

王薇薇, 郭 军, 梅 燚, 等. 大蒜种质资源的综合评价与聚类分析[J]. 江苏农业学报, 2017, 33(2): 397-403.
doi: 10.3969/j.issn.1000-4440.2017.02.025

大蒜种质资源的综合评价与聚类分析

王薇薇, 郭 军, 梅 燚, 祖艳侠, 郑佳秋, 吴永成
(江苏沿海地区农业科学研究所, 江苏 盐城 224002)

摘要: 本研究采用主成分分析及聚类分析的方法, 对 12 个大蒜品种的 23 个数量性状进行分析。变异分析结果表明, 23 个数量性状的变异系数为 7.99%~59.29%, 大蒜各个性状之间具有较强的正、负相关性, 关系错综复杂, 相关信息出现重叠。其中, 假茎粗与株幅的相关性最高, 相关系数为 0.962, 其次是单头鳞茎质量与蒜头高的相关性, 相关系数为 0.953。主成分分析结果表明, 前 4 个主成分的总方差遗传累积贡献率达 93.631%, 已基本代表所考察性状的大部分信息。对 12 个大蒜品种进行综合评价, 邳州 1 号综合得分最高, 眉山 1 号得分最低; 系统聚类分析结果表明, 12 个大蒜品种可聚为 3 大类, 第 I 类包括邳州 1 号、金乡紫皮、金乡大蒜, 可作为头蒜和薹蒜两用型大蒜种植; 第 II 类包括邳州 2 号、徐州 17、外引 1 号、徐州 18、徐州白皮蒜和川蒜, 可作为头蒜品种种植; 第 III 类包括眉山 1 号、襄阳蒜、邳州白皮, 可作为青蒜品种种植。

关键字: 大蒜; 主成分分析; 综合评价; 聚类分析

中图分类号: S633.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4440(2017)02-0397-07

Comprehensive evaluation and clustering analysis of garlic germplasm resources

WANG Wei-wei, GUO Jun, MEI Yi, ZU Yan-xia, ZHENG Jia-qiu, WU Yong-cheng
(Institute of Agricultural Sciences in the Coastal District of Jiangsu Province, Yancheng 224002, China)

Abstract: A total of 23 quantitative traits in 12 garlic varieties were analyzed by principal component analysis and clustering analysis. The coefficient variation of the 23 traits ranged from 7.99% (maximum leaf length) to 59.29% (the number of inner layer garlic cloves). Strong positive and negative correlations were observed among agronomic traits of garlic. The stem diameter showed the highest correlation with plant width with the correlation coefficient of 0.962, followed by the correlation between single bulb weight and bulb height, with the correlation coefficient of 0.953. The accumulated contributions of the first four principal components variance amounted to 93.631%, which basically reflected the variance information of all characteristics. The comprehensive evaluation value of Pizhou NO.1 was the highest, and Meishan NO.1 was the lowest. Clustering analysis revealed that 12 varieties were divided into 3 types. Pizhou NO.1, Jinxiang Purple and Jinxiang Garlic belonged to the first cluster and was suitable for bulb and sprout planting. Pizhou NO.2, Xuzhou 17, Waiyin NO.1 were grouped to the second cluster and was suitable for bulb planting. Meishan NO.1, Xiangyang Garlic, Pizhou White belonged to the third cluster and was suitable for green garlic planting.

Key words: garlic (*Allium sativum* L.); principal component analysis; comprehensive evaluation; clustering analysis

收稿日期: 2016-08-25

基金项目: 江苏沿海地区农业科学研究所科研基金项目 (YHS201407)

作者简介: 王薇薇 (1988-), 女, 江苏盐城人, 硕士, 研究实习员, 主要从事蔬菜栽培和育种工作。 (E-mail) 754776303@qq.com

通讯作者: 郭 军, (E-mail) guojunyc126.com

大蒜 (*Allium sativum* L.) 为百合科 (*Liliaceae*) 葱属 (*Allium*) 一、二年生草本植物, 以鳞茎、花茎和幼株作为其食用器官, 是重要的香辛类蔬菜, 即可调

味,又可药用^[1-4]。中国大蒜收获面积和产量均居世界之首^[5],是重要的出口创汇蔬菜,占世界大蒜贸易总额的 70%~80%^[6]。大蒜在中国栽培历史悠久,种植范围广,产区主要集中在山东、江苏、湖北、陕西、河南等地区,种质资源丰富,各具特色。但因长期的无性繁殖和不同地区间引种,导致生产上用种混杂,品种更新慢、品种退化,使得大蒜栽培、育种工作难度增加,限制了大蒜产量和品质的提高^[7]。因此,引进和选育高产稳产优良新品种是大蒜育种工作的首要任务。

