

# 新疆甜瓜地方品种资源的表型遗传多样性

张永兵\*, 李寐华, 吴海波, 伊鸿平, 吴明珠

(新疆农业科学院哈密瓜研究中心, 乌鲁木齐 830091)

**摘要:** 通过分析 121 份新疆甜瓜地方品种 32 个形态性状的数据, 对其进行遗传多样性和亲缘关系研究。结果表明: 121 份新疆地方品种在蔓分支数、叶片长度、主蔓粗度、果实质量和果肉厚度等 5 个表型性状上差异显著; 不同地区的地方品种之间在叶片长度、叶柄长度、果肉质地和风味等 4 个表型性状上差异显著, 而在其余性状上差异不显著; 121 个新疆地方品种表型性状 Shannon's 遗传多样性指数达 0.74, 不同地区地方品种的遗传多样性差异明显, 新疆可能与栽培甜瓜的次生起源中心有关。121 个地方品种的 Euclidean 遗传距离的平均值为  $0.42 \pm 0.13$ , 其中‘哈密野瓜’与其它地方品种的亲缘关系最远, 遗传距离平均为  $0.76 \pm 0.11$ 。聚类分析结果表明: ‘哈密野瓜’被单独聚为一个类群, 其可能具有完全不同的遗传背景; 其余地方品种被聚为 3 个类群和 7 个亚群, 不同类群或亚群间的亲缘关系较远, 各类群或亚群可能具有相互独立的遗传背景。‘哈密野瓜’属于野生甜瓜亚种 *Cucumis melo* L. ssp. *agrestis*, 其余地方品种属于 *C. melo* L. var. *cantalupensis* 和 *C. melo* L. var. *inodorus* 两个栽培变种。

**关键词:** 甜瓜; 地方品种; 新疆; 表型性状; 遗传多样性

**中图分类号:** S 652

**文献标识码:** A

**文章编号:** 0513-353X (2012) 02-0305-10

## Genetic Diversity of Melon Landraces (*Cucumis melo* L.) in Xinjiang Based on Phenotypic Characters

ZHANG Yong-bing\*, LI Mei-hua, WU Hai-bo, YI Hong-ping, and WU Ming-zhu

(Hami Melon Research Center, Xinjiang Academy of Agricultural Sciences, Urumqi 830091, China)

**Abstract:** The phylogenetic relationship and genetic diversity of melon germplasm in Xinjiang were investigated by comparing 32 phenotypic traits of the 121 melon landraces (*Cucumis melo* L.) collected from various areas of Xinjiang, China. The results showed that 121 landraces varied significantly in 5 phenotypic traits, including number of branches, leaf length, main stem thickness, fruit weight and thickness of fruit flesh. Landraces from different areas varied significantly in 4 phenotypic traits, including leaf length, petiole length, flesh texture and taste, but not in the other traits screened. Shannon's genetic diversity index of 121 landraces reached to 0.74, and the extent of genetic diversity between areas was distinctly different, which indicated that Xinjiang would be the second diversity center of cultivated melon. The average Euclidean genetic distance (EGD) between any two pairs of all landraces was  $0.42 \pm 0.13$ . On average, ‘Hami Wild Melon’ was most distinct to the other landraces, with the highest EGD value of  $0.76 \pm 0.11$ . The clustering results showed that ‘Hami Wild Melon’ was clustered in only one branch and

**收稿日期:** 2011-10-19; **修回日期:** 2011-12-15

**基金项目:** 新疆维吾尔自治区自然科学基金项目 (200821174); 博士后研究项目 (92193); 新疆维吾尔自治区高技术研究发展计划项目 (201111119); 新疆维吾尔自治区科研院所改革与发展专项资金项目 (2009022); 国家西瓜甜瓜产业技术体系项目 (CARS-26-04)

\* E-mail: luoybzhang@163.com

the other landraces were clustered in 3 groups and subsequently 7 sub-groups, which indicated that the genetic background of ‘Hami Wild Melon’ was completely dissimilar to any landrace examined. Landraces between different groups or sub-groups showed little genetic affinity, which indicated that the genetic background of different groups or sub-groups were independent from each other. These results indicated that ‘Hami Wild Melon’ belongs to *Cucumis melo* L. ssp. *agrestis* and all the other landraces in Xinjiang belong to two botanical varieties or groups, *C. melo* L. var. *cantalupensis* and *C. melo* L. var. *inodorus*.

**Key words:** melon; landraces; Xinjiang; phenotypic character; genetic diversity

甜瓜 (*Cucumis melo* L.,  $2n = 2x = 24$ ) 是葫芦科甜瓜属中遗传变异最大的一个种 (Kirkbride, 1993; Stepansky et al., 1999; Tanaka et al., 2007), 其形态性状的遗传差异非常大, 使得其分类研究仍无定论 (Mallick & Masui, 1986; 张鲁刚和王鸣, 1992; 王坚, 2000)。尽管甜瓜的起源中心依然存在争论, 但非洲和印度被认为与甜瓜的起源有关, 而甜瓜的次生起源中心则涉及包括中国在内的亚洲几个国家 (Decker-Walters et al., 2002; Staub et al., 2004; Fergany et al., 2011)。

在中国通常将甜瓜分为薄皮型和厚皮型两种主要生态类型, 薄皮甜瓜在中国中东部地区呈现出一定的遗传多样性 (Akashi et al., 2002), 而厚皮甜瓜在中国的新疆表现出丰富的变异类型 (吴明珠, 1982)。新疆地处亚欧大陆中部, 厚皮甜瓜的栽培历史悠久, 地方品种资源数量多、分布广, 产自新疆的厚皮甜瓜即哈密瓜的品质优良、风味独特 (新疆甜瓜西瓜资源调查组, 1985)。20 世纪 80 年代曾对新疆甜瓜地方品种进行了全面的调查, 并详细描述了所有地方品种的果实性状, 根据果实的成熟期将地方资源划分为 4 个变种, 每个变种又被分为若干个品种群 (吴明珠, 1982; 新疆甜瓜西瓜资源调查组, 1985; 王坚, 2000)。近期的报道中, 利用 RAPD、SSR 和 SRAP 等分子标记方法对国内外不同类型甜瓜进行遗传多样性和亲缘关系的分析, 但研究材料中仅选取了少量或部分新疆甜瓜地方品种 (乐锦华 等, 2000; 姚国新 等, 2006; 徐志红 等, 2008; 陈芸 等, 2010)。到目前为止, 有关新疆甜瓜地方品种的遗传多样性和亲缘关系等的系统研究仍未见报道, 不利于对这些地方种质资源的有效保护和利用。

