

葛 洁,樊继德,杨青青,等. 蒜黄种质资源农艺性状的综合评价及聚类分析[J]. 江苏农业科学,2021,49(19):29-34.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2021.19.005

蒜黄种质资源农艺性状的综合评价及聚类分析

葛 洁,樊继德,杨青青,陆信娟,刘灿玉,赵永强,史新敏,李 勇,张碧薇,杨 峰

(江苏徐淮地区徐州农业科学研究所,江苏徐州 221121)

摘要:通过对 15 个蒜黄种质资源的 12 个数量性状进行主成分分析和聚类分析,旨在建立蒜黄品种的综合评价标准。结果表明,不同蒜黄材料间性状变异程度较大,变异系数为 7%~29%;性状间存在不同程度的相关性,其中产量与株高、叶长显著相关,与地上部假茎长极显著相关,生长指标与产量间信息重叠。主成分分析法将蒜黄的 12 个数量性状综合为 4 个指标,即蒜黄生长因子、产量因子、口感因子和风味因子,集中了原始性状 79% 以上的信息。依据主成分贡献率大小进行综合评判,选择植株高大、叶片肥大、产量高、纤维素含量高、大蒜素含量高的蒜黄作为优质材料。通过聚类分析将供试材料分为 3 个类群,对照主成分分析综合评价得分情况可知,类群 I 的综合性状表现相对较好,类群 II 的表现中等,类群 III 的表现则较差。

关键词:蒜黄;相关性分析;主成分分析;聚类分析;综合评价;农艺性状

中图分类号: S633.402.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2021)19-0029-06

蒜黄是将大蒜鳞茎在黑暗条件下进行软化栽培形成的产品,其叶呈蜡黄色,基部嫩白,食用部位为其柔嫩的黄色蒜叶及叶鞘^[1]。蒜黄具有蒜的香辣味道,但辣味不浓,鲜嫩营养,有抑菌、杀菌作用,是人们普遍种植和喜食的蔬菜^[2-4]。随着人们生活水平的不断提高,市场上蒜黄需求量日益增大,对其品质及安全性提出了更高要求^[5]。蒜黄种质资源

源的筛选是提高其产量和改善其品质的有效方法。

种质资源评价有利于资源的高效利用和遗传信息的挖掘,表型多样性是遗传多样性的直观表达^[6-7]。种质资源的鉴定需要综合性状指标进行,目前主成分分析和聚类分析方法被广泛应用于作物资源评价和分类中^[8]。李菊等结合海波高度对 81 份大蒜种质资源进行鉴定与评价,为四川地区大蒜育种及栽培奠定了理论依据^[9];刘国伟等对我国各地的 57 个大蒜种质资源性状进行调查,通过主成分分析筛选出优良的品种资源,并通过聚类分析揭示了不同地区大蒜的亲缘关系^[10];王海平等将 29 个大蒜种质资源的性状归为 8 个主成分,并找出影响产量的主要因子为鳞茎质量、鳞茎直径、鳞茎高和鳞芽数^[11];陈书霞等通过性状主成分表现,在 40

收稿日期:2021-02-11

基金项目:国家特色蔬菜产业技术体系(编号:CARS-24-A-07);江苏现代农业产业技术体系建设专项资金(编号:JATS[2020]043)。

作者简介:葛 洁(1994—),女,河北唐山人,硕士,研究实习员,主要从事蔬菜栽培生理与分子育种研究。E-mail:gxznky@163.com。

通信作者:杨 峰,博士,研究员,主要从事大蒜育种与配套高效栽培技术等研究工作。E-mail:xz-yangfeng@163.com。

[8]刘新龙,马 丽,蔡 青,等. 云南甘蔗品种表型性状的遗传多样性分析[J]. 植物遗传资源学报,2010,11(6):703-708.

[9]梁小玉,张新全,白史且,等. 菊苣主要表型性状的多元统计分析[J]. 草业学报,2013,22(6):257-267.