种质资源评价是资源利用的前提和基础,相较于采用生物技术方法评价,表型性状的评价更加直接,具有不可替代性,广泛应用于核心种质构建和资源分类^[8-9]。种质资源评价常包含很多指标,生产中的评价往往选择同一指标相互比较,很少采用统计学方法对多指标进行综合评价分析,其结果不能反映种质资源的真实信息,势必对资源评价造成较大误差。主成分分析法能够简化评价过程,减少评价指标,适用于多指标的综合分析。聚类分析能够很好地揭示品种类群间存在的亲缘关系。主成分分析和聚类分析在水稻^[10]、棉花^[11-12]、大豆^[13]、红麻^[14]、苦瓜^[15]、油菜^[16]等作物资源评价、分类方面已经广泛应用。樊治成等^[17]根据大蒜对温度反应的程度不同,将来自不同纬度的 73 份大蒜分为低温反应敏感型、低温反应迟钝型和低温反应中间型三大生态型。陈书霞等^[18]估算 40 个大蒜品种的 16 个农艺性状和 4 个品质指标的主成分,并以前 3 个主成分和遗传相似性系数为基础,通过系统聚类分析将 40 份大蒜品种分成 4 类。Panthee 等^[19]利用主成分分析法对 179 份大蒜种质的多个农艺性状进行研究,结果表明前 4 个主成分累积贡献率达 86%,并在此基础上将这些大蒜聚为 3 大类。本试验旨在对收集的 12 个大蒜资源的 23 个数量性状进行调查统计,通过主成分分析、聚类分析法等方法,对所收集到的大蒜种质个体进行评价、分类,以便对大蒜种质资源创新和育种工作起到指导作用。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料为江苏沿海农业科学研究所蔬菜室收集并保存的大蒜种质资源,共 12 份(表 1)。

表 1 供试材料

Table 1 Garlic varieties used in the study

品种编号	品种名称	品种编号	品种名称
1	眉山 1 号	7	邳州 2 号
2	襄阳蒜	8	徐州 17
3	邳州白皮	9	外引 1 号
4	邳州 1 号	10	徐州白皮蒜
5	金乡紫皮	11	徐州 18
6	金乡大蒜	12	川蒜

1.2 试验方法

试验材料于 2015 年 10 月 9 日在江苏沿海农业科学研究所试验农场露地种植。种植株行距 20 cm×12 cm 左右。采用随机区组排列,重复 3 次,每个小区 3 m²,按一般蒜田常规管理。调查性状有:株高 x_1 (cm)、株幅 x_2 (cm)、假茎长 x_3 (cm)、假茎粗 x_4 (mm)、最大叶长 x_5 (cm)、最大叶宽 x_6 (cm)、花苞长 x_7 (cm)、叶数 x_8 、茎茎中部粗 x_9 (mm)、茎茎基部粗 x_{10} (mm)、花苞粗 x_{11} (mm)、单茎质量 x_{12} (g)、茎长 x_{13} (cm)、单头鳞茎质量 x_{14} (g)、蒜头横径 x_{15} (mm)、鳞芽数 x_{16} 、外瓣数 x_{17} 、夹瓣数 x_{18} 、蒜头高 x_{19} (mm)、鳞芽质量 x_{20} (g)、鳞芽背宽 x_{21} (mm)、鳞芽高 x_{22} (mm)、茎盘横径 x_{23} (mm)。每个小区选择 10 株,相关技术和标准按《大蒜种质资源描述规范和数据标准》进行数据采集^[20]。

1.3 数据收集及处理

采用 Excel 及 SPSS 20.0 软件处理数据。

2 结果与分析

2.1 大蒜各数量性状的变异性分析

从 12 份大蒜品种的 23 个数量性状的变化幅度和变异系数(表 2)看,最大叶长(x_5)、叶数(x_8)、茎茎中部粗(x_9)、茎茎基部粗(x_{10})、花苞粗(x_{11})、茎长(x_{13})、鳞芽背宽(x_{21})和鳞芽高(x_{22})的变异程度都很小,表明 12 份大蒜品种间这些性状的差异不大。最大叶长(x_5)的变异系数最小为 7.99%,变幅为 47.81~64.83 cm,平均值为 58.98 cm,其中金乡紫皮的最大叶长最大;茎茎中部粗(x_9)和茎长(x_{13})的变异系数均为 8.45%,茎茎中部粗(x_9)的变幅在 5.51~7.39 mm,平均值为 6.68 mm,其中金乡紫皮的平均茎茎中部粗最大;茎长(x_{13})变幅为 51.89~

