

228 份引进大蒜资源的表型多样性分析及适应性初步评价

都真真¹, 李锡香¹, 宋江萍¹, 武亚红¹, 赵青¹, 徐婷¹, 张晓辉¹,
Barbara Hellier², Jinguo Hu², 王海平¹

(¹ 中国农业科学院蔬菜花卉研究所 / 农业部园艺作物生物学与种质创制重点实验室, 北京 100081;

² USDA-ARS Western Regional Plant Germplasm Introduction Station, Pullman, Washington 99164-6402, USA)

摘要: 为了解引进大蒜资源遗传多样性和引进后的适应性, 对国家无性繁殖及多年生蔬菜种质资源圃从 34 个国家引进的 228 份大蒜 (*Allium sativum* L.) 资源进行了表型性状评价。结果表明: 13 个数量性状的变异系数分布在 18.94%~56.36% 之间, 质量性状中除叶形仅一种表现型, 其他质量性状表型丰富; 25 个性状的多样性指数分布在 0~2.03 之间, 遗传多样性指数高, 类型丰富。通过聚类分析, 将引进的大蒜资源分为 3 个类群, 类群 I 地上部分植株矮小、细弱, 叶片短而细, 鳞茎表现较差, 为丰产性较差的类群; 类群 II 鳞茎横径小, 鳞芽数少, 鳞茎形状为高圆型; 类群 III 植株高大开展, 叶片长且宽, 鳞茎重且鳞茎横径大。主成分分析中, 选取累积贡献率为 69.94% 的 3 个因子来评价该批资源。大蒜鳞茎部分性状的相关分析表明, 鳞茎横径、鳞茎高、鳞芽高、鳞芽背宽均与单头鳞茎重存在极显著的正相关关系, 在选育高产大蒜品种时, 这些性状将作为主要的目标性状; 引种前后的鳞茎相关性状对比分析表明, 不同种质在引种后的适应性表现差异较大, 部分资源种植后鳞茎高和鳞茎横径较引种时明显增大, 表现出了较好的适应性。相关结果将为大蒜种质资源的利用及品种选育等提供重要参考。

关键词: 大蒜; 引种; 种质资源; 遗传多样性; 适应性

Phenotypic Diversity and Adaptability Analysis of 228 Accessions of Introduced Garlic Genetic Resources

DU Zhen-zhen¹, LI Xi-xiang¹, SONG Jiang-ping¹, WU Ya-hong¹, ZHAO Qing¹, XU Ting¹,
ZHANG Xiao-hui¹, Barbara Hellier², Jinguo Hu², WANG Hai-ping¹

(¹ Institute of Vegetables and Flowers, Chinese Academy of Agricultural Sciences/ Key Laboratory of Biology and Genetic Improvement of Horticultural Crops, Ministry of Agriculture, Beijing 100081; ² USDA-ARS Western Regional Plant Germplasm Introduction Station, Pullman, Washington 99164-6402, USA)

Abstract: The phenotypic diversity and adaptability of 228 introduced garlic (*Allium sativum* L.) germplasm accessions originated from 34 countries were evaluated in the present study. The field trial was performed at the national germplasm repository for vegetables. The coefficient of variation of 13 quantitative traits ranged from 18.94% to 56.36%. These genotypes represented visible variations on all qualitative traits except leaf shape. The diversity index of 25 traits varied from 0 to 2.03, indicating that the introduced garlic germplasm maintained high levels of genetic diversity. The clustering analysis of 228 accessions revealed three groups. The accessions within

收稿日期: 2019-01-19 修回日期: 2019-03-02 网络出版日期: 2019-04-12

URL: <http://doi.org/10.13430/j.cnki.jpgr.20190119001>

第一作者研究方向为蔬菜种质资源, E-mail: duzhenzhen2012@163.com

通信作者: 王海平, 研究方向为蔬菜种质资源, E-mail: wanghaiping@caas.cn

基金项目: 国家重点研发计划课题 (2016YFD0100204); 国家特色蔬菜产业技术体系 (CARS-24-A-01); 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项 (IVF-BRF2018001); 国家自然科学基金项目 (31872946); 农业部作物种质资源保护项目 (2016NWB037)

Foundation project: National Key Research and Development Program (2016YFD0100204), Technical System of National Characteristic Vegetable Industry (CARS-24-A-01), Fundamental Research Funds for Central Non-profit Scientific Institution (IVF-BRF2018001), National Natural Science Foundation Project (31872946), Crop Germplasm Resources Protection Project of the Ministry of Agriculture (2016NWB037)

group I showed small and slender plants, short and thin leaves, and low quality bulbs. The group II was comprised of those accessions that transverse diameter of bulbs were small, and bulbs were less and the bulbs shape were high spherical. The accessions in group III mostly exhibited tall and big plants, long and wide leaves, and heavy and large bulbs. The first three principal components explained 69.94% of phenotypic variation. The bulb weight was found to be significantly and positively correlated with bulb diameter, bulb height, height of scale buds and width of scale buds. Furthermore, these accessions were variable on adaptability by comparing the measurements of bulb-related traits before planting with that of after harvest. Thus, these results will provide benefits for breeders and researchers in order to take use of the germplasm accessions in breeding programs.

