

研究报告

A Letter

洋葱种质资源遗传多样性的 SSR 分析

关绚丽^{1,2}, 田保华^{1,3}, 梁毅¹, 王永勤¹

1.北京市农林科学院蔬菜研究中心, 北京, 100097

2.山西农业大学园艺学院, 晋中, 030801

3.山西大学生命科学学院, 太原, 030005

✉ 通讯作者: liangyi222@yahoo.com.cn; ✉ 作者

分子植物育种, 2011 年, 第 9 卷, 第 56 篇 doi: 10.5376/mpb.cn.2011.09.0056

收稿日期: 2011 年 03 月 22 日

接受日期: 2011 年 04 月 28 日

发表日期: 2011 年 05 月 11 日

这是一篇采用 Creative Commons Attribution License 进行授权的开放取阅论文。只要对本原作有恰当的引用, 版权所有人允许并同意第三方无条件的使用与传播。

引用格式:

关绚丽等, 2011, 洋葱种质资源遗传多样性的 SSR 分析, 分子植物育种 Vol.9 No.56 (doi: 10.5376/mpb.cn.2011.09.0056)

摘要 本研究利用 SSR 标记对 63 份洋葱种质资源遗传多样性进行了分析, 以期为洋葱亲本选配提供参考。研究结果表明: 从 40 个 SSR 引物中筛选出 8 对扩增条带清晰、可重复、多态性高的引物, 在 63 份资源样品中共扩增出 50 条带, 其中检测到 27 个等位变异, 多态性条带比率(PPB)为 54%, 每对 SSR 引物检测到等位变异 2~5 个, 平均 3.125 个。8 对引物的多态性信息量(PIC)变化范围为 0.225 4~0.698 7, 多态性信息量(PIC), Shannon 信息指数(I), Nei's 基因多样性指数(H)平均分别为 0.497 3, 0.904 1, 0.520 0。UPGMA 聚类分析表明, SSR 标记可以将 63 份洋葱品种分为 2 大类: A 类为短日照洋葱群与中日照早熟洋葱群; B 类为长日照洋葱群与中日照晚熟洋葱群, 长日照洋葱群又分别包括 Spanish 长日照洋葱与 Yellow Globe Danvers 耐贮性长日照洋葱; 结果也显示了中日照洋葱起源的复杂性。

关键词 洋葱; SSR; 遗传多样性

Genetic Diversity Analysis of Onion (*Allium cepa* L.) Germplasm by SSR Markers

Guan Xuanli^{1,2}, Tian Baohua^{1,3}, Liang Yi¹, Wang Yongqin¹

1. Beijing Vegetable Research Center, Beijing Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Beijing, 100097, P.R. China

2. Horticultural College, Shanxi Agricultural University, Jinzhong Shanxi, 030801, P.R. China

3. School of Life Science, Shanxi University, Taiyuan, 030005, P.R. China

✉ Corresponding author, liangyi222@yahoo.com.cn; ✉ Authors

Abstract In this paper, we analyzed the genetic diversity of 63 onions (*Allium cepa* L.) germplasm resources were analyzed by SSR markers in order to provide reference for choice of parents for crossing in onion. The results showed that eight clear, repeatable, highly polymorphic SSR primers were screened from 40 SSR primers, 50 clear bands were amplified from 63 resources, among which detected 27 alleles, the polymorphism ratio of bands (PPB) was 54%, detected 2~5 alleles and averaged 3.125 bands each primer pair. The polymorphism information content (PIC) ranged from 0.225 4 to 0.6 987, the average of polymorphism information content (PIC), Shannon information index (I), Nei's genetic diversity index (H) was 0.497 3, 0.904 1, 0.520 0 respectively. UPGMA cluster analysis indicated that the germplasms were both divided into two clusters base on SSR markers, cluster A was included short-day onion group and early maturity of intermediate-day onion group, cluster B was included long-day onion group and late maturity of intermediate-day group onion, and in the long-day group Spanish long-day onion and storage long-day type onion were included, the result also expressed the originating complication of intermediate -day type onion.