本研究中以作者收集保存的新疆甜瓜地方品种为试验材料, 观察记录了 32 个形态学性状的数据, 通过对表型性状数据的分析, 研究新疆甜瓜地方种质资源的遗传多样性特点。此外, 通过对表型性状的聚类分析, 明确新疆甜瓜地方种质资源的亲缘关系, 为甜瓜的分类研究和遗传改良提供重要的理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

2008 年 3 月底在新疆农业科学院西甜瓜育种试验基地播种 149 份新疆甜瓜地方品种, 但有 3 份未出苗、25 份出现混杂, 因此对 121 份地方品种资源 (表 1) 进行研究。121 份地方品种包括 2 份野生甜瓜资源, 2 份从前苏联和美国引进的常规品种 ‘黄旦子’ 和 ‘白兰瓜’, 5 份通过杂交育种方法选育出的常规品种, 分别为 ‘皇后’、‘芙蓉’、‘郁金’、‘含笑’ 和 ‘黄密脆’, 所有地方品种资源的种子均由新疆农业科学院哈密瓜研究中心提供。

### 1.2 表型性状数据的调查

试验材料按照随机区组种植, 单行区, 每行定植 10 株, 行距 3.5 m, 株距 0.4 m, 2 次重复。参

照 Sensoy 等（2007）的方法，每个小区随机取 5 株调查和测量田间性状，果实成熟时每个地方品种至少采收 3 个果实进行调查和测量。测量的 14 个数量性状包括：子叶宽度（第 1 真叶期）、下胚轴高度（第 1 真叶期）、蔓分支数、叶片长度（第 10 ~ 12 节）、叶柄长度（第 10 ~ 12 节）、节间长度（第 10 ~ 12 节）、主蔓粗度（第 5 节）、雄花花冠大小、果柄长度、果实长度、果实质量、果肉厚度、果脐大小、果肉可溶性固形物含量；调查的 18 个质量性状包括：叶片颜色、雄花数量、雌花性别类型、成熟前果皮底色、裂果率、果柄脱落性、果皮香气、果皮底色、果皮底色强度、果皮覆纹、果面网纹、果面皱纹、果实顶部形状、外果肉颜色、外果肉颜色强度、果肉质地、果肉风味和种皮底色。叶片、茎、花及果实等的长度和直径用直尺测量，质量用电子秤（型号 ACS-30）测量，可溶性固形物含量用手持测糖仪（型号 DR-103）测量。

1.3 表型性状数据的统计与分析

用 SPSS11.5 软件对数量性状数据进行方差和变异系数分析。表型性状遗传多样性采用 Shannon-Wiener 方法计算，用所有相应的各个性状多样性指数的平均值表示一组或所有种质的遗传多样性程度。

参照 Stepansky 等（1999）的方法，将数量性状数据转化为 3 ~ 5 级的标准数据。除雌花性别类型、裂果率、果柄脱落性、果皮香气、果皮覆纹、果面网纹、果面皱纹等 7 个性状以 0、1 形式记录外，其它质量性状参照 Sensoy 等（2007）的方法以 3 ~ 5 级进行记录。利用以上数据计算供试材料之间的 Euclidean 遗传距离，采用非加权类平均法（UPGMA）对遗传距离进行聚类分析。Euclidean 遗传距离和 UPGMA 聚类分析均在 NTsys2.10e 软件下运行。

表 1 新疆甜瓜地方品种的名称和来源地  
Table 1 Name and source of landraces in Xinjiang

编号 Code	品种名 Landrace	原产地 Origin	编号 Code	品种名 Landrace	原产地 Origin
1	卡拉其里甘 Kalaqiligan	伽师县 Jiashi	85	赛力克集孜 Salikejizi	库尔勒市 Kuerle
2	红肉热瓜旦 Hongroureguadan	喀什市 Kashi	86	俄罗斯可洪 Russiakehong	伊犁市 Yili
3	其里甘 Qiligan	尉犁县 Yuli	88	卡尔尕西（1）Kaergaxi 1	南疆地区 Southern Xinjiang
4	吐鲁番瓜旦子 Turpanguadanzi	吐鲁番 Turpan	89	卡尔尕西（2）Kaergaxi 2	南疆地区 Southern Xinjiang
6	恰尔其里甘 Qiaerqiligan	吐鲁番 Turpan	90	卡尔尕西（3）Kaergaxi 3	南疆地区 Southern Xinjiang
7	黄旦子 Huangdanzi	前苏联 USSA	91	歪把子密极甘 Waibazimijigan	鄯善县 Shanshan
8	塔石可洪 Tashikehong	吐鲁番 Turpan	92	亚孜勒克卡其勒克 Yazilekekaqileke	疏附县 Shufu
9	纳西甘 Naxigan	和田市 Hetian	93	恰尔可洪（绿肉）Qierkehong (green)	尉犁县 Yuli
10	努拉伊（绿肉）Nulayi (green)	皮山县 Pishan	94	恰尔可洪（红肉）Qierkehong (red)	岳普湖县 Yuepuhu
11	努拉伊（红肉）Nulayi (red)	皮山县 Pishan	95	温宿卡尔孕西 Wensukaergaxi	阿克苏市 Akesu
12	离瓜 Ligua	伽师县 Jiashi	96	且介可洪 Qiejiekehong	于田县 Yutian
13	巴登 Badeng	鄯善县 Shanshan	97	劈山 Pishan	伽师县 Jiashi
14	白巴登 Baibadeng	鄯善县 Shanshan	98	伯谢克辛 Baixiekexin	伽师县 Jiashi
15	哈曼齐 Hamanqi	疏附县 Shufu	99	白兰瓜 Bailangua	美国 USA
18	奎克苏依曼 Kuikesuyiman	且末县 Qiemo	100	皮山奎瑞克 Pishankuiruike	皮山县 Pishan
19	阿克苏伊曼 Akesuyiman	岳普湖县 Yuepuhu	101	“21”夏甜瓜 21 xiatiangua	阿克苏市 Akesu
22	艾孜 Aizi	疏附县 Shufu	102	阿克日下克 Akerixiake	疏附县 Shufu
23	伯克札德 Bokezade	鄯善县 Shanshan	103	赛力克卡什卡尔达拉克 Sailikekashikaerladake	麦盖提县 Maigaiti
26	来末子都肉克 Laimozidurouke	疏附县 Shufu	104	花巴登 Huabadeng	鄯善县 Shanshan
27	卡赛其里甘 Kasaiqiligan	吐鲁番 Turpan	105	小青皮（1）Xiaoqingpi 1	吐鲁番 Turpan
29	白皮可口奇 Baipikekouqi	鄯善县 Shanshan	106	小青皮（2）Xiaoqingpi 2	和田市 Hetian
32	白皮脆 Baipicui	乌鲁木齐 Urumqi	107	奎克拜尔 Kuikebaier	伽师县 Jiashi
33	连木沁白瓜 Lianmuqinbaigua	鄯善县 Shanshan	108	赛力拜尔 Sailibaier	伽师县 Jiashi
34	阿克苏甜瓜 Akesutiangua	阿克苏市 Akesu	109	阿合其晚熟 Aheqiwanshu	和田市 Hetian
35	洋海白瓜 Yanghaibaigua	鄯善县 Shanshan	110	赛力克可口其（白肉）Sailikekekouqi (white)	和田市 Hetian

