

西瓜种质资源主要植物学性状的遗传多样性及相关性分析

尚建立, 王吉明, 郭琳琳, 马双武

(中国农业科学院郑州果树研究所, 郑州 450009)

摘要: 以我国西瓜、甜瓜种质资源中期库内 1200 份西瓜种质为材料, 对果实重量、果肉颜色、中心糖、种子千粒重等 12 项主要植物学性状进行遗传多样性和相关性分析。多样性分析结果表明: 我国西瓜资源 12 项植物学性状多样性指数平均值为 1.70, 种子千粒重多样性指数最大为 2.37, 果实形状多样性指数最小为 1.02。其中果皮底色、果皮覆纹颜色、果肉颜色、果实重量、果实中心糖、种子千粒重性状数据分布较为分散。数量性状变异系数平均值为 31.8, 变异幅度均比其平均值大 1~3 倍。相关性分析结果表明: 果实形状和果形指数、果肉颜色和果实中心糖、果肉颜色和种子千粒重、果皮厚度和硬度 4 对性状相关性极显著。种子千粒重和果实中心糖、果实重量和果皮厚度、果实重量和果皮硬度、覆纹颜色和形状 4 对性状相关性显著。

关键词: 西瓜; 种质资源; 遗传多样性; 相关性

Genetic Diversity and Correlation Analysis of Main Botany Characters in Watermelon Genetic Resources

SHANG Jian-li, WANG Ji-ming, GUO Lin-lin, MA Shuang-wu

(Zhengzhou Fruit Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou 450009)

Abstract: The genetic diversity and correlation of twelve botanical characters were assessed in watermelon genetic resources in National Mid-term Genebank for Watermelon and Melon. The result of genetic diversity showed that: All botanical characters tested showed diversity indexes ranging from 1.02 (fruit shape) to 2.37 (1000-seed-weight) with an average of 1.70. The frequency distributions of botanical characters such as ground color of fruit surface, over color of fruit surface, flesh color, fruit weight, soluble solid content at center flesh, 1000-seed-weight were dispersed. Variation coefficient of quantitative characters for average was 31.8. Variation range was 1-3 times greater than the average. The result of genetic correlation showed that: fruit shape and fruit ratio, flesh color and soluble solid content at center flesh, flesh color and 1000-seed-weight, fruit rind thickness and fruit rind hardness was significantly related. 1000-seed-weight and soluble solid content at center flesh, fruit weight and fruit rind thickness, fruit weight and fruit rind hardness, over color of fruit surface and over color pattern of fruit surface was significantly related.

Key words: Watermelon; Genetic resources; Genetic diversity; Correlation coefficient

西瓜种质资源是我国植物种质资源的重要组成部分, 是我国西瓜产业生存和发展的基石。由于西瓜原产非洲, 其遗传基础较狭窄^[1-2], 许多优异的西

瓜资源分布在世界各地, 造成了我国西瓜资源收集困难、育种材料单一、品种间亲缘关系狭窄, 严重限制了我国西瓜的育种水平。目前在其他园艺作物资

收稿日期: 2010-12-28 修回日期: 2011-06-19

基金项目: 农作物种质资源保护(NB06-070401-41); 国家科技基础条件平台项目(2005DKA21001-23)

作者简介: 尚建立, 硕士, 助理研究员, 主要从事西瓜、甜瓜种质资源研究。E-mail: shangjianli1226@126.com

源如黄瓜、丝瓜、南瓜、甜瓜等^[3-7]的植物学性状和分子水平都做了较为全面的遗传多样性研究,但针对我国保存的西瓜种质资源植物学性状遗传多样性和相关性的研究较少,其中马双武等^[8-9]对我国保存的西瓜资源现状及特异种质进行了总结,范敏等^[10]对 1373 份美国 PI 编号西瓜种质做了性状观察和聚类分析,李艳梅等^[11]、张爱萍等^[12]、郭军等^[13]分别利用 AFLP、SRAP、RAPD 技术对部分西瓜资源进行了基因组 DNA 多态性的分析,这些工作都为我国西瓜种质资源遗传多样性研究奠定了基础。通过对我国西瓜中期库内部分种质重要的植物学性状数据的标准化采集,分析其遗传多样性及相关性,为进一步开展资源分子水平的遗传多样性和相关性研究打下基础,对了解我国西瓜资源的组成结构及将来的引种和育种工作都具有重要意义。

