

王泽涵,于文涛,樊晓静,等. 利用 SNP 标记构建漳州南部茶树种质资源的分子身份证[J]. 江苏农业科学,2022,50(18):284-289.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2022.18.044

利用 SNP 标记构建漳州南部茶树种质资源的分子身份证

王泽涵¹, 于文涛², 樊晓静¹, 刘财国¹, 房婉萍³, 蔡春平², 叶乃兴¹

(1. 福建农林大学园艺学院, 福建福州 350002; 2. 福州海关技术中心/福建省检验检疫技术研究重点实验室, 福建福州 350001;
3. 南京农业大学园艺学院, 江苏南京 210095)

摘要:为了对漳州南部茶树种质资源进行有效地标识和保护,利用 SNP 分子标记技术对该地区茶树种质资源的指纹图谱和分子身份证进行构建。以福建省漳州市云霄县、诏安县的 74 份茶树种质为材料,利用 SNP 分子标记技术对茶树种质资源进行基因分型,再用筛选出的 24 个最佳位点进行茶树品种资源分子身份证的构建。本研究构建了 74 份茶树种质的 DNA 指纹图谱;以“4 位数字的茶树基本信息+24 个基因型”为身份证编码标准,构建茶树品种资源的分子身份证,进而生成相应的条形码和二维码信息,可以快速进行扫码识别。本研究构建了漳州南部茶树种质资源的分子身份证,使得每一个茶树种质具有唯一的分子身份证,对于地方特色茶树种质资源的鉴定、保护和推广具有重要意义。

关键词:茶树;种质资源;分子身份证;SNP 标记;指纹图谱

中图分类号:S571.102.4 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2022)18-0284-05

茶树[*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze]起源于中国,我国的茶树种质资源十分丰富^[1]。福建省漳州市位于福建省南部,毗邻广东省,该地独特的气候十分适宜茶树的生长发育,该地有大量的地方特异性茶树种质资源^[2-4]。目前在漳州市南部的云霄县、诏安县等地陆续发现野生茶树群落^[5]。然而近年来漳州部分地区的茶树资源并未得到有效保护,出现乱砍滥伐等现象^[6]。本研究采集漳州市云霄县、诏安县 2 地的茶树种质资源,构建 DNA 指纹图谱和分子身份证,有利于对漳州市地方茶树资源的鉴定和保护。

20 世纪以来,DNA 分子标记技术如 RFLP、RAPD、SSR 以及 SNP 等开始应用于种质资源方面的研究^[7]。分子标记技术在构建指纹图谱和分子身份证等方面已有较多运用^[8-10]。SNP 分子标记

技术具有自动化、高通量、遗传稳定性高等优点^[11]。王大莉用 SNP 分子标记技术对不同品种香菇进行指纹图谱的构建^[12]。魏中艳等利用 SNP 技术对不同区域大豆进行 DNA 指纹图谱构建,并根据大豆的特性构建分子身份证^[13]。樊晓静等用 SNP 标记技术并同茶树种质基本信息结合,构建了 103 份茶树种质资源的分子身份证^[14]。此前笔者所在课题组已对漳州南部特色茶树种质进行了报道,但关于该地区茶树种质资源分子身份证的构建未见相关研究。本研究利用 SNP 标记及茶树种质的基本信息对 74 份茶树种质资源进行指纹图谱和分子身份证的构建,旨在为该地区茶叶地方种质的保护、利用、开发和后续的选育等工作提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料

供试材料共 74 份,于 2020 年 11 月分别采自福建省漳州市的云霄县南乌山、乌山、大帽山、小帽山、梁山、鸡笼山和诏安县秀篆镇寨坪村和龙伞山。其中,云霄县茶树种质 61 份,诏安县茶树种质 13 份。茶树品种的基本信息见表 1。茶树鲜叶放入 -80 ℃ 冰箱冷冻保存。

1.2 样品 DNA 的提取

茶树 DNA 样品的提取和浓度检测详见樊晓静等的方法^[14]。

收稿日期:2021-11-09

基金项目:福建省科技计划引导性项目(编号:2021N0024);福建农林大学科技创新专项(编号:CXZX2020123B);海关总署科研项目(编号:2020HK187);福建张天福茶叶发展基金会科技创新基金(编号:FJZTF01)。

