

网络出版时间:2013-07-18 16:03

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1390.S.20130718.1603.023.html>

西瓜种质资源主要性状的表型多样性

纪海波^{1a}, 张玉鑫^{1b,2}, 李玉明^{1a}, 潘存祥^{1a}, 陈年来^{1a,1b}

(1 甘肃农业大学 a 甘肃省干旱生境作物学国家重点实验室, b 资源与环境学院, 甘肃 兰州 730070;

2 甘肃省农业科学院 蔬菜研究所, 甘肃 兰州 730070)

【摘要】 **【目的】**研究西瓜种质资源的遗传多样性和应用潜力,为西瓜遗传多样性保护和育种实践提供依据。**【方法】**以国家蔬菜工程技术研究中心提供的 768 份西瓜种质资源为材料,通过 2009 年和 2010 年 2 年的田间试验进行了 24 个性状(包括果实生育期、全生育期、雌花到生长点距离、茎节间长度、叶片纵径、叶片横径、果实纵径、果实横径、单果质量、果皮厚度、固形物含量、种子百粒质量、单瓜种子数等 13 个数量性状,以及茎断面形状、植株性型、果皮底色、果皮斑纹形状、果皮斑纹颜色、果肉色泽、果肉质地、果肉风味、种子底色、种子斑纹形状和种子斑纹颜色等 11 个质量性状)的表型多样性研究。**【结果】**西瓜种质资源 13 个数量性状的平均变异系数为 23.28%,其中单果质量的变异系数最大,为 52.63%,雌花到生长点距离的变异系数最小,为 0.32%。11 个质量性状的平均变异系数为 43.21%,变异系数最大的是种子斑纹形状(72.32%),最小的是茎断面形状(17.07%)。13 个数量性状的平均遗传多样性指数为 1.93,11 个质量性状的平均遗传多样性指数为 1.20;果肉质地(2.12)、雌花到生长点距离(2.06)、固形物含量(2.04)、叶片纵径(2.02)、种子百粒质量(2.02)、单瓜种子数(2.01)和果实横径的遗传多样性指数(2.01)均较大,茎断面形状的遗传多样性指数最小(0.40)。**【结论】**西瓜种质资源不同性状指标的变异程度和多样性指数较大,表明其具有丰富的变异程度和多样性。

【关键词】 西瓜;多样性指数;变异系数

【中图分类号】 S651

【文献标志码】 A

【文章编号】 1671-9387(2013)08-0155-06

Phenotypic diversity in main characters of watermelon germplasm

JI Hai-bo^{1a}, ZHANG Yu-xin^{1b,2}, LI Yu-ming^{1a}, PAN Cun-xiang^{1a}, CHEN Nian-lai^{1a,1b}

(1 a Gansu Key Laboratory of Arid Land Crop Science, b College of Resources and Environment,

Gansu Agricultural University, Lanzhou, Gansu 730070, China; 2 Vegetable Institute,

Gansu Academy Agricultural Sciences, Lanzhou, Gansu 730070, China)

Abstract: **【Objective】** The study aimed to reveal the genetic diversity of watermelon germplasm. **【Method】** Phenotypes among the characters of 768 watermelon genetic resources from the National Engineering Research Center for vegetables were analyzed and compared. **【Result】** The results showed that coefficient of variation (CV) values of the 13 quantitative characters tested ranged from 0.32% (Distance between female flower to the growing point) to 52.63% (Single fruit weight) with an average of 23.28%. CV values of the 11 qualitative characters tested ranged from 17.07% (Stem section shape) to 72.32% (Seed speckle shape) with an average of 43.21%. The average of the 13 quantitative characters diversity indexes (H') was 1.93, and the average of the 11 qualitative characters diversity indexes (H') was 1.20. The characters with higher diversity indexes (H') were pulp texture (2.12), distance between female flower to the growing point (2.06), solids content (2.04), leaf longitudinal diameter (2.02), 100-seed-weight

* [收稿日期] 2012-10-18

[基金项目] 甘肃省干旱生境作物学国家重点实验室开放基金项目(GSCS-2010-006)

[作者简介] 纪海波(1987—),女,天津蓟县人,在读硕士,主要从事蔬菜栽培生理研究。E-mail: jihaibo87@163.com

[通信作者] 陈年来(1962—),男,甘肃民勤人,教授,博士生导师,主要从事蔬菜生理生态研究。E-mail: chenl@gsau.edu.cn

(2.02), seeds per fruit (2.01), and fruits' transect diameter (2.01), while the character with the lowest H' was stem section shape (0.40). 【Conclusion】 Coefficients of variation (CV) and diversity indexes (H') in different characters of watermelon germplasm were large, indicating that it had abundant variation and diversity.

