

甘薯种质资源遗传稳定性及遗传多样性 SSR 分析

赵冬兰¹, 郑立涛², 唐君¹, 周志林¹, 曹清河¹

(¹中国农业科学院甘薯研究所, 徐州 221121; ²广东海洋大学, 湛江 524088)

摘要:应用 SSR 标记检测国家种质徐州甘薯试管苗库中离体保存 5 年和 8 年的 24 份种质资源及其对应的田间圃材料的遗传稳定性, 同时对 24 份甘薯种质的遗传多样性进行分析。20 对 SSR 引物分析表明, 24 份甘薯材料扩增得到了清晰的 DNA 条带 30 条, 其中多态性条带 21 条, 多态性百分率为 70%, 全部品种在 2 种保存方式下谱带一致, 说明 2 种保存方式的效果相同。应用 NTSYS 软件对材料进行遗传相似性和 UPGMA 聚类分析, 24 份甘薯种质资源遗传相似系数在 0.57~0.93 之间, 平均为 0.74。在 0.72 的相似系数上 24 份材料可以聚成三大类, 表明我国的甘薯品种种质资源遗传多样性还是比较丰富的。该研究为甘薯种质资源长期离体保存及甘薯杂交育种提供了理论依据。

关键词:甘薯; 遗传稳定性; 遗传多样性; SSR

Genetic Stability and Diversity of Sweetpotato Germplasm with SSR

ZHAO Dong-lan¹, ZHENG Li-tao², TANG Jun¹, ZHOU Zhi-lin¹, CAO Qing-he¹

(¹Sweet Potato Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Xuzhou 221121;

²Guangdong Ocean University, Zhanjiang 524088)

Abstract: Genetic stability of 24 sweetpotato germplasm maintained *in vitro* more than 5 years in the National Sweetpotato *in vitro* Genebank in Xuzhou, was analyzed using Simple Sequence Repeat (SSR) molecular markers. 20 pairs SSR primers were used. The results showed that all sweetpotato germplasm stored *in vitro* had the same amplified products as the controls preserved in field nursery, indicating that the two different methods have the same effect on preserving sweetpotato germplasm stability. Meanwhile, we analyzed the genetic diversity of 24 sweetpotatoe germplasm. The dendrogram generated by UPGMA showed the genetic relationship among 24 accessions. The genetic similarity among 24 accessions varied from 0.57 to 0.93. The total number of bands and polymorphic bands in the 20 primer combinations were 30 and 21 respectively. The 24 accessions were divided into 3 groups by cluster analysis. The results may provide a theoretical basis for sweetpotato germplasms maintained *in vitro* and the breeding of sweetpotato.

Key words: Sweetpotato; Genetic stability; Genetic diversity; SSR

近二、三十年来,植物组培技术对于作物种质资源的收集、繁殖和保存起着重要的作用,并且显示出其实用价值。因此,世界各国相继建立了无性繁殖作物离体保存基因库。但是,离体试管种质需要经过茎尖分生组织脱毒培养和经常进行继代繁殖,在激素、温度、光照、生长抑制剂等的影响下,保存植株的遗传稳定性可能受到影响,有可能引起植株染色体畸变、

点突变和生化变化。随着培养和保存时间的延长,植物材料由于无性变异的增加,存在遗传完整性损失的危险。因此离体保存的试管种质,其遗传稳定性长期以来为人们所关注。甘薯是无性繁殖块根作物,遗传上又具高度杂合性,遗传不稳定性发生几率要比种子繁殖的作物高^[1]。所以,有必要对在国家基因库中长期保存的甘薯试管种质进行系统的遗传稳定性检

收稿日期:2010-07-22 修回日期:2010-12-17

基金项目:国家甘薯产业技术体系(nycytx-16-B-6);农业部农作物保护项目(NB09-2130135-20);徐州市农科院科技创新基金(200801)

作者简介:赵冬兰,副研究员,主要从事甘薯种质资源研究。E-mail:zhd1812@163.com

测,为甘薯离体试管种质长期安全保存提供科学依据。1949年以来,我国甘薯科技事业获得飞速发展,但在甘薯育种中,由于长期对产量和抗性少数性状的人工选择以及仅用少数亲本进行品种选育,造成育种背景单一、遗传基础日益狭窄、遗传多样性下降^[2]。因此有必要对甘薯的种质资源进行遗传多样性的研究,以充分挖掘有价值的材料,为甘薯遗传育种服务。

