

DOI:10.11937/bfyy.201707005

# 甜瓜种子萌发期芽苗性状的变异性及主成分和聚类分析

高玉红<sup>1</sup>, 张艳丽<sup>1</sup>, 邓黎黎<sup>1</sup>, 闫生辉<sup>1</sup>, 赵卫星<sup>2</sup>

(1. 郑州职业技术学院, 河南 郑州 450121; 2. 河南省农业科学院 园艺研究所, 河南 郑州 450002)

**摘要:**以国内收集到的 15 份主栽品种为试材, 统计了种子萌发期 10 个芽苗性状的变异性, 并对其进行了主成分和聚类分析, 以期为不同甜瓜产区优良品种的早期筛选及进一步遗传改良提供参考依据。结果表明: 芽长、主胚根长、种子根数、总鲜质量、根芽干质量、总干质量、干物质含量、根系活力等 8 个性状的变异系数较大, 为 18.53%~35.98%; 利用主成分分析将 10 个性状指标可转化为 3 个主成分, 其累积贡献率达 81.45%, 通过主成分综合分值排序结果显示, Var 2、Var 5、Var 7、Var 6、Var 3 等品种占据前 5 位。以主成分中主要因子为指标进行聚类分析, 可将 15 份甜瓜品种分为 4 类, 各类间芽苗性状有较大差异。因此, 从种子萌发期芽苗性状的角度考虑, 8 个变异较大的芽苗性状指标是今后品种改良的重点, 排在 5 位的品种在实际生产中可优选。

**关键词:**甜瓜; 芽苗性状; 变异性; 主成分分析; 聚类分析

**中图分类号:**S 651.604<sup>+</sup>.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)07-0022-05

我国甜瓜栽培面积和总产量均居世界首位, 据统计, 2014 年全国甜瓜播种面积 43.89 万  $\text{hm}^2$ , 总产

**第一作者简介:**高玉红(1979-), 女, 河南尉氏人, 硕士, 副教授, 现主要从事作物生物技术教学与研究等工作。E-mail: gaoyuhong2008@163.com.

**责任作者:**赵卫星(1978-), 男, 河南上蔡人, 博士, 副研究员, 现主要从事西甜瓜育种及栽培生理等研究工作。E-mail: wxzhao2008@163.com.

**基金项目:**河南省农业科学院科研发展专项资助项目(20157814)。

**收稿日期:**2016-12-05

量 1 475.80 万  $\text{t}^{[1]}$ 。近年来, 随我国甜瓜生产的迅速发展, 品种呈现多样化, 对于种植区域优良品种的选择及新品种的改良提出很大挑战。因此, 了解现有品种主要农艺性状变异性, 并根据影响品种的主成分因子对其聚类具有重要意义。

作物种子萌发期是植株生长发育的重要阶段, 极易受到外界不良影响的影响, 以致阻碍后期植株的营养生长和生殖生长。很多学者开展了不同作物萌发期芽苗性状对逆境胁迫响应的研究, 并筛选出重要的抗逆性指标<sup>[2-5]</sup>。因此, 芽苗的表现性状在一定程度上可反映作物的品种特性和遗传背景。目

‘Jiuruihong’ at the 15<sup>th</sup> day after flowering, respectively. The chlorophyll fluorescence parameters were measured by Mini-Imaging-Pam to analysis and evaluate the pollution effects of organo-chlorine pesticides. The results showed that, compared with the control (water plus additives, CK), pollution symptom characterized by scatter and non-uniform spots distribution was observed on muskmelon fruit surface at the 7<sup>th</sup> day after spraying pesticides. Not only had the primary photochemical apparatus been destroyed, but also dynamic activity of carbon absorption had been reduced. Moreover, the excess energy dissipation produced by increase of Y(NPQ) and Y(NO) could cause photoinhibition or damage of PSII and/or entire photosynthetic apparatus, led to the generation of thermal burning spots on muskmelon fruit surface. The comprehensive pollution index (CPI) calculated by using subordinative fuzzy function was used to evaluate pollution level of different organo-chlorine pesticides on muskmelon fruits. The greater pollution level was recorded in LZJ than FML, and the higher concentration related to LZJ practices attributed to severe pollution level.