Key words: watermelon; diversity Index; variation coefficient

西瓜种质资源是其遗传改良的重要基因来源,是培育高产、优质、抗病虫西瓜新品种的重要物质基础^[1-2]。西瓜原产非洲,其遗传基础较狭窄^[3-4];加上长期的人工选择和品种的单一化,也使其种质基础越来越狭窄。为了有效地利用西瓜种质资源,就需要进行全方位的系统鉴定,深入地对西瓜种质资源进行收集、研究和利用。目前,人们对黄瓜^[5]、甜瓜^[6]、番茄^[7]等的遗传多样性已经进行了较为全面的研究,有关西瓜种质资源植物学性状遗传多样性和相关性的研究也有涉及,其中尚建立等^[8]就西瓜种质资源的 6 个质量性状和 6 个数量性状的遗传多样性与相关性进行了初步研究,范敏等^[9]对美国种质资源库的西瓜种质进行了性状观察和聚类分析,张爱萍等^[10]对西瓜种质资源遗传亲缘关系的 SRAP 进行了分析,张法慳^[11]对西瓜种质资源多样性进行了分析,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。基于此,本研究以国家蔬菜工程技术研究中心提供的 768 份西瓜种质资源

为材料,对其 11 个质量性状和 13 个数量性状进行了表型多样性研究,分析其变异系数和多样性指数,以期对西瓜种质资源利用和遗传育种提供依据。

1 材料与方法

1.1 材料

试验分别于 2009 和 2010 年春在甘肃省民勤县进行,材料为国家蔬菜工程技术研究中心提供的 768 份西瓜种质。试验地土壤肥力中等,肥水管理与生产相同,采用高垄覆膜的栽培模式,每年每份材料种植 10 株,随机排列,株行距 0.5 m×2.0 m,双蔓整枝,每株留 1 果(自交授粉),每份材料调查 5~8 株,数据采集者为同一人,数据资料为 2 年的平均值,性状调查项与采集方法参照马双武等^[12]的《西瓜种质资源描述规范和数据标准》。

1.2 方法

西瓜种质资源的植物学性状分为质量性状和数量性状,其中质量性状的描述分组见表 1。

表 1 西瓜种质资源质量性状的描述分组

性状		分组 Group						
Character	1	2	3	4	5	6	7	
茎断面形状	四边形	五边形	六边形					
Stem section shape	Quadrilateral	Pentagon	Hexagon					
植株性型	雄全株	雌雄同株						
Plant resistance type	Andromonoecism	Monoecism						
果皮底色	白绿色	浅绿色	绿色	深绿色	墨绿色	黄色		
Peel background	White-green	Reseda	Green	Dark green	Invisible green	Yellow		
果皮斑纹形状	无	核桃纹	细纹	条纹	细条带	条带	宽条带	
Peel speckle shape	Nothing	Walnut striate	Fine crack	Fringe	Fine band	Band	Width band	
果皮斑纹颜色	浅绿色	绿色	深绿色	墨绿色	金黄色			
Peel speckle color	Reseda	Green	Dark green	Invisible green	Golden yellow			
果肉色泽	大红	粉红	淡红	白	黄白	桔黄	金黄	
Flesh Color	Bright red	Pink	Light red	White	White-yellow	Orange	Golden yellow	
果肉质地	软	柔	沙	脆	硬			
Pulp texture	Soft	Flexible	Powdered	Brittle	Hard			
果肉风味	甜	酸	苦	涩				
Flesh flavor	Sweet	Acid	Bitter	Acerbity				
种子底色	白色	黄色	绿色	褐色	红色	棕色	黑色	
Seed background	White	Yellow	Green	Dark brown	Red	Light brown	Black	
种子斑纹形状	无	疏纹	密纹	疏斑	密斑	线条	环	
Seed speckle shape	Nothing	Thinning striate	Microgroove	Thinning plaque	Dense patch	Line	Ring	
种子斑纹颜色	白色	黄色	绿色	褐色	红色	棕色	黑色	
Seed speckle color	White	Yellow	Green	Dark brown	Red	Light brown	Black	

