

基于表型性状的玉米特异性测试近似品种筛选方法

孙加梅, 王鹏, 王玮, 王穆穆, 张晗, 郑永胜, 王雪梅, 李华, 王秀娟, 段丽丽, 李汝玉

(山东省农业科学院作物研究所, 济南 250100)

摘要: 特异性、一致性和稳定性是植物品种权授权、品种审定、登记的基本条件。近似品种选择是特异性测试的技术关键。本研究依据玉米 DUS 测试指南, 对黄淮海地区 3696 份玉米品种进行了多年同一测试地点的性状观测, 构建了黄淮海地区玉米品种测试性状数据库。通过对不同测试性状表达状态代码波动范围的研究, 将玉米测试性状根据表达稳定性分为 4 级, 确定了玉米品种 27 个测试性状表达状态代码的波动范围。在上述工作基础上, 建立了基于测试性状表型数据库的近似品种筛选方法, 提高了近似品种筛选的严谨性和效率。

关键词: 玉米; DUS 测试; 特异性; 近似品种; 数据库

Screening for Similar Varieties for Maize Distinctness Test Using Phenotypic Characteristics

SUN Jia-mei, WANG Peng, WANG Wei, WANG Mu-mu, ZHANG Han, ZHENG Yong-sheng,

WANG Xue-mei, LI Hua, WANG Xiu-juan, DUAN Li-li, LI Ru-yu

(Crop Research Institute, Shandong Academy of Agricultural Sciences, Jinan 250100)

Abstract: Compliance with distinctness, uniformity and stability requirements is a precondition for granting of plant breeder's rights and variety registration. Similar varieties screening is a key technical step for distinctness test. In this study, characteristics of 3696 varieties (including single cross hybrids and inbred lines) from Huang-huai-hai Region planted in 6491 plots from different years at a single location were observed and recorded according to maize DUS test guidelines. After data collation and conversion of measurements into notes, a database composed of characteristics data of 3696 varieties was constructed. Based on the investigation of variation of observations of state of expressions for the characteristics, the range of notes for 27 characteristics was determined and the characteristics were classified into four classes accordingly. A similar variety screening method was developed based on the determined range of notes for each characteristic using the characteristics database. This method improves the efficiency and stringency of similar variety screening using phenotypic characteristics.

Key words: maize (*Zea mays*); DUS test; distinctness; similar varieties; database

特异性、一致性和稳定性是植物品种权授权、品种审定、登记的基本条件^[1-2]。其中, 特异性是指一个新品种(申请品种)明显区别于申请授权、审定或登记时同一作物所有公知存在的品种(已知品种)^[2-3]。特异性测试是植物新品种测试的重点和难点。评价一个新品种是否具备特异性, 需要将该

新品种与仍有应用价值的已知品种以及申请品种权保护或登记的其他新品种(参照品种)进行比较, 证明该新品种是否在至少一个表型性状上明显区别于后者^[2-6]。虽然可以通过同时种植申请品种与参照品种的方法进行特异性测试, 但是对于玉米等参照品种数量众多的主要农作物而言, 同时将一份申请

收稿日期: 2017-07-06 修回日期: 2017-08-11 网络出版日期: 2018-02-09

URL: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.4996.S.20180209.0907.031.html>

基金项目: 山东省农业科学院农业科技创新工程(CXGC2017A02)

第一作者研究方向为玉米新品种测试, E-mail: sunjm1122@163.com。王鹏为共同第一作者

通信作者: 李汝玉, 研究方向为植物新品种测试。E-mail: li_ruyu@sina.com

品种与数千份参照品种进行田间比较是不可行的。为此,一般先利用申请品种的性状对参照品种性状数据库进行筛选,排除与申请品种有明显性状差异的参照品种,将不能判定与申请品种有明显差异的品种(近似品种)与申请品种进行田间种植试验,对申请品种是否具备特异性进行评价判定^[3,5]。因此,近似品种选择是特异性测试的技术关键。