69.10 cm,平均值为59.07 cm,其中眉山1号的平均茎长最大。夹瓣数(x_{18})的变异系数最大为59.29%,变幅为0~4.44个,平均值为2.42个,其中邳州白皮的平均夹瓣数最少,金乡大蒜的平均夹瓣数最多;单头鳞茎质量(x_{14})的变异系数为39.57%,变幅为15.69~66.41 g,平均值为45.02 g,其中襄阳蒜的平均单头鳞茎质量最小,徐州白皮蒜的平均单头鳞茎质量最大。

表2 大蒜各数量性状的变异分析

Table 2 The variation analysis of quantitative traits of garlic

性状	变幅	极值	均值	标准差
x_1 (cm)	50.33~80.47	30.14	59.41	8.73
x_2 (cm)	43.42~71.56	28.14	59.82	7.82
x_3 (cm)	30.81~44.00	13.19	34.59	3.71
x_4 (mm)	12.40~20.44	8.04	17.04	2.51
x_5 (cm)	47.81~64.83	17.02	58.98	4.71
x_6 (cm)	2.44~3.87	1.43	3.21	0.45
x_7 (cm)	21.33~40.19	18.86	25.12	5.61
x_8	5.72~7.50	1.78	6.81	0.60
x_9 (mm)	5.51~7.39	1.88	6.68	0.56
x_{10} (mm)	4.68~6.14	1.46	5.43	0.50
x_{11} (mm)	7.23~9.55	2.32	8.75	0.75
x_{12} (g)	17.88~34.92	17.04	27.60	5.20
x_{13} (cm)	51.89~69.10	17.21	59.07	4.99
x_{14} (g)	15.69~66.41	50.72	45.02	17.81
x_{15} (mm)	35.70~63.18	27.48	51.78	8.75
x_{16}	5.78~14.61	8.83	10.90	2.76
x_{17}	5.78~10.17	4.39	8.84	1.34
x_{18}	0~4.44	4.44	2.42	1.43
x_{19} (mm)	26.70~40.79	14.09	34.68	4.46
x_{20} (g)	2.14~5.49	3.35	3.67	0.92
x_{21} (mm)	11.29~15.66	4.37	13.57	1.24
x_{22} (mm)	22.66~29.85	7.19	26.83	2.35
x_{23} (mm)	18.67~29.62	10.95	24.78	3.93

x_1 :株高; x_2 :株幅; x_3 :假茎长; x_4 :假茎粗; x_5 :最大叶长; x_6 :最大叶宽; x_7 :花苞长; x_8 :叶数; x_9 :茎茎中部粗; x_{10} :茎茎基部粗; x_{11} :花苞粗; x_{12} :单茎质量; x_{13} :茎长; x_{14} :单头鳞茎质量; x_{15} :蒜头横径; x_{16} :鳞芽数; x_{17} :外瓣数; x_{18} :夹瓣数; x_{19} :蒜头高; x_{20} :鳞芽质量; x_{21} :鳞芽背宽; x_{22} :鳞芽高; x_{23} :茎盘横径。

2.2 数量性状的相关性分析

对12份大蒜品种的23个数量性状进行相关性分析(表3),从表3可以看出,株高(x_1)与假茎长(x_3)、花苞长(x_7)呈极显著正相关,与蒜头横径(x_{15})、蒜头高(x_{19})、鳞芽高(x_{22})呈极显著负相关;株幅(x_2)与假茎粗(x_4)、最大叶长(x_5)、最大叶宽(x_6)、叶数(x_8)、茎茎基部粗(x_{10})、鳞芽数(x_{16})、夹瓣数(x_{18})呈极显著正相关;茎茎中部粗(x_9)与茎茎基部粗(x_{10})、单茎质量(x_{12})呈极显著正相关;茎茎基部粗(x_{10})与单茎质量(x_{12})呈极显著正相关;单头鳞茎质量(x_{14})与最大叶宽(x_6)、蒜头横径(x_{15})、鳞芽数(x_{16})、外瓣数(x_{17})、夹瓣数(x_{18})、蒜头高(x_{19})、鳞芽质量(x_{20})、鳞芽高(x_{22})、茎盘横径(x_{23})呈极显著正相关;鳞芽数(x_{16})与鳞芽高(x_{22})呈显著正相关,与外瓣数(x_{17})、夹瓣数(x_{18})、蒜头高(x_{19})呈极显著正相关;蒜头高(x_{19})与鳞芽质量(x_{20})、鳞芽高(x_{22})、茎盘横径(x_{23})呈极显著正相关;鳞芽质量(x_{20})与鳞芽高(x_{22})呈极显著正相关,与假茎长(x_3)呈极显著负相关。这些性状之间直接的相关性较强,相关信息出现重叠,仅根据各性状间的简单相关系数,并不能从本质上揭示其内在变化规律,故需进行主成分分析,以便找出影响各性状的主成分。