SSR 即简单序列重复,也叫做卫星序列重复,是一类由几个核苷酸(1~5个)为重复单位组成的长达几十个核苷酸的重复序列,长度较短,广泛分布在染色体上。与其他分子标记方法相比,SSR 标记具有以下优点:(1)数量丰富,覆盖整个基因组,揭示的多态性高;(2)具有多等位基因的特性,提供的信息量高;(3)以孟德尔方式遗传,呈共显性;(4)技术重复性好,易于操作,结果可靠^[3]。本研究通过 SSR 分子标记方法,对 24 份甘薯田间种质圃和离体试管苗库 2 种方式保存多年的甘薯种质遗传稳定性进行检测,比较 2 种保存方式是否存在差异,继代时间对离体保存是否存在影响,以评价 2 种甘薯种质保存技术的有效性;并对这些种质材料进行遗传多样性分析,为甘薯杂交育种提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

试验材料选自国家种质徐州试管苗库(圃),根据试管苗库的继代记录筛选出在国家基因库中连续保存 5 年或 8 年的离体种质及田间圃保存的相应种质 24 份。具体名称见表 1。

1.2 方法

1.2.1 甘薯离体培养及大田栽培 甘薯试管苗采用茎尖分生组织培养,外源激素 6-BA 0.5~1mg/L 的 MS 培养基,其甘薯茎尖成苗率可达 74%~88%。在不引起试管苗变异的前提下,在 MS + 甘露醇(5~10g/L),温度(16±2)℃、光强 1000lx、光照 8h/d,采用理化因素处理相结合的方法,抑制试管苗的生长,延长继代保存周期,试管苗的保存周期一般为 6~8 个月,应用切段繁殖进行长期保存,具体操作见唐君等^[4]的方法。试管苗于 3 月初移栽至温室,及时繁苗保证合适苗龄,6 月中下旬和大田资源一起在田间栽插。

大田资源于每年 4 月中下旬排种育苗,6 月中下旬在田间栽插,行距 85cm,株距 25cm,生育期 120d 左右,于 10 月下旬收获。在大田定植 30d 后取顶端叶片进行 DNA 提取和 SSR 分析。

表 1 试验材料

Table 1 Test material

编号 Code	品种名称 Name	保存时间(年) Conservation time
1	解放薯	5
2	红藤	5
3	红丫五	5
4	背不起	5
5	澄薯 8 号	5
6	南田黄	5
7	粉红皮	5
8	向阳黄	5
9	岩 21-86	5
10	东方 169	5
11	新种花	5
12	白头六十薯	5
13	湛 75-57(变)	8
14	九州 5 号	8
15	红砂薯	8
16	三合薯	8
17	烟薯 8 号	8
18	湘杂 9 号	8
19	莒 225	8
20	林酒 2 号	8
21	红薯下蛋	8
22	皖薯 1 号	8
23	金山 57	8
24	黄金千贡	8

1.2.2 SSR 标记分析 基因组 DNA 制备参照吴秋云等^[5]的方法,采用 CTAB 法提取甘薯叶片总 DNA。PCR 反应体系为:模板 DNA,1μl(50 ng/μl);上下游引物各 1μl(10 μmol/L);dNTPs 1.5 μl(10 mmol/L);10 × buffer,2 μl;MgCl₂ 1.6 μl(25 mmol/L);Taq 酶 0.2 μl(5 U/μl);反应总体积为 20 μl。PCR 反应程序:94℃ 5min,94℃ 45s,55℃ 45s,72℃ 1.5min,共 40 个循环;72℃ 10min。

扩增产物用 6% 非变性聚丙烯酰胺电泳分离,硝酸银染色。

1.2.3 拍照和记录数据 用 BIO-RAD 公司的凝胶成像系统拍照;根据各分子标记在相同电泳迁移率(相同分子量片段)的有无统计得到所有位点的二元数据,有 DNA 扩增带记为 1,无带记为 0,无法辨

记认为 2(空缺)。

1.2.4 数据分析 利用 Quantity One 软件(Bio-Rad)结合人工方法读带,电泳结果的每条 DNA 谱带为 1 个单位,同一分子标记位点上有带的赋值为 1,无带的赋值为 0,统计结果以 1、0 矩阵输入计算机,用 NTSYS-pc 软件处理数据,并对材料进行聚类分析。

