

# 利用 SSR 分子标记鉴定小西瓜鲁彩蜜 131 杂交种纯度

刘 鹏, 高 超, 李 帅, 董玉梅, 王崇启, 焦自高, 孙建磊

(山东省农业科学院蔬菜研究所·农业农村部黄淮设施园艺工程重点实验室·  
山东省大宗露地蔬菜育种重点实验室 济南 250100)

**摘 要:** 为了快速提高小西瓜杂交品种鲁彩蜜 131 的纯度鉴定效率, 本试验通过多态性标记筛选, 从 22 对核心 SSR 标记中挑选出 2 对在亲本间呈多态性且条带清晰的标记。利用上述 2 对标记对 92 个鲁彩蜜 131 单株开展纯度分子鉴定, 发现 92 个单株中有 90 个单株呈现出与父母本互补的共显性条带, 2 个单株的特征条带与母本相同, 经统计种子纯度达 97.83%, 且田间表型鉴定的结果和分子标记鉴定结果完全一致; 并进一步验证了 2 对标记在区分鲁彩蜜 131 与其他西瓜品种或组合中的有效性, 证实其具备良好的品种特异性。综上, 2 对 SSR 分子标记可用于小西瓜鲁彩蜜 131 种子纯度和品种真实性鉴定。本研究结果为西瓜杂交种纯度和真实性鉴定提供了技术参考, 对西瓜种子质量控制具有重大意义。

**关键词:** 西瓜; 鲁彩蜜 131; 杂交种; SSR 标记; 纯度鉴定

中图分类号: S651

文献标志码: A

文章编号: 1673-2871(2026)08-078-07

## Identification of hybrid purity of small watermelon variety Lucaimi 131 using SSR molecular marker

Liu Peng, Gao Chao, Li Shuai, Dong Yumei, Wang Chongqi, Jiao Zigao, Sun Jianlei

(Institute of Vegetables, Shandong Academy of Agricultural Sciences/Key Laboratory of Huang Huai Protected Horticulture Engineering, Ministry of Agriculture and Rural Affairs/Shandong Key Laboratory of Bulk Open-field Vegetable Breeding, Jinan 250100, Shandong, China)

**Abstract:** To improve the efficiency of purity identification for the miniature watermelon hybrid cultivar Lucaimi 131, this study screened polymorphic markers and selected two pairs of simple sequence repeat (SSR) markers that exhibited clear banding patterns and polymorphism between the parental lines from a panel of 22 core SSR markers. These two selected marker pairs were subsequently employed to conduct molecular purity identification on 92 individual plants of Lucaimi 131. Among the 92 plants, 90 exhibited co-dominant bands complementary to both parents, while two plants displayed banding patterns identical to the maternal parent. Statistical analysis indicated a seed purity of 97.83%. Furthermore, the results of field phenotypic identification were completely consistent with those of the molecular marker analysis. Further validation confirmed the effectiveness of these two markers in distinguishing Lucaimi 131 from other watermelon cultivars or combinations, demonstrating their excellent cultivar specificity. In conclusion, these two SSR markers are suitable for the purity and authenticity identification of Lucaimi 131 seeds. The findings of this study provide a technical reference for the purity and authenticity identification of watermelon hybrids and hold significant implications for the quality control of watermelon seeds.

**Key words:** Watermelon; Lucaimi 131; Hybrid; SSR marker; Purity identification

西瓜 (*Citrulus lanatus* L.) 是葫芦科一年生植物, 富含维生素 A、维生素 C、维生素 B6、钾、镁、番茄红素以及  $\beta$ -胡萝卜素等营养成分, 是夏日消暑佳

品, 备受人们青睐<sup>[1]</sup>。2023 年, 我国西瓜栽培面积约 150 万  $\text{hm}^2$ , 占全球总面积的 43%; 产量约 6000 万 t, 占全球总产量的 60%, 栽培面积和产量均位居全球

收稿日期: 2025-09-08; 修回日期: 2025-12-01

基金项目: 山东省技术创新引导计划(中央引导地方科技发展资金)(YDZX2024020); 国家现代农业产业技术体系建设专项(CARS-25); 山东省农业良种工程项目(2024LZGCQY016); 国家盐碱地中心“揭榜挂帅”项目(GYJ2023004)

作者简介: 刘 鹏, 男, 助理研究员, 主要从事西瓜、甜瓜育种和栽培研究工作。E-mail: 1019901487@qq.com

通信作者: 孙建磊, 女, 副研究员, 主要从事西瓜、甜瓜遗传育种工作。E-mail: sunjianlei06@163.com

第一<sup>[2]</sup>。

目前,生产上的西瓜品种以杂交种为主。然而,在杂交制种过程中,由于去雄不彻底、昆虫传粉干扰以及机械混杂等问题,杂交种子的纯度往往难以保证,这不仅降低了西瓜的产量和品质,还造成大量经济损失<sup>[3]</sup>。因此,开发一种高效、精准的杂交种纯度鉴定技术,对提升种子质量、保障农业生产效益具有重要的实践意义<sup>[4]</sup>。