续表 1

编号 Code	品种名 Landrace	原产地 Origin	编号 Code	品种名 Landrace	原产地 Origin
36	八一香 Bayixiang	库尔勒市 Kuerle	111	赛力克可口其 (红肉) Sailikekekouqi (red)	和田市 Hetian
37	绿棒子 (红肉) Lvbangzi (red)	吐鲁番 Turpan	112	库达可口其 Kudakekouqi	库尔勒市 Kuerle
38	花皮金棒子 Huapijinbangzi	吐鲁番 Turpan	113	木吉可口其 Mujikekouqi	皮山县 Pishan
39	金棒子 Jinbangzi	吐鲁番 Turpan	114	克孜可口其 Kezikekouqi	吐鲁番 Turpan
40	阿合甫提 Ahefuti	麦盖提县 Maigaiti	115	青麻皮 Qingmapi	鄯善县 Shanshan
41	奎克脱拉 Kuiketuola	伽师县 Jiashi	116	冬可口其 Dongkekouqi	和田县 Hetian
42	赛热克脱拉 (绿肉) Sareketuola (green)	且末县 Qiemo	118	卡拉克赛 Kalakesai	伽师县 Jiashi
43	赛热克脱拉 (白肉) Sareketuola (white)	且末县 Qiemo	121	哈密加格达 (红肉) Hamijiageda (red)	哈密市 Hami
46	卡拉可口奇 Kalakekouqi	和田市 Hetian	122	哈密加格达 (绿肉) Hamijiageda (green)	哈密市 Hami
47	青皮可口奇 Qingpikekouqi	阿克苏市 Akesu	123	来末穆 Laimomu	鄯善县 Shanshan
48	粗皮可口奇 Cupikekouqi	阿克苏市 Akesu	124	秋黄皮白肉可口奇 Qiuhuangpibairoukekouqi	吐鲁番 Turpan
51	袍孜可口奇 Baozikouqi	麦盖提县 Maigaiti	126	于田冬瓜 Yutiantonggua	于田县 Yutian
53	麻皮瓜 (1) Mapigua 1	疏附县 Shufu	127	塔城冬甜瓜 Tachengdongtiangua	塔城市 Tacheng
54	麻皮瓜 (2) Mapigua 2	麦盖提县 Maigaiti	128	奎克维尔 Kuikeweier	新和、库车县 Xinhe, Kuche
55	麻皮瓜 (3) Mapigua 3	和田市 Hetian	129	阿拉格尔 Alageer	岳普湖、巴楚县 Yuepuhu, Bachu
59	酥心黄 Suxinhuang	鄯善县 Shanshan	130	青皮白肉冬瓜 Qinpibairoudonggua	吐鲁番 Turpan
60	铁皮 Tiepi	疏勒县 Shule	131	细纹红肉 Xiwenhongrou	阿克苏市 Akesu
62	黄皮脆 Huangpicui	莎车、疏勒县 Shache, Shule	132	奎孜力克集孜 Kuizilikejizi	伽师县 Jiashi
63	一包糖 Yibaotang	鄯善县 Shanshan	133	赛热克克西力克可洪 Sairekekexilikekehong	伊宁市 Yining
65	伊里拉 Yilila	皮山县 Pishan	134	赛红 Saihong	伽师县 Jiashi
66	赛热克麦盖 Sairekemaigai	南疆地区 Southern Xinjiang	135	密极甘红肉 Mijiganhongrou	吐鲁番 Turpan
67	炮弹瓜 Paodangua	哈密市 Hami	136	黑眉毛密极甘 Heimeimaomijigan	吐鲁番 Turpan
68	且末加格达 Qiemojiageda	且末县 Qiemo	137	黄花皮白肉密极甘 Huanghuapibairoumijigan	吐鲁番 Turpan
69	阿克吐木休克 Aketumuxiuke	麦盖提县 Maigaiti	138	恰尔可口奇 Qiaerkekouqi	且末县 Qiemo
70	阿克瓦他拉克 Akewatalake	麦盖提县 Maigaiti	139	皮极甘 Pijigan	和田市 Hetian
71	赛热克吐木休克 Saireketumuxiuke	麦盖提县 Maigaiti	140	乌热可洪 Wurekehong	麦盖提县 Maigaiti
72	科日夏帕阿克其 Kerixiapaakeqi	麦盖提县 Maigaiti	141	吾乃尔 Wunaier	南疆地区 Southern Xinjiang
73	柳拉尔 Liulaer	麦盖提县 Maigaiti	142	恰尔密极甘 Qiaermijigan	吐鲁番市 Turpan
74	卡拉可洪 Kalakehong	库尔勒市 Kuerle	143	皇后 Huanghou	鄯善县 Shanshan
75	苏克阿克那瓦提 Sukeakenawati	麦盖提县 Maigaiti	144	芙蓉 Furong	鄯善县 Shanshan
76	集孜阿克那瓦提 Jiziakenawati	麦盖提县 Maigaiti	145	郁金 Yujin	鄯善县 Shanshan
78	阿克恰潘 Akeqiapan	且末、于田县 Qiemo, Yutian	146	含笑 Hanxiao	鄯善县 Shanshan
80	红肉阿克拉瓦提 Hongrouakelawati	且末县 Qiemo	147	黄密脆 Huangmicui	乌鲁木齐 Urumqi
81	米籽瓜 Mizigua	吐鲁番 Turpan	201	哈密野瓜 Hami wild	哈密市 Hami
82	红心脆 Hongxincui	皮山县 Pishan	202	吐鲁番野瓜 Turpan wild	鄯善县 Shanshan
83	奎克集孜 Kuikejizi	库尔勒市 Kuerle			