近似品种筛选一般通过比较申请品种与参照品种的性状表达状态值(以代码表示)进行。除质量性状外,假质量性状和数量性状的表达状态代码易受环境条件和人员观测影响,同一品种同一性状的表达状态代码会发生波动。只有申请品种与参照品种的性状代码差异超过相应波动范围时,才可以认为具有明显差异^[6-8]。近似品种筛选时,需要根据申请品种性状的表达状态代码和对应的表达状态代码波动范围,排除有明显差异的参照品种,剩余参照品种为近似品种^[5,8]。因此,确定性状表达状态代码的波动范围是近似品种筛选的关键。国内外植物新品种测试多采取在一个或少数几个地点集中测试的做法。目前只有少量不同生态区或栽培条件下品种性状表达变化的报道^[9-12],缺乏同一测试地点品种多年性状表达状态代码波动的系统研究,不能很好地为近似品种选择提供指导。

本研究在对黄淮海地区玉米品种多年集中测试和测试数据整理的基础上,构建了黄淮海地区玉米

测试性状数据库。通过对玉米不同测试性状表达状态代码及同一性状不同表达状态代码波动范围研究,确定了玉米品种一批性状表达状态代码的波动范围。建立了基于测试性状表型数据库的近似品种筛选方法,提高了近似品种筛选的严谨性和效率。

1 材料与方法

1.1 试验材料

黄淮海地区 2000-2016 年申请品种权玉米品种和其他公知品种(包括单交种和自交系)共 3696 份。

1.2 试验方法

1.2.1 性状表达状态数据采集和整理 根据《NY/T 2232—2012 植物新品种特异性、一致性和稳定性测试指南 玉米》^[13],在农业部植物新品种测试(济南)分中心济南试验基地进行试验,对参试品种性状进行观测、记录。目测性状(包括质量性状、假质量性状和目测的数量性状)直接记录代码。测量的数量性状记录测量值,进行年度间校正并转化为代码。表 1 列出了调查的 43 个玉米 DUS 测试性状。

对 2008 年以前的测试品种采用 NY/T 2232—2012 于 2010-2011 年重新进行了集中数据采集,2008-2016 年的测试品种采用了相应测试周期的数据。调查品种数量为 6491 份次。

表 1 调查的玉米 DUS 测试性状

Table 1 Characteristics investigated for maize DUS testing

编号 No.	性状名称 Characteristic	表达类型 Type of expression	观测方法 Observation method
1	幼苗:第一叶鞘花青甙显色强度 Seedling;anthocyanin coloration of sheath of first leaf	QN	VG
2	幼苗:第一叶顶端形状 Seedling;shape of apex of first leaf	PQ	VG
3	抽雄期 Time of tassel emergence	QN	MG
4	散粉期 Time of anthesis	QN	MG
5	抽丝期 Time of silk emergence	QN	MG
6	植株:上部叶片与茎秆夹角 Plant;angle between upper leaf blade and stem	QN	VG
7	植株:下部叶片与茎秆夹角 Plant;angle between lower leaf blade and stem	QN	VG
8	叶片:弯曲程度 Leaf blade;curvature	QN	VG

表 1(续)