[10]Grant P R, Grant B R. Hybridization of bird species[J]. Science, 1992, 256(554):193-197.

[11]Fufa H, Baenziger P S, Beecher B S, et al. Comparison of phenotypic and molecular marker-based classifications of hard red winter wheat cultivars[J]. Euphytica, 2005, 145(1):133-146.

[12]姜永平,吴春芳,陈 惠. 12 个鲜食大豆数量性状的主成分和遗传距离分析[J]. 中国农学通报,2007,23(8):193-197.

[13]Jaradat A A, Shahid M. Patterns of phenotypic variation in a germplasm collection of *Carthamus tinctorius* L. from the Middle

East[J]. Genetic Resources and Crop Evolution, 2006, 53(2):225-244.

[14]Maass B L, Jamnadass R H, Hanson J, et al. Determining sources of diversity in cultivated and wild lablab purpleus related to provenance of germplasm by using amplified fragment length polymorphism[J]. Genetic Resources and Crop Evolution, 2005, 52(6):683-695.

[15]Esther N K, Francis N W, Miriam G K. Molecular diversity of Kenyan lablab bean [*Lablab purpureus* (L.) Sweet] accessions using amplified fragment length polymorphism markers[J]. American Journal of Plant Sciences, 2012, 3:313-321.

[16]姚陆铭,武天龙. 利用 SSR 标记及表型多样性对扁豆遗传多样性的研究[J]. 上海农业学报, 2016, 32(5):1-7.

个供试大蒜中评选出 10 个优质品种,并根据遗传相似性将供试大蒜聚类为 4 个类群,全部遗传系数为 0.07 ~ 0.64^[12];Khar 等对大蒜叶长、株高等性状进行主成分分析,并通过二维分类法将 93 份种质聚为五大类^[13]。然而,目前国内外对蒜黄种质资源的综合评价研究甚少。

本研究旨在通过对 15 个供试大蒜种质资源蒜黄生产、产量和营养品质性状分布状况及其相关性的研究,对蒜黄品种进行主成分分析和聚类分析,旨在建立种质资源综合评价机制,筛选一些综合性状表现优异的品种,为蒜黄品种改良和依据生产需求选用适当的品种提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试 15 份大蒜材料的基本信息见表 1,均由江苏徐淮地区徐州农业科学研究所提供。

表 1 参试 15 个大蒜种质资源信息

编号	种质名称	原产地	种质类型
14	莱芜白皮 B	济宁	地方品种
15	陕西商洛市商南县黑皮蒜	商洛	地方品种
21	云南头蒜 8 号	中国	地方品种
37	金丰二号	徐州	地方品种
38	寒丰早	徐州	地方品种
39	金红六号	徐州	地方品种
42	邳州紫皮大蒜	徐州	地方品种
43	云南元谋紫-3	元谋	地方品种
44	荷兰(产地)-5	荷兰	其他
48	莱芜白皮 A	莱芜	地方品种
50	西藏白蒜	中国	地方品种
52	徐紫 1 号	徐州	地方品种
60	品 298	中国	地方品种
62	05 头薹两用	中国	其他
63	金盛 4 号	中国	其他

1.2 试验方法

于 2020 年 11 月在江苏徐淮地区徐州农业科学研究所园艺研究室仓库中进行蒜黄栽培,进行 3 次重复试验。挑选鳞茎饱满、生长健壮、无病虫害的蒜头,浸种后播于水培箱中,将其紧密整齐排列,覆土以避免蒜黄倒伏。遮光培养,室温保持在 10 ℃ 以上,湿度不高于 90%。于培养 28 ~ 32 d 蒜黄达 30 cm 以上时收获,收获期剪刀贴着基质上方进行切割。