1 材料与方法

1.1 材料

试验分别于 2008 - 2010 年春在新疆石河子进行,材料为国家西瓜、甜瓜中期库保存的西瓜种质,其中普通西瓜 1063 份、野生西瓜 89 份、籽瓜 48 份(表 1),国内种质以收集的地方品种和遗传材料(自交系、突变系等)为主,国外种质以早期引进的育种材料为主。试验地土壤肥力中等,肥水管理与生产相同,采用网室 + 滴灌栽培模式,每年每份材料种植 10 株,随机排列,株行距 0.3m × 2.0m(野生类型为 0.5m × 4.0m),双蔓整枝,每株留 1 果,每份材料调查 5 ~ 8 株,数据采集者为同一人,数据资料为 2 ~ 3 年的平均值,性状调查项与采集方法参照《西瓜种质资源描述规范和数据标准》^[14]。其中果皮硬度计为专业定制,测量最大值为 50kg/cm²,极少数资源果皮硬度大于其最高值时按 50kg/cm² 计。

1.2 方法

西瓜资源植物学性状分为质量性状和数量性状两类,其中质量性状的描述分组见表 2,统计各组的分布频率,计算遗传多样性指数。数量性状统计最小值、最大值、平均值、变异幅度、变异系数、标准差、遗传多样性指数 H' ,并参照赵香娜等^[15]方法根据数据平均值、标准差将数据分为 10 级,从第 1 级 $X_i < (x - 2s)$ 到第 10 级 $X_i \geq (x + 2s)$ 每 0.5s 为 1 级,统计各级的分布频率。数据均使用 Excel 和 SPSS17.0 统计分析软件计算相关性系数 R 及绘制相关图。遗传多样

表 1 1200 份西瓜资源类型与来源

Table 1 Sources and types of 1200 watermelon germplasm resources

编号范围 Code range	类型 Type	来源 Origin	数量 Number	代表品种 Representative varieties
A0001-A0275	普通西瓜	河南	275	郑州 2 号、三白瓜、手巾条
A0276-A0388	普通西瓜	新疆	113	奎克塔吾孜、卡拉夏伯克、塔车红
A0389-A0491	普通西瓜	北京	103	花玲、夏友、大叶红
A0492-A0539	普通西瓜	辽宁	48	透心红、察布尔西瓜、神武
A0540-A0580	普通西瓜	山东	41	兴城红、核桃纹、桃尖
A0581-A0619	普通西瓜	安徽	39	刚皮、宿县小籽、阜阳 1 号
A0620-A0645	普通西瓜	台湾	26	和平、宝冠、金兰
A0646-A0714	普通西瓜	-	69	槟榔皮西瓜、粤茶花、齐头黄
A0715-A0829	普通西瓜	美国	115	Gray belle、Black diamond、Dixiee
A0830-A0902	普通西瓜	日本	73	大和冰淇淋、金都、乙女
A0903-A0968	普通西瓜	土耳其	66	PI278044、PI179237、PI277972
A0969-A0996	普通西瓜	苏联	28	苏联 3 号、美丽、久比利
A0997-A1063	普通西瓜	-	67	Korai Kincs、Amol、Cream Suika
A1064-A1152	野生西瓜	南非	89	耐冷野生、PI271775、PI296334
A1153-A1167	籽瓜	甘肃	15	靖远大板 1 号、吉利、黑大片
A1168-A1179	籽瓜	新疆	12	红籽瓜
A1180-A1190	籽瓜	美国	11	PI220799、PI368493、Mendocina
A1191-A1200	籽瓜	-	10	磴口子瓜、道县红籽瓜
总计 Total			1200	

性指数 H' 的计算公式为: $H' = -\sum p_i \ln p_i$, 其中 p_i 为某一性状第 i 级(组)内材料份数占总份数的百分比, \ln 为自然对数。

表 2 西瓜资源质量性状的描述分组

Table 2 Describe grouping of botanical qualitative character in watermelon accessions