2.3 主成分分析

对12份大蒜品种的23个性状进行主成分分析,结果(表4)显示前4个主成分的累积贡献率达93.631%,表明前4个主成分已基本代表所考察性状的大部分信息。第1主成分的贡献率为48.340%,第1主成分与蒜头横径(x_{15})、夹瓣数(x_{18})、单头鳞茎质量(x_{14})、茎盘横径(x_{23})、鳞芽高(x_{22})和鳞芽数(x_{16})呈较强正相关;第2主成分的贡献率为28.697%,决定第2主成分的是茎茎中部粗(x_9)、单茎质量(x_{12})和茎茎基部粗(x_{10});第3主成分贡献率达8.672%,花苞粗(x_{11})、鳞芽背宽(x_{21})和茎长(x_{13})对它的作用很大;第4主成分的贡献率为7.922%,决定第4主成分的主要是鳞芽背宽(x_{21}),其次是最大叶长(x_5)和花苞长(x_7)。共同度表示原始变量方差中能被共同因子解释的部分,共同度越大表明变量能被因子说明的程度越高,即因子可解释该变量的方差越多。表4中提取主成分后各变量的共同度均超过80%,表明4个主成分能较好地反映这些性状所包含的相关信息。

表3 大蒜各性状之间的相关性分析
Table 3 Correlation analysis of 23 traits in garlic

性状	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	x_{11}	x_{12}	x_{13}	x_{14}	x_{15}	x_{16}	x_{17}	x_{18}	x_{19}	x_{20}	x_{21}	x_{22}	x_{23}
x_1	1.000																						
x_2	-0.092	1.000																					
x_3	0.751 ^{**}	0.049	1.000																				
x_4	-0.190	0.962 ^{**}	-0.024	1.000																			
x_5	0.412	0.797 ^{**}	0.463	0.684 [*]	1.000																		
x_6	-0.360	0.870 ^{**}	-0.084	0.947 ^{**}	0.504	1.000																	
x_7	0.804 ^{**}	-0.220	0.660 [*]	-0.336	0.335	-0.479	1.000																
x_8	0.420	0.712 ^{**}	0.337	0.709 ^{**}	0.803	0.551	0.275	1.000															
x_9	0.584 [*]	0.479	0.558	0.430	0.618	0.200	0.331	0.607 [*]	1.000														
x_{10}	0.236	0.870 ^{**}	0.311	0.854 ^{**}	0.802	0.708 ^{**}	0.070	0.794 ^{**}	0.780 ^{**}	1.000													
x_{11}	0.163	0.239	0.090	0.354	0.069	0.287	-0.052	0.293	0.633 [*]	0.596 [*]	1.000												
x_{12}	0.578 [*]	0.548	0.525	0.499	0.705	0.268	0.425	0.689 [*]	0.935 ^{**}	0.832 ^{**}	0.584 [*]	1.000											
x_{13}	0.451	-0.346	0.469	-0.257	-0.281	-0.236	0.175	-0.109	0.409	0.058	0.645 [*]	0.307	1.000										
x_{14}	-0.664 [*]	0.530	-0.615 [*]	0.633 [*]	0.101	0.730	-0.677 [*]	0.198	-0.296	0.255	0.024	-0.161	-0.480	1.000									
x_{15}	-0.719 ^{**}	0.628 [*]	-0.598 [*]	0.741 ^{**}	0.118	0.796	-0.694 [*]	0.255	-0.105	0.401	0.217	0.002	-0.402	0.912 ^{**}	1.000								
x_{16}	-0.496	0.721 ^{**}	-0.356	0.791 ^{**}	0.265	0.877	-0.673 [*]	0.366	-0.023	0.514	0.232	0.014	-0.267	0.845 ^{**}	0.844 ^{**}	1.000							
x_{17}	-0.639 [*]	0.627 [*]	-0.245	0.740 ^{**}	0.172	0.902	-0.694 [*]	0.191	-0.154	0.376	0.105	-0.101	-0.246	0.788 ^{**}	0.818 ^{**}	0.869 [*]	1.000						
x_{18}	-0.566	0.766 ^{**}	-0.382	0.840 ^{**}	0.304	0.921	-0.692 [*]	0.339	-0.026	0.518	0.175	0.047	-0.352	0.907 ^{**}	0.901 ^{**}	0.960 ^{**}	0.912 ^{**}	1.000					
x_{19}	-0.766 ^{**}	0.381	-0.696 [*]	0.493	-0.039	0.626 [*]	-0.675 [*]	0.084	-0.513	0.040	-0.166	-0.379	-0.596 [*]	0.953 ^{**}	0.871 ^{**}	0.750 ^{**}	0.757 ^{**}	0.807 ^{**}	1.000				
x_{20}	-0.626 [*]	0.166	-0.784 ^{**}	0.244	-0.132	0.311	-0.550	-0.047	-0.495	-0.096	-0.168	-0.357	-0.556	0.869 ^{**}	0.696 [*]	0.530	0.418	0.599 [*]	0.869 ^{**}	1.000			
x_{21}	-0.155	-0.173	-0.601 [*]	-0.143	-0.254	-0.298	-0.027	-0.053	0.026	-0.114	0.181	0.077	-0.167	0.117	0.204	-0.187	-0.378	-0.135	0.120	0.422	1.000		
x_{22}	-0.797 ^{**}	0.401	-0.705 [*]	0.532	-0.050	0.622	-0.639 [*]	0.071	-0.352	0.155	0.057	-0.197	-0.484	0.919 ^{**}	0.942 ^{**}	0.695 [*]	0.726 ^{**}	0.779 ^{**}	0.934 ^{**}	0.827 ^{**}	0.295	1.000	
x_{23}	-0.576 [*]	0.701 [*]	-0.470	0.830 ^{**}	0.233	0.863 [*]	-0.648 [*]	0.417	0.047	0.537	0.342	0.129	-0.294	0.888 ^{**}	0.971 ^{**}	0.888 ^{**}	0.826 ^{**}	0.920 ^{**}	0.810 ^{**}	0.624 [*]	0.134	0.869 ^{**}	1.000