作者简介:王泽涵(1998—),女,河南许昌人,硕士研究生,研究方向为茶树栽培育种与茶叶品质化学。E-mail:854514583@qq.com。
通信作者:叶乃兴,硕士,教授,主要从事茶树栽培育种与品质化学研究,E-mail:ynxtea@126.com;于文涛,博士,高级农艺师,主要从事植物系统学研究,E-mail:ywtyu@foxmail.com。

表 1 漳州南部 74 份茶树种质基本信息

产地	来源	种质数 (份)	茶树种质资源样品
福建云霄县	云霄南乌山	9	南乌山 1 号~南乌山 9 号
	云霄乌山	6	乌山 1 号~乌山 6 号
	云霄小帽山	16	云霄小帽山 1 号~云霄小帽山 15 号、云霄云香茶
	云霄大帽山	20	云霄大帽山 1 号~云霄大帽山 20 号
	云霄鸡笼山	1	鸡笼山大茶树
福建诏安县	云霄梁山	9	梁山 1 号~7 号、梁山大茶树 1 号~2 号
	诏安寨坪村	1	八仙茶
	诏安龙伞山	12	诏安 1 号~诏安 11 号、诏安大茶树

1.3 SNP 位点的挖掘和最佳 SNP 位点的筛选

本研究所用的茶树 SNP 位点共 24 个,详细的选用见樊晓静等的方法^[14]。

1.4 数据处理

使用 GenAlEx6. 503 软件进行位点多态性分析。利用数据分析软件进行数据筛选和分析,确定每个 SNP 位点处的样品基因型^[15]。将茶树的基本信息与其 24 个 SNP 位点信息相结合,并用条码生成器和二维码在线生成软件以数字条形码和二维码的形式构建茶树种质分子身份证^[14]。

2 结果与分析

2.1 福建漳州南部茶树种质资源 SNP 标记多态性描述

通过对 96 个位点的筛选,获得 78 个多态性强、适用于福建漳州南部茶树种质基因分型的特异性引物。78 个 SNP 标记多态性信息指数为 0.040 ~ 0.693,平均值为 0.426。观测杂合度范围为 0.014 ~ 1.000,平均值为 0.345。期望杂合度的范围为 0.013 ~ 0.500,平均值为 0.276。固定指数为 -1.000 ~ 0.660,平均值为 -0.114。次等位基因频率范围为 0.047 ~ 0.541,平均值为 0.219(表 2)。

2.2 福建漳州南部茶树种质资源指纹图谱的构建

通过 SNP 数据分析软件,可以得出每个 SNP 位点上每个茶树种质是纯合子(XX,YY)或杂合子(XY)。笔者所在课题组前期从 96 个 SNP 位点中筛选出了 24 个多态性较高的位点,74 份茶树种质的位点信息见表 2,构建的指纹图谱见图 1。

2.3 福建漳州南部茶树种质资源分子身份证的构建

茶树的分子身份证由 28 位数字组成,其中前 4 位数字是茶树的基本信息,后 24 位是茶树的位点信息(表 3)。笔者所在课题组前期已根据茶组植物的分类、产地信息和茶树种质资源的类型进行了种植资源信息编码的构建^[14]。如云霄云香茶,它属于茶组植物中的茶树(*C. sinensis*),编码为 1;原产地为福建,编码为 35;茶树种质资源类型为地方种质,编码为 2,因此他的基本信息编码为 1352。共有 24 种基因型,3 种等位基因(XY,XX 和 YY),每个位点分别用 1~3 代表等位基因的多态性^[14]。以云霄云香茶为例,其 24 个 SNP 分子标记的基因型分别为 TT、CC、AA、CT、AG、GG、TC、CC、TT、TT、AG、AG、GG、TT、AG、TT、TC、TC、TT、CG、AA、CC、TC,转换成 24 位数字为 222112132221123131131331。因此小帽山云香茶的分子身份证为 1352222112132221123131131331。云霄云香茶的身份证信息及其转化的条码和二维码见图 2。