以往大部分作物杂交种的纯度鉴定依赖于田间表型调查。但该方法存在鉴定周期长、消耗大量人力和物力,且极易受到种植环境的影响和鉴定效率低等问题。近年来,分子生物学技术的快速发展,为作物杂交种的纯度鉴定带来了全新的解决办法。基于DNA分析的分子标记技术,催生了农作物杂交种纯度的室内鉴定技术。目前,分子标记技术已在多种蔬菜作物的纯度鉴定中得到了成熟运用,包括黄瓜<sup>[5]</sup>、西瓜<sup>[6]</sup>、甜瓜<sup>[7]</sup>等瓜类作物,以及番茄<sup>[8]</sup>、大白菜<sup>[9]</sup>、油菜<sup>[10]</sup>和萝卜<sup>[11]</sup>等常见蔬菜种类。其中,简单序列重复标记(SSR)因具有在基因组中分布广泛、共显性遗传、多态性高且试验操作简便等优点,已成为作物品种鉴定和纯度分析中最常用的标记类型之一。尽管SSR技术本身已非常成熟,但

在实际应用中,尤其是在面对不断涌现的新品种时,存在引物选择代表性差和鉴别力不足的问题<sup>[12]</sup>。现有研究大多采用在特定杂交组合的亲本间进行大量引物筛选的策略,筛选出的引物可能仅适用于该特定组合,缺乏普适性,难以直接应用于其他品种或构建标准化的鉴定体系。

目前,基于西瓜全基因组序列开发出来的能够最大限度代表西瓜遗传多样性的23对核心SSR引物,其位点覆盖全基因组且均匀分布于西瓜的染色体上<sup>[13]</sup>。笔者以92株鲁彩蜜131及其双亲为试验材料,从中筛选出5对SSR多态性引物,再依据条带清晰度、亮度及差异状况,挑出2对SSR多态性引物。结合田间表型性状的调查结果,明确2对SSR引物的可靠性及鲁彩蜜131杂交种种子的纯度,以期西瓜品种纯度鉴定提供参考,对提高种业质量把控能力具有重要的实践意义。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

本试验所用材料包括鲁彩蜜131及其父母本(图1)、鲁红蜜520、金星、早春红玉、京美2K、京欣1号、早佳、墨童、小兰、全美2K、22050、22065、

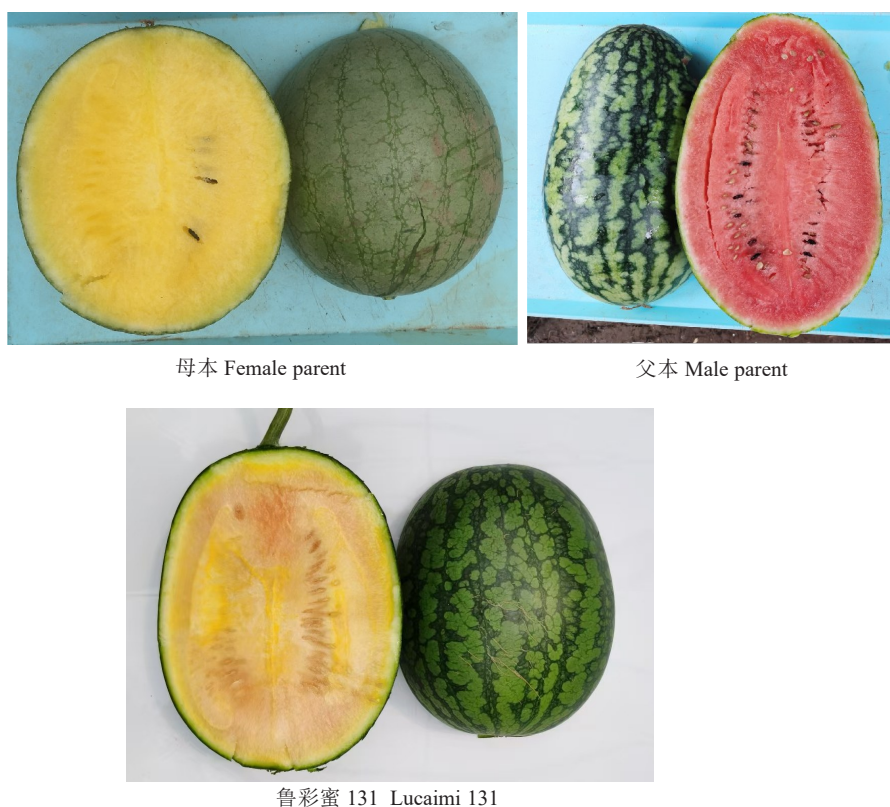


图1 鲁彩蜜131及其亲本  
Fig. 1 Lucaimi 131 and its parents

22075 和 4919 等品系。鲁彩蜜 131 及其父母本、鲁红蜜 520、金星和 4919 由山东省农业科学院蔬菜研究所瓜类蔬菜育种与栽培团队保存;早春红玉由日本米可多公司培育;京美 2K、京欣 1 号、全美 2K 购自北京井田农业科技公司;早佳由新疆农业科学院提供;墨童购自先正达生物科技(中国)有限公司;小兰购自台湾农友种苗公司;22050、22065、22075 由山东伟丽种苗公司提供。在 2024 年 2 月于山东省农业科学院蔬菜核心基地温室开展鲁彩蜜 131 杂交种及其父母本的育苗工作,常规管理,将幼苗定植于日光温室,并对所有单株挂牌编号。鲁红蜜 520 等品种或组合在种子萌发后取样待用。