Keywords Onion; SSR; Genetic diversity

研究背景

洋葱(*Allium cepa* L.)又名球葱、圆葱、玉葱, 属于百合科葱属(*Allium*)二年生植物, 世界上重要的蔬菜之一, 是中国主要栽培和出口的蔬菜之一(Hou et al., 1997)。在全世界中, 洋葱的种植面积仅次于

马铃薯和番茄, 富含多种硫化物和糖类。具有降低和预防血栓的形成, 抗动脉硬化、降血脂、降血压、预防心肌梗塞的作用, 广泛应用于食品、医药和保健等领域, 随着进一步深入研究, 洋葱已经成为一种越来越重要的植物资源(刘冰江等, 2007; 陈沁滨

等, 2007)。

我国洋葱种质资源主要依赖于国外进口, 存在种质资源的遗传背景不清楚。本研究采用SSR分子标记技术, 对国家蔬菜工程技术研究中心所保存的63份洋葱种质资源进行遗传多样性分析, 判断其不同品种之间的亲缘关系, 以期为洋葱分子标记辅助育种及其起源与演化研究提供科学依据, 为种质资源的筛选、保存、开发、利用提供有利基础。

1 结果与分析

1.1 洋葱基因组DNA的提取

用改良的CTAB法提取基因组DNA, 所得DNA含量较高, 质量较好, 比较完整, 符合SSR-PCR扩增反应的要求(图1)。

1.2 引物的筛选与PCR扩增结果

对40对洋葱引物进行多态性分析, 获得8对多态性丰富、扩增谱带清晰的引物(表1), 总共获得50条条带, 其中有27条清晰、重复性高的多态性条带(等位变异), 多态性条带百分率为54%, 差异条带的分子量范围为300~700 bp。

表1 多态性SSR洋葱引物序列

Table 1 Sequences of the polymorphic SSR onion primer

| 引物 primer | 上游引物(5'→3') Forward primer sequences | 下游引物(5'→3') Reverse primer sequences |
|--------------|---|---|
| AMS03 | TAACCCTAGGATGAGTTGAG | GGATTCCTCTTGAGATGA |
| ACE039 | ATGGTCGTCCATTTCTTATTGAAGT | TTGAGTATGAGGCAGCATTCTACTG |
| ACE044 | ATGTACGCAGAAATCTCCTTTT | TTCAAATTTCTTTGCTGATGGGTTT |
| ACM235 | ACGCATTTTCAAATGAAGGC | TGAGTCGGCACTCACCTATG |
| ACE111 | ACTTGGATGTAGAACTTCACAACATT | TTGACCTAACAAATATAGTCCCACAAA |
| AMS30 | CACTAATGGGGTAAATAATGTTCTAC | TTGCCTTGAAATCCAGAC |
| AMS12 | AATGTTGCTTTCTTTAGATGTTG | TGCAAAATTACAAGCAAACCTG |
| ACM154 | CTTGTTTTGGCAGTTGGGAT | CGATGAATACCCGATGACG |

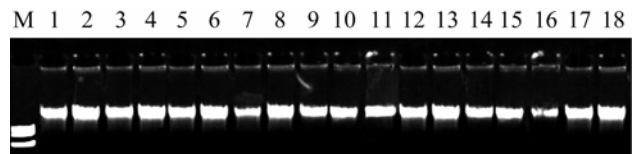


图1部分洋葱品种的基因组DNA琼脂糖凝胶电泳检测结果
注: M: DNA marker D15000; 1~18号依次是编号1~18号洋葱品种

Figure 1 Parts test results of genomic DNA of onion use Agarose gel electrophoresis

Note: M: DNA marker D15000; No.1~18 is Followed by No. 1~18 onion varieties

1.3 遗传多态性分析

依据SSR鉴定数据, 计算出各引物遗传多样性参数(表2)。8对引物的平均多态性信息量(PIC)为0.497 3, 变化范围为0.225 4~0.698 7, ACE044引物最低, ACE111引物最高(图2), 表明引物ACE111的遗传多样性较丰富, 引物ACE044的遗传多样性较窄。