统计各组质量性状的分布频率。统计数量性状的平均值、最大值、最小值和标准差,并计算质量性

状和数量性状的变异系数和遗传多样性指数(H')。变异系数为标准差与平均值的比值,记为 CV。根据

平均值、标准差,将种质资源的数量性状分为 10 级,从第 1 级 $\{X_i < (x - 2\sigma)\}$ 到第 10 级 $\{X_i \geq (x + 2\sigma)\}$,其中 i 表示级数, x 和 σ 分别表示调查性状的平均值和标准差, X_i 为某性状第 i 级的取值,以每 0.5σ 为 1 级^[13],统计各数量性状在 10 个级别中的分布频率。用每组的相对频率(p_i)计算 $H'^{[13]}$,具体计算公式为^[14]: $H' = -\sum p_i \ln p_i$,其中 p_i 为某性状第 i 级别内资源份数占总份数的百分比。

1.3 数据处理

数据用 Excel 和 SPSS 17.0 软件分析处理。

2 结果与分析

2.1 西瓜种质资源质量性状的分布频率和变异系数

西瓜种质资源主要质量性状的分布频率及变异系数见表 2。由表 2 可知,茎断面形状以五边形为主,分布频率为 89.8%;植株性型以雄全株为主,分

布频率为 73.7%;果皮底色以浅绿色为主,分布频率为 42.8%;果皮斑纹形状以条带型为主,分布频率为 50.7%;果皮斑纹颜色以深绿色为主,分布频率为 41.7%;果肉色泽以大红色为主,分布频率为 41.4%;果肉质以脆为主,分布频率为 36.4%;果肉风味以甜味为主,分布频率为 79.2%;种子底色以黄色为主,分布频率为 36.6%;没有斑纹种子的分布频率最高,为 47.1%;有斑纹的种子以黑色为主,分布频率为 38.5%。

各性状变异系数(CV)按大小可分为 3 类,分别为小($CV \leq 25\%$)、中($25\% < CV \leq 50\%$)、大($CV > 50\%$)^[15]。按此标准,果皮斑纹颜色、种子斑纹形状和种子斑纹颜色的变异系数均超过了 50%,变异程度大,表明这 3 个性状存在着丰富的变异;而茎断面形状的变异系数低于 25%,表明该性状具有较稳定的遗传特性(表 2)。

表 2 西瓜种质资源质量性状的分布频率和变异系数

性状 Character	分布频率/% Frequency distribution							变异系数/% Variation coefficient
	1	2	3	4	5	6	7	
茎断面形状 Stem section shape	5.0	89.8	5.2					17.07
植株性型 Plant resistance type	73.7	26.3						34.92
果皮底色 Peel background	1.1	42.8	33.4	14.2	8.3	0.3		33.45
果皮斑纹形状 Peel speckle shape	1.0	25.5	1.4	7.8	11.8	50.7	1.7	37.72
果皮斑纹颜色 Peel speckle color	2.8	21.5	41.7	33.5	0.5			50.42
果肉色泽 Flesh color	41.4	25.2	7.4	10.2	7.1	4.6	4.1	46.21
果肉质度 Pulp texture	21.8	9.3	5.4	36.4	27.1			33.55
果肉风味 Flesh flavor	79.2	16.4	4.0	0.4				37.50
种子底色 Seed background	12.5	36.6	2.8	0.9	7.9	8.1	31.2	42.42
种子斑纹形状 Seed speckle shape	47.1	4.9	5.6	15.4	6.9	10.9	9.2	72.32
种子斑纹颜色 Seed speckle color	4.2	22.5	1.1	8.5	5.9	19.3	38.5	69.71