编号 No.	性状名称 Characteristic	表达类型 Type of expression	观测方法 Observation method
9	雄穗:颖片基部花青甙显色强度 Tassel;anthocyanin coloration at base of glume	QN	VG
10	雄穗:颖片除基部外花青甙显色强度 Tassel;anthocyanin coloration of glumes excluding base	QN	VG
11	雄穗:花药花青甙显色强度 Tassel;anthocyanin coloration of anthers	QN	VG
12	雄穗:小穗密度 Tassel;density of spikelets	QN	VG
13	雄穗:侧枝与主轴夹角 Tassel;angle between main axis and lateral branches	QN	VG
14	雄穗:侧枝弯曲程度 Tassel;curvature of lateral branches	QN	VG
15	雌穗:花丝花青甙显色强度 Ear;anthocyanin coloration of silks	QN	VG
16	雄穗:最低位侧枝以上主轴长度 Tassel:length of main axis above lowest lateral branch	QN	MS
17	雄穗:最高位侧枝以上主轴长度 Tassel:length of main axis above highest lateral branch	QN	MS
18	雄穗:一级侧枝数目 Tassel:number of primary lateral branches	QN	MS
19	雄穗:侧枝长度 Tassel:length of lateral branch	QN	MS
20	茎秆:“之”字形程度 Stem;degree of zig-zag	QN	VG
21	茎秆:支持根花青甙显色强度 Stem;anthocyanin coloration of supporting roots	QN	VG
22	叶片:宽度 Leaf blade;width	QN	MS
23	叶片:绿色程度 Leaf blade:intensity of green color	QN	VG
24	叶:叶鞘花青甙显色强度 Leaf;anthocyanin coloration of sheath	QN	VG
25. 1	植株:穗位高度(自交系) Plant;height of insertion of peduncle of upper ear(inbred lines)	QN	MS
25. 1	植株:穗位高度(杂交种) Plant;height of insertion of peduncle of upper ear(hybrids)	QN	MS
26. 1	植株:高度(自交系) Plant:length(inbred lines)	QN	MS
26. 2	植株:高度(杂交种) Plant:length(hybrids)	QN	MS
27	植株:穗位高与株高比率 Plant;ratio height of insertion of peduncle of upper ear to plant length	QN	MS

表 1(续)

编号 No.	性状名称 Characteristic	表达类型 Type of expression	观测方法 Observation method
28	果穗:穗柄长度 Peduncle:length	QN	MG
29.1	果穗:长度(自交系) Ear:length(inbred lines)	QN	MS
29.2	果穗:长度(杂交种) Ear:length(hybrids)	QN	MS
30.1	果穗:直径(自交系) Ear:diameter(inbred lines)	QN	MS
30.2	果穗:直径(杂交种) Ear:diameter(hybrids)	QN	MS
31.1	果穗:穗行数(自交系) Ear:number of rows of grain (inbred lines)	QN	MS
31.2	果穗:穗行数(杂交种) Ear:number of rows of grain(hybrids)	QN	MS
32	果穗:形状 Ear:shape	PQ	VG
33	果穗:籽粒颜色数量 Ear:number of colors of grain	QL	VG
34	仅适用于甜玉米;籽粒:黄色程度 Only varieties with ear type of grain:sweet;Grain:intensity of yellow color	QN	VG
35	仅适用于甜玉米;籽粒:长度 Only varieties with ear type of grain:sweet;Grain:length	QN	VG
36	仅适用于甜玉米;籽粒:宽度 Only varieties with ear type of grain:sweet;Grain;width	QN	VG
37	仅适用于甜玉米;籽粒:皱缩程度 Only varieties with ear type of grain:sweet;Ear:shrinkage of top of grain	QN	VG
38	籽粒:类型 Grain:type	PQ	VG
39	仅适用于单色玉米;籽粒:顶端主要颜色 Only varieties with number of colors of grain;Single colored;Ear;color of top of grain	PQ	VG
40	仅适用于单色玉米;籽粒:背面主要颜色 Only varieties with number of colors of grain;Single colored;Ear;color of dorsal side of grain	PQ	VG
41	籽粒:形状 Grain:shape	PQ	VG
42	穗轴:颖片花青甙显色强度 Cob:anthocyanin coloration of glumes	QN	VG
43	仅适用于爆裂玉米;籽粒:爆花形状 Only varieties with ear type of grain:pop;Type of popped grain	QN	VG

PQ:假质量性状;QL:质量性状;QN:数量性状;MS:个体测量;MG:群体测量;VS:个体目测;VG:群体目测

PQ;pseudo-qualitative characteristic,QL:qualitative characteristic,QN:quantitative characteristic,MS:single measurement,MG:group measurement,VS:single visual observation,VG:group visual measurement