3 讨论与结论

分子身份证的构建逐渐趋向于数字化。陆徐忠等用 SSR 技术将商品信息与标记信息相结合构建了水稻的分子身份证,并制作了相应的条形码信息^[16]。陈小红等用 SSR 技术,根据电泳条带有无赋值 1/0,形成 0/1 字符串的编码方式构建黍稷种质的身份证^[17]。上述方法所构建的品种身份证形式简洁,容易用电子产品等识别。但他们所使用的 SSR 标记多为随机标记,无法与样品表型性状相联系。相对于上述技术,SNP 标记技术具有针对性强,来源丰富等优势。张昆鹏用 SSR 标记和 SNP 标记构建不同油菜品种的指纹图谱,发现 SNP 技术计算的遗传系数更精准可靠^[18]。Jones 等为了对 SSR 标记和 SNP 标记进行比较,以不同品系的玉米作为试验材料进行比较分析,结果表明 SNP 的可重复性较 SSR 更高^[19]。通过前人的研究可以发现 SNP 标记具有较高的准确性和重复性,这些优点为指纹图谱和分子身份证的构建奠定了一定的基础。因此本研究基于 SNP 技术对福建漳州南部的茶树种质资源进行指纹图谱和分子身份证的构建。

分子身份证可以更加简单明了地进行种质资源的鉴定。本研究构建了 74 份茶树种质的分子身份证,包含二维码信息和条形码信息,每份茶树品种

表 2 漳州南部茶树种质资源 78 个 SNP 标记多态信息

位点	信息 指数	观测 杂合度	期望 杂合度	固定 指数	次等位 基因频率	位点	信息 指数	观测 杂合度	期望 杂合度	固定 指数	次等位 基因频率
cs1	0.408 0	0.230 0	0.244 0	0.057 0	0.142 0	cs23	0.298 0	0.149 0	0.160 0	0.072 0	0.088 0
cs115	0.684 0	0.541 0	0.491 0	-0.101 0	0.432 0	cs33	0.265 0	0.149 0	0.138 0	-0.080 0	0.074 0
cs15	0.570 0	0.216 0	0.382 0	0.433 0	0.257 0	cs46	0.190 0	0.095 0	0.090 0	-0.050 0	0.047 0
cs201	0.124 0	0.054 0	0.053 0	-0.028 0	0.050 0	cs55	0.370 0	0.189 0	0.214 0	0.115 0	0.122 0
cs217	0.099 0	0.041 0	0.040 0	-0.021 0	0.050 0	cs76	0.562 0	0.365 0	0.375 0	0.027 0	0.250 0
cs3	0.357 0	0.203 0	0.203 0	0.003 0	0.115 0	cs91	0.124 0	0.054 0	0.053 0	-0.028 0	0.050 0
cs40	0.504 0	0.405 0	0.323 0	-0.254 0	0.203 0	cs112	0.313 0	0.162 0	0.171 0	0.053 0	0.095 0
cs5	0.675 0	0.243 0	0.482 0	0.495 0	0.405 0	cs12	0.465 0	0.270 0	0.290 0	0.067 0	0.176 0
cs68	0.370 0	0.216 0	0.214 0	-0.012 0	0.122 0	cs163	0.693 0	0.432 0	0.500 0	0.135 0	0.486 0
cs84	0.281 0	0.054 0	0.149 0	0.637 0	0.081 0	cs212	0.357 0	0.122 0	0.203 0	0.402 0	0.115 0
cs10	0.686 0	0.878 0	0.493 0	-0.783 0	0.439 0	cs25	0.210 0	0.108 0	0.102 0	-0.057 0	0.054 0
cs202	0.660 0	0.419 0	0.467 0	0.103 0	0.372 0	cs36	0.690 0	0.459 0	0.497 0	0.075 0	0.541 0
cs218	0.210 0	0.108 0	0.102 0	-0.057 0	0.054 0	cs47	0.692 0	0.959 0	0.499 0	-0.922 0	0.480 0
cs30	0.229 0	0.095 0	0.114 0	0.172 0	0.061 0	cs113	0.513 0	0.365 0	0.331 0	-0.102 0	0.209 0
cs43	0.693 0	1.000 0	0.500 0	-1.000 0	0.500 0	cs122	0.420 0	0.297 0	0.253 0	-0.175 0	0.149 0
cs51	0.383 0	0.176 0	0.224 0	0.215 0	0.128 0	cs141	0.170 0	0.081 0	0.078 0	-0.042 0	0.051 0