$x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9, x_{10}, x_{11}, x_{12}, x_{13}, x_{14}, x_{15}, x_{16}, x_{17}, x_{18}, x_{19}, x_{20}, x_{21}, x_{22}, x_{23}$ 见表2注。^{*}表示相关性显著 ($P<0.05$); ^{**}表示相关性极显著 ($P<0.01$)。

用表4中的数据除以主成分相对应的特征值开平方根便得到4个主成分中每个指标所对应的系数(特征向量),将得到的特征向量与标准化后的数据相乘,然后就可以得到主成分表达式,如 $F_1 = -0.198Zx_1 + 0.214Zx_2 - 0.156Zx_3 + \dots + 0.011Zx_{21} + 0.268Zx_{22} + 0.289Zx_{23}$,再以每个主成分所对应的特征值所占提取主成分总的特征值之和的比例作为权重计算主成分综合模型: $F = \frac{\lambda_1}{\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_4} F_1 + \frac{\lambda_2}{\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_4} F_2 + \frac{\lambda_3}{\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_4} F_3 + \frac{\lambda_4}{\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_4} F_4$,计算出综合得分值F,综合得分越高表示该品种综合评价越好。由表5可知,12个大蒜品种中,邳州1号的综合得分最高,眉山1号的综合得分最低。

表4 前4个主成分载荷及方差解释

Table 4 The first four principal components loading matrix and the proportion of the total variation

性状	主成分				共同度 (%)
	F_1	F_2	F_3	F_4	
x_1	-0.660	0.632	-0.040	0.154	86.034
x_2	0.713	0.629	-0.171	0.119	94.741
x_3	-0.521	0.687	-0.349	-0.232	91.904
x_4	0.807	0.574	-0.058	0.010	98.419
x_5	0.241	0.809	-0.357	0.356	96.675
x_6	0.874	0.394	-0.155	-0.194	98.077
x_5	-0.696	0.421	-0.130	0.388	82.910
x_7	0.322	0.784	-0.075	0.326	83.024
x_9	-0.108	0.907	0.312	0.016	93.191
x_{10}	0.448	0.875	0.109	0.035	97.943
x_{11}	0.141	0.512	0.735	-0.346	94.197
x_{12}	-0.013	0.916	0.283	0.168	94.754
x_{13}	-0.459	0.293	0.462	-0.645	92.600
x_{14}	0.947	-0.190	0.011	0.081	93.959
x_{15}	0.969	-0.060	0.177	0.021	97.433
x_{16}	0.918	0.124	-0.064	-0.210	90.630
x_{17}	0.880	0.028	-0.227	-0.391	97.959
x_{18}	0.970	0.107	-0.076	-0.137	97.689
x_{19}	0.890	-0.386	-0.093	0.115	96.297
x_{20}	0.697	-0.490	0.127	0.349	86.384
x_{21}	0.037	-0.259	0.736	0.609	98.103
x_{22}	0.892	-0.304	0.161	0.121	92.864
x_{23}	0.965	0.111	0.192	-0.026	98.109
特征值	11.118	6.600	1.994	1.822	
贡献率	48.340	28.697	8.672	7.922	
累积贡献率	48.340	77.037	85.709	93.631	

$x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9, x_{10}, x_{11}, x_{12}, x_{13}, x_{14}, x_{15}, x_{16}, x_{17}, x_{18}, x_{19}, x_{20}, x_{21}, x_{22}, x_{23}$ 见表2注。