注：南疆地区主要指天山以南的喀什、和田与阿克苏等 3 个地区。

Note: Southern Xinjiang means 3 areas mainly lie to south of Tian Mountain in Xinjiang including Kashi, Hetian and Akesu.

## 2 结果与分析

### 2.1 表型性状遗传分析

#### 2.1.1 地方品种数量和质量性状差异

121 份地方品种的 14 个数量性状中，蔓分支数、叶片长度、主蔓粗度（第 5 节）、果实质量和

果肉厚度等 5 个性状差异显著，而其余性状差异不显著（表 2）。所有数量性状的变异系数大于 10%，其中下胚轴高度、蔓分支数、叶柄长度、果柄长度、果实长度、果实质量、果脐大小和可溶性固形物含量等性状的变异系数超过 20%，果脐大小的变异系数最大，达到 70.42%。尽管各地方品种间差异显著的数量性状只有 5 个，但所有数量性状的变化幅度和变异系数均较大，呈现出明显的遗传差异。

121 份地方品种的 18 个质量性状中，雌花性别类型表现一致，包括野生甜瓜在内均为雄全同株类型，无其它性别类型出现。而在果皮底色、果皮覆纹、果面网纹、果面皱纹、果柄脱落性、果实顶部形状和果肉风味等 7 个质量性状上则出现不同程度分化，表现出较大的遗传差异（数据略）。

表 2 新疆甜瓜地方品种数量性状差异  
Table 2 Differences of quantity traits among landraces

性状 Phenotypic trait	平均数 Average	标准差 Standard deviation	最小值 Minimum	最大值 Maximum	变幅 Range	变异系数/% Variation coefficient	<i>F</i>	<i>Pr</i>
子叶宽度/cm Cotyledon width	2.28	0.28	1.5	3.2	1.7	12.28	0.30	0.8291
下胚轴高度/cm Hypocotyls length	4.33	0.96	2.0	7.6	5.6	22.17	0.78	0.5062
蔓分支数 Number of branches	3.66	0.99	1.0	9.0	8.0	27.05	4.76*	0.0094
叶片长度/cm Leaf length	13.12	2.09	6.9	19.7	12.8	15.93	5.29*	0.0051
叶柄长度/cm Petiole length	22.42	4.74	1.6	36.3	34.7	21.14	0.35	0.7040
节间长度/cm Length of nodes on main stem	7.03	1.34	3.6	14.0	10.4	19.06	0.13	0.8802
主蔓粗度/cm Main stem thickness	1.28	0.24	0.6	1.9	1.3	18.75	9.45*	0.0001
雄花花冠大小/cm Male flower diameter	2.74	0.45	1.3	4.2	2.9	16.42	0.02	0.9805
果柄长度/cm Peduncle length	3.26	0.93	0.6	6.7	6.1	28.53	0.56	0.5706
果实长度/cm Fruit length	26.62	6.85	11.8	52.6	40.8	25.73	0.16	0.8561
果实质量/kg Fruit weight	2.67	1.07	0.1	5.4	5.3	40.07	15.29*	0.0001
果肉厚度/cm Thickness of fruit flesh	4.12	0.78	2.4	6.5	4.1	18.93	3.91*	0.0215
果脐大小/cm Size of pistil scar	2.13	1.50	0.2	9.0	8.8	70.42	1.03	0.3587
可溶性固形物含量/% TSS	10.58	2.59	5.0	18.0	13.0	24.48	0.20	0.8154

\* 表示在 0.05 水平上的显著性。

\* means significance at 0.05 level.

2.1.2 不同地区地方品种之间数量和质量性状差异

新疆甜瓜地方品种主要分布在喀什（39 份）、吐鲁番（33 份）、和田（22 份）、巴州（14 份）、阿克苏（12 份）等地区，其中南疆（主要包括喀什、和田和阿克苏等天山以南几个地区）的地方品种数量最多（63 份），约占地方品种的 52.1%，而北疆（天山以北各地区）的地方品种资源最少（5 份），仅占地方品种的 4.1%（表 1）。

各地区地方品种的数量性状中，仅叶片长度和叶柄长度在地区间差异显著，不同地区的地方品种各性状的变异系数累加后，吐鲁番地区的变异系数累加值最大，阿克苏地区次之，喀什地区第三（表 3）。表明吐鲁番、阿克苏和喀什 3 个地区地方品种的数量性状遗传差异较大。

各地区地方品种的质量性状中，除果肉质地和果肉风味 2 个性状在地区间的差异明显外，其余性状在各地区的分布基本一致，如：北疆地区约 66.7%地方品种是脆或硬肉质、33.3%的是软肉类型，而喀什等其它 5 个地区约 35.2%的为脆或硬肉质、64.8%为软肉类型；果肉风味中的酸味性状仅在吐鲁番地区出现，而在其它 5 个地区均未出现。

此外，野生资源‘哈密野瓜’（编号 201）和‘吐鲁番野瓜’（编号 202）叶片和花的性状与其余地方品种无明显差异，但其植株在田间生长势较旺，单株坐果数较多，不易发生早衰。‘哈密野瓜’的果实性状表现特殊，如果实质量最小（0.1 kg）、可溶性固形物含量较低（5.2%），果肉风味为酸味，而‘吐鲁番野瓜’的果实风味略带酸味外，未表现其它特殊性状。

表 3 新疆甜瓜不同地区地方品种数量性状差异  
Table 3 Differences of quantity traits among landraces between prefectures