**Keywords:** muskmelon; organo-chlorine pesticides; comprehensive pollution index; chlorophyll fluorescence

前,有关甜瓜品种(系)农艺性状变异性的研究多集中在苗期、成株期和果实性状等方面<sup>[6-8]</sup>,而种子萌发期芽苗性状变异性的报道较少。该研究从统计分析的角度对不同来源的甜瓜品种萌发期芽苗性状的变异性进行探讨,并采用系统聚类法对影响品种的主成分因子进行聚类,旨在摸清种源的遗传变异规律,为不同甜瓜产区优良品种的早期筛选及今后的遗传改良提供参考依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试甜瓜材料为 15 份厚皮甜瓜品种(表 1),均来自不同省份,由河南省农业科学院园艺研究所提

表 1 供试甜瓜品种

编号 No.	品种 Cultivars	类型 Type	来源 Provenance	编号 No.	品种 Cultivars	类型 Type	来源 Provenance
Var 1	“众云-18”	网纹	河南	Var 9	“翠玉二号”	绿皮	河南
Var 2	“K1386”	网纹	新疆	Var 10	“极品中甜”	黄皮	河南
Var 3	“新雪里红”	网纹	新疆	Var 11	“IVF117”	黄皮	北京
Var 4	“K123”	网纹	新疆	Var 12	“雪峰蜜 5 号”	白皮	湖南
Var 5	“白玫”	白皮	新疆	Var 13	“K1217”	白皮	新疆
Var 6	“绿玫”	绿皮	新疆	Var 14	“将军玉”	白皮	河南
Var 7	“雪密”	白皮	陕西	Var 15	“IVF168”	黄皮	北京
Var 8	“F34”	白皮	河南				

干物质含量(%)=总干质量/总鲜质量×100;贮藏物质转运率(%)=根芽干质量/总干质量×100。

### 1.3 数据分析

利用 Excel 2003 和 DPS 7.05 统计软件对数据进行统计分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同甜瓜品种芽苗性状的变异分析

由表 2 可知,芽长、主胚根长、种子根数、总鲜质

表 2 不同甜瓜品种芽苗性状的变异性

性状 Trait	最大值 Maximum	最小值 Minimum	平均值 Average	极差 Range	标准差 Standard deviation	变异系数 Coefficient variation
芽长 Bud length/mm	35.13	19.03	28.24	16.10	5.231 7	0.185 3
主胚根长 Main radicle length/mm	31.61	7.64	18.17	23.97	6.793 9	0.378 3
胚轴粗度 Diameter of taproot/mm	1.72	1.43	1.61	0.29	0.091 3	0.056 8
种子根数 Aeminal root number/条	21.20	11.83	15.55	9.37	3.038 0	0.195 4
总鲜质量 Total fresh weight/(g·(10 株) <sup>-1</sup> )	2.042 7	0.612 3	1.199 2	1.430 4	0.379 9	0.318 6
根芽干质量 Radicle and bud dry weight/(g·(10 株) <sup>-1</sup> )	0.195 3	0.039 0	0.141 9	0.156 3	0.041 9	0.295 0
总干质量 Total dry weight/(g·(10 株) <sup>-1</sup> )	0.416 7	0.071 0	0.286 8	0.345 7	0.096 3	0.335 7
干物质含量 Dry matter content/%	31.18	15.13	23.68	16.05	4.971 4	0.209 9
贮藏物质转运率 Storage material transport rate/%	57.59	43.85	50.69	13.74	5.316 9	0.104 9
根系活力 Root activity/(mg·g <sup>-1</sup> ·h <sup>-1</sup> )	0.106 5	0.035 5	0.063 5	0.071 0	0.022 9	0.359 8