2.2 西瓜种质资源数量性状的变幅和变异系数

3 所示。

西瓜种质资源数量性状的变幅和变异系数如表

表 3 西瓜种质资源数量性状的变异情况

性状 Characters	平均值 Mean	最大值 Max	最小值 Min	标准差 S	变异系数/% Variation coefficient
果实生育期 Fruit development period	44.20	69.00	37.00	5.40	12.22
全生育期 Whole growth period	99.90	125.00	85.00	8.50	8.51
雌花到生长点距离/cm Distance between female flower to the growing point	53.00	113.00	9.00	16.9	0.32
茎节间长度/cm Length between nodes	7.50	16.70	3.67	1.40	18.67
叶片纵径/cm Leaf longitudinal diameter	15.44	30.00	9.00	2.80	18.13
叶片横径/cm Leaf transverse diameter	14.88	26.00	9.00	2.60	17.47
果实纵径/cm Fruits' longitudinal diameter	15.40	53.50	7.80	3.30	21.43
果实横径/cm Fruits' transect diameter	14.30	52.00	7.00	2.50	17.48
单果质量/kg Single fruit weight	1.90	13.40	0.30	1.00	52.63
果皮厚度/cm Peel thickness	1.10	5.00	0.20	0.40	36.36
固形物含量/% Solids content	5.90	13.00	1.00	2.00	33.90
种子百粒质量/g 100-seed-weight	10.80	28.60	2.70	2.90	26.85
单瓜种子数 Seeds per fruit	263.77	775.12	31.99	102.00	38.67

由表 3 可知,供试西瓜种质资源的叶片、花、茎蔓、果实和种子性状具有丰富的多样性,变异系数在 0.32%~52.63%。其中单果质量的变异系数超过了 50%,变异程度大,表明存在着丰富的变异;果实生育期、全生育期、雌花到生长点距离、茎节间长度、叶片纵径、叶片横径、果实纵径、果实横径的变异系数均低于 25%,表明具有较稳定的遗传特性。

从西瓜种质资源各数量性状在 10 个级别中的分布频率(图 1)可以看出,13 个数量性状均类似偏正态分布,其中,全生育期和叶片纵径在 4 级的分布频率最大,茎节间长度、雌花到生长点距离、果实纵径、果实横径、单果质量、果皮厚度、种子百粒质量和单瓜种子数均在 5 级的分布频率最大,果实生育期、叶片横径和固形物含量在 6 级的分布频率最大。