相关,对于近似品种选择帮助不大,未列出这些性状代码变幅。另外性状 20、23、24、28、32、41 因品种鉴

别力差,性状 34~37、43 因涉及品种数量极少,也未列出变幅。

表 2 玉米品种不同性状表达状态代码的变幅大小

Table 2 Scores of the investigated characteristics of maize varieties (in number of notes)

品种 Variety	郑单 958 Zhengdan 958	先玉 335 Xianyu 335	鲁单 981 Ludan 981	农大 108 Nongda 108	昌 7-2 Chang 7-2	郑 58 Zheng 58	PH4CV	PH6WC	齐 319 Qi 319	浚单 20 Xundan 20	沈单 16 Shendan 16	登海 605 Denghai 605	最大变幅 Maximum range
重复次数	146	46	32	28	66	77	25	53	32	15	14	10	/
性状 1 char. 1	3	3	3	3	4	4	3	4	4	3	3	3	4
性状 2 char. 2	3	2	3	2	3	2	2	2	2	3	2	2	3
性状 4 char. 4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	3
性状 6 char. 6	4	2	4	2	3	2	2	2	3	1	3	2	4
性状 8 char. 8	5	5	5	4	3	4	3	2	4	3	3	2	5
性状 9 char. 9	1	1	2	1	1	1	1	3	1	1	1	1	3
性状 10 char. 10	1	5	5	5	3	2	2	4	5	3	5	5	5
性状 11 char. 11	3	4	4	3	3	4	1	3	4	4	1	2	4
性状 12 char. 12	3	3	3	2	2	3	3	2	3	2	1	3	3
性状 13 char. 13	3	4	4	3	4	2	2	3	4	2	3	4	4
性状 14 char. 14	3	4	4	5	3	3	2	2	4	2	5	2	5
性状 15 char. 15	4	4	3	4	4	4	2	3	4	4	3	4	4
性状 16 char. 16	3	3	3	3	3	2	2	2	3	2	3	2	3
性状 18 char. 18	3	2	2	2	4	2	3	1	3	3	3	1	3
性状 19 char. 19	5	4	3	4	2	4	2	5	3	4	2	2	5
性状 21 char. 21	5	4	3	5	4	4	2	3	4	4	5	4	5
性状 22 char. 22	4	4	4	3	3	3	4	3	3	3	2	4	4
性状 25 char. 25	4	3	3	4	4	2	4	4	4	4	/	3	4
性状 26 char. 26	3	3	3	3	4	4	3	2	4	3	4	3	4
性状 27 char. 27	4	4	3	4	4	4	3	2	4	2	4	2	4
性状 29 char. 29	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	2	4
性状 30 char. 30	4	3	4	4	3	4	3	3	4	4	3	2	4
性状 31 char. 31	4	3	3	3	4	4	2	3	3	3	3	2	4
性状 33 char. 33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
性状 38 char. 38	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	1	2	3
性状 39 char. 39	2	1	/	1	1	2	2	2	3	2	2	1	3
性状 42 char. 42	1	3	3	2	1	3	1	1	3	1	3	2	3

在长期测试实践和本研究中发现,一些性状个别表达状态代码的波动幅度远小于其他表达状态。例如,玉米的花青甙显色性状(包括性状 1、9、10、11、15、21、24、42 等 8 个)为目测数量性状,当表达状态为“无或极弱时”,其代码值极为稳定,一般波动不会超过 2 个代码。另外,假质量性状变异范围中非连续部分的表达状态极为稳定。例如,性状 38“籽粒:类型”中的马齿型、甜质型、爆裂型、糯质型、粉质型,性状 39“仅适用于单色玉米:籽粒:顶端颜