供,涵盖了大部分的皮色类型。

### 1.2 试验方法

选取大小、饱满度一致的种子 100 粒,置于 40 ℃ 恒温水浸泡 6 h,期间不断用玻璃棒搅拌,使浸泡充分。将浸泡好的种子放平铺在有 3 层湿滤纸的培养皿上,在(28±1)℃的恒温培养箱中培养,处理期间每 2 d 更换 1 次滤纸。每个处理重复 3 次,处理 7 d 后选 10 粒进行统计发芽种子根条数,并进行根系活力<sup>[9]</sup>、芽长、主胚根长、胚轴粗度、总鲜质量、总干质量与根芽干质量等相关指标的测定。计算发芽种子的干物质含量与贮藏物质转运率。

量、根芽干质量、总干质量、干物质含量、根系活力等 8 个性状的变异系数较大,为 18.53%~35.98%,说明这些性状在供试品种中存在较大差异。胚轴粗度、贮藏物质转运率等 2 个性状的变异系数较小,为 5.68%~10.49%,说明 2 个性状较为一致。因此,可选择变异较大的 8 个芽苗性状作为新品种选育的主要目标进行品种改良。

2.2 不同甜瓜品种芽苗性状的主成分分析

对 15 份甜瓜品种种子萌发期的 10 个芽苗性状进行主成分分析,以特征向量值大于 1 为标准,可将 10 个性状归为 3 个主成分(表 3)。这 3 个主成分的累积贡献率可达 81.45%,说明这 3 个主成分代表了所选甜瓜品种芽苗性状的绝大部分信息。其中,第 1 主成分对总方差的贡献率最大,达 56.63%,其对应特征向量值中绝对值较大的性状是胚轴粗度、总干质量。第 2 主成分的贡献率为 14.06%,其对应特征向量值中绝对值较大的性状是干物质含量、根芽干

质量。第 3 主成分的贡献率为 10.76%,其对应特征向量值中绝对值最大的性状是芽长和贮藏物质转运率。结果表明,胚轴粗度、总干质量、干物质含量、根芽干质量、芽长和贮藏物质转运率等是影响所选甜瓜品种芽苗性状的主要因子。

通过每个主成分乘以各自权重值(方差贡献率)得到综合得分,对供试品种进行综合评价。由表 4 可知,单从不同品种萌发期芽苗综合性状来看,Var 5、Var 7、Var 2、Var 6、Var 3 分别占供试品种的前 5 位,可优先选择此品种进行实际生产。

表 3 不同甜瓜品种芽苗性状的主成分分析

Table 3 Principal component analysis of bud seedling traits of different melon cultivars

性状 Trait	主成分 Principal component		
	1	2	3
芽长 Bud length	0.094 7	-0.127 1	0.912 9
主胚根长 Main radicle length	0.344 4	-0.177 0	0.029 5
胚轴粗度 Diameter of taproot	0.356 9	-0.065 6	0.031 9
种子根数 Aeminal root number	0.347 3	-0.326 1	0.102 0
总鲜质量 Total fresh weight	0.337 4	-0.060 2	-0.180 8
根芽干质量 Radicle and bud dry weight	0.329 8	0.464 9	0.109 1
总干质量 Total dry weight	0.382 5	0.312 5	-0.025 9
干物质含量 Dry matter content	0.187 1	0.614 3	0.079 4
贮藏物质转运率	-0.351 1	0.128 5	0.318 4
Storage material transport rate			
根系活力 Root activity	0.311 8	-0.361 4	-0.037 1
特征值 Characteristics values	5.663 1	1.406 8	1.074 8
累计贡献率	56.63	70.69	81.45
Cumulative contribution rate/%			