cs85	0.148 0	0.068 0	0.065 0	-0.035 0	0.050 0	cs198	0.099 0	0.014 0	0.040 0	0.660 0	0.050 0
cs104	0.247 0	0.135 0	0.126 0	-0.072 0	0.068 0	cs213	0.625 0	0.473 0	0.433 0	-0.091 0	0.318 0
cs117	0.343 0	0.189 0	0.193 0	0.019 0	0.108 0	cs26	0.124 0	0.054 0	0.053 0	-0.028 0	0.057 0
cs131	0.577 0	0.311 0	0.388 0	0.199 0	0.264 0	cs66	0.190 0	0.095 0	0.090 0	-0.050 0	0.047 0
cs207	0.040 0	0.014 0	0.013 0	-0.007 0	0.050 0	cs8	0.328 0	0.176 0	0.182 0	0.036 0	0.101 0
cs219	0.370 0	0.162 0	0.214 0	0.241 0	0.122 0	cs94	0.343 0	0.189 0	0.193 0	0.019 0	0.108 0
cs31	0.343 0	0.216 0	0.193 0	-0.121 0	0.108 0	cs114	0.644 0	0.527 0	0.452 0	-0.167 0	0.345 0
cs44	0.687 0	0.892 0	0.494 0	-0.805 0	0.446 0	cs124	0.170 0	0.081 0	0.078 0	-0.042 0	0.051 0
cs52	0.625 0	0.446 0	0.433 0	-0.029 0	0.318 0	cs146	0.298 0	0.176 0	0.160 0	-0.096 0	0.088 0
cs88	0.667 0	0.581 0	0.474 0	-0.227 0	0.385 0	cs166	0.247 0	0.108 0	0.126 0	0.142 0	0.068 0
cs105	0.693 0	1.000 0	0.500 0	-1.000 0	0.500 0	cs215	0.443 0	0.243 0	0.272 0	0.105 0	0.162 0
cs118	0.072 0	0.027 0	0.027 0	-0.014 0	0.051 0	cs4	0.693 0	1.000 0	0.500 0	-1.000 0	0.500 0
cs132	0.247 0	0.135 0	0.126 0	-0.072 0	0.068 0	cs49	0.693 0	1.000 0	0.500 0	-1.000 0	0.500 0
cs157	0.693 0	1.000 0	0.500 0	-1.000 0	0.500 0	cs95	0.693 0	1.000 0	0.500 0	-1.000 0	0.500 0
cs208	0.190 0	0.095 0	0.090 0	-0.050 0	0.047 0	cs167	0.040 0	0.014 0	0.013 0	-0.007 0	0.050 0
cs32	0.343 0	0.162 0	0.193 0	0.159 0	0.108 0	cs116	0.648 0	0.649 0	0.456 0	-0.423 0	0.351 0
cs45	0.432 0	0.257 0	0.263 0	0.022 0	0.155 0	cs130	0.625 0	0.527 0	0.433 0	-0.216 0	0.318 0
cs54	0.504 0	0.324 0	0.323 0	-0.003 0	0.203 0	cs170	0.689 0	0.419 0	0.496 0	0.155 0	0.453 0
cs9	0.383 0	0.203 0	0.224 0	0.094 0	0.128 0	cs74	0.210 0	0.081 0	0.102 0	0.207 0	0.054 0
cs119	0.693 0	1.000 0	0.500 0	-1.000 0	0.500 0	cs22	0.680 0	0.514 0	0.487 0	-0.055 0	0.419 0
cs134	0.690 0	0.838 0	0.497 0	-0.687 0	0.459 0	cs111	0.495 0	0.149 0	0.315 0	0.528 0	0.196 0
cs16	0.562 0	0.203 0	0.375 0	0.459 0	0.250 0	cs57	0.693 0	1.000 0	0.500 0	-1.000 0	0.500 0
cs190	0.040 0	0.014 0	0.013 0	-0.007 0	0.050 0	cs4	0.693 0	1.000 0	0.500 0	-1.000 0	0.500 0

