甜高粱茎秆的可溶性糖含量和秸秆降解转化效率则是衡量甜高粱能源潜力的关键因子,对于能源甜高粱品种的选育,不仅要选育出农艺性状优良的品种,还要根据上述指标筛选出能源潜力高的品种。

本研究旨在建立 EMS 诱变的甜高粱突变体库,综合分析突变体的农艺性状和能源潜力,筛选出优良的能源甜高粱突变体,为优质能源甜高粱品种的选育提供科学依据,为能源作物的选育提供优良的种质资源。

收稿日期: 2014-06-28

基金项目: 教育部、国家外国专家局高等学校学科创新引智计划项目(B08032); 国家“973”计划前期研究专项(2010CB134401)

张会,硕士研究生,研究方向:作物遗传育种, E-mail: zhanghui900114@126.com

通信作者: 彭良才,博士,教授,研究方向:植物纤维素生物合成与生物质能应用, E-mail: lpeng@mail.hzau.edu.cn

## 1 材料与amp;方法

### 1.1 材料

供试材料的野生型由中国科学院植物研究所景海春研究员提供,为河北省农林科学院谷子研究所选育的能源、饲草兼用型高粱能饲一号<sup>[13]</sup>,突变体经过甲基磺酸乙酯(ethylmethylsulfone, EMS)诱变建立的突变体库于华中农业大学生物质与生物能源实验室能源作物培育基地(湖北汉川)种植(2010—2013年)筛选得到。

### 1.2 材料收集与处理

经连续种植选择,选取表型稳定的成熟期植株<sup>[14-15]</sup>测定农艺性状指标,去除叶组织和穗保留完整植物茎秆,105℃杀青 20 min 后,50℃烘干至恒定质量,粉碎茎秆,粉末过孔径 0.45 mm 筛后,烘干备用。

### 1.3 农艺性状考察

茎秆糖锤度:成熟期收割前测茎秆根部向上第 8 节节间汁液糖锤度<sup>[16]</sup>。

株高:成熟期收割后测量从地面至穗顶的高度。

茎粗:成熟期收割后测量茎粗,地面向上第 8 节茎的中部直径。

单株生物量:成熟期收割后测定。单株总鲜质量为单株茎秆、叶片与高粱穗总质量;茎秆鲜质量为单株去除叶片及穗后的茎秆质量;茎干质量为单株茎秆烘干后质量;秸秆渣质量为单株干质量去掉可溶性糖后的质量;穗质量为整穗晒干后质量。

### 1.4 可溶性糖测定

称取 0.1 g 样品加入 0.5 mol/L 磷酸缓冲液研磨至匀浆,50℃ 150 r/min 震荡 2 h,取上清测定可溶性糖含量(六碳糖)。

### 1.5 降解效率测定

生物质酸碱预处理后降解效率分析参照 Huang 等<sup>[17-18]</sup>的方法,略有修改:称取 0.3 g 样品,以蒸馏水洗去可溶性糖,残渣加入 1% (V/V) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>,120℃ 处理 20 min,50℃ 震荡 2 h,离心后收集上清,测定酸预处理后的糖产量(硫酸-蒽酮法在 V-1100D 紫外分光光度计波长 620 nm 处测定六碳糖的含量;苔黑酚-盐酸法在波长 660 nm 处测定五碳糖的含量),残渣用蒸馏水洗至中性,加入 6 mL 1.6 g/L 纤维素复合酶(用 pH 4.8 的磷酸缓冲液配制),50℃ 震荡 48 h,离心后收集上清测定酶解后