色”中的白色、紫色、褐色、蓝黑色。

2.3 近似品种筛选的参照品种代码范围

根据不同性状表达状态代码的波动幅度和同一性状中不同表达状态的表达稳定性,制定了近似品种筛选时对应申请品种不同性状每个代码的参照品种代码范围(表 3)。共选用了 25 个测试性状,性状 10“雄穗:颖片除基部外花青甙显色强度”因数据一致性差,性状 12“雄穗:小穗密度”因品种鉴别力差未用于近似品种筛选。

表 3 申请品种表达状态代码对应的参照品种表达状态代码范围

Table 3 Range of note for reference varieties corresponding to each note of a candidate variety

性状 Characteristics	申请品种表达状态对应的参照品种表达状态代码范围 Range of note for reference varieties corresponding to each note of candidate varieties									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
性状 1 char. 1	1~2	1~6	2~7	2~8	3~9	3~9	4~9	5~9	6~9	*
性状 2 char. 2	1~2	1~4	2~5	2~5	3~5	*	*	*	*	*
性状 4 char. 4	1~3	1~4	1~5	2~6	3~7	4~8	5~9	6~9	7~9	*
性状 6 char. 6	1~3	1~5	2~6	2~7	2~8	3~8	4~9	5~9	6~9	*
性状 8 char. 8	1~3	1~4	2~6	2~8	2~8	3~8	4~9	4~9	5~9	*
性状 9 char. 9	1~2	1~4	2~5	2~6	3~7	4~8	5~9	6~9	7~9	*
性状 11 char. 11	1~2	1~4	2~6	2~7	2~8	3~9	4~9	5~9	6~9	*
性状 13 char. 13	1~3	1~5	2~6	2~7	2~8	3~9	4~9	5~9	6~9	*
性状 14 char. 14	1~2	1~5	2~6	2~7	2~8	3~9	4~9	5~9	6~9	*
性状 15 char. 15	1~2	1~5	2~6	2~7	3~7	4~8	5~9	6~9	6~9	*
性状 16 char. 16	1~3	1~4	1~5	2~6	3~7	4~8	5~9	6~9	7~9	*
性状 18 char. 18	1~3	1~4	1~5	2~6	3~7	4~8	5~9	6~9	7~9	*
性状 19 char. 19	1~5	1~6	1~7	1~8	1~9	2~9	3~9	4~9	5~9	*
性状 21 char. 21	1~3	1~5	1~6	2~7	2~8	2~9	3~9	4~9	5~9	*
性状 22 char. 22	1~4	1~5	1~6	1~7	2~8	3~9	4~9	5~9	6~9	*
性状 25 char. 25	1~4	1~5	1~6	1~7	2~8	3~9	4~9	5~9	6~9	*
性状 26 char. 26	1~4	1~5	1~6	1~7	2~8	3~9	4~9	5~9	6~9	*
性状 27 char. 27	1~4	1~5	1~6	1~7	2~8	3~9	4~9	5~9	6~9	*
性状 29 char. 29	1~4	1~5	1~6	1~7	2~8	3~9	4~9	5~9	6~9	*
性状 30 char. 30	1~4	1~5	1~6	1~7	2~8	3~9	4~9	5~9	6~9	*
性状 31 char. 31	1~4	1~5	1~6	1~7	2~8	3~9	4~9	5~9	6~9	*
性状 33 char. 33	1	2	3	~	~	~	~	~	~	*
性状 38 char. 38	1~3	1~4	1~4	3~5	4~5	6	7	8	9	*
性状 39 char. 39	1~2	1~3	2~5	3~6	3~7	3~7	5~7	8	9	10
性状 42 char. 42	1~2	1~4	2~5	2~6	3~7	4~8	5~9	6~9	7~9	*