2 结果与分析

表 2 20 对 SSR 引物的情况及其在 24 个甘薯材料的多态性

Table 2 20 SSR primers and the expected size and polymorphic in 24 sweetpotatoes varieties

引物编号 Primer code	重复基序 Motif	引物序列 Primer sequence		产物大小 (bp) Expected size	多态性 Polymorphism
		F	R		
IBM2	(AT)6(AG)11	GCTCCGATCTTCTCAACT	GTGAGGGCTGGTAGTAAAG	132	P
IBM5	(TC)10	GCCGTCATCTTCCTCATC	CTCTCATCTAGTTGCAGTAAC	284	P
IBM6	(AT)4(GA)5	GATGCTCCGATTCTTTATGC	CCTGGAAGTAGTGAGATTGG	227	NP
IBM12	(TCC)5	CTCTGGAACTGTTGAGGA	TCAGATGAGTAGACCTTCTT	269	P
IBM13	(GCT)5	CGAGAAGACACAATCATTAC	GTTGATCGCCAGGATACG	286	P
IBM14	(CGC)5	CCTGGACACATCAGTTCTT	TACTTGGCGCTGATCTCA	311	P
IBM16	(GGC)5	GCCTTGCTACTTATTCACAA	CTGGAGGCTTGATGACAG	331	NP
IBM17	(TC)8	CAGGAGGAATGGATGGATG	CACCTAGAGACTCATGAAGAA	170	P
IBM20	(GAA)6	TATGGCAGAGGTGCTGAA	AAGTGTAGGATTGGGAGTG	217	P
IBM21	(CCG)5	CCACTGTCCTAAGTCCTAAC	CGTCTGTAGAGGTATTGATAGT	292	P
IBM35	(GAA)5	GAAGATTGGTGAGGACATTC	GGATCTCCTTCACGGTTC	281	NP
IBM59	(AGG)5	GAAACTCAATCACCAGGAC	TCAAGCCTAACCCCTCCATT	262	NP
LBM445	(TA)6	AAGGAGCGGAGGAAAAATA	ACAACACAGCCCTTCTCCAC	162	P
LBM701	(GGC)5	GGAACGGAGGAATGGGTT	GGCAGATCAGAGCAGCATAA	274	P
LBM927	(AGAC)5	GGCTCCTCCATATCACCAA	TCCATGCTGGTGCAAGTAGA	162	P
LBM1371	(AT)6	AGCACAGCTTGTCCAGTTF	TGGGAATTGAAGAGACTGAGAA	166	P
LBM1564	(TC)9	GTCCGCGGAAGACAGTTACA	TCTCCGATCACTCCAAAACC	148	P
LBM1741	(TC)7	GTCCGTTAGCCAGACCATA	CTACTACCATCGCCACCGAC	192	NP
LBM1990	(AG)7	TCTGCCCTCGCTAATCACTC	CGCTTGCTGAGCTTTTTACC	232	P
LBM2066	(TTC)5	CCACTCTCCCCCTTATCTT	TCGCTACACTTAAAGCTGCAAT	185	NP

P 代表有多态性;NP 代表没有多态性

P: polymorphic; NP: no polymorphic

2.2 遗传相似性分析

用 NTSYS 软件计算出 24 份甘薯种质材料间的遗传相似系数。由表 3 可知,24 份甘薯种质的遗传相似系数在 0.57 ~ 0.93 之间,平均相似系数为 0.74。其中,红玉五和红薯下蛋之间遗传相似性系

2.1 SSR 标记检测结果

从 60 对 SSR 引物中筛选出 20 对能扩增出清晰稳定条带的引物(表 2)。用这 20 对引物对 24 份甘薯种质进行扩增,结果显示 2 种保存方式下的谱带一致。20 对引物共扩增出 30 条 DNA 条带,多态性条带 21 条,多态性百分率为 70%。其中引物 IBM2、IBM13 的扩增图谱见图 1、图 2。

数最高,为 0.93,它们有可能为同一种质的复份保存,这可能是由于相互引种及地方种叫法多样引起的;向阳黄和东方 169 之间及湛 75-57(变)和九州 5 号之间遗传相似系数皆最低为 0.57,表明它们之间的遗传差异较大。