Key words: garlic; introduction; germplasm resources; phenotypic diversity; adaptability

大蒜 (*Allium sativum* L.) 为百合科 (Liliaceae) 葱属 (*Allium* L.) 植物的一个栽培种, 是重要的蔬菜兼药用植物。大蒜栽培历史已有 4000 多年, 广泛栽培于世界各地^[1]。

种质引进是丰富种质资源遗传多样性的重要手段^[2-4]。中国非常重视国外资源的引进和评价工作, 据不完全统计, 全国引进 5000 份国外蔬菜资源, 并进行了农艺性状和适应性、抗病性鉴定和品质分析, 筛选出了一批优异种质, 培育出一系列优良新品种^[5-6]。如刘同金等^[7]对引自欧洲的 33 份欧洲山芥和 1 份杂交材料进行了形态学性状观测和小菜蛾抗性鉴定, 筛选出 25 份田间抗虫材料; 余斌等^[8]对秘鲁引进的 119 份马铃薯资源表型性状遗传多样性进行分析, 筛选出 4 份丰产、稳产性高, 综合评价较好的资源。

资源鉴定评价是资源合理利用的前提, 表型性状是基因型和环境共同作用的结果^[9-10]。近年来, 多种分子标记被应用于大蒜种质资源的鉴定和评价^[11-14], 但表型鉴定直观、便利、成本低, 仍是资源分析鉴定的首选方法, 也是进行分子鉴定的前提。利用聚类分析、主成分分析、变异分析等对表型数据进行遗传多样性评价方法广泛应用于多种蔬菜作物。可通过聚类分析将众多的资源分为不同的类别, 从而更清晰地了解资源的群体组成, 易于目标种质的筛选^[15], 如李晓曼等^[16]利用聚类分析将 635 份萝卜分为五大类群, 研究结果为辨识和利用萝卜种质资源提供了有效信息。主成分分析能够将多个性状进行降维压缩分析^[17], 孙敬强^[18]对 78 份大蒜品种进行主成分分析, 结果显示 16 个农艺性状遗传信息较好的集中在前 3 个主成分中, 指出生长势较强的植株是鳞茎高产的表型。相关分析可发现随机变量间的相关特性^[19], 王海平等^[20]对 192 份大蒜资源的 8 个鳞茎数量性状与单产的相关分析发现, 鳞茎重、鳞茎直径与产量相关性最大, 指出在品种选

育过程中筛选鳞茎直径较大资源可同时获得高产。

适应性评价是引进资源利用的前提。因初引进资源可能对环境反应敏感, 表现出品种退化、品质下降、病虫害严重等问题, 需要对其开展早期适应性评价, 为引进资源的栽培、管理、繁殖提供依据, 避免盲目性。大蒜在长期的种植过程中, 形成了适应性丰富的品种资源^[21]。高园园等^[22]对引自不同省份的 6 个大蒜品种在山东济宁市进行了适应性评价, 筛选出较为适应当地栽培的 2 个品种。王海平^[1]对我国保存的 212 份大蒜资源进行了鉴定评价, 其中包含 15 份国外引种资源, 但未对适应性进行评价。总之, 前人多对中国不同省份引种资源进行评价, 但对国外引进大蒜资源的遗传多样性和适应性规模化、系统性的评价尚未见报道。

国家无性繁殖及多年生蔬菜种质资源圃保存了 678 份资源, 其中国外引进资源 294 份。对国外引进的大蒜资源多样性和其适应性评价尚未开展。本研究对资源圃引进的 228 份大蒜种质资源的表型性状进行了评价。基于表型性状对资源进行聚类分析、主成分分析、鳞茎性状的相关性、引种前后差异显著性分析, 了解引进大蒜种质资源的遗传多样性和适应性。相关结果将丰富中国大蒜资源表型数据库信息, 为大蒜种质资源的利用及品种选育等重要参考。