* :不涉及

* :not applicable

2.4 基于表型性状的近似品种筛选软件开发和应用

基于建立的玉米 DUS 测试性状数据库,开发了近似品种筛选功能(软件著作权登记号 2015SR207908)。从数据库界面上输入申请品种名称,数据库显示玉米数据库中全部性状及申请品种的相应表达状态代码。在界面上选择相关性状,根据申请品种的代码,利用表 3 确定相应的参照品种表达状态值范围,输入对应的代码范围。可同时利用一个或多个性状进行近似品种筛选。筛选出的近似品种显示在软件界面上(图 1)。

3 讨论

性状表达状态值波动范围确定是保证近似品种

严谨性、提高近似品种准确性的关键。本研究根据同一测试地点相同品种多年的表型性状数据和多年测试经验,确定了一批玉米性状表达状态代码的波动范围。除质量性状和一些性状的个别表达状态外,玉米其他性状的表达状态代码都存在着不同程度的波动,波动程度因性状和表达状态在性状变异范围中的位置而异。表达状态代码波动由年度间或地点间环境条件的差异引起,也与测试人员对同一性状(主要是目测性状)的观测偏差有关^[9]。关于环境条件对测试性状表达影响的研究多有报道^[9-12],但这些报道多是对不同生态条件下数量性状测量值变化的研究,对播期、栽培管理条件大致相同情况下的同一测试地点种植品种性状表达状态代码的波动研究未见报道。

本研究表明,在筛选近似品种时,应根据申请品种的性状和性状表达状态代码在变异范围中所处的位置,确定参照品种库相应的表达状态代码范围。在近似品种筛选的一些实践中,数量性状一般采用3个代码的波动范围的做法,虽然对于一部分数量性状适用,但对于波动范围超过3个代码的性状,显然有失严谨。另外,因未充分利用同一性状内不同表达状态的稳定性差异,这种做法会选入过多的近似品种。本研究基于玉米测试性状数据库开发了近似品种筛选软件,软件中测试性状、性状表达状态范围可以灵活选择和设置,有利于充分利用测试人员的经验。

在大田作物 DUS 测试中,国外提出了基于表型距离进行近似品种筛选的方法^[7]。该方法根据品种间有差异性状代码的差异大小和性状表达稳定性,分别赋予代码差异以相应的权重。将品种间有差异性状的权重之和作为品种间表型距离。但该方法严重依赖于代码差异权重赋值的合理性。对于假质量性状和部分数量性状,相同的代码差异往往意味着不同大小的表型差异,给权重赋值带来了极大的困难。相比之下,基于表型性状进行近似品种筛选,可针对申请品种的表达状态代码所处范围,设置参照品种的代码范围,在保证筛选严谨性的同时,提高了筛选的灵活性。

近年来,国际上广泛开展了利用 DNA 指纹辅助近似品种筛选的研究^[14-16]。由于品种间的表型距离与分子距离并不是严格的线性相关关系,目前最成功的模式是综合利用分子性状和表型性状筛选近似品种,在利用表型性状选择近似品种的基础上,进一步利用分子性状排除一部分遗传距离较大的品种,从而减少了需要种植近似品种数量^[14]。本课题组也开展了这方面的尝试,对通过表型性状筛选出的近似品种,通过基于 SSR 标记的分子距离进一步筛选,减少了近似品种的数量。计划将玉米 DNA 指纹数据整合进数据库,综合利用玉米表型数据和 DNA 指纹数据,进一步提高近似品种筛选的准确性和特异性测试效率。

在新品种测试领域,国内报道了一批不同植物参照品种性状数据库构建工作^[8,17-22]。但这些数据库大多停留在对参照品种性状数据的整理和保存水平上,不具备近似品种筛选功能。本研究建立的数据库是国内报道的第一个基于玉米测试性状进行近似品种筛选的数据库。

本研究确定的玉米近似品种筛选方法的参数

(性状表达状态代码波动范围)基于农业部植物新品种测试(济南)分中心测试基地采集的参照品种数据获得。本研究建立的数据库系统在用于其他测试机构的玉米近似品种筛选时,应在对相关测试机构采集性状表达状态代码波动范围研究基础上,对筛选参数进行适当调整。