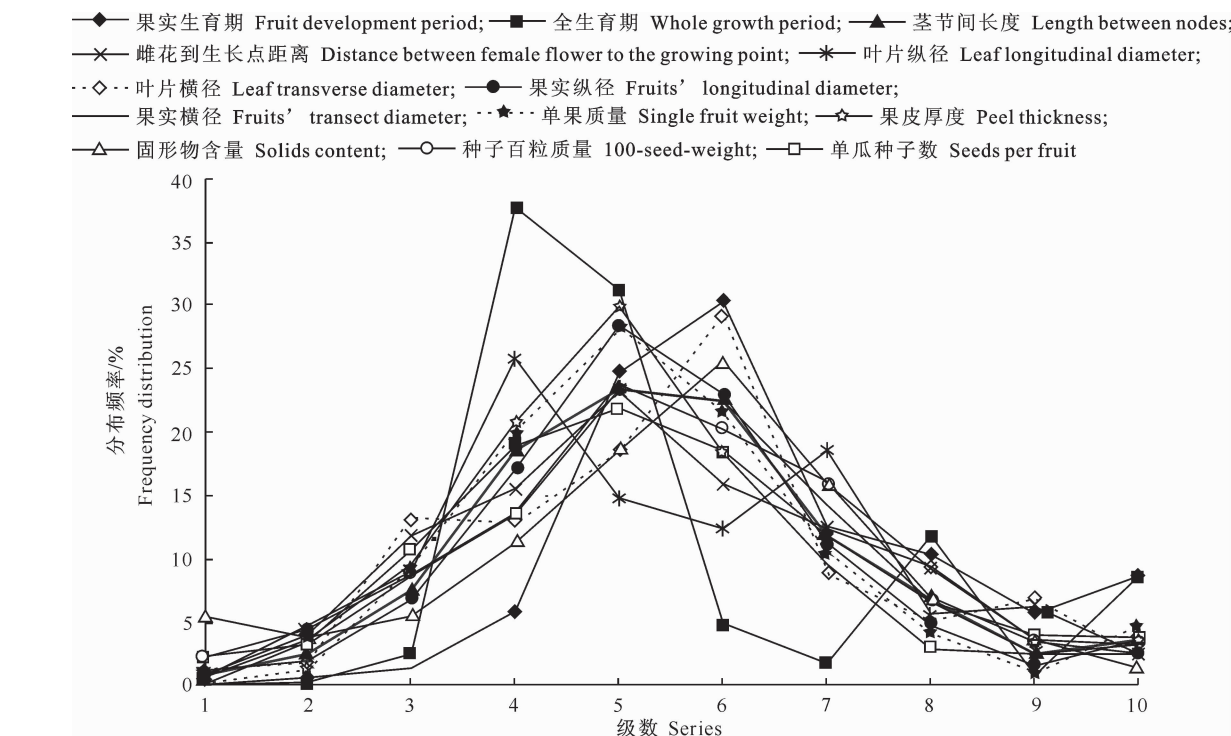


图 1 西瓜种质资源数量性状在 10 个级别中的分布频率

Fig. 1 Frequency distribution of botanical quantitative characters among ten levels of watermelon germplasm

2.3 西瓜种质资源主要性状的多样性分析

4 所示。

西瓜种质资源主要性状的遗传多样性指数如表

表 4 西瓜种质资源 24 个性状的遗传多样性指数

Table 4 Diversity indexes of 24 characters of watermelon germplasm

数量性状 Characters	遗传多样性指数(H') Diversity index	质量性状 Characters	遗传多样性指数(H') Diversity index
果实生育期 Fruit development period	1.83	茎断面形状 Stem section shape	0.40
全生育期 Whole growth period	1.57	植株抗性型 Plant resistance type	0.58
雌花到生长点距离 Distance between female flower to the growing point	2.06	果皮底色 Peel background	0.86
茎节间长度 Length between nodes	1.97	果皮斑纹形状 Peel speckle shape	1.33
叶片纵径 Leaf longitudinal diameter	2.02	果皮斑纹颜色 Peel speckle color	1.28
叶片横径 Leaf transverse diameter	1.97	果肉色泽 Flesh color	1.71
果实纵径 Fruits' longitudinal diameter	1.89	果肉质地 Pulp texture	2.12
果实横径 Fruits' transect diameter	2.01	果肉风味 Flesh flavor	1.43
单果质量 Single fruit weight	1.83	种子底色 Seed background	0.63
果皮厚度 Peel thickness	1.88	种子斑纹形状 Seed speckle shape	1.39
固形物含量 Solids content	2.04	种子斑纹颜色 Seed speckle color	1.47
种子百粒质量 100-seed-weight	2.02		
单瓜种子数 Seeds per fruit	2.01		

由表 4 可知,西瓜种质资源数量性状和质量性状的遗传多样性指数均存在着较大的变异,数量性

状的平均遗传多样性指数为 1.93,其中雌花到生长点距离、固形物含量、种子百粒质量、叶片纵径、单瓜种子数和果实横径 6 个性状的遗传多样性指数均较高,分别为 2.06,2.04,2.02,2.02,2.01 和 2.01。西瓜种质资源质量性状的平均遗传多样性指数为 1.20,其中果肉质地的遗传多样性指数最高,为 2.12。

3 结论与讨论

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,能从整体上了解资源的丰富程度,为使用者提供重要信息。

本研究对国家蔬菜工程技术研究中心提供的 768 份西瓜种质资源进行了表型多样性研究,统计了 11 个质量性状的分布频率,结果表明,各质量性状类型丰富,茎断面形状五边形,雄全株,浅绿色果皮,深绿色条带形覆纹,果肉大红、质脆、味甜,黄色种皮,大部分种子没有斑纹,有斑纹的种子多为黑色。尚建立等^[8]的研究结果与本研究结果部分相同。