表 4 不同甜瓜品主成分分值结果

Table 4 Value of principal component of different melon cultivars

品种编号 No.	第 1 主成分 PC1	第 2 主成分 PC2	第 3 主成分 PC3	综合得分 Synthetic component	综合排名 Synthetic ranking
Var 1	0.479 5	0.492 5	-1.854 5	0.141 2	7
Var 2	2.576 5	0.636 7	-1.333 7	1.405 1	3
Var 3	2.294 6	-0.580 6	-1.659 3	1.039 3	5
Var 4	1.419 5	-0.217 3	-0.650 3	0.703 3	6
Var 5	2.851 1	-0.546 7	1.037 2	1.649 3	1
Var 6	2.545 1	-1.106 8	0.915 7	1.384 2	4
Var 7	2.939 0	-1.613 2	1.031 6	1.548 5	2
Var 8	-1.909 6	-0.714 6	1.178 2	-1.055 1	12
Var 9	-0.457 5	1.736 5	-0.026 9	-0.017 8	10
Var 10	-4.895 0	-1.593 4	-0.816 4	-3.083 9	15
Var 11	-0.262 7	1.092 7	0.728 0	0.083 2	8
Var 12	-0.521 6	2.400 9	0.299 6	0.074 4	9
Var 13	-1.046 9	1.252 9	1.426 6	-0.263 2	11
Var 14	-2.668 7	-1.159 4	-0.154 1	-1.690 9	13
Var 15	-3.343 4	-0.080 3	-0.121 8	-1.917 8	14

2.3 不同甜瓜品种芽苗性状的聚类分析

以主成分分析得到的 3 个主成分中的 6 个重要芽苗性状为指标,采用系统聚类法,利用欧氏距离(绝对值最长距离),对 15 份甜瓜品种进行聚类分

析,可将其分为Ⅳ类(图 1)。

第Ⅰ类,包括 Var 1、Var 2 共 2 个品种,全部为网纹类型,该类品种芽苗具有芽长较小,胚轴粗度较大,总干质量、干物质含量、根芽干质量、芽长和贮藏

物质转运率中等特点,主成分的综合得分分别居于第7位和第3位。表明其萌发期生长慢,芽苗较粗壮,不易徒长,但出苗较慢。

第Ⅱ类,包括 Var 9、Var 11、Var 12、Var 13 共4个品种,其中,绿皮类型1个,黄皮1个,白皮2个。该类品种芽苗具有芽干质量和贮藏物质转运率中等,胚轴粗度偏小,芽长、总干质量、干物质含量偏大等特点,主成分的综合得分居于8~11位。表明其萌发期生长快,芽苗偏弱。

第Ⅲ类,包括 Var 3、Var 4、Var 5、Var 6、Var 7 共5个品种,其中,网纹类型2个,白皮2个,绿皮1个。该类品种芽苗具有芽长、胚轴粗度偏高,贮藏物质转运率偏高总干质量,干物质含量、根芽干质量中等特点,主成分的综合得分居于前6位。表明该类品种萌发期生长较快,且芽苗健壮,对环境适应能力较强,不易徒长,综合表现优良。

第Ⅳ类,包括 Var 8、Var 10、Var 14、Var 15 共4个品种,其中,白皮类型2个,黄皮2个。该类品种芽苗具有芽长中等,胚轴粗度、总干质量、干物质含量、根芽干质量偏小,贮藏物质转运率偏高等特点,主成分的综合得分居于12~15位。表明该类品种萌发期生长中等,芽苗偏弱。

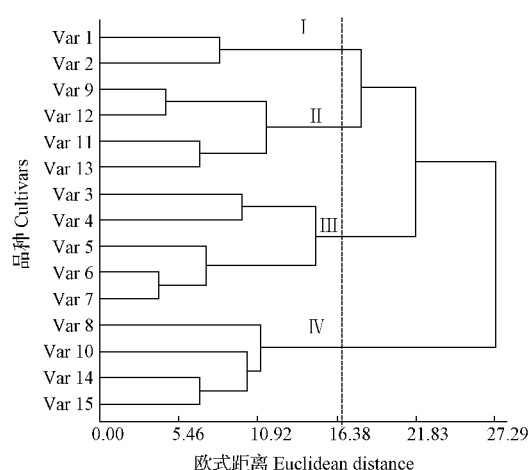


图1 15个甜瓜品种芽苗形状的聚类分析

Fig. 1 Clustering analysis based on bud seedling traits of 15 cultivars

### 3 结论与讨论

种子萌发期芽苗性状的差异是作物特异性表现早期选择的重要途径之一<sup>[10]</sup>。国内外研究表明,虽然选择的效果依对象和条件而异,但将芽苗期观测的项目作为早期选择指标是有效可行的<sup>[11-12]</sup>。该研究通过对来自全国的不同区域的15份甜瓜品种萌