参考文献

- [1] 中华人民共和国国务院. 中华人民共和国种子法[M]. 北京: 法律出版社, 2015: 4-7
- [2] 中华人民共和国国务院. 植物新品种保护条例[M]. 北京: 中国农业出版社, 1997: 4-5
- [3] UPOV. TG/1/3 General introduction to the examination of distinctness, uniformity and stability and the development of harmonized descriptions of New Varieties of Plants [S]. Geneva: UPOV, 2002
- [4] UPOV. TGP/4 Constitution and maintenance of variety collections [S]. Geneva: UPOV, 2008
- [5] UPOV. TGP/9 Examining distinctness [S]. Geneva: UPOV, 2015
- [6] Jones H, Jarman R J, Austin L, et al. The management of variety reference collections in distinctness, uniformity and stability testing of wheat [J]. *Euphytica*, 2003, 132: 175-184
- [7] UPOV. TGP/8 Trial design and techniques used in the examination of distinctness, uniformity and stability [S]. Geneva: UPOV, 2016
- [8] 杨坤, 张新明, 刘平, 等. 植物已知品种数据库构建方法的研究 [J]. *中国农学通报*, 2011, 27(33): 283-287
- [9] 唐浩, 刘洪, 余汉勇, 等. 基于 DUS 测试的标准品种形态性状稳定性和重要性分析 [J]. *作物学报*, 2013, 39(4): 632-641
- [10] 刘迪发, 徐丽, 张如莲, 等. 设施栽培对玉米 DUS 测试性状及产量相关性状表达的影响 [J]. *中国农学通报*, 2014, 30(27): 192-197
- [11] 杨江龙, 李硕碧, 杜联盟, 等. 玉米 DUS 测试性状在春播与夏播间的表达差异研究 [J]. *玉米科学*, 2015, 23(4): 43-47
- [12] 黄志城, 杨坤, 周海涛, 等. 不同生态环境对郑单 958 部分数量性状的影响研究 [J]. *玉米科学*, 2015, 23(5): 49-55
- [13] 中华人民共和国农业部. NY/T 2232—2012 植物新品种特异性、一致性和稳定性测试指南 玉米 [S]. 北京: 中国农业出版社, 2012
- [14] UPOV. TGP/15. Guidance on the use of biochemical and molecular markers in the examination of distinctness, uniformity and stability (DUS) [S]. Geneva: UPOV, 2013
- [15] Ibáñez J, Vélez M. D, de Andrés M T, et al. Molecular markers for establishing distinctness in vegetatively propagated crops: a case study in grapevine [J]. *Theor Appl Genet*, 2009, 119: 1213-1222
- [16] Reid A, Hof L, Felix G, et al. Construction of an integrated microsatellite and key morphological characteristic database of potato varieties on the EU common catalogue [J]. *Euphytica*, 2011, 182: 239-249
- [17] 谢秋兰. 蔷薇属测试指南和已知品种数据库 [D]. 南京: 南京农业大学, 2008
- [18] 田苗. 我国紫薇新品种 DUS 测试指南及已知品种数据库的建立 [D]. 北京: 北京林业大学, 2008
- [19] 张晓庆. 中国茶花品种分类、测试指南及已知茶花品种数据库构建 [D]. 北京: 中国林业科学院, 2008
- [20] 颜国荣, 王威, 白玉亭, 等. 西瓜已知品种 DUS 性状数据库构建与应用 [J]. *新疆农业科学*, 2014, 51(8): 1548-1555
- [21] 褚云霞, 邓娜, 黄志城, 等. 非洲菊新品种 DUS 测试数量性状分级及形态性状多样性研究 [J]. *植物遗传资源学报*, 2015, 16(4): 920-926
- [22] 刘欢, 马啸, 张新全, 等. 多花黑麦草品种 DUS 测试数量性状分级分析 [J]. *植物遗传资源学报*, 2016, 17(5): 846-853