1 材料与amp;方法

1.1 试验材料

试验材料为国家无性繁殖及多年生蔬菜种质资源圃引进的 228 份大蒜种质资源, 材料来自于 5 个大洲, 包括欧洲资源 102 份、北美洲资源 76 份、亚洲资源 44 份、南美洲资源 4 份、非洲资源 2 份。按来源国分别来自于 34 个国家, 其中 79 份来自美国, 占总数的 34.65%; 19 份来自西班牙, 占总数的 8.33%; 14 份来自保加利亚, 占总数的 6.14% (表 1)。

表1 试验材料信息

Table 1 The varieties used in this study

编号 No.	来源 Origin	编号 No.	来源 Origin	编号 No.	来源 Origin	编号 No.	来源 Origin
V08N0645	俄罗斯	V08N0702	白俄罗斯	V08N0759	希腊	V08N0816	斯洛文尼亚
V08N0646	黑山、前塞尔维亚、塞内加尔	V08N0703	格鲁吉亚	V08N0760	俄罗斯	V08N0817	土库曼斯坦
V08N0647	黑山、前塞尔维亚、塞内加尔	V08N0704	美国	V08N0761	俄罗斯	V08N0818	哈萨克斯坦
V08N0648	黑山、前塞尔维亚、塞内加尔	V08N0705	美国	V08N0762	俄罗斯	V08N0819	哈萨克斯坦
V08N0649	黑山、前塞尔维亚、塞内加尔	V08N0706	美国	V08N0763	中国	V08N0820	哈萨克斯坦
V08N0650	黑山、前塞尔维亚、塞内加尔	V08N0707	美国	V08N0764	西班牙	V08N0821	德国
V08N0651	黑山、前塞尔维亚、塞内加尔	V08N0708	美国	V08N0765	西班牙	V08N0822	德国
V08N0652	黑山、前塞尔维亚、塞内加尔	V08N0709	美国	V08N0766	西班牙	V08N0823	美国
V08N0653	黑山、前塞尔维亚、塞内加尔	V08N0710	法国	V08N0767	西班牙	V08N0824	塔吉克斯坦
V08N0654	黑山、前塞尔维亚、塞内加尔	V08N0711	美国	V08N0768	西班牙	V08N0825	美国
V08N0655	黑山、前塞尔维亚、塞内加尔	V08N0712	美国	V08N0769	西班牙	V08N0826	美国
V08N0656	黑山、前塞尔维亚、塞内加尔	V08N0713	美国	V08N0770	西班牙	V08N0827	美国
V08N0657	波兰	V08N0714	美国	V08N0771	西班牙	V08N0828	美国
V08N0658	摩尔多瓦	V08N0715	美国	V08N0772	西班牙	V08N0829	美国
V08N0659	土耳其	V08N0716	美国	V08N0773	西班牙	V08N0830	美国
V08N0660	波兰	V08N0717	美国	V08N0774	西班牙	V08N0831	美国
V08N0661	捷克	V08N0718	塞尔维亚	V08N0775	西班牙	V08N0832	美国
V08N0662	波兰	V08N0719	巴西	V08N0776	西班牙	V08N0833	美国
V08N0663	捷克	V08N0720	美国	V08N0777	西班牙	V08N0834	美国
V08N0664	捷克	V08N0721	智利	V08N0778	西班牙	V08N0835	美国
V08N0665	捷克	V08N0722	美国	V08N0779	叙利亚	V08N0836	美国
V08N0666	捷克	V08N0723	巴基斯坦	V08N0780	洪都拉斯	V08N0837	俄罗斯
V08N0667	巴西	V08N0724	巴基斯坦	V08N0781	保加利亚	V08N0838	俄罗斯
V08N0668	波兰	V08N0725	美国	V08N0782	保加利亚	V08N0839	美国
V08N0669	波兰	V08N0726	乌兹别克斯坦	V08N0783	保加利亚	V08N0840	美国
V08N0670	波兰	V08N0727	俄罗斯	V08N0784	保加利亚	V08N0841	美国
V08N0671	波兰	V08N0728	俄罗斯	V08N0785	保加利亚	V08N0842	美国
V08N0672	波兰	V08N0729	俄罗斯	V08N0786	保加利亚	V08N0843	美国
V08N0673	波兰	V08N0730	俄罗斯	V08N0787	保加利亚	V08N0844	美国
V08N0674	波兰	V08N0731	中国	V08N0788	保加利亚	V08N0845	美国
V08N0675	叙利亚	V08N0732	西班牙	V08N0789	美国	V08N0846	美国
V08N0676	美国	V08N0733	西班牙	V08N0790	美国	V08N0847	美国
V08N0677	美国	V08N0734	西班牙	V08N0791	美国	V08N0848	美国
V08N0678	美国	V08N0735	保加利亚	V08N0792	美国	V08N0849	美国
V08N0679	美国	V08N0736	保加利亚	V08N0793	美国	V08N0850	美国
V08N0680	美国	V08N0737	保加利亚	V08N0794	美国	V08N0851	美国
V08N0681	俄罗斯	V08N0738	保加利亚	V08N0795	美国	V08N0852	美国
V08N0682	波兰	V08N0739	美国	V08N0796	美国	V08N0853	美国
V08N0683	波兰	V08N0740	法国	V08N0797	美国	V08N0854	美国
V08N0684	叙利亚	V08N0741	韩国	V08N0798	美国	V08N0855	美国
V08N0685	巴西	V08N0742	越南	V08N0799	美国	V08N0856	美国
V08N0686	捷克	V08N0743	阿尔巴尼亚	V08N0800	美国	V08N0857	美国
V08N0687	捷克	V08N0744	阿尔巴尼亚	V08N0801	美国	V08N0858	美国
V08N0688	捷克	V08N0745	摩洛哥	V08N0802	美国	V08N0859	韩国
V08N0689	捷克	V08N0746	摩洛哥	V08N0803	美国	V08N0860	中国
V08N0690	捷克	V08N0747	土耳其	V08N0804	美国	V08N0861	中国
V08N0691	德国	V08N0748	土耳其	V08N0805	美国	V08N0862	意大利
V08N0692	德国	V08N0749	土耳其	V08N0806	美国	V08N0863	保加利亚
V08N0693	德国	V08N0750	土耳其	V08N0807	美国	V08N0864	保加利亚
V08N0694	德国	V08N0751	土耳其	V08N0808	美国	V08N0865	美国
V08N0695	德国	V08N0752	乌兹别克斯坦	V08N0809	美国	V08N0866	乌兹别克斯坦
V08N0696	德国	V08N0753	乌兹别克斯坦	V08N0810	美国	V08N0867	乌兹别克斯坦
V08N0697	德国	V08N0754	乌兹别克斯坦	V08N0811	土库曼斯坦	V08N0868	乌兹别克斯坦
V08N0698	波兰	V08N0755	乌兹别克斯坦	V08N0812	捷克	V08N0869	乌兹别克斯坦
V08N0699	斯洛伐克	V08N0756	乌兹别克斯坦	V08N0813	捷克	V08N0870	乌兹别克斯坦
V08N0700	斯洛伐克	V08N0757	西班牙	V08N0814	匈牙利	V08N0871	乌兹别克斯坦
V08N0701	格鲁吉亚	V08N0758	尼泊尔	V08N0815	匈牙利	V08N0872	美国
						V08N0874	未知