的糖产量。碱预处理:称取 0.3 g 样品蒸馏水洗去可溶性糖,残渣加入 1% (m/V) NaOH 6 mL,50℃ 震荡 2 h,离心后收集上清,测定碱预处理后的糖产量,残渣用蒸馏水洗至中性,加入 6 mL 1.6 g/L 纤维素复合酶,50℃ 震荡 48 h,离心后收集上清测定酶解后的糖产量。所有测定均设 3 个重复。

$$\text{总糖产量} = (\text{预处理总糖} + \text{酶解后总糖}) /$$

$$\text{干物质量} \times 100\%$$

$$\text{酶解己糖产量} = \text{酶解后六碳糖含量} /$$

$$\text{干秸秆渣质量} \times 100\%$$

$$\text{纤维素降解效率} = \text{酶解后六碳糖含量} /$$

$$\text{总纤维素含量} \times 100\%$$

### 1.6 细胞壁成分测定

纤维素、半纤维素和木质素含量测定参照 Peng 等<sup>[19-21]</sup>报道的细胞壁化学分析方法,略有修改:称取 0.1 g 样品,加 0.5 mol/L 磷酸缓冲液研磨提取可溶性糖,氯仿-甲醇、甲醇、丙酮提取脂类,DMSO-H<sub>2</sub>O 提取淀粉,0.5% (m/V) 草酸铵提取果胶质,4 mol/L KOH 提取细胞壁中的半纤维素,67% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 提取纤维素。提取液定容后,测定糖产量。木质素含量测定:称取 0.5 g 样品用 V<sub>水</sub>:V<sub>乙醇</sub> = 2:1 抽提 4 h,风干后将粉末加入 67% (V/V) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 10 mL,于 30℃ 震荡 1.5 h,加入 200 mL 蒸馏水,120℃ 处理 1 h,水解液过滤后测定酸溶木质素,烘干过滤器,(575±25)℃ 煅烧 4 h,过滤器煅烧前后质量差为酸不溶木质素含量。所有测定均设 3 个重复。

## 2 结果与分析

### 2.1 300 份突变体株高和茎秆糖锤度测定

对 300 份材料进行了株高和茎秆糖锤度的测定,结果显示:平均株高 317.41 cm,比野生型高 5.69%,变异系数为 13.05%;锤度平均值为 10.95%,与野生型相比无显著变化,变异系数 20.41% (表 1)。根据测定结果筛选出 50 份株高显著提高的突变体材料:所选 50 份材料平均株高 381.10 cm,比野生型高 26.89%,变异系数 9.95%;茎秆糖锤度平均值为 11.27%,与野生型相比无显著变化。

### 2.2 50 份突变体材料田间性状和降解效率的测定

测定 50 份初筛材料的田间农艺性状,并对其秸秆细胞壁降解效率进行测定(表 2),结果表明:与野

生型相比,突变体的平均株高增加 26.89%,茎粗增加 15.29%,单株鲜质量增加 27.99%,茎秆鲜质量增加 11.34%,茎秆干质量增加 36.81%,穗质量增加 28.80%,千粒重变化不显著。这些数据表明,50 份初筛材料农艺性状均得到优化。

表 1 甜高粱群体的株高与锤度

Table 1 The plant height and brix of sweet sorghum populations

群体 Populations	株高 Height		锤度 Brix	
	平均值/ cm	变异系数/ Coefficient variation/%	平均值/ cm	变异系数/ Coefficient variation/%
	Mean		Mean	
300 株群体 Populations( n=300)	317.41	13.05	10.96	20.41
50 株突变体 Mutants( n=50)	381.10	9.95	11.27	18.30
野生型 WT	300.33		11.37	

表 2 野生型与 50 份突变体的农艺性状<sup>1)</sup>

Table 2 Agronomic traits of wide type and fifty sweet sorghum mutants

样品 Samples	野生型 WT	突变体 Mutants	差异百分比/ Percentage of increased level
株高/cm Plant height	300.33	381.10**	26.89
茎粗/mm Stem diameter	17.79	20.51**	15.29
总鲜质量/g Total fresh weight	781.67	1 000.48**	27.29
茎鲜质量/g Stem fresh weight	588.33	666.81**	11.34
茎干质量/g Stem dry matter	139.86	191.34**	36.81
单株穗质量/g Single plant spike weight	43.33	55.60**	28.80
种子千粒重/g 1000-grains weight	19.35	18.67	-3.51

1) \* 和 \*\* 表示  $P < 0.05$  和  $P < 0.01$  水平差异显著,下同。

\* and \*\* indicate significant differences at  $P < 0.05$  and  $P < 0.01$  levels, respectively. The same as follows.