代码 Code	性状 Character	分组 Group									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	果实形状	圆形	椭圆形	长果形	圆柱形						
B	果皮底色	乳白	灰白	绿白	浅绿	黄绿	深绿	墨绿	浅黄	黄	
C	果皮覆纹颜色	无	浅绿	绿	深绿	墨绿	浅黄	黄	深黄		
D	果皮覆纹形状	无	网条	条带	齿条	放射条	斑点				
E	果肉颜色	白	乳白	浅黄	黄	橙黄	粉红	桃红	红	桔红	大红
F	种子表面光滑度	光滑	粗糙	裂纹	裂刻						

2 结果与分析

2.1 质量性状的遗传多样性

西瓜资源主要质量性状的遗传多样性情况见表 3,其中果肉颜色遗传多样性指数最高为 1.62,红肉类型分布频率最高为 37.24%。果皮底色多样性指

数为 1.57,浅绿色果皮分布频率最高为 39.20%。果皮覆纹颜色多样性指数为 1.61,深绿色覆纹分布频率最高为 34.01%。果皮覆纹形状多样性指数为 1.32,网条型分布频率最高为 46.00%。果实形状多样性指数为 1.02,圆形果分布频率最高为 57.03%。种子表面光滑度多样性指数为 1.18,粗

表 3 西瓜资源质量性状频率分布和多样性

Table 3 Diversity index and frequency distribution of botanical qualitative character in watermelon accessions

性状 Character	频率分布(%) Frequency distribution										遗传多样性指数 H'
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
A	57.03	19.71	22.15	1.11							1.02
B	0.64	0.47	7.31	39.20	4.63	23.72	18.22	3.53	2.28		1.57
C	14.77	9.03	9.98	34.01	28.67	1.65	1.10	0.79			1.61
D	13.00	46.00	16.92	22.90	1.02	0.16					1.32
E	6.06	0.79	2.28	3.09	4.17	33.78	0.55	37.24	0.47	11.57	1.62
F	16.38	51.80	24.22	7.60							1.18

糙型分布频率最高为 51.80%。

2.2 数量性状的遗传多样性

西瓜数量性状的变异情况见表 4,各性状变异幅度均大于其平均值 1~3 倍,变异系数平均值为 31.8%。其中种子千粒重的最小值为 9.0g,最大

为 306.0g,变异系数和多样性指数分别为 50.5% 和 2.37。果形指数的最小值为 0.7,最大值为 2.8,多样性指数为 1.61。果皮硬度的最小值为 7.0kg/cm²,最大值超过 50.0kg/cm²,多样性指数为 2.12,变异系数为 19.8%。

表 4 西瓜资源数量性状的变异情况

Table 4 Variation of botanical quantitative characters in watermelon accessions

代码	性状	最小值	最大值	平均值	变异幅度	标准差	变异系数(%)	多样性指数
Code	Character	Min	Max	Mean	Range	s	CV	H'
G	果实重量(kg)	0.5	16.0	4.4	15.5	1.89	43.0	2.01
H	果形指数(l/w)	0.7	2.8	1.3	2.1	0.32	25.0	1.61
I	果皮厚度(cm)	0.3	2.9	0.9	2.7	0.28	30.1	1.93
J	果皮硬度(kg/cm ²)	7.0	50.0	39.9	43.0	4.82	19.8	2.12
K	中心糖(%)	1.0	14.0	9.3	13.0	2.08	22.5	2.09
L	千粒重(g)	9.0	306.0	80.9	297.0	30.98	50.5	2.37

从各数量性状分布情况(图1)看6个数量性状均类似偏正态分布,其中果实重量曲线较为平滑,峰值不明显,在3~5级分布频率较大,分布范围在3.0~6.0kg。种子千粒重在3级和6级出现了两个峰值,说明种子千粒重数据较为分散,多样性程度较高,其最大分布范围在40.0~60.0g。其他几个性状分布情况为果皮厚度在4级,达到最高分布频率;果形指数在3级,达到最高分布频率;果皮硬度在3级,达到最高分布频率;中心糖在5级,达到最高分布频率。