性状 Phenotypic traits	吐鲁番 Turpan		喀什 Kashi		和田 Hetian		巴州 Bazhou		阿克苏 Akesu		北疆 Northern Xinjiang		F
	均值 Average	变异系 数/% CV	均值 Average	变异系 数/% CV	均值 Average	变异系 数/% CV	均值 Average	变异系 数/% CV	均值 Average	变异系 数/% CV	均值 Average	变异系 数/% CV	
子叶宽度/cm Cotyledon width	2.25	12.0	2.30	7.39	2.27	11.01	2.31	7.36	2.26	7.96	2.46	9.35	1.58
下胚轴高度/cm Hypocotyls length	4.19	19.33	4.31	17.17	4.47	21.48	4.53	17.66	3.99	16.79	4.30	23.26	1.03
蔓分支数 Number of branches	3.89	21.08	3.61	20.22	3.67	22.89	3.42	18.42	3.59	27.02	3.23	13.93	1.57
叶片长度/cm Leaf length	12.57	12.89	13.17	12.53	13.89	9.65	12.72	12.81	13.43	10.13	14.41	15.48	3.51*
叶柄长度/cm Petiole length	21.21	17.30	22.53	15.80	24.79	17.91	21.40	26.36	22.76	13.92	23.01	14.82	2.71*
节间长度/cm Length of nodes on main stem	6.79	18.11	7.09	14.25	7.44	13.44	6.84	19.59	6.99	16.02	7.19	13.91	1.22
主蔓粗度/cm Main stem thickness	1.27	15.75	1.27	16.54	1.31	12.21	1.22	13.11	1.24	13.71	1.32	11.36	0.66
雄花花冠大小/cm Male flower diameter	2.78	15.11	2.68	10.82	2.80	13.57	2.69	15.99	2.78	12.59	2.56	12.50	1.04
果柄长度/cm Peduncle length	3.34	26.35	3.26	25.77	3.50	23.71	3.09	17.80	3.19	29.78	3.01	19.93	0.84
果实长度/cm Fruit length	27.43	29.57	25.06	25.34	26.66	21.27	27.47	21.16	25.44	25.08	28.98	24.43	0.95
果实质量/kg Fruit weight	2.79	34.41	2.81	38.79	2.84	31.69	2.89	36.33	3.01	36.54	3.78	34.92	1.48
果肉厚度/cm Thickness of fruit flesh	4.02	13.43	4.16	18.75	3.85	17.66	4.01	19.20	4.24	17.22	4.39	18.68	1.25
果脐大小/cm Size of pistil scar	2.34	70.08	2.23	65.92	1.81	44.20	2.13	46.01	2.22	74.32	1.85	78.38	0.59
可溶性固形物含量/% TSS	10.46	22.94	9.89	24.57	10.74	24.86	11.25	22.67	9.20	18.15	11.0	12.0	1.70
合计 Total		328.35		313.86		285.55		294.47		319.23		302.95	

\* 表示在 0.05 水平上的显著性。

\* means significance at 0.05 level.

2.2 地方品种表型性状的遗传多样性

121 份地方品种表型性状遗传多样性指数的平均值为 0.74。各地区地方品种的遗传多样性有一定差异，多样性指数分别为：吐鲁番 0.84，喀什 0.76，和田 0.74，库尔勒 0.73，阿克苏 0.72，北疆 0.62（图 1）。喀什、和田和阿克苏等南疆地区的遗传多样性指数平均值为 0.74，明显高于北疆地区，揭示出地方品种的栽培演化的基本趋势是由南向北。丰富的表型变异类型以及野生甜瓜的发现，说明新疆可能与栽培甜瓜的次生起源中心有关，而新疆的吐鲁番和南疆部分地区则可能是发生次生起源的核心区域。

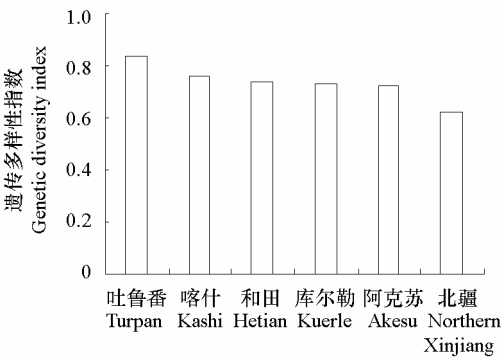


图 1 新疆不同地区地方品种的遗传多样性指数  
Fig. 1 Genetic diversity index of landraces between different prefectures

2.3 地方品种的表型聚类分析

地方品种间 Euclidean 遗传距离的差异极其显著 ( $F = 28.40^{**}$ ), 平均值为  $0.42 \pm 0.13$ 。最小遗传距离为 0, 地方品种 ‘黑眉毛密极甘’ (编号 136) 与 ‘黄花皮白肉密极甘’ (编号 137)、‘皮极甘’ (编号 139) 与 ‘木吉可口奇’ (编号 113); 最大为 1.0, 地方品种 ‘哈密野瓜’ (编号 201) 与 ‘恰尔可口奇’ (编号 138)。地方品种 ‘哈密野瓜’ (编号 201) 与其它地方品种的遗传差异最明显, 与任一地方品种的遗传距离最大, 平均值为  $0.76 \pm 0.11$ ; 而地方品种 ‘卡尔尕西 (1)’ (编号 88) 与其它地方品种的遗传相似性最大, 与任一地方品种的遗传距离最小, 平均值为  $0.30 \pm 0.09$  (表 4)。