发期10个芽苗性状进行统计,结果显示,芽长、主胚根长、种子根数、种子根数、总鲜质量、根芽干质量、总干质量、干物质含量、根系活力等8个性状的变异系数均大于18.00%,说明这8个性状在供试品种中存在较大差异,具有较大的改良空间。单从提高品种幼苗质量的角度来看,可选择变异较大8个芽苗性状作为新品种选育的主要目标进行品种改良。不同品种芽苗性状较大的变异性表明,供试的15份品种具有丰富的遗传多样性,也可能与所选品种多数来自于甜瓜的起源地和主产区有很大关系<sup>[13]</sup>,在一定程度上反映了不同种源甜瓜品种自身的遗传特性及其对环境的适应能力存在较大差异。这与舒泉等<sup>[14]</sup>对厚朴不同种源芽苗变异性的研究结果相似。

从主成分分析的结果来看,第1主成分值对应特征向量值中绝对值较大的性状是胚轴粗度、总干质量,其与芽苗生长的健壮程度有关,总干质量是植物生长最常用、最直观的指标之一<sup>[15]</sup>,在芽长一定的情况下,芽苗的总干质量和胚轴粗度越大,生长越健壮;第2主成分对应特征向量中绝对值较大的性状是干物质含量、根芽干质量,其与芽苗生长过程中营养物质的利用率有关,通常用来作为抗逆境的评价指标<sup>[2-3]</sup>,反映了其对外界环境的适应能力。第3主成分对应特征向量值中绝对值最大的性状是芽长和贮藏物质转运率,其与芽苗的生长速度有关。在芽苗生长的一定时期内,芽苗越长、贮藏物质转运率越高,其出苗越快。但对甜瓜而言,这3个主成分共同构成优良壮苗的不可缺少的重要因子。通过成分综合分值对供试品种评价,Var 2、Var 5、Var 7、Var 6、Var 3等5个品种综合表现优良,是实际生产中培育壮苗的首要选择。但该研究仅从芽苗期对15个甜瓜品种进行了评价,有一定的局限性,还需进一步从不同生育期植株的生长性状及最终的产量和品质综合评判,以筛选出优良的甜瓜品种。

芽苗期是作物耐逆性较强生育时期之一<sup>[16]</sup>。同种作物的不同品种(系)间该生育阶段生长性状有明显差异,依据其作为参数可进行品种(系)聚类。该试验是以种子萌发期的芽苗性状参数为依据对15个甜瓜品种进行聚类分析,分成4个类群,将生长慢、芽苗健壮聚成一类,生长快、芽苗偏弱聚成一类,生长快、芽苗健壮聚成一类,生长中等、芽苗偏弱聚成一类。此分类与课题组对甜瓜品种抗早衰性的筛选及田间生长观察的结果基本一致,具有一定的可靠性。但种子的萌发期芽苗性状与其休眠期有很大关系,不同年份来源的种子可能会对试验结果造成

一定的影响。因此,还需在生产实践的基础上,结合表观型和理化指标进行综合评价,以提高甜瓜品种聚类的精确性,为甜瓜栽培优良品种的早期筛选及品种改良提供更可靠的理论依据。