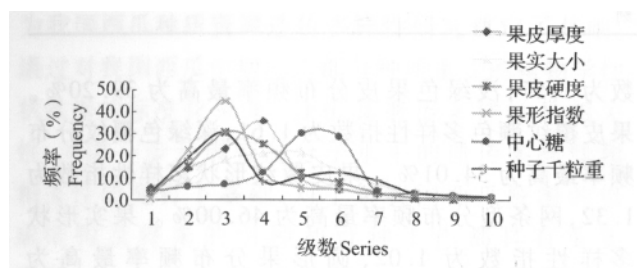


图1 西瓜种质资源数量性状的分布情况

Fig. 1 Frequency distribution of botanical quantitative characters in watermelon accessions

表5 性状间的表型相关性系数

Table 5 Phenotypic correlation coefficient between characters

性状 Character	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
A	1.000											
B	-0.057	1.000										
C	-0.041	-0.090	1.000									
D	-0.055	-0.093	0.109*	1.000								
E	0.079	0.055	0.053	-0.076	1.000							
F	0.032	0.016	0.035	-0.024	0.024	1.000						
G	0.085	-0.054	-0.069	-0.040	0.054	0.032	1.000					
H	0.700**	-0.080	-0.062	-0.080	0.070	-0.051	0.086	1.000				
I	0.042	-0.009	-0.068	0.030	-0.088	0.025	0.114*	0.038	1.000			
J	0.047	0.078	-0.008	-0.040	-0.092	0.061	0.104*	0.047	0.353**	1.000		
K	0.058	-0.019	0.055	-0.010	0.488**	0.028	-0.018	0.065	-0.093	-0.890	1.000	
L	-0.078	0.088	-0.028	-0.020	-0.214**	0.026	0.079	-0.059	0.096	0.093	-0.108*	1.000

*、** 分别表示 $P < 0.05$ 和 $P < 0.01$ 水平上显著差异

*、** mean significant difference at 0.05 and 0.01 level respectively

(3) 果肉颜色和种子千粒重极显著负相关,即种子千粒重大的资源果肉颜色多数为白肉类型(图4),这部分资源中籽瓜类型,果肉白色,种子是极大籽,而红肉小籽类型在育种中是优势性状,经过长期自然选择或人工选育而保留下来,在资源性状观察中也表现出较强的相关性。

(4) 果皮硬度和果皮厚度是衡量果实耐储运性的标志,二者极显著正相关(图5),说明果皮硬度高的资源,果皮厚度相对较厚,这也与资源的田间观察结果一致,如大果型西瓜多数为厚皮类型,

2.3 表型性状相关性分析

从西瓜种质资源12项植物学性状相关性指数分析结果(表5)可看出:(1)果实形状和果形指数极显著正相关。其中圆形果的果形指数在0.9~1.2之间,椭圆形果的果形指数在1.3~1.5之间,长形果和圆柱形果的果形指数分布在1.6~2.0之间(图2)。测量计算出的果形指数与田间目测果实形状一致性高,通过果形指数来表达果实形状的话,更加精准。

(2) 果肉颜色和中心糖是育种过程的重要品质性状,二者极显著正相关。其中白肉型资源的含糖量分布在5.0%左右,黄肉型资源的含糖量分布在8.5%左右,红肉型资源的含糖量分布在10.0%左右,从资源整体水平看,红肉类型资源的果实含糖量明显高于白肉类型资源(图3)。田间观察结果也表明大多数白肉类型的资源中心糖度较低,大红肉类型的资源中心糖度较高。