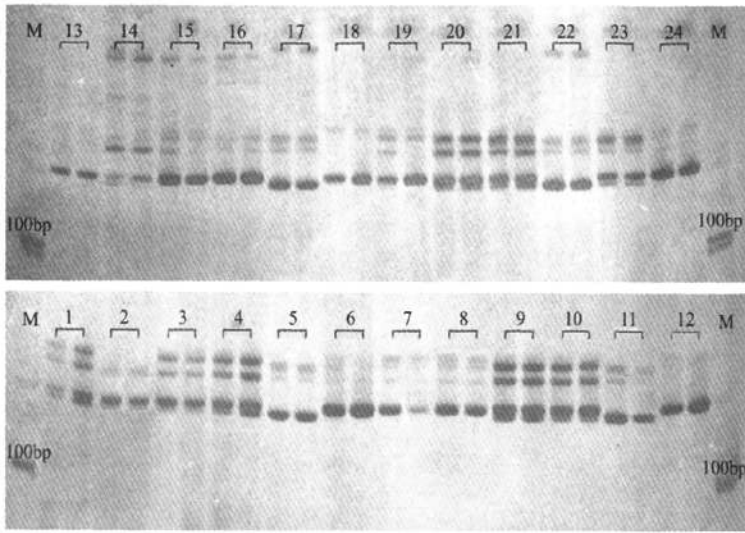


图1 引物 IBM2 对 24 份甘薯种质的 SSR 分析

Fig. 1 Segregation of 24 sweetpotato varieties by IBM2

M: Marker DI.2000; 1~24: 甘薯种质编号; 其中左为离体保存材料, 右为种质圃保存材料, 下同
 M: Marker DI.2000; No. 1~24: Sweetpotato varieties listed in Table 1, and the left presents the sample conserved *in vitro*, the right presents the sample conserved in field, the same as below