## 1.2 西瓜基因组 DNA 提取

鲁彩蜜 131 杂交种及其亲本定植后,从双亲中各随机挑选 5 株,采集幼嫩叶片,获取双亲各自的混合样品用于 DNA 提取。依照田间编号,采集杂交种单株的幼嫩叶片用于 DNA 提取。鲁红蜜 520 等品种或组合在种子萌发后,每个品种或组合随机挑选 5 粒,采集胚根,混合样品用于 DNA 提取。采用 CTAB 法提取西瓜基因组 DNA<sup>[3]</sup>。获得的 DNA 模板均在 -20℃ 环境下保存,备用。

## 1.3 SSR 标记筛选

以鲁彩蜜 131 及其亲本 DNA 为模板对 22 对 SSR 引物进行多态性筛选<sup>[14]</sup>。PCR 扩增体系为:DNA 模板 2 μL;上游引物 1.5 μL;下游引物 1.5 μL;2×PCR Mix 5 μL,共计 10 μL。PCR 扩增程序:94℃预变性 3 min;94℃变性 30 s,60℃退火 30 s,72℃延伸 30 s,35 个循环;72℃延伸 5 min;4℃保存。PCR 产物的鉴定操作如下:采用 3% 琼脂糖凝胶电泳(180 V 30 min)对 PCR 扩增产物进行分离。待电泳结束之后,对扩增结果进行观察并做好记录。挑选目标引物,用于后续种子纯度的鉴定环节。

## 1.4 种子纯度鉴定

以 92 个鲁彩蜜 131 单株的 DNA 以及双亲的 DNA 作为模板,采用筛选得到的特异性 SSR 标记进行 PCR 扩增,通过电泳对扩增条带进行鉴定。杂交种纯度/%=具有双亲互补条带的样本数/鉴定的样本数×100。

## 1.5 田间性状调查鉴定

在 2024 年 3 月下旬,将 92 株鲁彩蜜 131 与 10 株亲本定植于山东省农业科学院蔬菜研究所核心种植基地的日光温室。果实成熟后,调查各单株的

果形、肉色等主要差异性状。

## 1.6 掺假法验证

选择鲁红蜜 520、金星、早春红玉、京美 2K、京欣 1 号、早佳、墨童、小兰、全美 2K、22050、22065、22075 和 4919 等品系作为假种子,提取 DNA 后,采用筛选的 SSR 标记,与鲁彩蜜 131 单株的 DNA 一起进行 PCR 扩增和电泳,验证 SSR 引物的特异性和有效性。

# 2 结果与分析

## 2.1 适于鲁彩蜜 131 纯度鉴定的 SSR 引物筛选

以鲁彩蜜 131 及其父母本 DNA 为模板,对 22 对 SSR 引物进行多态性筛选。结果显示,SSR-8、SSR-11、SSR-16、SSR-18、SSR-19 在父母本间扩增条带存在差异,且子代出现共显性条带。综合比较条带清晰度、亮度和差异程度,将 SSR-11 和 SSR-19 作为杂交种纯度鉴定的引物(图 2,表 1)。