1.3 测定指标

在蒜黄收获期测定相关指标,5 株为 1 个生物学重复,共设 3 个重复。参考李锡香等的方法^[14]测

定植株生长指标,包括株高、叶长、叶宽、地上假茎粗、地上假茎高;测定播种前大蒜的蒜头质量、收获时蒜黄植株地上部鲜质量,收获指标用产量表示,计算公式:产量 = 地上部鲜质量/蒜头质量;品质指标包括可溶性糖、可溶性蛋白、维生素 C、纤维素、大蒜素、游离氨基酸含量等。可溶性蛋白含量采用考马斯亮蓝法测定,维生素 C 含量采用钼蓝比色法测定,可溶性总糖含量采用蒽酮法测定,大蒜素含量采用苯酚法测定,纤维素含量的测定采用比色法,游离氨基酸含量采用茚三酮溶液显色法测定^[15]。

1.4 数据处理

用 Excel 2016 进行数据处理,通过 SPSS 20.0 将蒜黄主要数量性状进行标准化,并进行性状间的相关性分析、主成分分析,得到成分矩阵、得分系数矩阵等以对蒜黄品种进行综合评价。以欧氏距离为聚类统计量,采用最远距离法进行聚类分析。

2 结果与分析

2.1 不同蒜黄种质收获性状的变异分析

由表 2 可以看出,在 15 种蒜黄材料间,收获性状指标的差异均达到极显著水平,其中产量、可溶性糖含量、大蒜素含量、纤维素含量、游离氨基酸含量的变异程度大。不同品种的蒜黄产量为 0.24 ~ 0.61 kg,变异系数为 20%;可溶性糖含量为 4.25% ~ 9.46%,变异系数为 22%;大蒜素含量均值为 2.24 mg/g,在 1.46 ~ 3.38 mg/g 内变化,变异系数为 20%;游离氨基酸含量均值为 277.47 μg/g,变化范围为 164.95 ~ 592.84 μg/g,变异系数最大,为 29%。包括株高、叶长、叶宽、地上假茎粗、地上假茎长在内的生长指标的变异系数较小,为 7% ~ 12%。由此可见,在蒜黄不同种质间,收获指标和品质指标的变异程度较大,是主要的变异性状,而生长指标的变异程度较小。

由 15 个蒜黄种质的收获性状变异系数可以看出,不同种质蒜黄的主要特征性状存在较大差异,不同材料间性状变异程度较大,具有较丰富的遗传信息和开发潜力。

2.2 蒜黄不同性状间的相关性分析

由表 3 可以看出,生长指标、收获指标和品质指标等各相对指标之间存在不同程度的相关性。在 66 对相对指标的相关系数中,有 4 对呈显著相关($P < 0.05$),5 对呈极显著相关($P < 0.01$)。产量与各项品质指标间均没有相关性,但是与生长指标

表 2 15 个蒜黄种质数量性状的生长差异

收获指标	平均值	变化范围	标准差	变异系数
产量(kg)	0.41 **	0.24 ~ 0.61	0.08	20%
可溶性糖含量(%)	6.07 **	4.25 ~ 9.46	1.34	22%
可溶性蛋白含量(mg/g)	8.03 **	6.22 ~ 11.04	1.10	14%
维生素 C 含量(mg/g)	0.69 **	0.60 ~ 0.82	0.05	8%
大蒜素含量(mg/g)	2.24 **	1.46 ~ 3.38	0.46	20%
纤维素含量(%)	5.16 **	2.94 ~ 7.91	1.25	24%
游离氨基酸含量(μg/g)	277.47 **	164.95 ~ 592.84	81.12	29%
株高(cm)	31.07 **	27.33 ~ 33.83	2.10	7%
叶长(cm)	18.70 **	14.57 ~ 21.98	2.33	12%
叶宽(cm)	5.04 **	4.22 ~ 5.87	0.47	9%
地上假茎粗(cm)	4.86 **	4.34 ~ 5.29	0.36	7%
地上假茎长(cm)	12.76 **	11.12 ~ 14.03	0.95	7%