对 50 份突变体材料的秸秆粉末分别进行 1%  $H_2SO_4$  和 1%  $NaOH$  预处理及纤维素复合酶酶解产糖量测定(表 3),结果表明:经 1%  $NaOH$  预处理后,野生型酶解后的己糖释放量占秸秆渣总量的 29.65%,突变体变异幅度较大,最小值为 20.04%,最大值高达 36.44%。野生型预处理及酶解总糖释

放量占干质量的 82.61%,突变体中最小值为 62.51%,最大值达到 89.56%。经 1%  $H_2SO_4$  预处理后,野生型酶解的己糖释放量占秸秆渣总量的 17.36%,突变体变异幅度为 10.50%~18.18%。野生型预处理及酶解总糖释放量占干质量的 75.72%,突变体中最小值为 59.10%,最大值为 81.78%。综上,突变体降解效率变异度较大,最高值均显著高于野生型,可进一步从中筛选出降解产糖率更高的突变体材料。

表 3 甜高粱成熟秸秆预处理及酶解的产糖率(n=50)

Table 3 Sugar yield released from enzymatic hydrolysis after pretreatment in mature straw of sweet sorghum(n=50)

项目 Items	己糖 C6 Hexose yield		总糖 Total sugar yield	
	1% NaOH	1% $H_2SO_4$	1% NaOH	1% $H_2SO_4$
最大值 Max	36.44	18.18	89.56	81.78
最小值 Min	20.04	10.50	62.51	59.10
平均值 Mean	28.11	14.05	77.64	70.29
野生型 WT	29.65	17.36	82.61	75.72

### 2.3 优良能源甜高粱突变体筛选

综合评价田间性状和能源潜力,从上述 50 份材料中筛选出了 3 份优良甜高粱能源突变体,分别为 SM197、SM305 和 SM83。从表 4 中可以看出,3 份突变体的农艺性状优良,生物量显著提高(图 1A):与野生型相比,株高极显著增加,增加了 17.98%~41.73%;单株生物量显著增加,总鲜质量增加了 9.17%~251.60%,茎秆鲜质量增加了 6.23%~182.44%,茎秆干质量增加了 21.05%~207.72%,秸秆渣干质量增加了 14.70%~197.39%;种子产量与质量也得到了优化,单株穗质量增加了 25.38%~160.44%,种子千粒重增加了 10.34%~26.71%(图 1B);表明筛选得到的 3 份突变体在籽粒产量得到提高的前提下,可利用的生物物质产量得到了显著提高。

从甜高粱秸秆利用潜力上看,SM197 与 SM305 降解转化效率极显著升高,而且具有高效降解的细胞壁组分,其半纤维素极显著升高,木质素极显著降低,纤维素显著降低,相比而言,SM83 的降解转化效率无显著变化,但可溶性糖含量极显著增高,比野生型增加了 14.99%(表 5)。