## 2.2 利用 SSR 标记鉴定鲁彩蜜 131 种子纯度

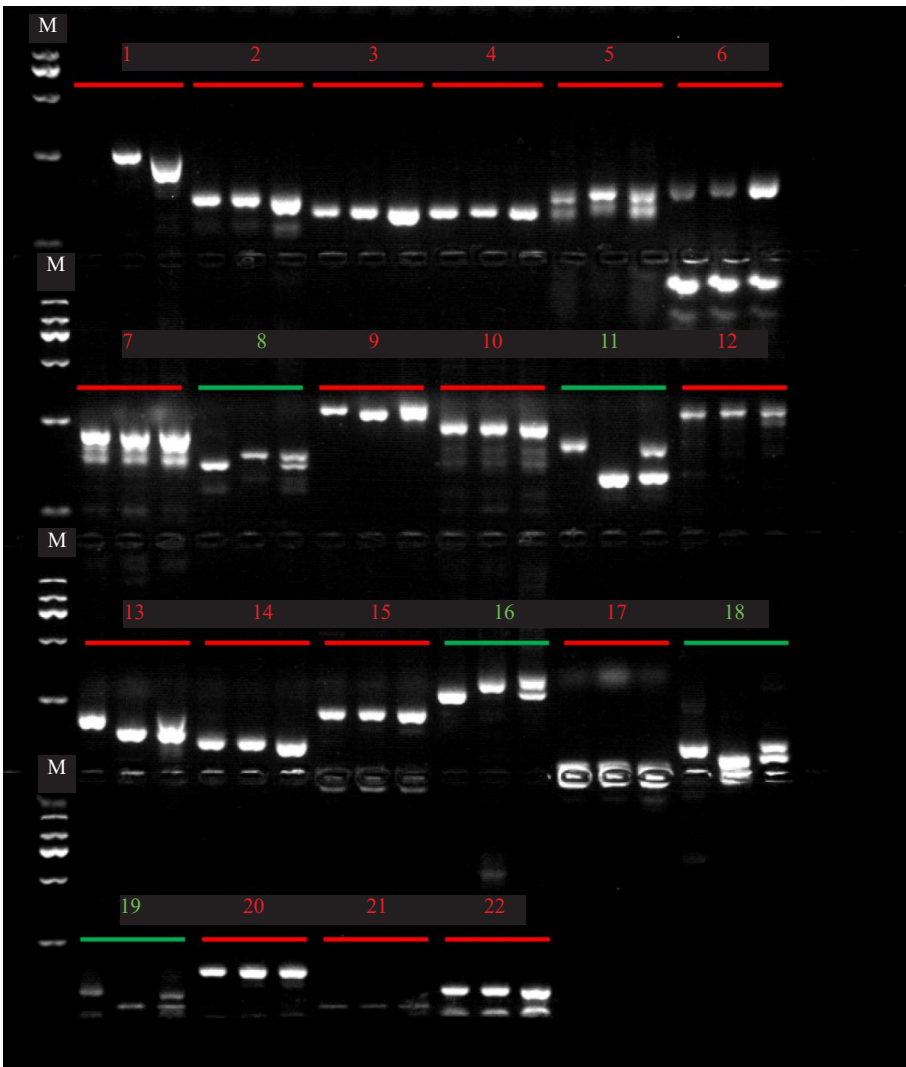
利用 2.1 筛选获得的标记 SSR-11 和 SSR-19 对 92 个鲁彩蜜 131 单株进行纯度鉴定。结果显示,SSR-11(图 3)与 SSR-19(图 4)鉴定结果一致,68 和 73 号待测单株与母本(P1)带型一致,该杂交种纯度为 97.83%。

## 2.3 鲁彩蜜 131 种子纯度田间鉴定

在田间农艺性状鉴定中发现,鲁彩蜜 131 母本果实圆形,果皮浅绿、覆细纹,果肉黄色,父本果实长椭圆形,果皮绿色、覆墨绿粗纹,果肉红色,鲁彩蜜 131 果实椭圆形,果皮绿色、覆深绿细纹,果肉黄红色,此性状可用于区分父母本和杂交种。调查鲁彩蜜 131 的 92 个单株,发现 90 个单株的农艺性状一致,果肉颜色为黄红色,而编号为 68 和 73 的 2 个单株性状与母本高度一致,果实圆形,果皮浅绿、覆细齿花纹,果肉黄色,该结果与 SSR 标记鉴定的结果一致。

## 2.4 SSR 标记对西瓜品种或组合的区分能力

为评估所选 SSR 标记的品种特异性,笔者进一步选取市场上在售的西瓜品种(早春红玉、全美 2K、墨童、小兰、鲁红蜜 520 等)及西瓜新组合(22050、22065、4919 等)作为对照,利用 SSR-11 和 SSR-19 进行扩增分析。结果显示,SSR-11 在 5 号即京欣 1 号中呈现与 14 号(鲁彩蜜 131)相同的特异性互补条带,而其他 12 个品种或组合均未出现与鲁彩蜜 131 相同的特异性互补条带(图 5-A);SSR-19 在 1 号即鲁红蜜 520 中呈现与鲁彩



注:M 为 2000 bp DNA marker; 1~22 为 22 对 SSR 引物;编号标绿色的为亲本间多态性引物。  
Note: M represents 2000 bp DNA marker; 1-22 represents 22 pairs of SSR primer; primers marked in green are polymorphic primers between parents.

图 2 筛选适于鲁彩蜜 131 纯度鉴定的 SSR 标记  
Fig. 2 Screening of SSR markers for purity identification of Lucaimi 131