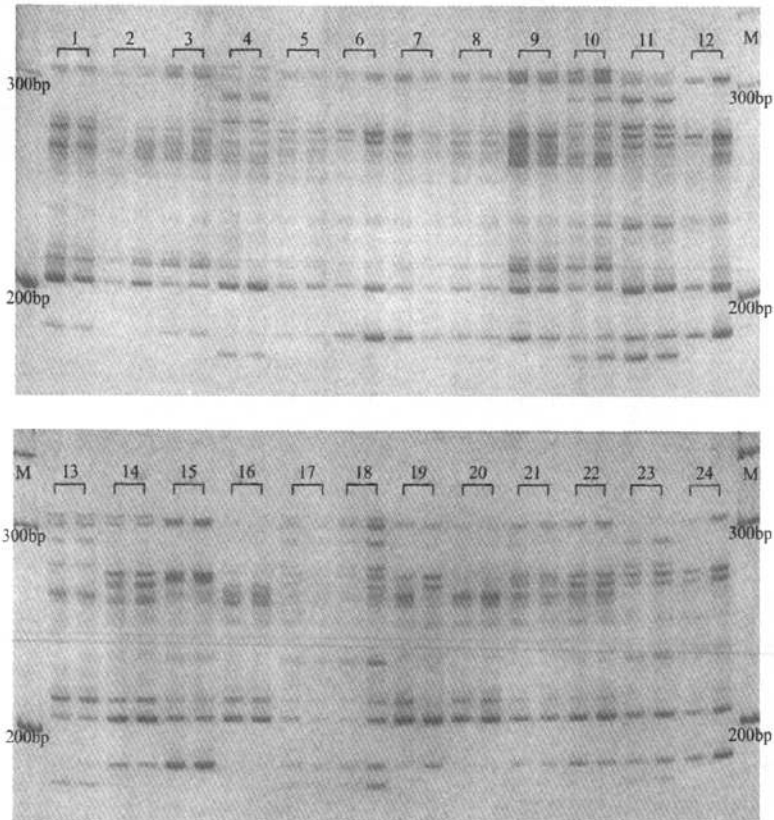


图2 引物 IBM13 对 24 份甘薯种质的 SSR 分析

Fig. 2 Segregation of 24 sweetpotato varieties by IBM13

2.3 聚类分析

利用 NTSYS 软件对 24 份甘薯种质资源进行 UPGMA 聚类分析。根据图 3 的聚类结果,在 0.72 的相似系数上 24 份材料可以聚成三大类:第 I 类包含 10 份材料,分别是解放薯、澄薯 8 号、红丫五、红薯下蛋、红藤、新种花、烟薯 8 号、南田黄、九州 5 号和向阳黄;第 II 类包含 6 份材料,分别是背不起、皖薯 1 号、岩 21-86、湛 75-57(变)、三合薯和黄金千贯;第 III 类包含 8 份材料,分别是粉红皮、红砂薯、东方 169、白头六十薯、湘杂 9 号、金山 57、莒 225 和林泗 2 号。

表 3 24 份甘薯材料遗传相似表

Table 3 Genetic similarity matrix of 24 sweetpotato accessions based on SSR

编号 Code	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	1.00																							
2	0.77	1.00																						
3	0.90	0.87	1.00																					
4	0.67	0.63	0.70	1.00																				
5	0.87	0.80	0.83	0.60	1.00																			
6	0.80	0.80	0.83	0.73	0.73	1.00																		
7	0.73	0.73	0.83	0.60	0.73	0.73	1.00																	
8	0.80	0.67	0.70	0.60	0.73	0.80	0.73	1.00																
9	0.77	0.73	0.87	0.83	0.70	0.77	0.70	0.70	1.00															
10	0.77	0.67	0.80	0.77	0.77	0.70	0.77	0.57	0.73	1.00														
11	0.83	0.70	0.80	0.63	0.87	0.63	0.67	0.63	0.70	0.77	1.00													
12	0.73	0.67	0.77	0.67	0.70	0.67	0.77	0.67	0.80	0.80	0.77	1.00												
13	0.70	0.77	0.80	0.83	0.70	0.70	0.77	0.63	0.80	0.73	0.73	0.77	1.00											
14	0.87	0.70	0.77	0.67	0.80	0.87	0.67	0.87	0.70	0.70	0.70	0.60	0.57	1.00										
15	0.73	0.67	0.77	0.67	0.67	0.73	0.87	0.67	0.70	0.77	0.60	0.77	0.70	0.67	1.00									
16	0.77	0.77	0.80	0.83	0.70	0.83	0.77	0.70	0.80	0.67	0.67	0.70	0.87	0.70	0.77	1.00								
17	0.80	0.73	0.77	0.60	0.87	0.67	0.67	0.67	0.70	0.77	0.87	0.70	0.70	0.73	0.60	0.63	1.00							
18	0.73	0.73	0.77	0.73	0.67	0.87	0.73	0.73	0.70	0.77	0.63	0.73	0.77	0.73	0.73	0.70	0.73	1.00						
19	0.73	0.73	0.83	0.67	0.67	0.73	0.80	0.67	0.83	0.70	0.67	0.83	0.83	0.60	0.73	0.77	0.73	0.80	1.00					
20	0.73	0.77	0.83	0.73	0.67	0.73	0.73	0.60	0.77	0.77	0.63	0.73	0.77	0.67	0.67	0.70	0.67	0.80	0.87	1.00				
21	0.83	0.80	0.93	0.70	0.83	0.77	0.83	0.63	0.80	0.80	0.77	0.73	0.80	0.70	0.77	0.80	0.70	0.70	0.77	0.77	1.00			
22	0.73	0.67	0.77	0.87	0.73	0.80	0.67	0.67	0.83	0.70	0.70	0.67	0.77	0.73	0.67	0.83	0.67	0.73	0.73	0.73	0.77	1.00		
23	0.77	0.73	0.80	0.70	0.70	0.77	0.70	0.70	0.73	0.73	0.67	0.70	0.73	0.70	0.70	0.67	0.77	0.90	0.83	0.83	0.73	0.70	1.00	
24	0.63	0.70	0.73	0.73	0.70	0.83	0.70	0.67	0.77	0.67	0.60	0.67	0.77	0.70	0.70	0.80	0.63	0.73	0.73	0.67	0.73	0.80	0.63	1.00

目前大多数研究表明,通过 RAPD、ISSR 等核苷酸检测表明离体保存后植株没有发生变异。兰伟等^[6]通过其再生后代的形态特征、过氧化物酶(POD)活性和 ISSR 分子标记扩增图谱与对照株无差异,表明离体保存的纪伊潮菊未发生变异。高丽等^[7]利用 8 个扩增效果较好的 ISSR 引物对继代培