表 4 野生型与 3 份突变体的农艺性状

Table 4 Agronomic traits of wide type and three sweet sorghum mutants

样品 Samples	株高/cm Plant height	茎粗/mm Stem diameter	单株总鲜质量/g Total fresh weight per plant	单株茎秆鲜质量/g Stem fresh weight per plant	单株茎秆干质量/g Stem dry matter per plant	单株秸秆渣干质量/g Dry bagasse per plant	单株穗质量/g Spike weight per plant	种子千粒重/g 1 000-grains weight
WT	300.33±7.23	17.79±0.90	781.66±40.72	588.33±12.58	139.86±6.71	47.91±3.49	43.33±2.35	19.35±1.08
SM83	354.33±18.50**	18.32±0.17	853.33±7.63*	625.00±13.22*	170.89±1.59**	67.28±1.17**	58.08±4.13**	21.18±0.65
SM197	368.00±13.07**	19.93±0.32*	865.00±15.0*	641.66±15.27**	169.30±1.55**	54.95±0.59*	54.33±2.36**	24.52±0.95**
SM305	425.66±37.97**	25.38±2.04**	2 748.33±110.94**	1 661.66±62.91**	430.38±24.03**	142.49±6.57**	112.85±5.56**	24.41±0.66**



A:成熟期甜高粱野生型与 3 份突变体植株表型, bar=100 cm; B:甜高粱野生型与 3 份突变体种子表型(20 粒), bar=1 cm。  
A: Plant phenotype of wild type and three mutants, bar=100 cm; B: Seed phenotype of wild type and three mutants( $n=20$ ), bar=1 cm.

图 1 野生型及 3 份突变体植株及种子表型

Fig.1 Plant and seed phenotype of wild type and three sweet sorghum mutants

表 5 野生型与 3 份突变体的细胞壁组成与纤维素降解效率

Table 5 Cell wall composition and cellulose digestibility of wide type and three sweet sorghum mutants

样品 Samples	可溶性糖 Soluble sugar	纤维素 Cellulose	半纤维素 Hemicelluloses	木质素 Lignin	纤维素降解效率 Hexose yield /%	
					1% NaOH	1% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
WT	34.23±1.24	29.67±0.50	27.37±0.58	19.79±0.07	82.57±1.12	48.37±2.23
SM83	39.36±0.44**	31.32±1.71	22.78±0.24**	18.75±0.61*	83.60±3.27	45.89±1.63
SM197	32.46±0.17	26.49±0.49**	29.92±0.04**	16.82±0.14**	97.55±1.21**	62.39±2.25**
SM305	33.12±0.38	27.88±0.47*	33.32±0.14**	15.88±0.05**	100.00±3.27**	53.59±2.00*

### 3 讨论

甜高粱适应性广泛,适合在边际性土地上生长,且具有丰富的种质资源,但品种参差不齐,种质资源未得到大面积应用。当前,甜高粱的利用主要集中在青贮饲料和种子酿酒方面,而对其生物能源方面的开发利用较少,还没有优质的能源甜高粱品种得以推广。要获得优质的能源品种,还需要在目前的种质资源基础上进一步筛选优化。能源作物选育的

主要途径包括:①野生植物资源和作物育种材料的收集及鉴定;②突变体库的创建及筛选;③转基因和分子育种<sup>[22]</sup>。通过人工创建突变体库并对其进行筛选来获得能源作物育种材料是一种快速有效的途径。本研究对优质的能源、饲草兼用型甜高粱品种能饲一号进行 EMS 诱变,建立突变体库,综合评价能源作物特性和农艺性状,采取优中选优的方式,筛选出一批有高生物能源利用潜力的突变体,为能源甜高粱品种选育创造种质资源。

木质纤维素作为生产生物能源的原料,具有低成本和可再生的特点,但也存在诸多开发上的难题,原因主要是生物质原料细胞壁特殊的化学性质和结构形成了生物质的抗降解屏障,增加了其加工转化的成本<sup>[23-24]</sup>。研究发现半纤维素含量高,而纤维素及木质素含量低的细胞壁组成有利于高效降解转化<sup>[25-26]</sup>。甜高粱生物产量高,秸秆可溶性糖含量高,可直接榨取产生发酵乙醇的原料,留下的残渣也是含量丰富的木质纤维素原料<sup>[27-28]</sup>。本研究最终筛选出了3份可供生物能源应用的优质突变体。3份材料单株籽粒产量显著增加,生物质产量得到优化,可直接用于乙醇发酵的茎秆鲜质量显著提高;其中,SM197与SM305秸秆具有可高效降解的细胞壁组分,酸碱预处理后纤维素降解效率较野生型极显著升高,发酵后剩余秸秆渣可用于纤维素酶高效酶解,可作为生产纤维素乙醇理想的能源材料;SM83秸秆可溶性糖含量极显著增加,是用于直接发酵生产乙醇的理想材料。将这3份突变体用于发展生物能源,可大大降低加工转化成本,提高生物能源利用率,并能进一步用于优良基因的挖掘和遗传改良,培育出能源甜高粱品种。