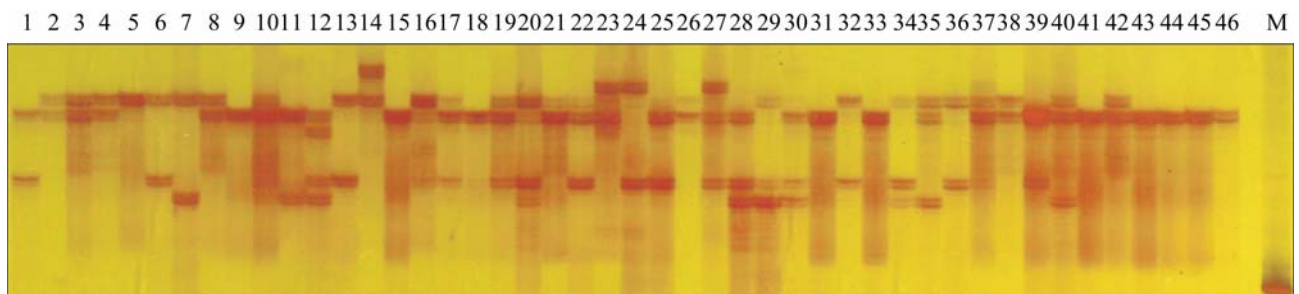


图2 引物ACE111在部分洋葱品种的扩增条带

注: M: Trans DNA marker I; 1~46: 1~46编号洋葱品种

Figure 2 The PCR amplification products in parts of onion varieties with primers ACE111

Note: M: Trans DNA marker I; 1~46: No.1~46 onion varieties

表2 63份洋葱材料基于8对SSR引物的遗传多样性分析

Table 2 Analysis of genetic diversity for 63 onion accessions using 8 SSR primer pairs

| 引物 Primer | 多态性信息量 PIC | 等位变异数 NA | 有效等位变异数 NE | Shannon 信息 指数 I | 观察杂合度 Ho | 期望杂合度 He | Nei's 基因多样 性指数 H |
|--------------|---------------|-------------|---------------|-----------------------|-------------|-------------|------------------------|
| AMS03 | 0.491 2 | 3 | 2.036 4 | 0.847 4 | 0.603 2 | 0.513 0 | 0.508 9 |
| ACE039 | 0.335 3 | 2 | 1.610 5 | 0.566 8 | 0.278 7 | 0.382 2 | 0.379 1 |
| ACE044 | 0.225 4 | 2 | 1.211 9 | 0.317 9 | 0.161 3 | 0.176 2 | 0.174 8 |
| ACM235 | 0.344 2 | 2 | 1.621 3 | 0.571 3 | 0.350 0 | 0.386 4 | 0.383 2 |
| ACE111 | 0.698 7 | 5 | 3.446 0 | 1.370 9 | 0.790 3 | 0.715 6 | 0.709 8 |
| AMS30 | 0.618 2 | 4 | 2.961 3 | 1.193 3 | 0.084 7 | 0.668 0 | 0.662 3 |
| AMS12 | 0.571 2 | 3 | 2.505 7 | 0.998 2 | 0.688 5 | 0.605 9 | 0.600 9 |
| ACM154 | 0.694 4 | 4 | 3.861 4 | 1.366 9 | 0.564 5 | 0.747 0 | 0.741 0 |

8对引物的等位变异数(NA)变幅为2~5条, 平均3.125条; 有效等位变异数(NE)范围为1.211 9~3.861 4, 平均为2.406 8。Shannon信息指数(I)变幅为0.317 9~1.370 9, 平均为0.904 1; 观察杂合度(Ho)变幅为0.084 7~0.790 3, 平均为0.440 1, 反映杂合位点在基因组中所占比例高; 期望杂合度(He)的变化幅度为0.176 2~0.747 0, 平均为0.524 3。结果表明洋葱试材的普遍存在杂交, 杂交率较高。Nei's基因多样性指数(H)的变化幅度为0.174 8~0.741 0, 平均为0.520 0。表明所选引物扩增的多态性存在较大的差异, 遗传多样性丰富。

1.4 聚类分析

基于遗传相似系数, 利用UPGMA法对试验材料进行聚类分析(图3), 结果表明, 种质资源在遗传相似系数0.65为阈值时聚为两大类5个组群。A类中的A1和A2分别为中日照早熟品种和短日照品种。B类中的B11组包括24份种质资源, 5份国内品种, 剩余19份为国外品种, 其中11份美洲品种, 6份欧洲品种, 日本和澳大利亚各1份; B12组包括13份种质资源, 主要是Spanish的长日照品种, 编号62、63的两个洋葱品种的遗传相似系数都达到了1.00, 说明这两个品种的亲缘关系很近, 或者两份样品可能就是同一品种; B2组包含8份种质资源, 为中日照晚熟品种, 5份国内品种, 其它为国外品种; 结果显示63份洋葱品种可分为两。大类, 其中短日照洋葱与部分中日照早熟洋葱品种聚一大类, 长日照与部分中日照晚熟洋葱品种另聚一大类, 而在长日照类型中Yellow Globe Danvers耐贮性品种聚为一个类