3 讨论

3.1 甘薯试管苗库与田间种质圃长期保存甘薯种质的有效性

本研究表明,通过种质圃和试管苗库 2 种方式保存的甘薯种质资源,采用 SSR 标记未检测到差异。根据分子标记水平的检测结果,可认为在本试验研究时间范围内,2 种方式在保持甘薯种质资源的遗传稳定性方面效果相同。因此,本研究认为,种质圃和试管苗库均可长期有效地保存甘薯种质。

养 9~20 代的叶艺春兰基因组 DNA 进行扩增,研究结果表明,在多次继代培养过程中,组培苗遗传物质稳定,在 DNA 水平上未见明显差异,保持了母株的特性。但少数研究也检测到变异。Ray 等^[8]通过 RAPD、ISSR 对 3 个品种分别继代 10 次、50 次的离体保存香蕉遗传稳定性研究结果表明,继代 50 次的

材料在2种方法上都能检测到变异。对甘薯种质资源的遗传稳定性,有些学者对其进行了相关研究。辛淑英等^[1]通过农艺性状、4种同工酶(POD、MDH、EST、 α -Amy)、叶可溶性蛋白3种方式检测了22份试管苗保存10年的甘薯材料遗传稳定性,结果表明农艺性状变化较大的有植株类型、茎色和茎节长度,变异频率分别为70.6%、64.7%、64.7%;并认为POD、MDH及叶可溶性蛋白图谱不适合甘薯的遗传稳定性检测,直接采用试管苗状态下材料的EST、 α -Amy图谱便可有效检测材料遗传稳定性。且综合不同的检测结果表明,发生变异的离体保存材料较少。Zhao等^[9]的研究结果表明,国家甘薯试管苗库

中保存8年的材料和种质圃对应材料在形态标记水平及EST同工酶谱上几乎没有差异,RAPD分子标记水平上个别品种有差异。笔者认为离体种质遗传稳定性与离体培养的条件和继代次数有很大关系,应最大程度地减少激素及生长抑制剂应用,减少了培养过程中发生遗传变异的几率。国家种质徐州试管苗库采用添加高渗透化合物甘露醇,低温弱光培养以减少继代次数,使试管苗库可较为有效地保存甘薯种质。同时,应加强对其他甘薯种质长期保存技术的研究,如目前认为最安全可靠的茎尖超低温保存技术,以减少甘薯种质长期保存中发生遗传变异的几率。