注：**表示在 0.01 水平上显著相关。

表 3 不同蒜黄性状间的相关性分析

性状	相关系数										
	产量	可溶性糖含量	可溶性蛋白含量	维生素 C 含量	大蒜素含量	纤维素含量	游离氨基酸含量	株高	叶长	叶宽	假茎粗
可溶性糖含量	-0.256										
可溶性蛋白含量	-0.135	0.699 **									
维生素 C 含量	-0.112	0.375	0.063								
大蒜素含量	0.035	-0.107	-0.092	-0.281							
纤维素含量	0.128	-0.260	-0.123	-0.156	-0.154						
游离氨基酸含量	0.940	0.364	0.107	0.140	-0.198	0.743 *					
株高	0.662 *	0.010	0.032	0.092	-0.434	0.129	0.221				
叶长	0.691 *	0.083	0.075	-0.105	-0.216	0.224	0.198	0.753 **			
叶宽	-0.305	0.473	0.330	0.459	-0.553	0.11	0.224	0.200	0.183		
假茎粗	-0.208	0.366	0.407	0.377	-0.377	-0.301	0.125	0.296	0.184	0.900 **	
假茎长	0.802 **	0.006	0.184	-0.197	0.050	0.025	0.206	0.679 *	0.921 **	0.007	0.131

注：*表示在 0.05 水平上显著相关，**表示在 0.01 水平上显著相关。

间则具有不同程度的相关性。产量与株高、叶长呈显著相关,与地上部假茎长呈极显著相关。上述研究结果表明,生长指标与产量间存在信息重叠,具有一定程度的一致性。各性状指标在蒜黄不同品种中发挥着不同作用,如果把各个指标同等纳入品种评价中,就会对最终结果造成影响,从而产生误差。因此可见,需要对各性状指标进行归类和简化,采用主成分分析法对不同蒜黄品种的收获性状进行综合评价。

2.3 蒜黄不同性状的主成分分析

蔬菜的品种评价是受多种因素影响的综合性状,使用单一指标不能全面准确地反映^[16],因此应使用多个指标进行综合评价。由表 3 的相关系数矩阵可以看出,不同性状间具有一定的相关性,因此

可以采用主成分分析法。由表 4 可知,前 4 个主成分的累计贡献率达 79% 以上,这 4 个主成分集中了 12 个原始收获性状 79% 的信息,因此可见,主成分分析法将蒜黄的 12 个性状综合为 4 个综合指标性状。主成分 1 与株高(0.697)、叶长(0.733)、叶宽(0.741)的相关性较强,贡献率为 32.40%,是综合指标中最重要的成分,能够反映蒜黄的生长情况,是蒜黄的生长因子;主成分 2 与产量(0.772)的相关性较强,代表指标为产量,贡献率为 23.08%,主要反映蒜黄的产量因子;主成分 3 的代表指标为纤维素含量(0.825),贡献率为 14.05%,能够反映蒜黄的口感,是口感因子;主成分 4 与大蒜素含量(0.540)的相关性强,贡献率为 9.81%,能够反映蒜黄的风味与营养,是风味因子。主成分 3 和主成分

4 可统称为蒜黄的品质因子。综上,生产蒜黄的栽培品种筛选与上述指标密切相关,排列顺序为生长因子、收获因子、品质因子。

表 4 15 个蒜黄品种各数量性状的系数及贡献率

指标	特征向量			
	主成分 1	主成分 2	主成分 3	主成分 4
产量	0.539	0.772	-0.077	-0.117
可溶性糖含量	0.449	-0.601	-0.203	0.363
可溶性蛋白含量	0.540	-0.285	-0.351	0.304
维生素 C 含量	0.577	-0.399	0.089	-0.326
大蒜素含量	-0.436	0.323	-0.481	0.540
纤维素含量	-0.336	0.25	0.825	0.119
游离氨基酸含量	0.520	-0.046	-0.565	-0.390
株高	0.697	0.606	0.108	-0.095
叶长	0.733	0.579	0.048	-0.043
叶宽	0.741	-0.424	0.384	0.123
地上假茎粗	0.664	-0.44	0.339	0.275
地上假茎长	0.430	0.572	0.027	0.523
贡献率(%)	32.40	23.08	14.05	9.81
累计贡献率(%)	32.40	55.48	69.54	79.35