### 参考文献

- [1] 中国蔬菜编辑部. 2014 年全国各地蔬菜、西瓜、甜瓜、草莓、马铃薯播种面积和产量[J]. 中国蔬菜, 2016(1):17.
- [2] 董志刚,程智慧. 番茄品种资源芽苗期和幼苗期的耐盐性及耐盐指标评价[J]. 生态学报, 2009, 29(3):1348-1355.
- [3] 朱进,别之龙,李娅娜,等. 黄瓜种子萌芽期及嫁接砧木幼苗期耐盐力评价[J]. 中国农业科学, 2006, 39(4):772-778.
- [4] 王广印,周秀梅,张建伟,等. 不同黄瓜品种种子萌发期的耐盐性研究[J]. 植物遗传资源学报, 2004, 5(3):299-303.
- [5] 刘敏轩,张宗文,吴斌,等. 黍稷种质资源芽、苗期耐中性混合盐胁迫评价与耐盐生理机制研究[J]. 中国农业科学, 2012, 45(18):3733-3743.
- [6] 周亚峰,许彦宾,王盼乔,等. 河南省主栽甜瓜品种苗期表型性状变异分析[J]. 北方园艺, 2016(5):17-21.
- [7] STEPANSKY A, KOVALSKI I, PERL-TREVES R. Intraspecific classification of melons (*Cucumis melo* L.) in view of their phenotypic

and molecular variation[J]. Plant Syst Evol, 1999, 217:313-332.

- [8] 文乐欣,周莉,刘翔,等. 甜瓜育种资源农艺性状的多变量分析[J]. 华北农学报, 2011, 26(s2):37-42.
- [9] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京:高等教育出版社, 2000.
- [10] 余诚棋,杨万霞,方升佐,等. 青钱柳种源间苗期性状变异分析[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2010, 34(1):34-38.
- [11] 苏艳,王盼乔,胡建斌. 十五份甜瓜种质苗期性状的聚类分析及相关分析[J]. 北方园艺, 2014(7):5-8.
- [12] 邵文豪,岳华峰,姜景民,等. 不同种源无患子苗期生长性状遗传变异研究[J]. 浙江林业科技, 2012, 32(1):21-25.
- [13] 林佩德. 中国栽培甜瓜植物的起源、分类及进化[J]. 中国瓜菜, 2010, 24(4):34-36.
- [14] 舒泉,杨志玲,杨旭,等. 不同种源厚朴苗期性状变异及主成分分析[J]. 武汉植物学研究, 2010, 28(5):623-630.
- [15] 胡学俭. 10 树种苗期抗旱特性及抗旱评价指标体系的研究[D]. 泰安:山东农业大学, 2005.
- [16] ELHAG A Z, HAMID A, KARIM M A. Effect of sodium chloride on germination and seedling characters of different types of rice(*Oryza sativa* L.) [J]. Journal of Agronomy and Crop Science, 1997, 179:163-169.

## Variability Principal Component and Cluster Analysis on Bud Seedling Characteristics of Melon Varieties

GAO Yuhong<sup>1</sup>, ZHANG Yanli<sup>1</sup>, DENG Lili<sup>1</sup>, YAN Shenghui<sup>1</sup>, ZHAO Weixing<sup>2</sup>

(1. Zhengzhou Technincal College, Zhengzhou, Henan 450121; 2. Institute of Horticulture, Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou, Henan 450002)

**Abstract:** In order to offer references for early selection of fine melon varieties in different producing areas and further genetic improvement. Using 15 mainly cultivated melon cultivars in China, the variation, principal component of 10 bud seedling characteristics and cluster analyses were conducted. The results showed that wide variation existed among the variability of bud length, main radicle length, aeminal root number, total fresh weight, total dry weight, radicle and bud dry weight, dry matter content, root activity, the variation coefficient of them was between 18.53% and 35.98%; and that 10 bud seedling were classified into 3 components with their cumulative contribution of 81.45% by principal component analysis, and the synthesis score of Var 2, Var 5, Var 7, Var 6, Var 3 was the first five leading in 15 cultivars. Based on the results of principal component analysis, the 15 melon cultivars were divided into 4 groups with clustering analysis, among which there were obvious differences in the traits. Therefore, according to the above bud seedling traits in germination stage, the 8 indexes of wider variation would be screen in the process of breeding in the future, and the first five leading cultivars could be preferred to select in practical production.

**Keywords:** melon; bud seedling traits; variability; principal component analysis; clustering analysis