表 4 新疆甜瓜地方品种遗传距离的平均值  
Table 4 Mean values of genetic distance of landraces

编号 Code	平均值 Mean	编号 Code	平均值 Mean	编号 Code	平均值 Mean	编号 Code	平均值 Mean
1	0.51 ± 0.14	42	0.35 ± 0.12	86	0.47 ± 0.13	121	0.36 ± 0.13
2	0.49 ± 0.14	43	0.46 ± 0.12	88	0.30 ± 0.09	122	0.36 ± 0.10
3	0.47 ± 0.13	46	0.40 ± 0.12	89	0.37 ± 0.12	123	0.39 ± 0.12
4	0.51 ± 0.13	47	0.39 ± 0.12	90	0.33 ± 0.11	124	0.41 ± 0.11
6	0.47 ± 0.13	48	0.47 ± 0.16	91	0.36 ± 0.12	126	0.42 ± 0.13
7	0.47 ± 0.13	51	0.44 ± 0.09	92	0.43 ± 0.12	127	0.36 ± 0.14
8	0.47 ± 0.14	53	0.38 ± 0.15	93	0.35 ± 0.10	128	0.43 ± 0.17
9	0.51 ± 0.12	54	0.36 ± 0.12	94	0.40 ± 0.14	129	0.43 ± 0.12
10	0.42 ± 0.12	55	0.45 ± 0.13	95	0.48 ± 0.09	130	0.39 ± 0.11
11	0.42 ± 0.11	59	0.41 ± 0.12	96	0.36 ± 0.11	131	0.41 ± 0.13
12	0.44 ± 0.11	60	0.40 ± 0.16	97	0.40 ± 0.12	132	0.46 ± 0.14
13	0.45 ± 0.13	62	0.45 ± 0.14	98	0.41 ± 0.12	133	0.39 ± 0.13
14	0.55 ± 0.13	63	0.39 ± 0.12	99	0.33 ± 0.08	134	0.41 ± 0.15
15	0.41 ± 0.14	65	0.40 ± 0.09	100	0.42 ± 0.09	135	0.45 ± 0.12
18	0.39 ± 0.10	66	0.38 ± 0.12	101	0.48 ± 0.12	136	0.41 ± 0.14
19	0.54 ± 0.11	67	0.55 ± 0.13	102	0.51 ± 0.11	137	0.42 ± 0.14
22	0.36 ± 0.08	68	0.43 ± 0.11	103	0.37 ± 0.11	138	0.45 ± 0.14
23	0.41 ± 0.13	69	0.46 ± 0.15	104	0.47 ± 0.09	139	0.42 ± 0.13
26	0.35 ± 0.11	70	0.46 ± 0.14	105	0.45 ± 0.10	140	0.41 ± 0.14
27	0.56 ± 0.14	71	0.42 ± 0.14	106	0.40 ± 0.09	141	0.35 ± 0.11
29	0.43 ± 0.11	72	0.39 ± 0.11	107	0.44 ± 0.12	142	0.39 ± 0.10
32	0.44 ± 0.09	73	0.33 ± 0.10	108	0.38 ± 0.10	143	0.36 ± 0.11
33	0.38 ± 0.10	74	0.39 ± 0.11	109	0.49 ± 0.16	144	0.38 ± 0.13
34	0.40 ± 0.10	75	0.36 ± 0.10	110	0.39 ± 0.12	145	0.38 ± 0.11
35	0.44 ± 0.13	76	0.44 ± 0.10	111	0.43 ± 0.12	146	0.37 ± 0.12
36	0.35 ± 0.10	78	0.45 ± 0.13	112	0.44 ± 0.10	147	0.43 ± 0.15
37	0.51 ± 0.15	80	0.39 ± 0.10	113	0.43 ± 0.13	201	0.76 ± 0.11
38	0.44 ± 0.14	81	0.44 ± 0.14	114	0.37 ± 0.12	202	0.42 ± 0.09
39	0.43 ± 0.11	82	0.40 ± 0.11	115	0.38 ± 0.12	平均 Mean	0.42 ± 0.13
40	0.49 ± 0.13	83	0.36 ± 0.10	116	0.38 ± 0.12		
41	0.42 ± 0.11	85	0.43 ± 0.14	118	0.46 ± 0.12		

对 121 份地方品种表型性状的 Euclidean 遗传距离进行聚类 (图 2), 当遗传距离为 0.76 时, ‘哈密野瓜’ 被单独聚为一类。当遗传距离为 0.46 时, 其余 120 份地方品种被分为 3 个类群, 类群 I 包括 24 个地方品种 (编号 1、2、98……104), 包含了以往分类当中的瓜旦变种 (编号 1~4、6、27)、卡沙巴变种 (编号 98、100、102) 和部分夏甜瓜变种 (编号 101、27、22……104); 类群 II 包括 95 个地方品种 (编号 7、81、8……202), 本类群包含以往分类中的瓜旦变种 (编号 7、8)、部分夏甜瓜变种 (编号 81、50、63……65)、冬甜瓜变种 (编号 142、123、113……107)、5 个常规品种 (编号 147、143、144、146、145) 和另一个野甜瓜 (编号 202); 类群 III 内只有 1 个地方品种 ‘炮弹瓜’ (编号 67)。当遗传距离为 0.38 时, 类群 I 被分为两个亚群, 亚群① (20 个地方品种) 和亚群② (4 个), 类群 II 则被分为 5 个亚群, 亚群③ (38 个)、④ (13 个)、⑤ (3 个)、⑥ (31 个) 和⑦ (10