2.4 蒜黄种质筛选的综合评价

由蒜黄主要性状指标标准化后的数值与系数特征向量可以得出 4 个主成分得分表达式:

$$PC_1 = 0.539X_1 + 0.449X_2 + 0.540X_3 + 0.577X_4 - 0.436X_5 - 0.336X_6 + 0.520X_7 + 0.697X_8 + 0.733X_9 + 0.741X_{10} + 0.664X_{11} + 0.430X_{12};$$

$$PC_2 = 0.772X_1 - 0.601X_2 - 0.285X_3 - 0.399X_4 + 0.323X_5 + 0.250X_6 - 0.046X_7 + 0.606X_8 + 0.579X_9 - 0.424X_{10} - 0.440X_{11} + 0.572X_{12};$$

$$PC_3 = -0.077X_1 - 0.203X_2 - 0.351X_3 + 0.089X_4 - 0.481X_5 + 0.825X_6 - 0.565X_7 + 0.108X_8 + 0.048X_9 + 0.384X_{10} + 0.339X_{11} + 0.027X_{12};$$

$$PC_4 = -0.117X_1 + 0.363X_2 + 0.304X_3 - 0.326X_4 + 0.540X_5 + 0.119X_6 - 0.390X_7 - 0.095X_8 - 0.043X_9 + 0.123X_{10} + 0.275X_{11} + 0.523X_{12}。$$

主成分对应的贡献率为权重,可以得出蒜黄种质间的综合评价得分(D_n)表达式: $D_n = 0.324 0PC_1 + 0.230 8PC_2 + 0.140 5PC_3 + 0.098 1PC_4。$

15 个蒜黄材料性状主成分得分及综合评价见表 5。综合得分越高,表明综合品质表现越好。排名前 5 的品种编号为 63、62、39、44、37[金盛 4 号、05 头薹两用、金红六号、荷兰(产地)-5、金丰二号],表明这 5 个品种的综合性状良好,其中最好的是 63 号材料;38、48、42、52、43 号材料(寒丰早、莱

茺白皮 A、邳州紫皮大蒜、徐紫 1 号、云南元谋紫-3)的得分居中,表明其综合表现一般;而 60、15、21、14、50 号材料(品 298、陕西商洛市商南县黑皮蒜、云南头蒜 8 号、莱茺白皮 B、西藏白蒜)的综合得分较低,说明这些品种的综合品质表现较差。

2.5 蒜黄种质筛选的聚类分析

为了便于筛选性状良好的蒜黄品种,对上述评价得到的综合得分进行系统聚类分析。采用平方欧氏距离计算品种间综合得分的距离,利用最长距离法对得分值进行聚类。基于 15 个蒜黄材料的 12 个性状指标,采用平方欧氏距离计算品种间的性状距离,利用最长距离法进行聚类。由图 1 可以看出,在遗传距离为 15 处,可将 15 个蒜黄材料分为 3 个类群,其中类群 I 包含金丰二号、05 头薹两用、邳州紫皮大蒜、金红六号、寒丰早、莱茺白皮 A 和金盛 4 号 7 个蒜黄品种,该类群的蒜黄包括产量、株高、叶长及地上假茎长在内的收获指标和生产指标较高,可溶性糖、可溶性蛋白、维生素 C、大蒜素、游离氨基酸含量较高,纤维素含量较低,说明类群 I 的品质指标良好;类群 II 包含云南元谋紫-3、品 298、陕西商洛市商南县黑皮蒜和荷兰(产地)-5 共 4 个蒜黄品种,该类群的可溶性糖、可溶性蛋白、维生素 C 含量较高,产量、株高、叶长等收获指标和生产指标同样较高,说明类群 II 的综合性状较好,类群 I、类群 II 可为高产、高品质蒜黄品种的培育提供育种材料;类群 III 包含莱茺白皮 B、西藏白蒜、徐紫 1 号和云南头蒜 8 号,其产量最低,可溶性糖、可溶性蛋白、维生素 C、游离氨基酸含量最低,纤维素含量较高,株高、叶长、叶宽、假茎粗等生长指标较低,与主成分分析综合评价得分排在后面的品种较为一致,表明蒜黄的综合表现相对较差。