## 参 考 文 献

- [1] 彭良才.论中国生物能源发展的根本出路[J].华中农业大学学报:社会科学版,2011(2):1-6.
- [2] 贾敬敦,孙康泰,蒋大华,等.我国生物质能源产业科技创新发展对策研究[J].中国农业科技导报,2014,16(1):1-6.
- [3] 陆水怡,李南珠,邹剑秋,等.甜高粱的生物学特性、研究现状与开发应用前景[J].江苏农业科学,2009(3):11-13.
- [4] 高士杰,刘晓辉,李玉发,等.中国甜高粱资源与利用[J].种子,2006,24(11):46-47.
- [5] ZHENG L Y, GUO X S, HE B, et al. Genome-wide patterns of genetic variation in sweet and grain sorghum (*Sorghum bicolor*) [J]. *Genome Biol*, 2011, 12(11): 114.
- [6] 黎大爵.开发甜高粱产业,解决能源、粮食安全及三农问题[J].中国农业科技导报,2005,6(5):55-58.
- [7] 孟伊娜,张瑞廷,史强,等.高效液相色谱法测定甜高粱茎秆中3种糖含量[J].中国农学通报,2010,26(8):90-95.
- [8] WALTER Z L, ANDREA M. Are we ready to cultivate sweet sorghum as a bioenergy feedstock? A review on field management practices [J]. *Biomass Bioenergy*, 2012, 40: 1-12.
- [9] 邹剑秋,宋仁本,卢庆善,等.新型绿色可再生能源作物——甜高粱及其育种策略[J].杂粮作物,2003,23(3):134-135.
- [10] 杜瑞恒,甘耀进,籍贵苏,等.蚜虫发生对甜高粱主要经济性状影响的研究[J].云南农业大学学报,2006,21:91-94.
- [11] HATFIELD R D, WILSON J R, MERTENS D R. Composition of cell walls isolated from cell types of grain sorghum stems [J]. *J Sci Food Agric*, 1999, 79(6): 891-899.
- [12] 刘公社,周庆源,宋松泉,等.能源植物甜高粱种质资源和分子生物学研究进展[J].植物学报,2009,44(3):253-261.
- [13] 侯升林,杜瑞恒,籍贵苏.能源、饲草兼用型甜高粱新品种“能饲1号”选育报告[J].作物研究,2007(3):124.
- [14] 薛薇,崔江慧,孙爱芹,等.高粱可溶性糖含量与SS,SPS酶活性的相关性研究[J].中国农业科技导报,2009,11(2):124-128.
- [15] 魏志敏,杜瑞恒,籍贵苏,等.“能饲一号”甜高粱栽培技术[J].河北农业科技,2007(6):17.
- [16] 李春喜,冯海生,赵延贵,等.甜高粱栽培技术研究[J].草地学报,2013,21(1):114-122.
- [17] HUANG J F, XIA T, LI A, et al. A rapid and consistent near infrared spectroscopic assay for biomass enzymatic digestibility upon various physical and chemical pretreatments in *Miscanthus* [J]. *Bioresour Technol*, 2012, 121: 274-281.
- [18] WU Z L, ZHANG M L, WANG L Q, et al. Biomass digestibility is predominantly affected by three factors of wall polymer features distinctive in wheat accessions and rice mutants [J]. *Bio-technol Biofuels*, 2013, 6: 183.
- [19] PENG L C, HOCART C H, REDMOND J W, et al. Fractionation of carbohydrates in *Arabidopsis* seeding cell walls shows that three radial swelling loci are specifically involved in cellulose production [J]. *Planta*, 2000, 211(3): 406-414.
- [20] ZHANG W, YI Z L, HUANG J F, et al. Three lignocellulose features that distinctively affect biomass enzymatic digestibility under NaOH and H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pretreatments in *Miscanthus* [J]. *Bioresour Technol*, 2013, 130: 30-37.
- [21] 冯永清,邹维华,李丰成,等.特异水稻脆茎突变体生物学特性及生物质降解效率的研究[J].中国农业科技导报,2013,15(3):77-83.
- [22] XIE G S, PENG L C. Genetic engineering of energy crops: a strategy for biofuel production in China [J]. *J Integr Plant Biol*, 2011, 53(2): 143-150.
- [23] G'IRIO F M, FONSECA C, CARVALHEIRO F, et al. Hemicelluloses for fuel ethanol: a review [J]. *Bioresour Technol*, 2010, 101(13): 4775-4800.
- [24] HIMMEL M E, BAYER E A. Lignocellulose conversion to biofuels: current challenges, global perspectives [J]. *Curr Opin Biotechnol*, 2009, 20(3): 316-317.
- [25] LI F C, REN S F, ZHANG W, et al. Arabinose substitution degree in xylan positively affects lignocellulose enzymatic digestibility after various NaOH/H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pretreatments in *Miscanthus* [J]. *Bioresour Technol*, 2013, 130: 629-637.
- [26] XU N, ZHANG W, REN S F, et al. Hemicelluloses negatively affect lignocellulose crystallinity for high biomass digestibility under NaOH and H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pretreatments in *Miscanthus* [J]. *Bio-*