变异系数是衡量材料中各观测值(度量单位不同)变异程度的另一个统计量。变异系数越大,表明变异程度越丰富,在育种过程中选得优良遗传型的潜力也越大,越应放在首要地位。本研究结果表明,在 13 个数量性状中,变异系数最大的是单果质量(52.63%),变异系数较小的有果实生育期(12.22%)、全生育期(8.51%)、雌花到生长点距离(0.32%)、茎节间长度(18.67%)、叶片纵径(18.13%)、叶片横径(17.47%)、果实纵径(21.43%)、果实横径(17.48%)。

遗传多样性指数在近代生态学研究中被经常用到,它是用来测定群落中物种丰富度及其均匀性,同时也用来衡量植物、野生动物、群落结构等数量特征均匀程度的一个灵敏度比较高的定量指标。遗传多样性指数愈大,表明物种的多样性愈丰富,对环境变化的适应能力也愈强。本试验对 768 份西瓜种质资源的 13 个数量性状与 11 个质量性状进行了研究,这些性状指标几乎包含了评价一个西瓜品质的全部信息量^[16]。本研究结果表明,这些西瓜种质资源遗传多样性丰富,13 个数量性状的平均遗传多样性指数为 1.93,11 个质量性状的平均多样性指数为 1.20,其中果肉质、雌花到生长点距离、固形物含量、种子百粒质量、叶片纵径、单瓜种子数和果实横径的遗传多样性指数均较高,依次为 2.12,2.06,

2.04,2.02,2.02,2.01,2.01。2012 年,尚建立等^[8]对 1 200 份西瓜进行表型鉴定试验,得出西瓜遗传多样性指数(1.7)较大的结论,这与本研究结果相同。李艳梅等^[17]利用 AFLP 指纹图谱技术,对西瓜材料进行了 DNA 多态性分析,结果表明,平均每个引物组合可扩增出 39.4 条带,其中 440 条为多态性带,占总带数的 61.4%;根据 DNA 谱带计算品种间的平均遗传相似系数为 0.70,得出西瓜品种间遗传基础狭窄的结论。李晓慧等^[14]用 SRAP 标记对不同倍性西瓜的结果表明,不同倍性的西瓜之间 SRAP 多态性较低。段会军等^[18]用 AFLP 标记对西瓜品种进行了多态性分析,结果表明,西瓜品种间同源性较高,遗传基础狭窄,多数品种亲缘关系较近。上述研究结果与本研究结论均存在差异,产生差异的可能原因是材料来源和数量不同所致,上述试验材料大部分来源于我国,且数量较少,而本试验材料来源较广,有许多国外品种,并且材料较多。表现型是由基因型和外界环境共同决定的,本研究中的西瓜种质资源是在相同的环境下种植的,可以认为外界环境条件一致,因此不同表现型可以认为是由不同基因型决定的,表现型的多样性也是基因型的多样性。故在今后的研究中,西瓜种质资源表现型与基因型的多样性有待进一步深入。

[参考文献]

- [1] 童莉,王欣,张刘宾.新疆西瓜种质资源多样性及产业化模式[J].干旱区研究,2003,20(4):303-306.
Tong L, Wang X, Zhang L B. Diversity of the watermelon resources and the industrialized mode in Xinjiang [J]. Arid Zone Research, 2003, 20(4): 303-306. (in Chinese)
- [2] 韩金星,周林,黄金艳,等.西瓜种质资源的研究进展[J].长江蔬菜,2009(10):1-4.
Han J X, Zhou L, Huang J Y, et al. Watermelon germless accessions research progress [J]. Changjiang Vegetables, 2009 (10): 1-4. (in Chinese)
- [3] Lee S L, Shin J S, Park K, et al. Detection of genetic diversity using RAPD-PCR and sugar analysis in watermelon (*C. lantana*) germplasm. [J]. Theor Appl Genet, 1996, 92: 719.
- [4] Zhang X P, Rhodes B B. RAPD molecular marker in watermelon [J]. Hortscience, 1993, 25(5): 223.
- [5] 胡建斌,张帆,李贞煌,等.黄瓜 DAMD 反应体系的建立及种质遗传资源研究[J].西北植物学报,2010,30(4):645-651.
Hu J B, Zhang F, Li Z H, et al. Establishment of cucumber DAMD reaction system and identification of germplasm resource [J]. Acta Bot Boreal-Occident Sin, 2010, 30(4): 645-651. (in Chinese)
- [6] 陈芸,李冠,王贤磊.甜瓜种质资源遗传多样性的 SRAP 分析[J].遗传,2010,32(7):744-751.