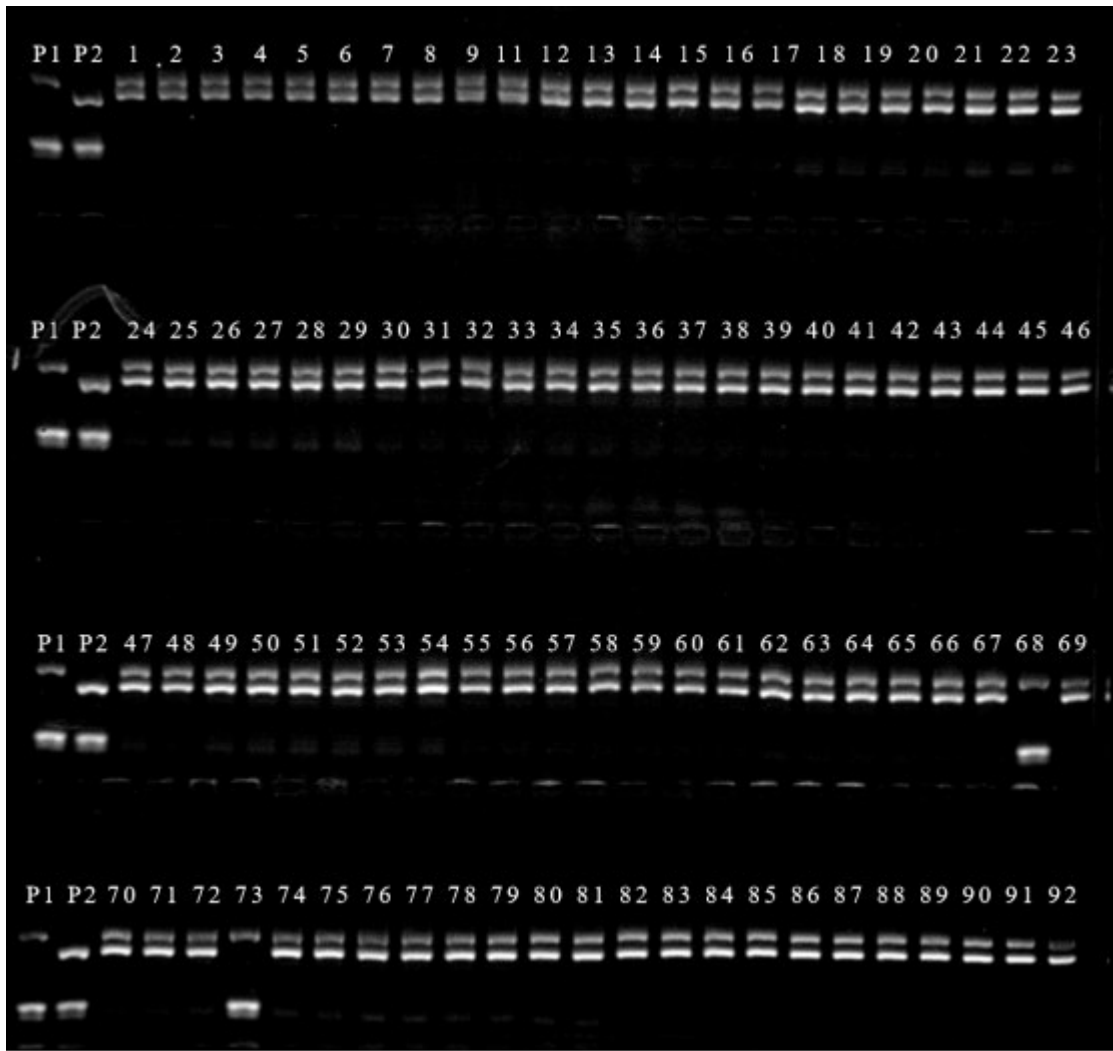
表 1 SSR-11 和 SSR-19 标记信息  
Table 1 Information for markers SSR-11 and SSR-19

| 引物编号<br>Primer No. | 所在染色体<br>Chromosome location | 正向引物<br>Forward primer   | 反向引物<br>Reverse primer       |
|--------------------|------------------------------|--------------------------|------------------------------|
| SSR-11             | 5                            | TGGCCTAGAAGATTATTGAGCTGC | CATTATCACATGGCAGATAATGGAAA   |
| SSR-19             | 8                            | TGAGAAAATGGAAGATGCAAATGA | TTCTTCTCACTCTCTCCTAAGATTTTGC |

蜜 131 相同的特异性互补条带,而其他 12 个品种或组合均未出现与鲁彩蜜 131 相同的特异性互补条带(图 5-B)。以上结果表明,所有对照品种或组合在两个标记位点上的扩增图谱均与鲁彩蜜 131 存在差异,这表明 SSR-11 和 SSR-19 可作为鲁彩蜜 131 的品种身份识别标记,能有效防范其他品种冒充。

### 3 讨论与结论

种子纯度是保障作物产量与品质的核心要素。传统的田间纯度鉴定工作量大且易受环境干扰,导致鉴定效率较低<sup>[15]</sup>。鉴于 SSR 标记鉴定速度快、成本低廉且准确性高的优势,其已广泛应用于杂交种子纯度鉴定<sup>[6-7,16-17]</sup>。任艺慈等<sup>[6]</sup>、何玉等<sup>[18]</sup>、尤



注:P1. 母本;P2. 父本;1~92. 鲁彩蜜 131 杂交种不同单株。图 4 同。

Note: P1 represents female parent; P2 represents male parent; 1-92 represents different individual plant of the Lucaimi 131 hybrid. The same for fig. 4.