独有且号码唯一。基于茶树的身份证号,本研究构建了条形码和二维码,条形码可以被电子设备快速扫描识别,二维码则可以容纳大量的图片和数字信息。这些技术的使用在漳州南部茶树种质资源的鉴定和保护中发挥重要的作用。SNP 位点选用的越少,品种的成本就会越低,笔者所在课题组前期筛

选出最佳的 24 个 SNP 位点可以有效鉴别茶树种质资源^[14]。本研究利用这 24 个 SNP 位点对来自福建漳州南部的 74 份茶树种质资源进行指纹图谱和分子身份证的构建。目前,把条形码和二维码技术应用于分子身份证构建的研究较少,郭艳春等利用 SSR 技术构建了黄麻种质的分子身份证^[20]。樊晓

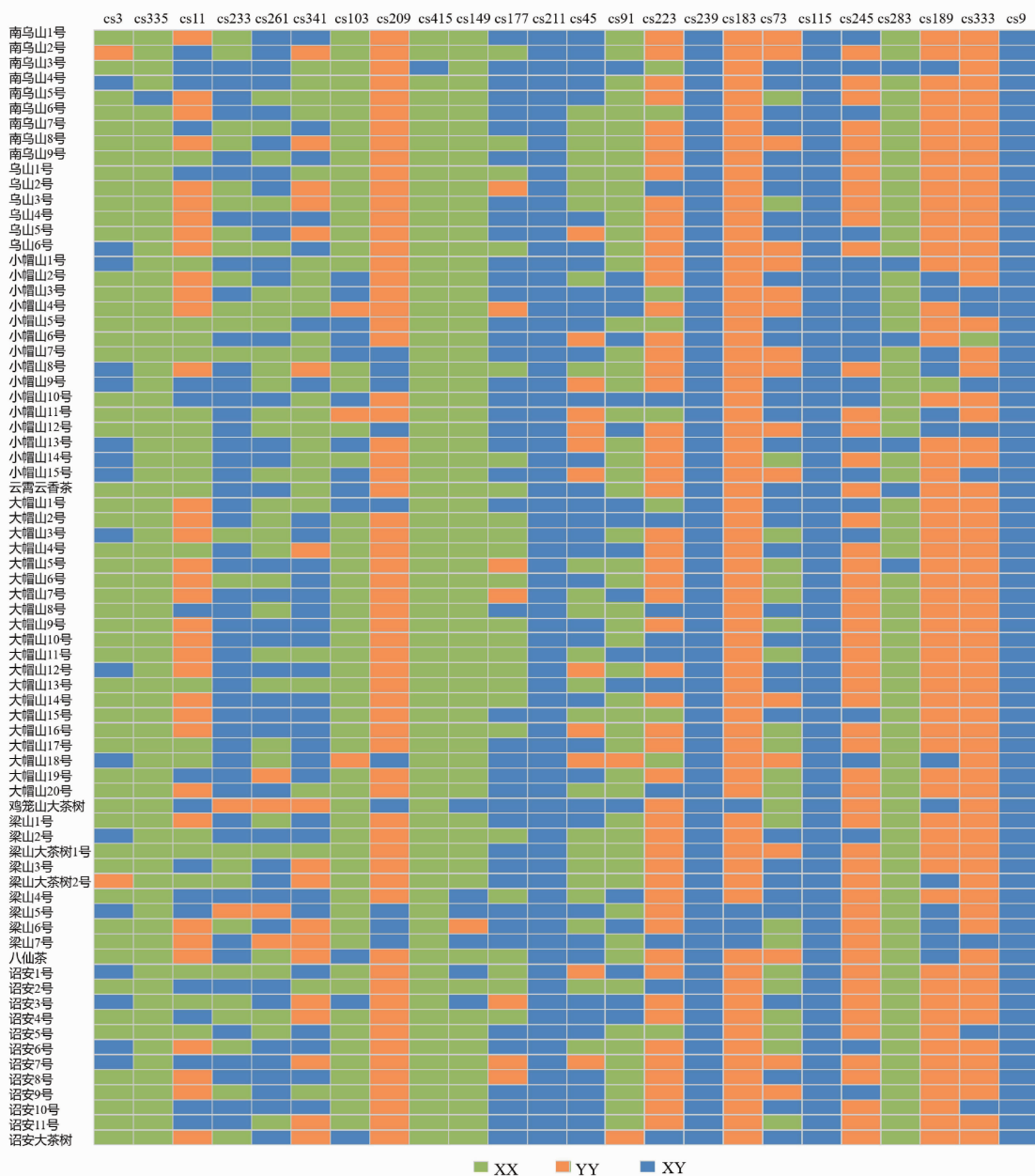


图1 福建漳州南部茶树种质资源的SNP指纹图谱



图2 云霄云香茶分子身份证

树种质资源的分子身份证,这为福建漳州茶树种质资源的区分、保护和合理开发选育提供了新思路。

致谢:本研究试验样品采集承蒙云霄县茶叶科学研究所王彩云、方德音、蔡捷英、王金焕等老师,漳州仙隐峰茶叶有限公司张木山总经理,福建省顾恒生态农业发展有限公司张英豪总经理,福建省元勋生态科技有限公司王元勋董事长的支持和帮助,特此致谢!

参考文献:

[1]叶乃兴. 茶学概论[M]. 2021 版. 北京:中国农业出版社,2021.

静等利用 SNP 技术构建了茶树的分子身份证^[14]。本研究利用 SNP 技术首次构建了福建漳州南部 74 份茶

表 3 福建漳州南部茶树种质资源的分子身份证

种质资源	分子身份证	种质资源	分子身份证
南乌山 1 号	1351223211232211123133112331	大帽山 7 号	1351223111232231213132132331
南乌山 2 号	1351321213232221123133132331	大帽山 8 号	1351221121232211221131132331
南乌山 3 号	1351221112231211112131111131	大帽山 9 号	1351223111232221123132132331
南乌山 4 号	1351121112232211123131132331	大帽山 10 号	1351223111232221121131132331
南乌山 5 号	1351213122232211123132132331	大帽山 11 号	1351223122232221211132132331
南乌山 6 号	1351223112232211222131112331	大帽山 12 号	1351123111232221323131132331
南乌山 7 号	1351221221232211223131132331	大帽山 13 号	1351222122232221211131132331
南乌山 8 号	1351223213232221223133132331	大帽山 14 号	1351223111232221123133132331
南乌山 9 号	1351222121232211223131132331	大帽山 15 号	1351223111232211222131112331
乌山 1 号	1351221112232221223131132331	大帽山 16 号	1351223111232221323132132331
乌山 2 号	1351223213232231221131132331	大帽山 17 号	1351222121232211123132132331
乌山 3 号	135122322322211223132132331	大帽山 18 号	1351122121312211332133112131
乌山 4 号	1351223111232211123131132331	大帽山 19 号	1351221131232211123132132331
乌山 5 号	1351223213232211323131112331	大帽山 20 号	1351223112232211221132132331