类群 I 聚集的 7 个品种与主成分分析综合评价得分排在前面的品种基本一致,说明类群 I 的蒜黄综合性状表现相对较好。类群 II 的蒜黄品种评价对照主成分分析综合评价得分情况,该类群蒜黄品种的综合性状表现中等。类群 III 聚集对应的基本为综合评价得分排序较靠后的蒜黄品种,表明该类群品种的评价表现较差。

3 结论与讨论

蒜黄是大蒜经过暗培养软化生产的蔬菜,其栽培方式简单、营养丰富,但是目前关于蒜黄种质资源综合评价方面的研究还很不足。本研究选取 15

表 5 15 个蒜黄种质数量性状的主成分得分及综合评价

编号	主成分得分				综合得分	排名
	PC ₁	PC ₂	PC ₃	PC ₄		
14	-1.396	-0.060	-0.328	-0.612	-0.572	14
15	0.154	-1.326	-0.062	-1.049	-0.368	12
21	-1.349	-1.211	0.687	1.637	-0.459	13
37	0.296	0.585	0.899	-0.301	0.328	5
38	1.344	0.590	-1.737	-1.111	0.218	6
39	0.990	0.003	-0.831	1.751	0.376	3
42	-0.062	0.146	-0.481	0.651	0.010	8
43	0.373	-1.147	-0.012	0.132	-0.132	10
44	0.323	-0.300	2.374	-0.218	0.347	4
48	-0.319	0.795	0.546	-0.817	0.076	7
50	-1.102	-0.023	-0.926	-1.183	-0.608	15
52	-0.822	1.024	-0.936	1.615	-0.003	9
60	0.841	-1.648	-0.440	-0.438	-0.212	11
62	0.633	0.595	0.514	0.205	0.435	2
63	0.141	1.977	0.734	-0.261	0.580	1

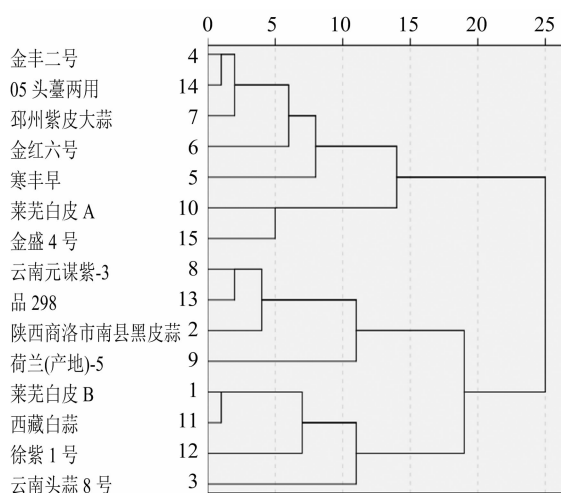


图1 15 个蒜黄种质主要性状的聚类分析

个蒜黄品种, 对其包括生长、收获、品质性状在内的 12 个主要农艺性状进行研究。结果表明, 蒜黄品种间的农艺性状变异系数为 7% ~ 29%, 变异程度较大, 范围较广, 遗传信息丰富。很多数量性状集中于生长、品质相关性状, 并且在种内具有较高的稳定性, 在种间则表现出一定的变化。由此可见, 此类性状能够有助于品种的分类及评价^[17]。

通过对 12 个主要农艺性状进行相关性分析可知, 不同性状间具有较为明显的正负相关性, 但产量性状与品质性状间无显著性相关关系, 与邵书静的研究结果(产量与品质受遗传因素、环境因素和栽培管理措施的共同影响)^[18]一致。由此可见, 产量与品质的相互关系表现比较复杂, 用单一的相关