图 3 利用引物 SSR-11 鉴定鲁彩蜜 131 品种纯度  
Fig. 3 Purity identification of Lucaimi 131 hybrid seeds based on SSR-11 primer

佳琪等<sup>[19]</sup>、杨会会等<sup>[20]</sup>、程维舜等<sup>[14]</sup>利用 SSR 标记对西瓜杂交种新喜 3 号、W1806、申蜜 968、锦霞八号、武农 8 号进行了纯度鉴定。这些研究表明 SSR 技术可应用于西瓜纯度与真实性鉴定。笔者利用 SSR 分子标记对西瓜杂交种鲁彩蜜 131 进行纯度鉴定,其结果与田间统计结果一致;筛选获得的特异性标记具有品种特异性,作为鲁彩蜜 131 的品种身份识别标记,能有效防范其他品种冒充,该标记可为鲁彩蜜 131 大量制种和品种开发推广提供帮助。

本研究的创新性主要体现在技术策略与方法体系的优化上。与以往多数研究采用“在特定杂交组合中随机筛选大量引物”的传统模式不同<sup>[7, 21]</sup>,本

研究应用了基于西瓜全基因组序列开发的 23 对核心 SSR 引物集<sup>[13]</sup>,从中筛选适用于鲁彩蜜 131 的多态性标记。核心引物集经过系统性验证,位点均匀分布于 11 条染色体上,能够最大限度代表西瓜的遗传多样性。本研究使用其中 22 对引物,在双亲间获得了 5 对多态性引物,筛选成功率达 23%,明显高于常规随机筛选的效率。此外,针对鲁彩蜜 131 等特色品种(如黄红瓢),若能结合关键性状(如瓢色)的功能标记<sup>[22-26]</sup>,将分子鉴定与表型鉴定有机结合,可进一步提升鉴定的精准度与效率。

琼脂糖凝胶电泳与聚丙烯酰胺凝胶电泳相比,具有操作简单、成本低、重复性好、显色方便、电泳图谱中的背景干扰少、能根据代表性品种的扩增条

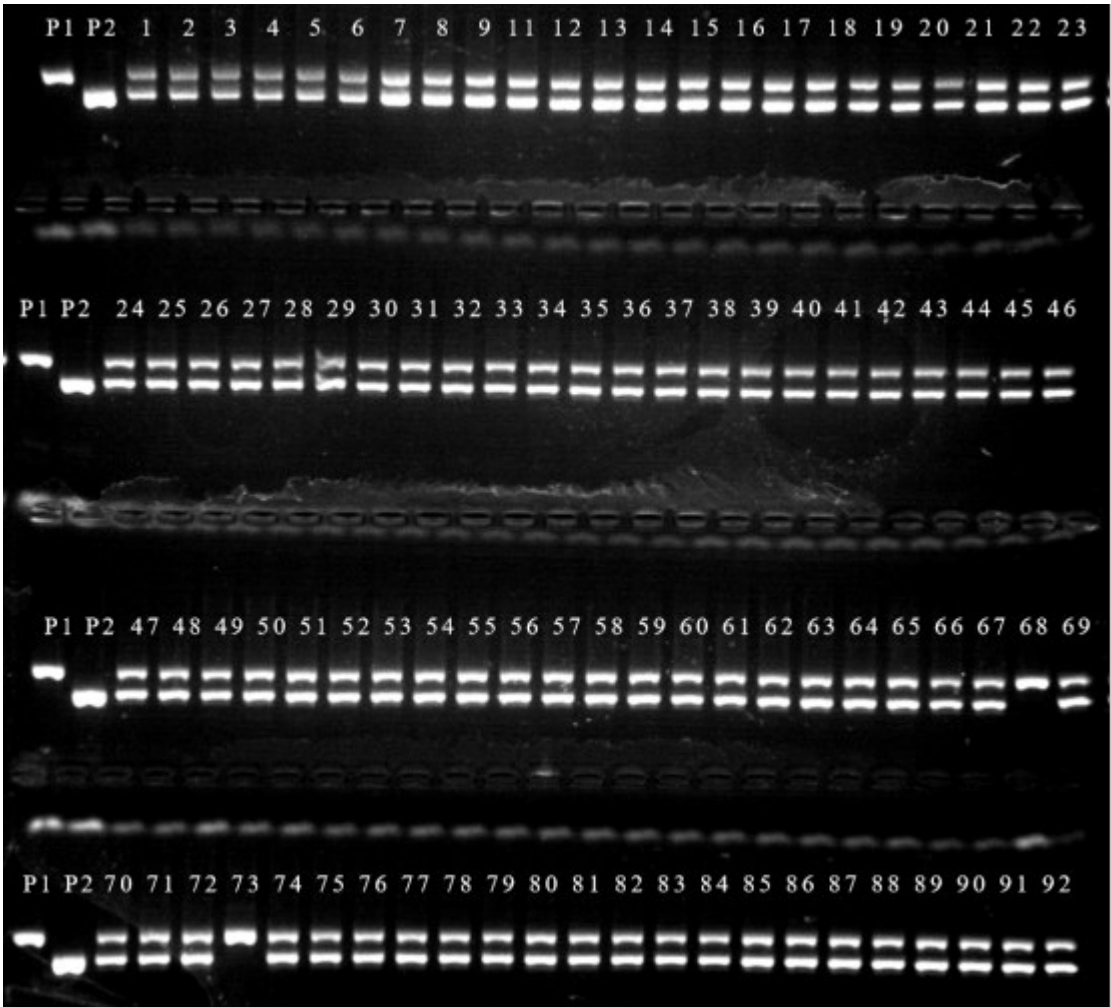
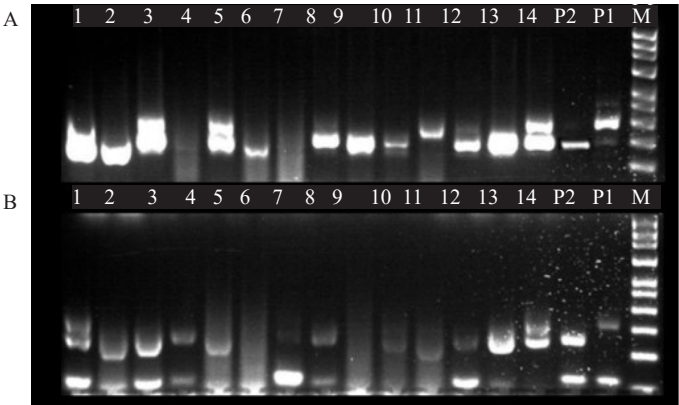