乌山 6 号	1351123221232221123133132331	鸡笼山大茶树	1351221333212111113112132131
小帽山 1 号	1351122112232211123133111331	梁山 1 号	1351223121232211123132132331
小帽山 2 号	1351223212132211213131112131	梁山 2 号	1351122111232221223131112331
小帽山 3 号	1351223122132211112133112111	梁山 大茶树 1 号	135122222232211223133132331
小帽山 4 号	1351223222332231113133112311	梁山 3 号	1351221213232211223131132331
小帽山 5 号	1351222221132211122131112331	梁山 大茶树 2 号	1351322213232211223131132131
小帽山 6 号	1351222112132211313131111321	梁山 4 号	1351221111232121213131132331
小帽山 7 号	1351222222112211123133112131	梁山 5 号	1351121331212111123111132131
小帽山 8 号	1351123123212221223133132131	梁山 6 号	1351223213212311213112132131
小帽山 9 号	1351121121212211323131112211	梁山 7 号	1351223133212111121112132111
小帽山 10 号	1351221112132211111131112331	八仙茶	1353223123132221123133132131
小帽山 11 号	1351222122332211322131132131	诏安 1 号	1351122221232121313132132331
小帽山 12 号	1351222122212211313133132111	诏安 2 号	1351221112232221221132132331
小帽山 13 号	1351122112132211323131111331	诏安 3 号	1351122213132131113131132331
小帽山 14 号	1351122112232221123132132331	诏安 4 号	1351221223232221113132132331
小帽山 15 号	1351122122132211323133112311	诏安 5 号	1351222121232211122132132311
云霄云香茶	1352222112132221123131131331	诏安 6 号	1351123211232211223132112331
大帽山 1 号	1351223122112211112131112331	诏安 7 号	1351121113232231323133132331
大帽山 2 号	1351223121232221111131132331	诏安 8 号	1351223111232231123131132331
大帽山 3 号	1351123221232221123132112331	诏安 9 号	1351223212232211123133112331
大帽山 4 号	1351222123232221113131132331	诏安 10 号	1351221111232211123131132311
大帽山 5 号	1351223111232231223132131331	诏安 11 号	1351221123232211123132132331
大帽山 6 号	1351223221232221123132132331	诏安 大茶树	1351223213132211131131132331