性结果来表述这种关系过于片面, 对产量与品质影响的各个因素都可能引起这种相互关系的变化。而蒜黄产量与株高、叶长呈显著相关, 与地上部假茎长呈极显著相关, 生长指标与产量间存在一定程度的相关性, 与大蒜种质资源中生长指标与产量之间的相关关系表述基本一致^[19]。由此可见, 蒜黄的株高、叶长、地上部假茎长等性状可以作为选育高产蒜黄的参考指标。

蒜黄种质评价需要较为全面的指标进行综合分析, 不能仅以产量为标准。主成分分析法可将主要性状指标进行分类和简化^[20-24], 最终将 12 个性状转化为 4 个主成分进行表示, 累计贡献率达 79% 以上, 4 个主成分分别为生长因子、产量因子、口感因子和风味因子。在此基础上计算各品种在主成分上的得分, 通过主成分综合模型计算出每个品种的综合得分, 评选结果显示, 综合得分最高的是金盛 4 号, 其产量最高, 包括株高、叶长、地上部假茎长在内的生长指标最高; 西藏白蒜的可溶性糖、可溶性蛋白含量等品质指标最低, 生长指标同样较低, 综合特性最低, 这与实际观测发现的性状表现一致。部分品种的实际观测性状与综合得分排名不一致, 如品 298 实际观测的生长和品质指标均较为良好, 但在综合评价中排名靠后, 说明仅分析数量性状对品种鉴定有一定的局限性。由此可见, 选育和评价栽培品种, 还需对其进行抗病性、耐储运性、环境适应性和感官评价等方面的研究。

本研究在主成分分析的基础上,通过对主要农艺性状进行聚类分析,将供试的 12 份蒜黄分为三大类。聚类群内种质具有相似的遗传信息,数量性状基本一致^[25-26]。类群 I 中 7 种蒜黄品种材料的产量高,可溶性糖、可溶性蛋白含量等品质指标与株高、叶长等生长指标均处于上游水平,与主成分分析法结果大致一致。部分蒜黄品种的产地相同但聚类结果不同,例如莱芜白皮 A、莱芜白皮 B 未聚类在同一类群,可能与多年来不同地区间的引种交流或人工选择育种导致地理距离小于遗传距离有关,这与花椰菜材料根据地理来源评价遗传差异存在偏差的研究结果基本一致^[27-28]。性状多样性代表着物种的变异程度大小和遗传多样性^[17],因此要考虑多种因素的影响。

本研究明确了来源于江苏徐淮地区农业科学研究所园艺研究室的 15 份蒜黄生产材料的主要农艺形状和遗传变异程度,可为蒜黄品种选育和遗传多样性研究奠定基础。建立蒜黄品种评价鉴定标准,主成分分析法结合聚类分析结果清晰可靠,所选性状基本适合品种评价要求,便于大量蒜黄品种资源的综合评价。根据综合评价分值高低,可以选择植株高大、叶片长、产量高、营养口感好的品种作为推广的优异品种,指导蒜黄优良品种的选育和推广应用。

参考文献:

- [1] 刘美艳,张健. 软化栽培对韭菜、蒜苗主要营养成分的影响[J]. 江苏农业科学,2015,43(4):117-118.
- [2] 闫森森,许真,徐蝉,等. 大蒜功能成分研究进展[J]. 食品科学,2010,31(5):312-318.
- [3] 刘松忠,陈清,何洪巨,等. 葱、蒜挥发性物质形成及影响因素研究进展[J]. 中国蔬菜,2005(增刊1):35-38.
- [4] Naheed Z, Cheng Z, Wu C, et al. Total polyphenols, total flavonoids, allicin and antioxidant capacities in garlic scape cultivars during controlled atmosphere storage [J]. Postharvest Biology and Technology, 2017, 131: 39-45.
- [5] 张露,沈祥军,孙周平. 不同营养液对水培蒜黄产量和品质的影响[J]. 沈阳农业大学学报,2013,44(5):700-703.
- [6] 潘存祥,许勇,纪海波. 西瓜种质资源表型多样性及聚类分析[J]. 植物遗传资源学报,2015,16(1):59-63.
- [7] 田稼,郑殿升. 中国作物遗传资源[M]. 北京:中国农业出版社,1994:12-13.
- [8] 赵德新,孙治强,任子君,等. 茄子形态学性状主成分分析及聚类分析[J]. 河南农业大学学报,2009,43(4):393-397.
- [9] 李菊,苗明军,李金刚,等. 基于 6 个重要农艺性状的四川地区大蒜资源表型评价[J]. 中国蔬菜,2018(3):63-68.
- [10] 刘国伟,任艳云,高园园,等. 大蒜品种资源生育和产量性状主成分聚类分析及评价[J]. 浙江农业学报,2016,28(9):1508-1513.
- [11] 王海平,李锡香,沈颖,等. 基于表型性状的中国大蒜资源遗传多样性分析[J]. 植物遗传资源学报,2014,15(1):24-31.
- [12] 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.
- [13] Khar A, Banerjee K, Jadhav M R, et al. Evaluation of garlic eco-types for allicin and other allylthiosulphonate [J]. Food Chemistry, 2011, 128(4):988-996.
- [14] 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,2006:16-25.
- [15] 赵世杰,史国安,董新纯. 植物生理学实验指导[M]. 北京:中国农业科学技术出版社,2002:47-48.
- [16] 王春萍,张世才,雷开荣,等. 辣椒苗期耐低氮指标与评价方法研究[J]. 园艺学报,2017,44(12):2318-2326.
- [17] 王宏利,曾艳华,卜朝阳. 30 份建兰种质资源的表型性状遗传多样性研究[J/OL]. 热带作物学报,2021(6):1557-1565[2021-01-02]. <https://kns.cnki.net/kcms/detail/46.1019.S.20200825.1532.004.html>.
- [18] 邵书静. 品种、氮肥和种植密度对玉米产量与品质的影响[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2010:36-43.
- [19] 王薇薇,郭军,梅燧,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.
- [20] 李春花,王艳青,卢文洁,等. 云南薏苡种质资源农艺性状的主成分和聚类分析[J]. 植物遗传资源学报,2015,16(2):277-281.
- [21] Khadivi - Khub A, Etemadi - Khah A. Phenotypic diversity and relationships between morphological traits in selected almond (*Prunus amygdalus*) germplasm [J]. Agroforestry Systems, 2015, 89(2):205-216.
- [22] Tounekti T, Mahdhi M, AL - Turki T, et al. Genetic diversity analysis of coffee (*Coffea arabica* L.) germplasm accessions growing in the southwestern Saudi Arabia using quantitative traits [J]. Natural Resources, 2017, 8(5):321-336.
- [23] 袁东升,王晓敏,赵宇飞,等. 100 份番茄种质资源表型性状的遗传多样性分析[J]. 西北农业学报,2019,28(4):594-601.
- [24] 周志林,唐君,曹清河,等. 淀粉专用型甘薯品质形成规律及其与主要农艺性状的相关性[J]. 江苏农业学报,2020,36(2):277-283.
- [25] Bakhsh A, Iqbal S M, Rahman M U, et al. Use of RAPD markers in comparison with agro - morphological traits for estimation of diversity among chickpea genotypes [J]. International Journal of Agriculture and Biology, 2017, 19(3):427-431.
- [26] 史京京,薛盈文,郭伟,等. 黑龙江西部地区引进的饲用燕麦种质资源遗传多样性分析及综合评价[J]. 南方农业学报,2019,50(3):515-523.
- [27] 朱世杨,张小玲,刘庆,等. 花椰菜自交系主要形态性状的主成分分析和聚类分析[J]. 植物遗传资源学报,2012,13(1):77-82.
- [28] Zhu S Y, Zhang X L, Liu Q, et al. The genetic diversity and relationships of cauliflower (*Brassica oleracea* var. Botrytis) inbred lines assessed by using SSR markers [J]. PLoS One, 2018, 13(12):e0208551.