technol Biofuels, 2012, 5: 58.

323-329.

[27] MARTIN C, JOACHIM M. Sweet sorghum as a model system for bioenergy crops [J]. *Curr Opin Biotechnol*, 2012, 23 (3):

[28] 张丽敏, 刘智全, 陈冰嫄, 等. 我国能源甜高粱育种现状及应用前景[J]. *中国农业大学学报*, 2012, 17(6): 76-82.

## Identification of sweet sorghum mutants for rich soluble sugars and high biomass enzymatic digestibility

ZHANG Hui<sup>1</sup> ZOU Wei-hua<sup>1</sup> ZHANG You-bing<sup>1</sup> ZHANG Rui<sup>2</sup>  
FENG Sheng-qiu<sup>1</sup> TU Yuan-yuan<sup>1</sup> JING Hai-chun<sup>3</sup> PENG Liang-cai<sup>1</sup>

1. *National Key Laboratory of Crop Genetic Improvement/National Centre of Plant Gene Research/Biomass and Bioenergy Research Centre/College of Plant Science and Technology, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China;*

2. *College of Life Science and Technology, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China;*

3. *Institute of Botany, the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100093, China*

**Abstract** The large EMS mutagenesis pool of sweet sorghum was initially screened out. Three mutants were identified and designated as SM83, SM197 and SM305. In general, three mutants had high biomass productions, but displayed a distinct biomass enzymatic digestibility under chemical pretreatments. As a comparison, both SM197 and SM305 mutants were determined with much high biomass enzymatic saccharification, due to its high hemicelluloses levels and relatively low cellulose and lignin contents. Despite that SM83 mutant remained a similar biomass digestion rate, it contained an increased soluble sugar level by 14.99%, compared with wild type. Hence, the sweet sorghum mutants will be used for breeding energy sweet sorghum.

**Key words** sweet sorghum; EMS mutagenesis pool; plant cell wall; biomass digestibility; bioenergy crop

(责任编辑: 张志钰)