[2]吕 宁,周玉璠,冯廷伦. 福建现存野生茶树群落分布[J]. 福建茶叶,2013,35(3):21-26.

[3]林燕腾,林 郁. 漳州茶业优势与存在问题及发展思路[J]. 福建茶叶,2013,35(3):31-34.

[4]王泽涵,于文涛,樊晓静,等. 福建秃房野生茶种质资源新纪录及其子房微形态观察[J]. 福建农业学报,2020,35(8):830-836.

[5]杨双旭,周炎花,朱元培,等. 漳州野生茶不同茶类加工工艺及品质分析[J]. 热带农业科学,2020,40(5):83-87.

[6]蔡捷英,钟秋生,陈常颂. 云霄县古茶树保护与利用之我见[J]. 福建农业科技,2017,48(6):59-61.

[7]宋 婉,续九如. 果树种质资源鉴定及 DNA 指纹图谱应用研究进展[J]. 北京林业大学学报,2000,22(1):76-80.

[8]尚卫琼,李友勇,刘 悦,等. 基于 EST-SSR 标记的西双版纳苦茶资源遗传多样性分析[J]. 山西农业科学,2020,48(2):167-171.

[9]陈 亮,王平盛,山口聪. 应用 RAPD 分子标记鉴定野生茶树种质资源研究[J]. 中国农业科学,2002,35(10):1186-1191.

[10]刘冠群,吴祠平,谭礼强,等. 利用 SSR 分子标记构建名山茶树基因身份证[J]. 四川农业大学学报,2019,37(4):469-474.

[11]王富强,樊秀彩,张 颖,等. SNP 分子标记在作物品种鉴定中的应用和展望[J]. 植物遗传资源学报,2020,21(5):1308-1320.

王宇晴,李乔乔,阚文亮,等. 利用 SSR 分子标记构建甜菜登记品种的分子身份证[J]. 江苏农业科学,2022,50(18):289-294.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2022.18.045

利用 SSR 分子标记构建甜菜登记品种的分子身份证

王宇晴¹, 李乔乔¹, 阚文亮², 邴植¹, 吴则东¹

(1. 黑龙江大学现代农业与生态环境学院/黑龙江省普通高校甜菜遗传育种重点实验室,黑龙江哈尔滨 150080;

2. 黑龙江省农垦总局九三农业科学研究所,黑龙江哈尔滨 150080)