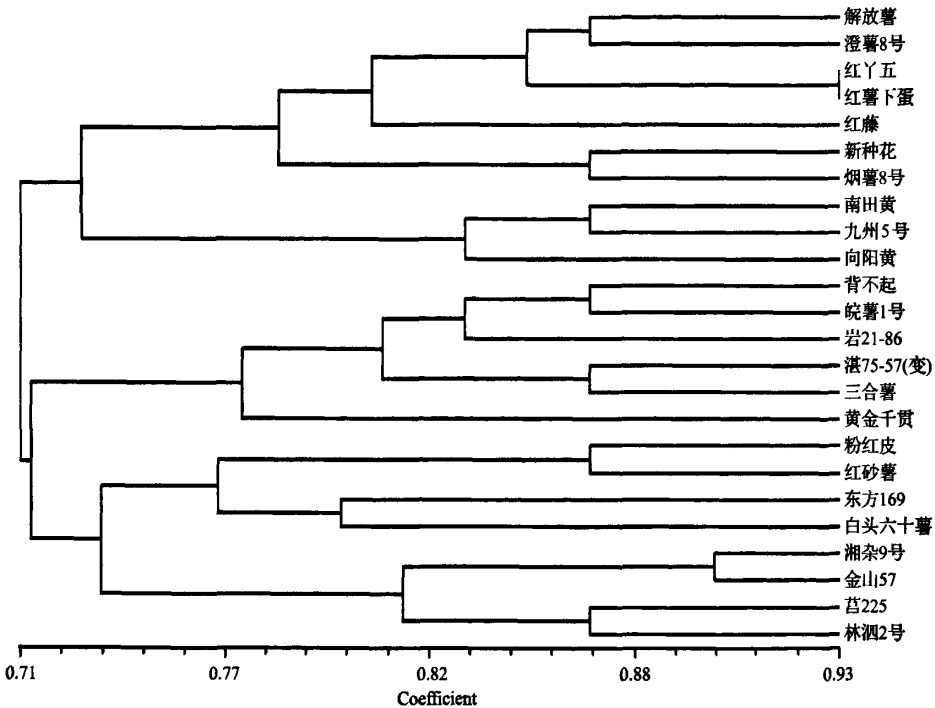


图3 24份甘薯材料基于SSR分析的UPGMA聚类图
Fig. 3 UPGMA dendrogram of 24 sweetpotato accessions based on SSR

本试验利用SSR分子标记对24份甘薯种质进行检测,全部品种在2种保存方式下谱带一致,表明甘薯种质在2种保存方式下不存在差异。然而由于SSR标记的扩增特点,无法检测到点突变,因此在SSR标记的基础上,可通过ISSR、AFLP、MASP、RFLP等分子标记技术作进一步检测核酸上的差异,而某些性状,如形态、生化变化等,受环境影响大,很多变异是非遗传变异,不会在分子水平上体现。因此,综合多种检测方法(如农艺性状调查、同工酶生化标记等)检测甘薯种质保存过程中的遗传

稳定性就更为全面。

3.2 甘薯种质资源遗传多样性分析

本研究采用SSR分子标记法对24份甘薯材料扩增得到了清晰的DNA条带30条,其中多态性条带21条,多态性百分率为70%,而且24份材料的遗传相似系数在0.57~0.93之间,平均相似系数为0.74,表明我国的甘薯品种种质资源还是比较丰富的。本试验结果表明,24份甘薯材料在遗传水平上的分类结果与按其地域来源分类的结果并不完全相符。它们在树状图上的位置是相互交错的,如广东

和福建的材料分散在各个类群中。说明甘薯材料的地域性不强,杂交育种时,可根据聚类图,尽量选择亲缘关系较远的品种进行配组,选配出具有强优势的组。

对甘薯种质资源的遗传多样性,有很多学者运用 ISSR、RAPD 等进行了相关研究。罗文彬等^[10]应用 ISSR 分子标记技术,对 34 份甘薯种质资源进行了遗传多样性分析,采用 15 个 ISSR 引物在 34 份甘薯种质材料中共扩增出 2187 条带,其中多态性带有 1099 条,平均每个引物扩增出 73.27 条多态性带,多态性百分率为 50.25%;聚类分析将 34 份甘薯种质材料划分为四大类。贺学勤等^[11]用 RAPD、ISSR 及 AFLP 分子标记对来自中国安徽、福建、河南和广东 4 省的 48 个甘薯地方品种进行多样性分析;研究发现,由 3 种标记产生的聚类图存在一些差异,但将 3 种标记产生的多态性带结合产生的聚类图可以很好地揭示 48 个地方品种的亲缘关系,所有品种聚为两大类,一类以 8 个广东地方品种为主,另一类由剩下的 8 个广东品种和其余 3 省的 32 个地方品种组成,从而得出在进行甘薯育种时应重点考虑广东地方品种的利用。遗传多样性研究是作物育种中的重要环节。通过对品种间亲缘关系的研究可以有效地进行亲本选配,并且对特殊种质进行保护。运用分子标记技术研究地方品种的遗传多样性能对甘薯育种提供一些信息基础,并且不受环境、发育时期、不同器官等的限制,从基因组水平上揭示其遗传变异的程度,并且在早期就可进行新品种的鉴定。

DNA 分子标记以其独特的优越性决定了它具

有更高的可靠性和高效性,更容易从分子水平上去研究物种的亲缘关系、种质资源保存、构建图谱及辅助育种等。因此,应该积极提高甘薯分子生物学技术研究水平,提升甘薯种质的鉴定评价水平,发掘新的基因资源,促进甘薯资源的创新。进而探索甘薯核心种质资源构建,形成高效的甘薯种质资源保护体系,提高核心种质的利用率。