群, Spanish长日照类型品种聚为一个类群; 就品种的外皮颜色而言, 每一类里都有紫皮、红皮、黄皮或白皮品种。上述结果与生态学的分类相一致, 表明了中日照类型洋葱起源分化的复杂性, 同时较好的揭示了洋葱种质资源遗传多样性与种内亲缘关系, 为遗传育种和选择杂交亲本提供科学依据。

2 讨论

关于洋葱的种质资源遗传多样性研究已有报道, 研究方法一般有形态学鉴定(D'ennequin et al., 1997)、细胞学鉴定(Ricroeh et al., 1992)、生化学鉴定(Peffley et al., 1987; Rouamba et al., 1993; Bradeen et al., 1995; Bark et al., 1995)、分子鉴定(Sangeeta et al., 2006)等。Kutty 等用RAPD 标记评价了24个短日照洋葱的遗传多样性(Kutty et al., 2006); 崔成日等用RAPD技术对41份长日照洋葱的种质资源的遗传多样性进行了分析(Cui et al., 2006); 徐启江等应用4条扩增产物条带清晰、多态性高的ISSR引物对32份长日照洋葱种质资源的遗传多样性进行了分析, 共扩增出39条带, 其中31条带为多态性位点, 多态性条带比率(PPB)为79.48%, 为洋葱遗传育种和杂交选择提供科学依据(徐启江等, 2007)。Fischer等利用30个STMs位点对83个洋葱品种进行遗传多样性分析, 发现一些多态性位点可用来区分亲缘关系很近的品种, 认为SSR是进行品种基因型鉴定和分析种内关系的有效工具(Fischer et al., 2000)。上述以往的研究多集中在仅对洋葱的短、中、长日照三个类群中的一个类群进行分析, 而本研究同时对包括三个类群中的63份洋葱材料进行分子聚类分析,