表5 不同大蒜品种的主成分得分值

Table 5 Scores of the principal components of 12 garlic varieties

品种编号	F_1	F_2	F_3	F_4	综合得分 F
1	-4.497	-2.819	2.305	-2.041	-3.142
2	-5.869	3.853	-0.865	0.074	-1.924
3	-4.817	-0.121	0.672	2.865	-2.217
4	3.632	2.154	0.821	1.491	2.736
5	1.483	3.137	0.113	-0.562	1.688
6	2.722	3.125	-0.274	-1.370	2.219
7	2.278	-0.244	0.518	0.003	1.149
8	2.470	-1.110	-0.236	0.319	0.940
9	1.090	-1.612	1.163	-0.625	0.124
10	1.393	-4.456	-1.887	1.013	-0.734
11	1.961	-1.020	0.670	0.139	0.774
12	-1.845	-0.887	-2.999	-1.307	-1.613

品种1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12 见表1。

2.4 聚类分析

以供试材料的23个数量性状为依据,在欧式距离水平上采用离差平方和法进行聚类分析。结果(图1)表明,12个品种可以聚为3类。第I类包括邳州1号、金乡紫皮、金乡大蒜;第II类包括邳州2号、徐州17、外引1号、徐州18、徐州白皮蒜和川蒜;第III类包括眉山1号、襄阳蒜、邳州白皮。

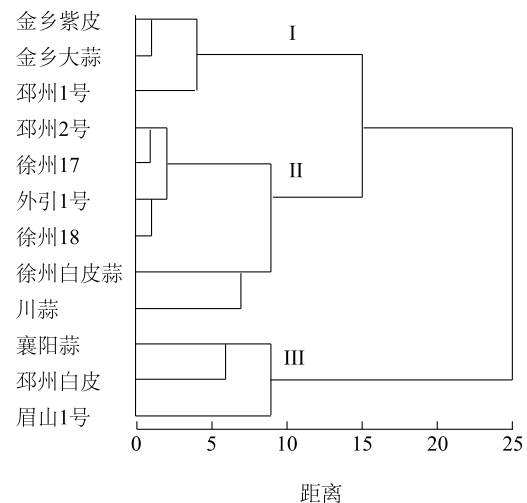


图1 系统聚类图

Fig.1 Hierarchical clustering diagram

表6表明,第I类的3个品种的株幅最大,假茎粗最大,最大叶长、最大叶宽最大,叶数最多,薹茎中部粗最粗,薹茎基部粗最粗,单薹质量最大,单头鳞茎质量最大,蒜头横径最大,鳞芽数、外瓣数及夹瓣

数均最大,可见第 I 类植株生长健壮,蒜薹产量高,蒜头大且蒜瓣多,产量高,适宜作为头蒜和薹蒜两用品种种植。

第 II 类的 6 个品种,株高最小,单薹质量最小,薹长最小,蒜头高最大,鳞芽质量最大,鳞芽高最大,可见第 II 类植株较矮,蒜薹产量低,蒜头产量居中,但相较于第 I 类鳞芽数少,单瓣质量大,较适宜作为

头蒜品种栽培。

第 III 类 3 个品种的株高最高,株幅最小,假茎粗最小,最大叶长、最大叶宽最小,薹长最长,单头鳞茎质量最小,蒜头横径最小,鳞芽数、外瓣数及夹瓣数均最小,鳞芽质量最小,可见第 III 类的植株高、株型紧凑、植株生长势弱,叶片数少,适合密植;蒜薹产量中等,蒜头小、蒜瓣少且产量低,适宜作为青蒜品种种植。