图 4 利用引物 SSR-19 鉴定鲁彩蜜 131 品种纯度  
Fig. 4 Purity identification of Lucaimi 131 hybrid seeds base on SSR-19 primer



注:P1. 母本;P2. 父本;1~14 分别代表鲁红蜜 520、金星、早春红玉、京美 2K、京欣 1 号、早佳、墨童、小兰、全美 2K、22050、22065、22075、4919 和鲁彩蜜 131。  
Note: P1 represents female parent; P2 represents male parent; 1-14 represents Luhongmi 520, Jinxing, Zaochunhongyu, Jingmei 2K, Jingxin No. 1, Zaojia, Motong, Xiaolan, Quanmei 2K, 22050, 22065, 22075, 4919, and Lucaimi 131, respectively.

图 5 利用引物 SSR-11(A)和 SSR-19(B)鉴定西瓜品种或组合  
Fig. 5 Identification of watermelon cultivars or hybrids using SSR-11(A) and SSR-19(B) primers

带实现不同批次结果间的横向比较等优点。笔者选用琼脂糖凝胶电泳安全可靠且快速高效。已有相关研究表明,利用 2~4 对多态性标记对种子纯度进行鉴定,可有效消除引物选择不当和其他杂交种混杂造成的误差,提高鉴定的准确性<sup>[10,27]</sup>。在本研究中虽然发现 5 对多态性引物,但笔者根据染色体位置、遗传连锁的紧密性及条带清晰度、亮度和差异性,最终选择分别位于 5 号和 8 号染色体上的 SSR-11 和 SSR-19 作为标记,可避免因标记连锁导致的鉴定结果相同,提高鉴定的准确性。此外,本研究还进一步验证了 SSR-11 和 SSR-19 在区分鲁彩蜜 131 与其他西瓜品种或组合中的有效性,证实其具备良好的品种特异性。这一特性对种子市场监管、品种权保护及防止假冒伪劣种子具有重要的应用价值。

综上所述,笔者从 22 对核心 SSR 标记中成功筛选出 2 对在亲本间具有多态性且条带清晰的标记,可用于鲁彩蜜 131 的杂交种纯度鉴定,与田间表型性状鉴定的结果一致,纯度均为 97.83%。此外,选用 SSR-11 和 SSR-19 标记能够将鲁彩蜜 131 与其他西瓜品种或组合进行有效区分。因此,SSR-11 和 SSR-19 可用于小西瓜鲁彩蜜 131 杂交种纯度鉴定,本研究结果为鲁彩蜜 131 杂交种生产及其推广应用奠定了基础。