个), 除了亚群⑤中的 3 个地方品种 (编号 14、29、34) 均为夏甜瓜变种内的白皮甜瓜品种群外, 每个亚群内包含了以往分类中的两个变种。

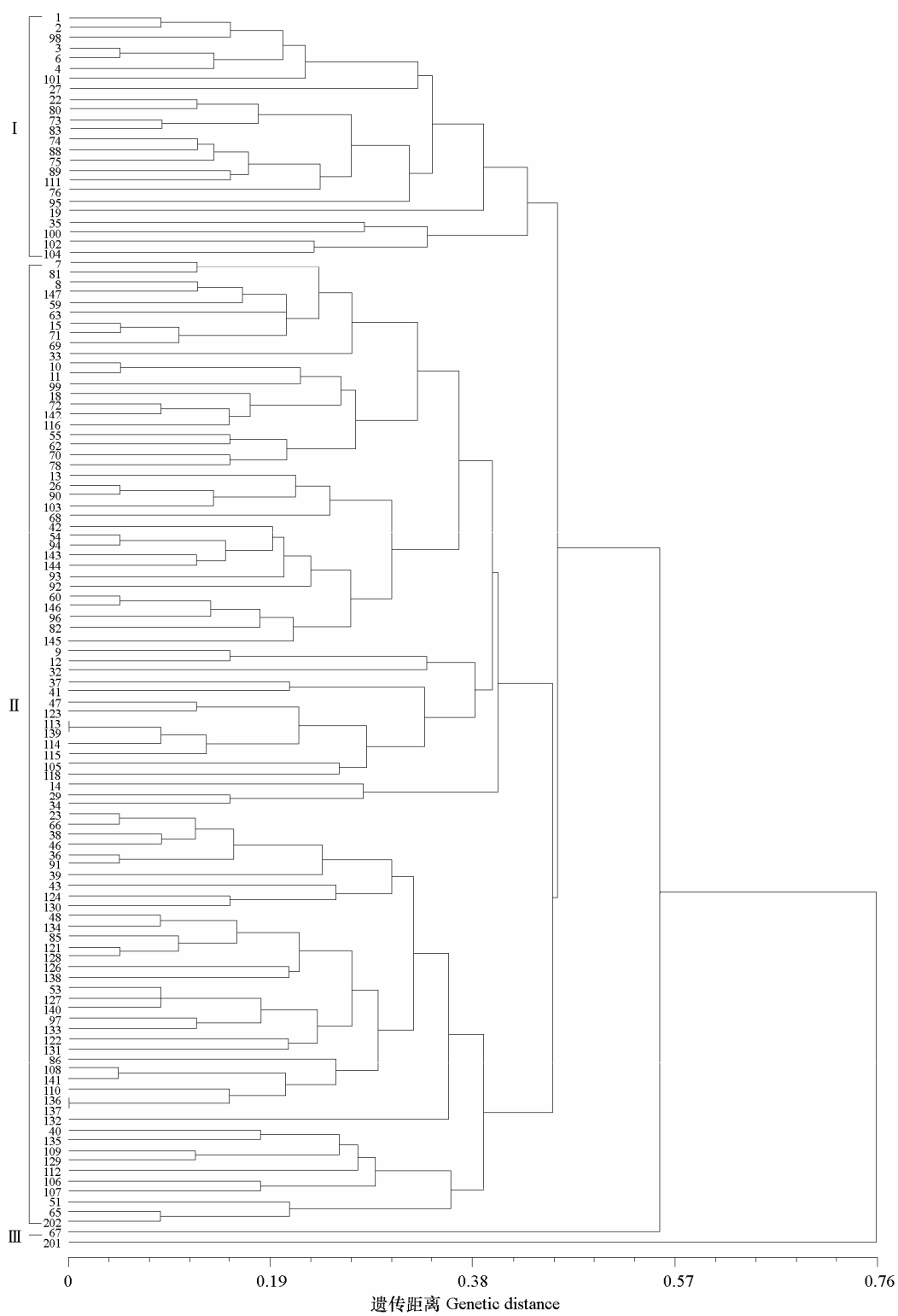


图 2 新疆甜瓜地方品种遗传距离的聚类分析图  
Fig. 2 Dendrogram of genetic distance among landraces in Xinjiang



从图 2 可以看出, 类群 I 包含以往分类中的卡沙巴变种和大部分瓜旦变种, 类群 II 包含冬甜瓜变种和大部分夏甜瓜变种, 表明卡沙巴变种与瓜旦变种的亲缘关系较近, 而冬甜瓜变种与夏甜瓜变种的亲缘关系较近。亚群③和亚群⑥内地方品种的数量较多, 亚群③内大多数属于夏甜瓜变种的纳西甘、可口奇和密极甘品种群, 亚群③还包含 5 个杂交育种选育的常规品种, 表明这 5 个常规品种的杂交亲本材料与夏甜瓜变种有关; 亚群⑥内的大部分地方品种为冬甜瓜变种的可口奇品种群。此外, ‘哈密野瓜’ 与其余地方品种间的遗传差异非常明显, 表明 ‘哈密野瓜’ 可能具有完全不同的遗传背景, 而 ‘吐鲁番野瓜’ 却被聚在亚群⑦内, 可能是 ‘吐鲁番野瓜’ 在当年试验地自交留种过程中套袋不严, 发生了自然传粉的结果。不同类群或亚群的地方品种间存在一定的遗传差异, 表明各类群或亚群可能具有相互独立的遗传背景。

### 3 讨论

新疆甜瓜的栽培历史至少已有 1 600 年, 甜瓜的地方品种资源十分丰富, 地方品种的形态性状尤其是果实性状的遗传差异明显 (吴明珠, 1982; 新疆甜瓜西瓜调查组, 1985)。本研究, 新疆甜瓜地方品种数量性状的变化幅度和变异系数均较大, 质量性状出现不同程度的分化且在各级别分布均匀, 表明新疆甜瓜地方种质资源的表型遗传差异明显, 这与过去的研究结果一致。此外, 新疆甜瓜地方品种主要分布在喀什、吐鲁番、和田、巴州和阿克苏等地区, 南疆地方品种的数量明显多于北疆, 但大多数表型性状在不同地区地方品种间的差异却不明显。

陈芸等 (2010) 利用 SRAP 标记对不同甜瓜进行了遗传多样性研究, 其中 42 份新疆甜瓜的 Shannon's 多样性指数为 0.34, 明显低于本研究中的 0.74, 可能是用于试验的地方品种数量太少所造成。本文中首次报道了新疆甜瓜地方品种表型性状的遗传多样性指数, 并发现不同地区地方品种的遗传多样性指数存在一定差异。新疆地处亚欧大陆中部, 通过古丝绸之路与中亚、西亚和欧洲等国家相连接, 而吐鲁番和喀什、和田等都是古丝绸之路上的重镇, 使得新疆可能成为栽培甜瓜的次生起源中心 (Luan et al., 2008)。

本文中首次报道了新疆甜瓜地方品种表型性状的 Euclidean 遗传距离, 并对遗传距离进行了 UPGMA 聚类分析, 聚类结果显示, 以往分类中的卡沙巴变种和绝大多数瓜旦变种被聚在类群 I 中, 冬甜瓜变种和大部分夏甜瓜变种被聚在类群 II 内。Staub 等 (2004) 和 Sensoy 等 (2007) 按照形态性状将栽培甜瓜分为 7 个植物学的变种 (类型), 包括: var. *cantalupensis*、var. *inodorus*、var. *flexuosus*、var. *conomon*、var. *dudaim*、var. *chito* 和 var. *momordica*, 根据对不同变种形态性状的描述, 类群 I 和 II 中的大部分地方品种分别与 var. *cantalupensis* 和 var. *inodorus* 两个变种相似。由此可见, 除 ‘哈密野瓜’ 外, 新疆甜瓜地方品种资源均属于变种 var. *cantalupensis* 和 var. *inodorus*。本研究中, 表型的聚类无法将以往分类中的变种或品种群严格区分开, 陈芸等 (2010) 的聚类结果与以往的分类也不一致, 他们认为甜瓜的遗传分化并非由单一因子 (如成熟期) 所引起, 而可能是多个因子综合作用的结果。