- Chen Y, Li G, Wang X L. Genetic diversity of a germplasm collection of *Cucumis melo* L. using SRAP markers [J]. Hereditas, 2010, 32(7): 744-751. (in Chinese)
- [7] 孙亚东, 梁 燕, 吴江敏. 番茄数量性状与番茄红素相关性分析 [J]. 中国蔬菜, 2010(6): 74-76.
- Sun Y D, Liang Y, Wu J M. Correlation analysis on quantitative traits of tomato germplasm resources [J]. China Vegetables, 2010(6): 74-76. (in Chinese)
- [8] 尚建立, 王吉明. 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 [J]. 植物遗传资源学报, 2012, 13(1): 11-15, 21.
- Shang J L, Wang J M. Genetic diversity and correlation analysis of main botany characters in watermelon genetic resources [J]. Journal of Plant Genetic Resources, 2012, 13(1): 11-15, 21. (in Chinese)
- [9] 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.
- Fan M, Gong G Y, Zhang R L. Preliminary observation and quantitative analysis of the United States of America resources watermelon germplasm [J]. China Watermelon and Melon, 2004(4): 1-3. (in Chinese)
- [10] 张爱萍, 王晓武, 张岳莉, 等. 西瓜种质资源遗传亲缘关系的 SRAP 分析 [J]. 中国农学通报, 2008, 24(4): 115-120.
- Zhang A P, Wang X W, Zhang Y L, et al. SRAP analysis for the genetic diversity of watermelon varieties resources [J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2008, 24(4): 115-120. (in Chinese)
- [11] 张法惺. 西瓜种质资源遗传多样性的分析 [D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2010.
- Zhang F X. The analysis of genetic diversity on different ecological watermelon germplasm using SSR markers [D]. Harbin: Dongbei Agricultural University, 2010. (in Chinese)
- [12] 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.
- Ma S W, Li J P. Watermelon germplasm resources description standard and data standard [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2005. (in Chinese)
- [13] 田 稼, 郑殿升. 中国作物遗传资源 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1994.
- Tian J, Zheng D S. Crop genetic resources in China [M]. Beijing: China Agriculture Press, 1994. (in Chinese)
- [14] 李晓慧, 王从彦. 分子标记技术在西瓜遗传育种上的应用研究进展 [J]. 分子植物育种, 2008, 6(2): 329-334.
- Li X H, Wang C Y. Applications of molecular marker on watermelon genetics and breeding programs [J]. Molecular Plant Breeding, 2008, 6(2): 329-334. (in Chinese)
- [15] 张 岩, 王 萍, 赵清岩, 等. 籽用南瓜种质资源农艺性状遗传多样性及亲缘关系研究 [J]. 内蒙古农业大学学报, 2010, 10(4): 34-38.
- Zhang Y, Wang P, Zhao Q Y, et al. Study of agronomic diversity and genetic relationship on germplasm resources of seed-used pumpkin [J]. Journal of Inner Mongolia Agricultural University, 2010, 10(4): 34-38. (in Chinese)
- [16] 李锡香. 新鲜果蔬的品质及其分析方法 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1994.
- Li X X. Quality and analysis of new fresh fruit vegetable [M]. Beijing: China Agriculture Press, 1994. (in Chinese)
- [17] 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(增刊): 177-180.
- Li Y M, Duan H J, Ma Z Y. Analysis of genetic relationships of watermelon germplasm using random amplified polymorphic [J]. Acta Agriculture Boreali-Sinica, 2007, 22(Supplement): 177-180. (in Chinese)
- [18] 段会军, 张彩英, 郭小敏, 等. 西瓜品种间亲缘关系的 AFLP 分析 [J]. 河北农业大学学报, 2007, 30(1): 17-22.
- Duan H J, Zhang C Y, Guo X M, et al. AFLP analysis on sibship of watermelon cultivars [J]. Journal of Agricultural University of Hebei, 2007, 30(1): 17-22. (in Chinese)