### 参考文献

- [1] 戴思慧,孙小武,熊兴耀,等.西瓜综合利用研究进展及深加工发展趋势[J].中国园艺文摘,2010,26(10):57-59.
- [2] 李灿鹏,方珂,熊程,等.外源 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 结合蛭石引发对低温下无籽西瓜种子生理及转录组的影响[J].中国瓜菜,2025,38(4):17-27.
- [3] 苏晓梅,李静,刘淑梅,等.樱桃番茄美小红杂交种子纯度的 InDel 标记鉴定[J].中国瓜菜,2023,36(6):28-31.
- [4] Kumar M B A, Dadlani M, Kumar R, et al. Identification and validation of informative SSR markers suitable for ensuring the genetic purity of brinjal (*Solanum melongena* L.) hybrid seeds[J]. Scientia Horticulturae, 2014, 171(5):95-100.
- [5] 孟淑春,刘立功,宋晓玉,等.黄瓜新品种京研冬美 9 号的 SSR 纯度鉴定[J].中国瓜菜,2023,36(6):23-27.
- [6] 任艺慈,刘喜存,王文英,等.利用 SSR 标记鉴定西瓜杂交种新喜 3 号纯度[J].中国瓜菜,2024,37(8):131-135.
- [7] 郝芳敏,马二磊,丁伟红,等.利用 SSR 分子标记鉴定甜瓜杂交种种子纯度[J].北方园艺,2025(11):8-16.
- [8] 张录霞,甘中祥,李倍金,等.利用 InDel 标记鉴定加工番茄杂交种纯度[J].分子植物育种,2016,14(6):1533-1537.
- [9] 徐世静,王晓玲,肖艳,等.利用 InDel 分子标记鉴定新乡小包 23 大白菜种子纯度[J].中国瓜菜,2025,38(7):49-53.
- [10] 何俊平,张书芬,王建平,等.甘蓝型双低油菜杂交种丰油 10 号纯度的 SSR 鉴定[J].作物杂志,2019(1):75-80.
- [11] 方小雪,张铨锋,吴新胜. InDel 标记在萝卜杂交种圆都 1 号纯度鉴定中的应用[J].中国瓜菜,2022,35(12):27-32.
- [12] 左示敏,周娜娜,陈宗祥,等. DNA 指纹在水稻品种鉴定中的应用与展望[J].江苏农业科学,2014,42(12):4-8.
- [13] 王淮,许勇,张海英,等.西瓜种质资源遗传多样性分析的 SSR 核心引物构建与验证[J].中国瓜菜,2019,32(8):189-90.
- [14] 程维舜,罗茜,洪娟,等.利用荧光标记 SSR 鉴定西瓜杂交种的纯度研究[J].中国果菜,2020,40(12):36-41.
- [15] 梅眉,陆璐. DNA 分子标记技术在农作物种子质量检验中的应用[J].分子植物育种,2005,3(1):129-34.
- [16] 申屠圆玥,吴昀,周泓,等. SSR 分子标记在百合中的研究现状与展望[J/OL]. 分子植物育种, 1-8(2024-11-01)[2026-06-24]. <https://link.cnki.net/urlid/46.1068.S.20241101.1338.004>.
- [17] 苏国钊,李媛媛,刘中华,等. 苦瓜品种 SSR 分子标记鉴定技术体系构建与应用[J]. 中国农业科学, 2024, 57(11): 2227-2242.
- [18] 何玉,坤坤. 利用 SSR 技术鉴定西瓜甜瓜种子纯度[J]. 中国瓜菜, 2020, 33(1): 13-17.
- [19] 尤佳琪,李超汉,杨红娟,等. 基于 SSR 标记的西瓜新品种黑津和申蜜 968 的纯度鉴定[J]. 分子植物育种, 2024, 22(17): 5648-5656.
- [20] 杨会会,李贺威,赵永威,等. 利用多重 PCR 鉴定西瓜杂交种纯度[J]. 中国瓜菜, 2020, 33(2): 17-21.
- [21] 李辉玲,张建文,叶远荣,等. 基于 Indel 标记的新疆色素辣椒杂交种纯度鉴定[J]. 现代园艺, 2025, 48(1): 28-30.
- [22] Nie H L, Kim M, Lee S, et al. High-quality genome assembly and genetic mapping reveal a gene regulating flesh color in watermelon (*Citrullus lanatus*) [J]. Frontiers in Plant Science, 2023: 1142856.
- [23] Yi L C, Zhou W, Zhang Y, et al. Genetic mapping of a single nuclear locus determines the white flesh color in watermelon (*Citrullus lanatus* L.) [J]. Frontiers in Plant Science, 2023, 14: 1090009.
- [24] Fang X F, Li S L, Zhu Z C, et al. *Clorf* encodes carotenoid isomerase and regulates orange flesh color in watermelon (*Citrullus lanatus* L.) [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2023, 71(42): 15445-15455.
- [25] Songa H, Lee K Y, Subburaj S, et al. CIPSY1 gene-based SNP markers identified from whole-genome resequencing for the determination of orange flesh color and carotenoid content in watermelon [J]. Scientia Horticulturae, 2023, 318: 112120.
- [26] Zhang W C, Ji Z Q, Hu G Q, et al. *Clpf* encodes pentatricopeptide repeat protein (PPR5) and regulates pink flesh color in watermelon (*Citrullus lanatus* L.) [J]. Theoretical and Applied Genetics, 2024, 137(6): 126.
- [27] 郭广君,朱雪梅,潘宝贵,等. SSR 分子标记检测苏椒 1614 杂交种纯度[J]. 分子植物育种, 2023, 21(11): 3653-2659.