新疆野生甜瓜 ‘哈密野瓜’ 的表型性状与野生甜瓜亚种 *C. melo* L. ssp. *agrestis* 相似, 而且与其它地方品种间的亲缘关系最远, 由此可推断 ‘哈密野瓜’ 可能属于亚种 ssp. *agrestis*。‘哈密野瓜’ 的果实性状与 *Cucumis* 属中的野生种较相似, 因此, 如何利用 ‘哈密野瓜’ 进行远缘杂交的研究将是今后重要的工作。

### References

Akashi Y, Fukuda N, Wako T, Masuda M, Kato K. 2002. Genetic variation and phylogenetic relationships in East and South Asian melons, *Cucumis*

- melo* L., based on the analysis of five isozyme. *Euphytica*, 125: 385 – 396.
- Chen Yun, Li Guan, Wang Xian-lei. 2010. Genetic diversity of a germplasm collection of *Cucumis melo* L. using SRAP markers. *Hereditas*, 32 (7): 744 – 751. (in Chinese)
- 陈 芸, 李 冠, 王贤磊. 2010. 甜瓜种质资源遗传多样性的 SRAP 分析. *遗传*, 32 (7): 744 – 751.
- Decker-Walters D S, Chung S M, Staub J E, Quemada H D, López-Sesé A I. 2002. The origin and genetic affinities of wild populations of melon (*Cucumis melo*, Cucurbitaceae) in North America. *Plant Systematics and Evolution*, 233: 183 – 197.
- Fergany M, Kaur B, Monforte A J, Pitrat M, Rys C, Lecoq H, Dhillon NPS, Dhaliwal S S. 2011. Variation in melon (*Cucumis melo*) landraces adapted to the humid tropics of southern India. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 58: 225 – 243.
- Investigating group on resources of xinjiang melon and watermelon. 1985. Records of melon and watermelon in Xinjiang. Urumqi: Xinjiang People's Publishing House. (in Chinese)
- 新疆甜瓜西瓜资源调查组. 1985. 新疆甜瓜西瓜志. 乌鲁木齐: 新疆人民出版社.
- Kirkbride J H. 1993. Biosystematic monograph of the genus *Cucumis* (Cucurbitaceae). NC: Parkway Publishers.
- Luan F S, Delannay I, Staub J E. 2008. Chinese melon (*Cucumis melo* L.) diversity analyses provide strategies for germplasm curation, genetic improvement, and evidentiary support of domestication patterns. *Euphytica*, 164: 445 – 461.
- Mallick M F R, Masui M. 1986. Origin, distribution and taxonomy of melons. *Scientia Horticulturae*, 28: 251 – 261.
- Sensoy S, Büyükalaca S, Abak K. 2007. Evaluation of genetic diversity in Turkish melons (*Cucumis melo* L.) based on phenotypic characters and RAPD markers. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 54: 1351 – 1365.
- Staub J E, López-Sesé A, Fanourakis N. 2004. Diversity among melon landraces (*Cucumis melo* L.) from Greece and their genetic relationships with other melon germplasm of diverse origins. *Euphytica*, 136: 151 – 166.
- Stepansky A, Kovalski I, Perl-Treves R. 1999. Intraspecific classification of melons (*Cucumis melo* L.) in view of their phenotypic and molecular variation. *Plant Systematics and Evolution*, 217: 313 – 332.
- Tanaka K, Nishitani A, Akashi Y, Sakata Y, Nishida H, Yoshino H, Kato K. 2007. Molecular characterization of South and East Asian melon, *Cucumis melo* L., and the origin of Group Conomon var. *makuwa* and var. *conomon* revealed by RAPD analysis. *Euphytica*, 153: 233 – 247.
- Wang Jian. 2000. Chinese watermelon and melon. Beijing: Agricultural Press. (in Chinese)
- 王 坚. 2000. 中国西瓜甜瓜. 北京: 中国农业出版社.
- Wu Ming-zhu. 1982. Evaluation and utilization on thick-skinned melon germplasms of Turpan basin in Xinjiang. *Chinese Fruits*, (2): 28 – 33. (in Chinese)
- 吴明珠. 1982. 吐鲁番盆地厚皮甜瓜品种资源及其利用. *中国果树*, (2): 28 – 33.
- Xu Zhi-hong, Xu Yong-yang, Liu Jun-pu, Sun Zhi-qiang. 2008. Studies on the genetic diversity and phylogenetic relationship of melon (*Cucumis melo* L.) germplasm. *Journal of Fruit Science*, 25 (4): 552 – 558. (in Chinese)
- 徐志红, 徐永阳, 刘君璞, 孙志强. 2008. 甜瓜种质资源遗传多样性及亲缘关系研究. *果树学报*, 25 (4): 552 – 558.
- Yao Guo-xin, Liu Ling, Guo Yong-qiang, Chen Su-sheng, Wang Jian-she. 2006. Genetic diversity analysis of melon (*Cucumis melo* L.) germplasm by RAPD marker. *Journal of Capital Normal University: Natural Science Edition*, 27 (5): 56 – 60. (in Chinese)
- 姚国新, 刘 玲, 郭永强, 陈素生, 王建设. 2006. 利用 RAPD 标记分析甜瓜种质资源遗传多样性. *首都师范大学学报: 自然科学版*, 27 (5): 56 – 60.
- Yue Jin-hua, Shi Jiang, Zhao Hu-ji, Zhu Xin-xia. 2000. Study on the kinship and purity of rock-melon by RAPD analysis. *Journal of Fruit Science*, 17 (4): 295 – 299. (in Chinese)
- 乐锦华, 施 江, 赵虎基, 朱新霞. 2000. 厚皮甜瓜亲缘关系及纯度的 RAPD 标记. *果树科学*, 17 (4): 295 – 299.
- Zhang Lu-gang, Wang Ming. 1992. Discriminant analysis of germplasm resources of *Cucumis melo* L. *Acta Horticulturae Sinica*, 19 (1): 35 – 40. (in Chinese)
- 张鲁刚, 王 鸣. 1992. 甜瓜种质资源的判别分析. *园艺学报*, 19 (1): 35 – 40.