表 6 各类群大蒜资源 23 个性状的平均值及变异幅度

Table 6 Averages and variation ranges of 23 traits in different garlic groups

性状	类群 I		类群 II		类群 III	
	平均值	变异幅度	平均值	变异幅度	平均值	变异幅度
x_1 (cm)	60.54	55.64~63.72	53.78	50.33~59.83	69.54	58.50~69.64
x_2 (cm)	70.03	67.22~71.56	58.59	54.53~62.06	51.53	43.42~55.47
x_3 (cm)	35.56	33.89~36.83	32.87	30.81~37.92	37.05	33.22~44.00
x_4 (mm)	20.18	19.85~20.44	16.98	15.11~18.36	14.01	12.40~15.17
x_5 (cm)	64.06	63.33~64.83	57.37	55.72~58.89	57.13	47.81~63.19
x_6 (cm)	3.67	3.57~3.87	3.29	3.01~3.49	2.57	2.44~2.81
x_7 (cm)	22.55	21.33~23.33	23.25	21.81~24.67	31.43	21.54~40.19
x_8	7.35	7.22~7.44	6.64	6.11~7.50	6.63	5.72~7.39
x_9 (mm)	7.33	7.22~7.39	6.23	5.51~6.47	6.92	6.61~7.22
x_{10} (mm)	6.10	6.07~6.14	5.22	4.69~5.49	5.16	4.68~5.66
x_{11} (mm)	9.29	8.86~9.55	8.42	7.23~9.24	8.85	8.30~9.35
x_{12} (g)	32.95	31.81~34.92	24.21	17.88~28.10	29.05	23.26~34.28
x_{13} (cm)	59.24	55.19~62.06	56.85	51.89~60.33	63.33	55.22~69.10
x_{14} (g)	54.55	45.55~60.62	52.58	27.71~66.41	20.35	15.69~24.71
x_{15} (mm)	57.37	53.13~63.18	55.19	45.64~58.88	39.36	35.70~42.57
x_{16}	13.50	12.61~14.61	11.53	9.47~12.98	7.03	5.78~8.00
x_{17}	9.70	9.39~10.17	9.45	9.07~9.81	6.75	5.78~7.39
x_{18}	3.80	3.06~4.44	2.80	1.86~3.17	0.28	0.00~0.61
x_{19} (mm)	35.27	33.83~36.97	37.51	32.40~40.79	28.43	26.70~29.47
x_{20} (g)	3.76	3.34~4.33	4.04	2.34~5.49	2.85	2.14~3.28
x_{21} (mm)	13.35	12.22~14.95	13.43	11.29~14.22	14.08	12.27~15.66
x_{22} (mm)	27.32	26.32~29.00	28.14	24.87~29.85	23.71	22.66~24.51
x_{23} (mm)	28.13	27.20~29.62	25.80	21.06~28.65	19.40	18.67~20.63

$x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9, x_{10}, x_{11}, x_{12}, x_{13}, x_{14}, x_{15}, x_{16}, x_{17}, x_{18}, x_{19}, x_{20}, x_{21}, x_{22}, x_{23}$ 见表 2 注。

3 讨论

通过形态学或表型性状来检测植物的遗传变异是一种古老简易的方法^[21]。本试验对 12 份大蒜品种的 23 个性状进行了遗传变异性分析,结果表明大蒜种质各性状的变异系数为 7.99%~59.29%,最大叶长变异系数最小,夹瓣数变异系数最大,这反映了不同种质材料数量性状间存在一定差异,具有丰富的遗传多样性。分析性状之间的相关性发现,大蒜各个性状之间具有较强的正、负相关性,关系错综复

杂,相关信息出现重叠。其中,假茎粗与株幅的相关性最高,相关系数为 0.962,其次是单头鳞茎质量与蒜头高的相关性,相关系数为 0.953。以单薹质量为主导方向时分析薹茎中部粗、薹茎基部粗对单薹质量的影响达到极显著正相关;而以单头鳞茎质量为主导方向时,最大叶宽、蒜头横径、鳞芽数、外瓣数、夹瓣数、蒜头高、鳞芽质量、鳞芽高、茎盘横径对单头鳞茎质量的影响达到极显著正相关。

种质资源收集是开展育种工作的物质基础,为了更有效地对所收集的种质资源进行利用,就必须

对种质进行全面评价,不能仅片面地以产量定标准。主成分分析法是综合评价问题中应用最为广泛的综合评价方法,能够科学准确地鉴定、评价品种,是衡量一个品种优劣的手段。本试验对株高、株幅、假茎长等 23 个数量性状进行主成分分析,结果可以看出前 4 个主成分代表了原始的绝大部分性状信息,其累计方差贡献率达 93.631%。在此基础上计算各品种在主成分上的得分值,通过主成分综合模型计算出每个品种的综合得分,评选出综合得分最高的大蒜品种邳州 1 号,综合得分最低的大蒜品种眉山 1 号。12 份大蒜材料类群较为复杂,按照鳞芽大小可分为大瓣种,包括邳州 1 号、邳州 2 号、徐州 17、徐州白皮蒜、徐州 18。小瓣种包括眉山 1 号、襄阳蒜、邳州白皮、金乡紫皮、金乡大蒜、外引 1 号和川蒜。按照叶形可分为以邳州 1 号、金乡紫皮、金乡大蒜、邳州 2 号、徐州 17、徐州 18 为一类的宽叶蒜和以眉山 1 号、襄阳蒜、邳州白皮、外引 1 号、徐州白皮蒜、川蒜为一类的窄叶蒜。此外,还有依据蒜头大小、蒜衣颜色、蒜衣层数等方面进行的分类。本研究在主成分的基础上进行聚类分析,克服了仅以个别性状进行直观、经验性分类的弊端。将 12 份品种聚类成 3 大类,第 I 类包括邳州 1 号、金乡紫皮、金乡大蒜,可作为头蒜和薹蒜两用型大蒜种植;第 II 类包括邳州 2 号、徐州 17、外引 1 号、徐州 18、徐州白皮蒜和川蒜,可作为头蒜品种种植;第 III 类包括眉山 1 号、襄阳蒜、邳州白皮,这 3 份材料的植株生长势弱,蒜头产量低、蒜薹产量中等,不适宜作为头蒜品种,由于种子小,生产上用种量少、降低成本,可适当密植,作为青蒜品种种植。