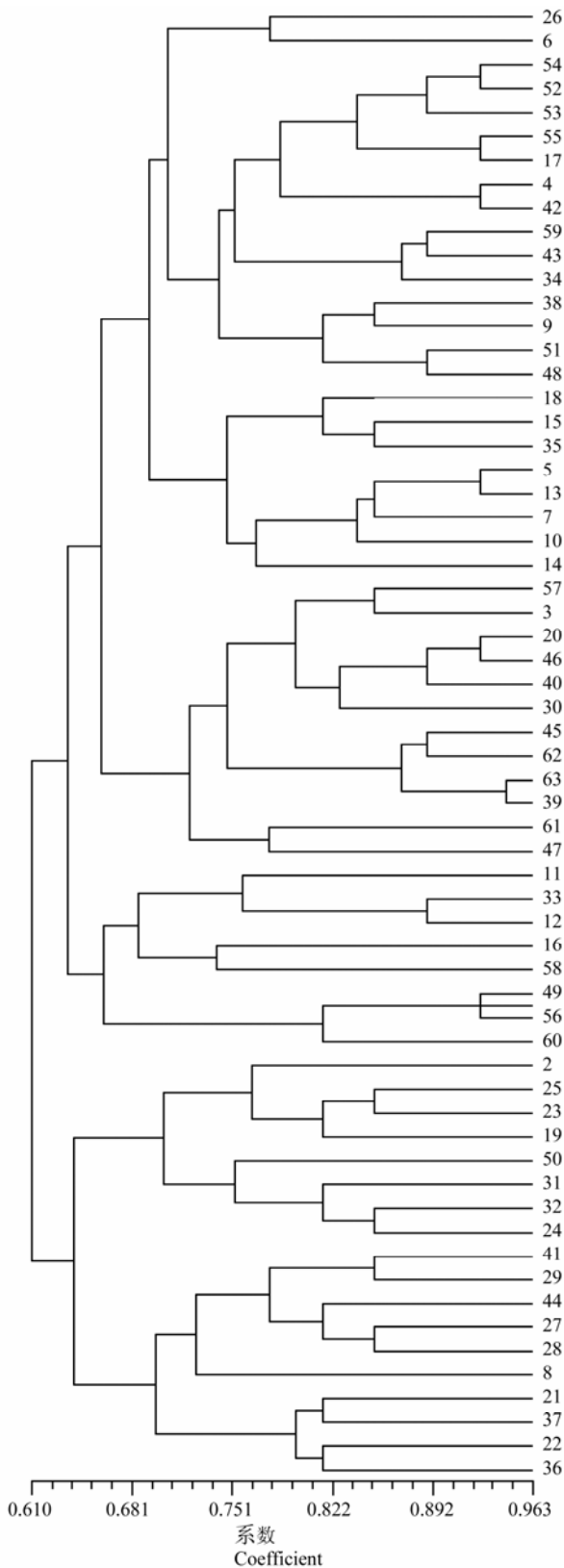


图3 63份洋葱品种SSR统计结果聚类图
Figure 3 The tree plot of clustering analysis on SSR result of 63 onion varieties accessions

更好的揭示了洋葱种质资源遗传多样性。

3材料和方法

3.1试验材料

本试验研究的63份洋葱种质资源,其中30份种植于国家蔬菜工程技术研究中心农场大棚,采取洋葱嫩叶,其余洋葱品种直接采用种子作为试材,均由国家蔬菜工程技术研究中心提供(表3)。

3.2基因组DNA的提取

采用改良的CTAB法(王永勤等, 2010)进行试材基因组DNA的提取,利用分光光度计及琼脂糖凝胶电泳法进行DNA浓度和纯度检测。

3.3引物筛选与PCR扩增

以9个形态差异显著的洋葱样品DNA为模板对40对洋葱SSR引物进行筛选,引物由北京奥科生物技术有限公司合成。PCR扩增体系是为20 μ L,包含30 ng DNA模板、200 μ mol/L dNTP、1.5 μ mol/L引物、1.5 mmol/L Mg^{2+} 、0.3 U *Taq* DNA聚合酶,补水到20 μ L。PCR反应程序: 94 $^{\circ}$ C预变性2.0 min; 94 $^{\circ}$ C变性0.5 min; 62 $^{\circ}$ C~50 $^{\circ}$ C (-1 $^{\circ}$ C/1个循环)退火0.5 min; 72 $^{\circ}$ C延伸0.5 min, 12个循环; 94 $^{\circ}$ C变性0.5 min; 55 $^{\circ}$ C退火0.5 min; 72 $^{\circ}$ C延伸0.5 min, 22个循环; 72 $^{\circ}$ C延伸4.0 min; 最后4 $^{\circ}$ C保存。

3.4电泳与银染检测

PCR扩增产物在6%的聚丙烯酰胺凝胶电泳分离后, ddH₂O快速清洗2次, 0.2%硝酸银染色12 min, ddH₂O再清洗2次, 显影液1.5% NaOH, 1%甲醛溶液显色。电泳缓冲液为1 \times TBE, 电压70 V, 电泳1.5~2.0 h。

3.5数据统计分析

SSR扩增以0、1、9统计建立数据库,在相同迁移位置上,有带记为“1”,无带或带极弱记为“0”,缺失记为“9”,得到原始数据。应用Popgene Ver. 1.32软件计算参试资源的等位基因数(NA)、有效等位基因数(NE)、Shannon-Weaver信息指数(I)、观察杂合度(Ho)、期望杂合度(He)、Nei's基因多样性指数(H)等参数。用PIC-CALC分析多态性信息量PIC。采用非加权平均法(UPGMA)进行聚类分析,得到遗传相似系数,并建立聚类图。统计数据在NTSYS-pcVer.