摘要:通过构建 111 份甜菜登记品种的分子身份证,促进甜菜品种 DUS 测试标准体系的建立,实现甜菜品种的快速检索与比对,为甜菜品种指纹鉴定和溯源管理提供理论依据。利用 22 对简单重复序列(SSR)核心引物,基于最适的取样策略对来自国内外不同地区的 111 份甜菜登记品种进行遗传多样性分析以及分子身份证构建。结果显示,22 对引物共检测到 101 个等位基因,每对引物检测出 3~7 个等位基因,平均为 4.59 个;Shannon 多样性指数(I)为 0.60~1.73,平均为 0.95;Nei's 期望杂合度(H_e)为 0.41~0.79,平均为 0.56; PIC 值范围为 0.91~0.99,平均值为 0.96,22 对引物可用于区分甜菜品种。利用 UPGMA 聚类分析,22 对引物将 111 份材料划为 3 个类群($G_1 \sim G_3$),聚类结果大致与其地理来源一致;通过获得的等位基因计算遗传距离,111 份甜菜品种的遗传距离范围为 0.059~0.564,平均值为 0.325,甜菜品种间具有一定的遗传多样性。基于最少引物区分最多品种的原则,通过 UPGMA 聚类分析,仅用 6 个 SSR 引物组合可将全部材料区分。结果表明,基于 6 对 SSR 引物扩增的结果,通过数字与英文的形式,使用在线二维码软件构建的 111 份甜菜登记品种的分子身份证,丰富了甜菜品种指纹图谱的可视化形式,从而提高了品种鉴定的效率,保护育种者及消费者权益。

关键词:甜菜品种;SSR 标记;分子身份证;遗传多样性分析;指纹图谱

中图分类号:S566.302.4 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2022)18-0289-06

糖用甜菜(*Beta vulgaris* L.)为苋科甜菜属二年生草本植物^[1],广泛分布在欧洲及北美洲地区,是除了甘蔗以外的一种重要的生产蔗糖的经济作物。糖甜菜自 1906 年引入我国以来,地方种植史已达百

年有余^[2],尽管近年来由于农业政策的调整,甜菜种植面积有所缩减,但其作为我国的第二大糖料作物,基本每年占总产糖量的 13% 左右^[3]。糖料生产要求甜菜品种高糖丰产多样化,但随着国内自育品种的发展和国外品种的不断补充和引入,又由于缺乏市场监管以及规范的品种鉴定标准体系,劣质替优、品系混乱、同种异名、张冠李戴等现象层出不穷^[4],这给育种者以及农民带来极大的损害。然而来源于同个育种单位的甜菜品种可能使用相同或相似的优良品系作为父母本,导致品种间遗传差异缩小,遗传背景相似,传统的形态学法难以高效鉴

收稿日期:2022-04-05

基金项目:国家糖料现代农业产业技术体系建设专项(编号:CARS-170111)。

作者简介:王宇晴(1997—),女,福建永泰人,硕士研究生,主要从事甜菜遗传及分子育种研究。E-mail:kwyq0116@163.com。

通信作者:吴则东,博士,研究员,主要从事甜菜遗传及分子育种研究。E-mail:1997009@hlju.edu.cn。

[12]王大莉. 香菇栽培品种 SNP 指纹图谱库的构建[D]. 武汉:华中农业大学,2012:27-35.

[13]魏中艳,李慧慧,李骏,等. 应用 SNP 精准鉴定大豆种质及构建扫描身份证[J]. 作物学报,2018,44(3):315-323.

[14]樊晓静,于文涛,蔡春平,等. 利用 SNP 标记构建茶树品种资源分子身份证[J]. 中国农业科学,2021,54(8):1751-1772.

[15] Lin Y, Yu W T, Zhou L, et al. Genetic diversity of oolong tea (*Camellia sinensis*) germplasm based on the nanofluidic array of single-nucleotide polymorphism (SNP) markers [J]. Tree Genetics & Genomes, 2020, 16(1):1-14.

[16]陆徐忠,倪金龙,李莉,等. 利用 SSR 分子指纹和商品信息构

建水稻品种身份证[J]. 作物学报,2014,40(5):823-829.

[17]陈小红,林元香,王倩,等. 基于高基元 SSR 构建黍稷种质资源的分子身份证[J]. 作物学报,2022,48(4):908-919.

[18]张昆鹏. 利用 SNP 标记构建油菜品种指纹图谱及定位下卷叶性状基因的研究[D]. 南京:南京农业大学,2013:9-26.

[19] Jones E S, Sullivan H, Bhatramakki D, et al. A comparison of simple sequence repeat and single nucleotide polymorphism marker technologies for the genotypic analysis of maize (*Zea mays* L.) [J]. Theoretical and Applied Genetics, 2007, 115(3):361-371.

[20]郭艳春,张力岚,陈思远,等. 黄麻应用核心种质的 DNA 分子身份证构建[J]. 作物学报,2021,47(1):80-93.