参考文献

- [1] 辛淑英,谢欣,柳哲胜,等. 基因库中离体保存甘薯种质遗传稳定性研究[J]. 植物遗传资源学报,2000,1(3):6-11
- [2] 徐刚标. 植物种质资源研究进展[J]. 中南林学院学报,2000,20(4):81-87
- [3] 蒋彩虹,王元英,孙玉合. SSR 和 ISSR 标记技术应用前景[J]. 中国烟草科学,2007,28(2):1-5
- [4] 唐君,王意宏. 试管苗保存甘薯种质的效果[J]. 作物杂志,1996(4):28-29
- [5] 吴秋云,罗文彬,邱永祥,等. 一种快速提取甘薯基因组 DNA 方案的建立[J]. 山西农业大学学报:自然科学版,2006,26(2):119-120
- [6] 兰伟,陈发棣. 纪伊潮菊离体保存及其遗传稳定性分析[J]. 西北植物学报,2010,30(3):487-494
- [7] 高丽,杨波,李洪林. 叶艺春兰组培苗遗传稳定性的 ISSR 研究[J]. 亚热带植物科学,2007,36(2):13-14
- [8] Ray T, Dutta I, Saha P, et al. Genetic stability of three economically important micropropagated bananas (*Musa* spp.) Cultivars of lower Indo-Gangetic plains, as assessed by RAPD and ISSR markers[J]. Plant Cell, Tissue and Organ Cult, 2006, 85: 11-21
- [9] Zhao D L, Tang J, Zhou Z L. Studies on genetic stability of sweet potato germplasm maintained in national *in vitro* genebank[C]. Beijing: Proc 3rd China-Japan-Korea Workshop Sweet potato, 2008, 19-24
- [10] 罗文彬,蔡南邴,邱永祥,等. 甘薯种质资源遗传多样性的 ISSR 分析[J]. 西北农林科技大学学报,2008,36(10):110-114
- [11] 贺学勤,刘庆昌,王玉萍,等. 中国甘薯地方品种的遗传多样性分析[J]. 中国农业科学,2005,38(2):250-257

甘薯种质资源遗传稳定性及遗传多样性SSR分析

作者: [赵冬兰](#), [郑立涛](#), [唐君](#), [周志林](#), [曹清河](#), [ZHAO Dong-lan](#), [ZHENG Li-tao](#), [TANG Jun](#), [ZHOU Zhi-lin](#), [CAO Qing-he](#)
作者单位: [赵冬兰,唐君,周志林,曹清河,ZHAO Dong-lan,TANG Jun,ZHOU Zhi-lin,CAO Qing-he\(中国农业科学院甘薯研究所,徐州,221121\)](#), [郑立涛,ZHENG Li-tao\(广东海洋大学,湛江,524088\)](#)
刊名: [植物遗传资源学报](#) 
英文刊名: [JOURNAL OF PLANT GENETIC RESOURCES](#)
年,卷(期): 2011,12(3)

参考文献(11条)

1. [贺学勤;刘庆昌;王玉萍](#) [中国甘薯地方品种的遗传多样性分析](#) 2005(02)
2. [罗文彬;蔡南通;邱永祥](#) [甘薯种质资源遗传多样性的IS-SR分析](#) 2008(10)
3. [Zhao D L;Tang J;Zhou Z L](#) [Studies on genetic stability of sweet potato genoplasm maintained in national in vitro genebank](#) 2008
4. [Ray T;Dutta I;Saha P](#) [Genetic stability of three economically important micropropagated bananas\(Musa spp.\)Cultivars of lower Indo-Cangetic plains,as assessed by RAPD and ISSR mark-ers](#) 2006
5. [高丽;杨波;李洪林](#) [叶艺春兰组培茸遗传稳定性的ISSR研究](#) 2007(02)
6. [兰伟;陈发棣](#) [纪伊潮菊离体保存及其遗传稳定性分析](#) 2010(03)
7. [吴秋云;罗文彬;邱永祥](#) [一种快速提取甘薯基因组DNA方案的建立](#) 2006(02)
8. [唐君;毛意宏](#) [试管苗保存甘薯种质的效果](#) 1996(04)
9. [蒋彩虹;王元英;孙玉合](#) [SSR和ISSR标记技术应用前景](#) 2007(02)
10. [徐刚标](#) [植物种质资源研究进展](#) 2000(04)
11. [辛淑英;谢欣;柳哲胜](#) [基因库中离体保存甘薯种质遗传稳定性研究](#) 2000(03)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_zwyczyxb201103009.aspx