表3 63份供试洋葱品种

Table 3 63 of onion varieties in this study

| 编号 No. | 品种 Onion Accessions | 生态型 Col | 产地 Producing Area | 编号 No. | 品种 Onion Accessions | 生态型 Col | 产地 Producing Area |
|-----------|--|--|----------------------------|-----------|---------------------------------|--|------------------------------|
| 1 | 金球 3 号 Golden Globe 3 | 长日黄皮晚熟 LD Yellow IM | 本中心 the Centre | 33 | 西安红皮 Xi'an red | 中日紫皮晚熟 ID Purple LM | 中国西安 China Xi'an |
| 2 | 泉州中甲高黄 TOKITA Quan zhou yellow TOKITA | 中日黄皮早熟 ID Yellow EM | 日本 Japan | 34 | 红宝 901 Hong bao 901 | 长日红皮晚熟 LD Red LM | 美国 USA |
| 3 | REGIMENT | Spanish 长日黄皮中熟 Spanish LD Yellow IM | 美国 USA | 35 | ARSENAL | 长日黄皮中熟 LD Yellow IM | 美国 USA |
| 4 | 瑞光 RIKON Rui Guang | 长日黄皮晚熟 LD Yellow LM | 英国 UK | 36 | Spring Slim | 短日黄皮中熟 SD Yellow IM | 日本 Japan |
| 5 | Gladiator 2.5B | 长日黄皮晚熟 LD Yellow LM | 澳大利亚 Australia | 37 | 改良 502 洋葱 Improved 502 onion | 短日黄皮中熟 SD Yellow IM | 美国 USA |
| 6 | Early yellow globe | 长日黄皮中熟 LD Yellow IM | 英国 UK | 38 | 俄罗斯红皮洋葱 Russia Red onion | 长日红皮晚熟 LD Red LM | 俄罗斯 Russia |
| 7 | 319 A line | 长日黄皮中熟 LD Yellow IM | 阿根廷 Argentina | 39 | Yellow sweet Spanish | Spanish 长日黄皮中熟 Spanish LD Yellow IM | 美国 USA |
| 8 | Centurion | 短日黄皮早熟 SD Yellow EM | 澳大利亚 Australia | 40 | XPB 15110 | Spanish 长日黄皮中熟 Spanish LD Yellow IM | 美国 USA |
| 9 | EARL | 长日黄皮晚熟 LD Yellow LM | 美国 纽约 USA | 41 | XPB 6800 | 短日黄皮中熟 SD Yellow IM | 美国 USA |
| 10 | TRIBUTE | 长日黄皮晚熟 LD Yellow LM | 美国 USA | 42 | Domingo F1 | 长日黄皮晚熟 LD Yellow LM | 荷兰 Netherlands |
| 11 | 红皮高桩圆葱 Red high pile onion | 中日紫皮晚熟 ID Purple LM | 中国西安 China Xi'an | 43 | ICENI F1 | 长日黄皮晚熟 LD Yellow LM | 英国 UK |
| 12 | CH 1060 | 中日黄皮晚熟 ID Yellow LM | 荷兰 Netherlands | 44 | 西葱 1 号 Xi cong 1 | 短日黄皮早熟 SD Yellow EM | 中国西昌 China Xi'chang |
| 13 | BARRAGE | 长日黄皮中熟 LD Yellow IM | 美国 USA | 45 | BRAVO | Spanish 长日黄皮中熟 Spanish LD Yellow IM | 美国 USA |
| 14 | White sweet Spanish | Spanish 长日黄皮中熟 Spanish LD Yellow IM | 美国 USA | 46 | RIVIERA | Spanish 长日黄皮中熟 Spanish LD Yellow IM | 美国 USA |
| 15 | 空知黄 Kong Zhi Huang | 长日黄皮中熟 LD Yellow IM | 日本北海道 Japan Hokkaido | 47 | XPB 15043 | Spanish 长日黄皮中熟 Spanish LD Yellow IM | 美国 USA |
| 16 | 大阪丸黄玉葱 Osaka Wan yellow bery | 中日黄皮晚熟 ID Yellow LM | 日本 Japan | 48 | HAMLET | 长日黄皮晚熟 LD Yellow LM | 美国 USA |
| 17 | Wolska Type Poland | 长日黄皮晚熟 LD Yellow LM | 波兰 Poland | 49 | 山东泰山红冠 Hong guan | 中日紫皮晚熟 LD Purple LM | 中国山东泰山 China Shan dong |
| 18 | FLAGSHIP | 长日黄皮晚熟 LD Yellow LM | 美国 USA | 50 | 泉黄 2 号 Quan huang 2 | 中日黄皮早熟 ID Yellow EM | 日本 Japan |