果皮硬度较高,小果型西瓜多数为薄皮类型,果皮硬度较低。

(5) 种子千粒重和中心糖显著负相关,这与资源的长期人工选择有关,因为育种要求品种的种子越小、糖度越高越好,造成了小籽高糖的类型偏多。

(6) 果实质量和果皮厚度、果皮硬度相关性显著。资源中野生类型和地方品种多数为大果型、皮厚、硬度较高,而近年选育的一些小果型品种多数为果皮较薄、硬度高的类型。

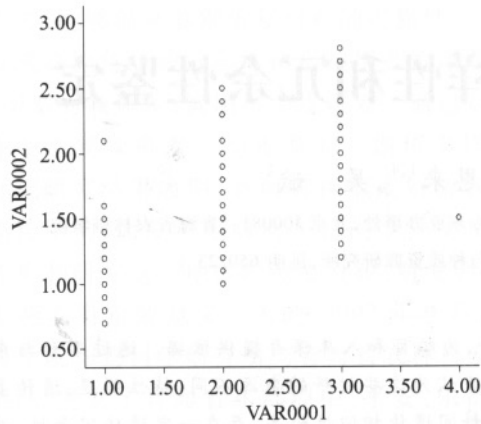


图2 果实形状和果形指数相关图

Fig. 2 Correlogram of fruit shape and shape index content at center flesh

VAR00001 = 果实形状级数; VAR00002 = 果形指数

VAR00001 = fruitshape classification; VAR00002 = fruit shape index

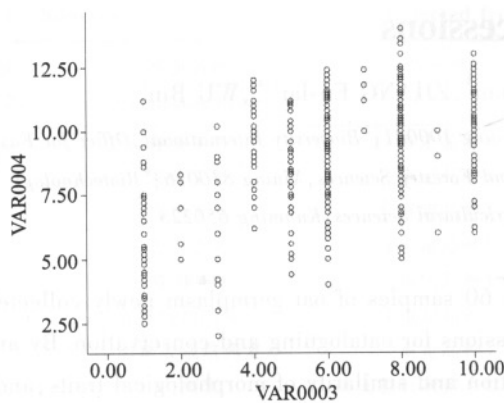


图3 果肉颜色和中心糖相关图

Fig. 3 Correlogram of flesh color and soluble solid

VAR00003 = 果肉颜色级数; VAR00004 = 中心糖

VAR00003 = flesh color classification; VAR00004 = soluble solid

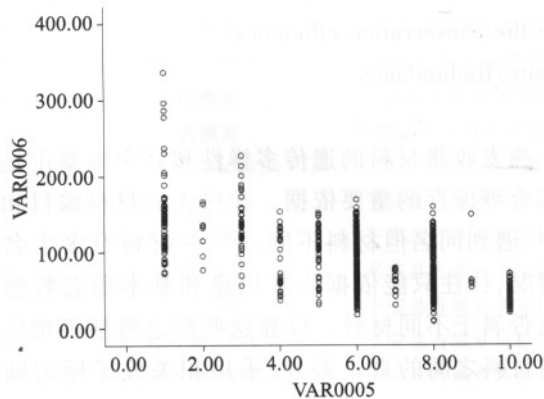


图4 种子千粒重和果肉颜色相关图

Fig. 4 Correlogram of 1000-seed-weight and flesh colour

AR00005 = 果肉颜色级数; VAR00006 = 千粒重

AR00005 = flesh colour classification; VAR00006 = 1000-seed-weight

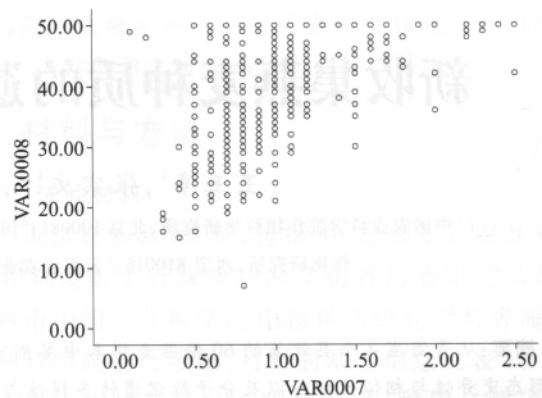


图5 果皮厚度和果皮硬度相关图

Fig. 5 Correlogram of fruit rind thickness and hardness

VAR00007 = 果皮厚度; VAR00008 = 果皮硬度

VAR00007 = fruit rind thickness; VAR00008 = fruit rind hardness

(7) 覆纹颜色和覆纹形状相关性显著,资源中果实覆纹形状以网条、条带、齿条3种类型占资源的80%以上,其中网条覆纹颜色以绿色为主,齿条覆纹颜色以墨绿为主,条带覆纹颜色以深绿为主。