参考文献:

- [1] NAJJAA H, NEFFATI M, ZOUARI S, et al. Essential oil composition and antibacterial activity of different extracts of *Allium roseum* L. North African endemic species [J]. Comptes Rendus Chimie, 2007, 10(9): 820-826.
- [2] NAJJAA H, FATTOUCH S, AMMAR E, et al. *Allium* species, ancient health food for future [J]. Sci Health Soc Aspects Food Chem, 2012, 17: 343-354.
- [3] LEONTI M. The future is written: impact of scripts on the cognition, selection, knowledge and transmission of medicinal plant use and its implications for ethnobotany and ethnopharmacology [J]. Journal of Ethnopharmacol, 2011, 134(3): 542-555.
- [4] 孙艳军,史琬燕,徐刚,等. 锌肥施用量对大蒜产量、品质及矿质元素含量的影响[J]. 江苏农业学报, 2016, 32(4): 891-897.
- [5] 王海平,李锡香,沈 镒,等. 大蒜种质资源研究进展[J]. 中国蔬菜, 2006(增刊): 15-18.
- [6] 王海平,李锡香,沈 镒,等. 大蒜资源鳞茎产量构成性状评价与种质分类研究[J]. 华北农学报, 2011, 26(增刊): 153-162.
- [7] 张 芬. 大蒜种质资源的形态学评价、愈伤诱导再生和原生质体培养[D]. 杭州:浙江大学, 2008.
- [8] 王力荣,朱根瑞,方伟超. 桃(*Prunus persica* L.)种质资源果实数量性状评价指标探讨[J]. 园艺学报, 2005, 32(1): 1-5.
- [9] 李国强,李锡香,沈 镒,等. 基于形态数据的大白菜核心种质构建方法的研究[J]. 园艺学报, 2008, 35(12): 936-945.
- [10] 于秋竹,孔 宇,陈东升,等. 基于主成分及聚类分析的黑龙江省水稻产量与品质的综合评价[J]. 沈阳农业大学学报, 2015, 46(2): 219-224.
- [11] 孙长法,赵 晖,陈荣江. 棉花新品种产量品质性状的聚类分析与综合评价[J]. 西北农业学报, 2010, 19(4): 77-81.
- [12] 李 飞,王清连,李成奇. 陆地棉品种(系)资源的主成分分析和聚类分析[J]. 江苏农业学报, 2015, 31(6): 1211-1217.
- [13] 宋江峰,刘春泉,姜晓青,等. 基于主成分与聚类分析的菜用大豆品质综合评价[J]. 食品科学, 2015, 36(13): 12-17.
- [14] 陶爱芬,祁建民,林培青,等. 红麻优异种质产量和品质性状主成分聚类分析与综合评价[J]. 中国农业科学, 2008, 41(9): 2859-2867.
- [15] 陈小凤,黄如葵,梁家作,等. 基于主成分分析和模糊评价法的苦瓜耐冷性综合鉴定与评价[J]. 南方农业学报, 2016, 47(5): 677-681.
- [16] 崔雪梅,郭海如,方 婧,等. 基于主成分分析的油菜盐害生理反应规律[J]. 江苏农业科学, 2016, 44(2): 105-108.
- [17] 樊治成,陆 帆,杜慧芳. 大蒜品种生态型的数量分类研究[J]. 植物生态学报, 1997, 21(2): 169-174.
- [18] 陈书霞,周 静,申晓青,等. 大蒜种质产量和品质性状主成分聚类分析与综合评价[J]. 植物遗传资源学报, 2012, 13(3): 429-434.
- [19] PANTHEE D R, KC R B, REGMI H N, et al. Diversity analysis of garlic(*Allium sativum* L.) germplasms available in Nepal based on morphological characters [J]. Genet Resour Crop Evol, 2006, 53(1): 205-212.
- [20] 李锡香,朱德蔚,杜永臣,等. 大蒜种质资源描述规范和数据标准[M]. 北京:中国农业出版社, 2006.
- [21] 刘 江. 四川盆地麦冬种质资源的综合评价研究[D]. 雅安:四川农业大学, 2010.

(责任编辑:陈海霞)