续表 3
Continuing table 3

| 编号 No. | 品种 Onion Accessions | 生态型 Col | 产地 Producing Area | 编号 No. | 品种 Onion Accessions | 生态型 Col | 产地 Producing Area |
|-----------|---|--|---------------------------------|-----------|--|--|---------------------------------|
| 19 | 红玉 Red Bery | 中日紫皮早熟 ID Purple EM | 中国陕西 China Shanxi | 51 | CELTIC | 长日黄皮中熟 LD Yellow IM | 美国 USA |
| 20 | XPH15040 | Spanish 长日黄皮中熟 Spanish LD Yellow IM | 美国 USA | 52 | 宁夏黄皮圆葱 Ning xia yellow onion | 长日黄皮中熟 LD Yellow IM | 中国宁夏 China Ning xia |
| 21 | 黄皮 502PRR yellow 502PRR | 短日黄皮中熟 SD Yellow IM | 美国 USA | 53 | 甘肃红皮洋葱 Ganshu red onion | 长日紫皮中熟 LD Purple IM | 中国甘肃 China Gan su |
| 22 | 早熟赤玉 Zao shu Chi yu | 短日赤红皮中熟 SD Crimson IM | 本中心 The centre | 54 | 高桩圆葱 high pile onion | 长日黄皮早熟 LD Yellow EM | 中国宁夏 China Ning xia |
| 23 | 泉州中甲高黄 Quan zhou yellow | 中日黄皮早熟 ID Yellow EM | 日本 Japan | 55 | 熊岳圆葱 Xiong Yue onion | 长日黄皮早熟 LD Yellow EM | 中国辽宁 China Liao ning |
| 24 | 泉州黄 2 号 Quan zhou yellow 2 | 中日黄皮早熟 ID Yellow EM | 日本 Japan | 56 | 邯郸紫星 Han dan Zixing | 中日紫皮晚熟 ID Purple LM | 中国邯郸 China Han dan |
| 25 | 连云港黄皮 7 号 Lian yun gang yellow 7 | 中日黄皮早熟 ID Yellow EM | 中国连云港 China Lian yun gang | 57 | XPH 6808 | Spanish 长日黄皮中熟 Spanish LD Yellow IM | 美国 USA |
| 26 | 106B 系 106B | 长日黄皮晚熟 LD Yellow LM | 美国 USA | 58 | RADAR | 中日黄皮晚熟 ID Yellow LM | 荷兰 Netherlands |
| 27 | Crystal wax pickling PRR 6 on | 短日黄皮早熟 SD Yellow EM | 荷兰 Netherlands | 59 | VIPER | 长日黄皮晚熟 LD Yellow LM | 美国 USA |
| 28 | 西葱 3 号 Xi cong 3 | 短日黄皮早熟 SD Yellow EM | 中国西昌 China Xi Chang | 60 | 连云港黄皮 5 号 Lian yun gang yellow 5 | 中日黄皮晚熟 ID Yellow LM | 中国连云港 China Lian yun gang |
| 29 | Blanc de Lisbonne | 短日白皮早熟 SD White EM | 葡萄牙 Portugal | 61 | XPH 15122 | Spanish 长日黄皮中熟 Spanish LD Yellow IM | 美国 USA |
| 30 | NM 162 | Spanish 长日黄皮中熟 Spanish LD Yellow IM | 墨西哥 México | 62 | XPH 15067 | Spanish 长日黄皮中熟 Spanish LD Yellow IM | 美国 USA |
| 31 | Majski srebrnjak | 中日白皮早熟 ID White EM | 波兰 Poland | 63 | SEVILLE | Spanish 长日黄皮中熟 Spanish LD Yellow IM | 美国 USA |
| 32 | 河南红皮洋葱 He nan red onion | 中日紫皮早熟 ID Purple EM | 中国河南 China He nan | | | | |

注: 长日照, 中日照, 短日照; 早熟, 中熟, 晚熟
Note: LD, ID, SD; EM, IM, LM

2.10e软件下处理。

作者贡献

关绚丽、田保华完成数据分析, 论文初稿的写作; 梁毅、王永勤是项目的构思者及负责人, 指导实验设计, 数据分析, 论文写作与修改。全体作者都阅读并同意最终的文本。

致谢

本研究由北京农林科学院青年科研基金项目“洋葱异源细胞质雄性不育系快速转育技术及育种应用研究”(BAAFS200901)资助。感谢两位匿名的同行评审人的评审建议和修改建议。本文中提到了我们实验中涉及的有关试剂供