3 讨论

种质遗传多样性是生物进化和育种的基础,通过植物学性状遗传多样性研究,能从整体了解资源的丰富程度,为使用者提供重要信息^[16]。随着基因时代的到来,植物遗传多样性研究也步入了分子水平^[17-18]。利用分子标记技术虽可以更准确地了解植物遗传多样性,但难以与具体性状结合起来。形态学方法是植物遗传多样性研究最直观、最基础的方法,将植物学性状、形态性状与分子标记技术相结合,就能准确把握资源遗传多样性的本质^[19-20]。以往的研究结果表明,使用同工酶、RAPD、SSR等技术在西瓜上的多态性表现较低,因此认为西瓜的遗传基础狭窄^[1-2]。本研究通过植物学性状进行遗传多样性研究,材料样本较大,包含了每个性状的大部分类型,其中种子千粒重、果肉颜色、果实含糖量、果皮厚度等多样性指数较高,平均值为1.70。各表型性状类型丰富,以果实圆形、浅绿色果皮、深绿色网条形覆纹、果肉红色、种子表面粗糙型资源占优势。表明我国目前保存的西瓜资源在植物学性状上的遗传多样性较高,其分子水平的遗传多样性有待进一步研究。

表型性状间的相关性是间接鉴定法的重要依据,其本质是基因间的连锁或互作,通过某一个性状来预测与其相关的性状表现,在育种中具有重要的应用价值。西瓜资源不同性状间相关性研究结果表明:果实

(下转 21 页)

中县 遗传关系却非常接近; 燕麦(1225)与大燕麦(1226)虽异名, 外稃为灰白色条纹, 与黑燕麦相似; 上述可能为重复材料, 建议各选择 1 份保存。

本研究通过名称与来源分析、形态变异与相似性评价以及分子标记遗传多样性和冗余性鉴定, 能够有效确定新收集种质中的重复材料, 为这些燕麦材料的编目、入库提供了理论依据。考虑到燕麦基因组的复杂性, 采用的分子标记与燕麦形态特性之间关系缺乏了解, 可能会导致部分材料的遗传分析出现偏差, 如肚里黄(1222)为野生型而燕麦(1230)为栽培型, 二者生长习性不同, 但分子标记显示遗传关系最近(相似系数为 0.84), 但本文认为它们不可能为重复材料。因此, 有必要对这两份材料做进一步的遗传关系分析。

参考文献

- [1] 郑殿升, 方嘉禾. 高品质小杂粮作物品种及栽培(第二版)[M]. 北京: 中国农业出版社, 2009

(上接第 15 页)

形状和果形指数、中心糖和果肉颜色、种子千粒重和果肉颜色、果皮厚度和果皮硬度 4 对性状间相关性极显著。种子千粒重和中心糖、果实重量和果皮厚度、果实重量和果皮硬度、覆纹颜色和覆纹形状 4 对性状间存在一定的相关性。其研究结果对今后的西瓜常规育种选择、基因定位、绘制遗传连锁图等工作提供参考。

参考文献

- [1] Zhang X P, Rhodes B B. RAPD molecular marker in watermelon [J]. Hortscience, 1993, 28(5): 22-28
- [2] Lee S J, Shin J S, Park K W, et al. Detection of genetic diversity using RAPD-PCR and sugar analysis in watermelon (*C. lanatus*) germplasm [J]. Theor Appl Genet, 1996, 92: 719-725
- [3] 李锡香, 朱德蔚, 杜永臣, 等. 黄瓜种质资源遗传多样性的 RAPD 鉴定与分类研究[J]. 植物遗传资源学报, 2004, 5(2): 147-152
- [4] 夏军辉. 丝瓜种质资源遗传多样性研究[D]. 武汉: 华中农业大学, 2007
- [5] 孙正海, 李跃建, 宋明, 等. 南瓜属三个种种质的遗传多样性[J]. 西南农业学报, 2004, 17(1): 71-73
- [6] 徐志红, 徐永阳, 刘君璞. 甜瓜种质资源遗传多样性及亲缘关系研究[J]. 果树学报, 2008, 25(4): 552-558
- [7] 张洪溢, 余诞年, 王锐萍, 等. 番茄种质资源遗传多样性分析