应商和测序服务商, 这并非我们为这些试剂供应商和测序服务商的产品和服务提供推荐或背书。

参考文献

- Bark H., and Havey J., 1995, Similarities and relationships among open-pollinated populations of the bulb onion as estimated by nuclear RFLPs, *Theoretical and Applied Genetics*, 90(3-4): 607-614
- Bradeen M., and Havey J., 1995, Restriction fragment length polymorphisms reveal considerable nuclear divergence within a well-supported maternal clade in *Allium* section *Cepa* (Alliaceae), *American Journal of Botany*, 82(11): 1455-1462
- Chen B.X., Hou X.L., Chen X.F., Zhang J.Y., and Xue P., 2007, Identification of RAPD and SCAR markers linked to cytoplasmic male sterility of onion line, *Nanjing Nongye Daxue Xuebao (Journal of Nanjing Agricultural University)*, 30(4): 16-19(陈沁滨, 侯喜林, 陈晓峰, 张静宜, 薛萍, 2007, 洋葱细胞质雄性不育基因RAPD及SCAR分子标记研究, *南京农业大学学报*, 30(4): 16-19)
- Cui C.R., Xu Q.J., Cui C.S., and Li J.P., 2006, An analysis of onion genetic diversity by RAPD, *Acta Horticulturae Sinica*, 33(4): 863-865
- D'ennequin L.T., Panaud O., Robert T., and Richroch A., 1997, Assessment of genetic relationships among sexual and asexual forms of *Allium cepa* using morphological traits and RAPD markers, *Heredity*, 78(4): 403-409
- Fischer D., and Bachmann K., 2000, Onion microsatellites for germplasm analysis and their use in assessing intra- and interspecific relatedness within the subgenus *Rhizirideum*, *Theoretical and Applied Genetics*, 101(1-2): 153-164
- Hou X.L., and Wu Z.X., 1997, Cultivation, utilization, storage and processing of onion in China, *The international symposium on the utilization and processing of onions*, Mokpo: Food Industrial Technology Research Center, Mokpo National University, pp.107-121
- Kutty M., Gowda R., and Lalitha A., 2006, Analysis of genetic diversity among Indian short-day onion (*Allium cepa* L.) cultivars using RAPD markers, *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 81(4): 774-778
- Liu B.J., Yang Y.Y., and Wu X., 2007, Application of DNA Molecular Markers in Onion Genetics and Breeding, *Fenzi Zhiwu Yuzhong (Molecular Plant Breeding)*, 5(6S): 118-122 (刘冰江, 杨妍妍, 吴雄, 2007, DNA分子标记在洋葱遗传育种研究中的应用, *分子植物育种*, 5(6S): 118-122)
- Peffley E.B., and Orozco-Castillo C., 1987, Polymorphism of isozymes within plant introductions of *Allium cepa* L. and *Allium fistulosum* L., *Horticultural Science*, 22: 956-957
- Ricroeh A., Peffley E.B., and Baker R.J., 1992, Comosomal location of rDNA in *Allium*: in situ hybridization using biotin and fluorescein-labeled probe, *Theoretical and Applied Genetics*, 83: 413-418
- Rouamba A., Ricroeh A., and Sarr A., 1993, Collecting onions germplasm in west Africa, *FAO DBPRG Plant Genetic Resources Newsletter*, 95: 5-17
- Sangeeta K.M., Veere G.R., 2006, Analysis of genetic diversity among Indian short-day onion (*Allium cepa* L.) cultivars using RAPD markers, *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 81(4): 774-778
- Wang Y.Q., Tian B.H., and Liang Y., 2010, Production and Characterization of Interspecific Hybrids Between Welsh Onion and Onion, *Zhongguo Nongye Kexue (Scientia Agricultura Sinica)*, 43(10): 2115-2121(王永勤, 田保华, 梁毅, 2010, 大葱和洋葱种间杂种的获得及其特性, *中国农业科学*, 43(10): 2115-2121)
- Xu Q.J., Cui C.R., Jia T.J., 2007, Genetic Diversity Analysis of Onion (*Allium cepa* L.) Germplasm by ISSR Markers, *Nongye Shengwu Jishu Kexue (Chinese Agricultural Science Bulletin)*, 23(6): 126-130(徐启江, 崔成日, 贾铁金, 2007, 洋葱种质资源遗传多样性的ISSR分析, *农业生物技术科学*, 23(6): 126-130)



BioPublisher是一个致力于发表生物科学研究论文、开放取阅的出版平台

在BioPublisher上发表论文, 任何人都可以免费在线取阅您的论文

- ※同行评审, 论文接受严格的高质量评审
- ※在线发表, 论文一经接受, 即刻在线发表
- ※开放取阅, 任何人都可免费取阅无限使用
- ※快捷搜索, 涵盖谷歌学术搜索与知名数据库
- ※论文版权, 作者拥有版权读者自动授权使用

在线投稿: <http://chinese.sophiapublisher.com>