- [2] 刘旭, 郑殿升, 董玉琛, 等. 中国禾谷类作物种质资源地理分布及其富集中心研究[J]. 植物遗传资源学报, 2009, 10(1): 1-8
- [3] 徐微, 张宗文, 吴斌, 等. 裸燕麦种质资源 AFLP 标记遗传多样性分析[J]. 作物学报, 2009, 35: 2205-2212
- [4] 相怀军, 张宗文, 吴斌. 利用 AFLP 标记分析皮燕麦种质资源遗传多样性[J]. 植物遗传资源学报, 2010, 11(2): 271-277
- [5] 郑殿升, 王晓明, 张京. 燕麦种质资源描述规范和数据标准[M]. 北京: 中国农业出版社, 2006
- [6] Vos P, Hogers R, Bleeker M, et al. AFLP: a new technique for DNA fingerprinting [J]. Nucl Acid Res, 1995, 23: 4407-4414
- [7] Li C D, Rossmagel B G, Scoles G J. The development of oat microsatellite markers and their use in identifying relationships among *Avena* species and oat cultivars [J]. Theor Appl Genet, 2000, 101: 1259-1268
- [8] Pal N, Sandhu J S, Domier L, et al. Development and characterization of microsatellite and RFLP-Derived PCR markers in Oat [J]. Crop Sci, 2002: 912-918
- [9] Hu G, Jackson E W, Bonham J M. Expansion of PCR-based marker resources in oat by surveying genome-derived SSR markers from barley and wheat [J]. Crop Sci, 2007, 47: 2004-2012
- [10] Rohlf F J. NTSYS-pc: numerical taxonomy and multivariate analysis system version 2.2 getting started guide [M]. New York: Exeter Publishing, 2006

- 与 RAPD 应用[J]. 植物遗传资源学报, 2003, 4(2): 151-156
- [8] 马双武, 王吉明, 邱江涛. 我国西瓜甜瓜种质资源收集保存现状及建议[J]. 中国西瓜甜瓜, 2003(5): 17-19
- [9] 马双武, 王吉明, 韦小敏. 我国西瓜特异种质资源研究利用进展[J]. 植物遗传资源学报, 2006, 7(4): 484-487
- [10] 范敏, 宫国义, 张瑞麟, 等. 美国资源库西瓜种质的初步观察与数量分类[J]. 中国西瓜甜瓜, 2004(4): 1-3
- [11] 李艳梅, 段会军, 马峙英. 西瓜种质资源的遗传多样性及亲缘关系的 AFLP 分析[J]. 华北农学报, 2007, 22(8): 177-180
- [12] 张爱萍, 王晓武, 张岳莉, 等. 西瓜种质资源遗传多样性的 SRAP 分析[J]. 中国农学通报, 2008, 24(4): 115-120
- [13] 郭军, 许勇, 寿森严, 等. 西瓜种质资源遗传亲缘关系的 RAPD 分析[J]. 植物遗传资源科学, 2002, 3(1): 7-13
- [14] 马双武, 刘君璞. 西瓜种质资源描述规范和数据标准[M]. 北京: 中国农业出版社, 2005
- [15] 赵香娜, 李桂英, 刘洋, 等. 国内外甜高粱种质资源主要性状遗传多样性及相关性分析[J]. 植物遗传资源学报, 2008, 9(3): 302-307
- [16] 田稼, 郑殿升. 中国作物遗传资源[M]. 北京: 中国农业出版社, 1994: 312-315
- [17] 葛颂. 生物遗传多样性研究的原理及方法[M]. 北京: 科学出版社, 1994: 123-140
- [18] 邱芳, 伏健民, 金德. 遗传多样性的分子检测[J]. 生物多样性, 1998, 2(6): 143-150
- [19] 陈巍, 王力荣, 朱更瑞, 等. 基于 SSR 标记和生物学性状进行桃遗传多样性的比较分析[J]. 植物遗传资源学报, 2009, 10(1): 86-90
- [20] 高三基, 傅华英, 陈如凯, 等. 甘蔗品质指标的通径分析和因子分析[J]. 植物遗传资源学报, 2006, 7(1): 81-84