1.2 田间种植及性状观测

2015 年 3-8 月进行引进资源种植前性状调查。材料按照全国统一编号命名后,在 2015 年 10 月上旬将所有资源种植在中国农业科学院国际农业高新技术产业园,种植土壤要求土层深厚、土壤肥沃, pH 5.5~6.0, 每份资源种植在约 4.5 m² 的小区内,以行距 20 cm、株距 15 cm 的密度播种,按照当年气候

和生育情况统一浇水施肥,注意防治病虫害。2016 年 6 月中旬对材料进行统一收获储存。2015 年 10 月至 2016 年 8 月,根据大蒜的生长状况在不同生育期,根据《大蒜种质资源描述规范和数据标准》对 13 个数量性状和 12 个质量性状进行田间调查^[23],每份资源调查 5 株,以此分析引进大蒜资源的表型遗传多样性,具体观测的表型性状见表 2。

表 2 观测的表型性状

Table 2 The phenotypic characters deployed in this study

编号 Code	性状 Characters	类型 Type	编号 Code	性状 Characters	类型 Type
C1	株高	数量性状	C14	株型	质量性状
C2	株幅	数量性状	C15	叶形	质量性状
C3	叶长	数量性状	C16	叶色	质量性状
C4	叶宽	数量性状	C17	叶面蜡粉	质量性状
C5	单株叶片数	数量性状	C18	抽薹性	质量性状
C6	地上假茎高	数量性状	C19	鳞茎形状	质量性状
C7	地上假茎粗	数量性状	C20	鳞茎皮色	质量性状
C8	鳞茎高	数量性状	C21	鳞芽排列	质量性状
C9	鳞茎横径	数量性状	C22	鳞芽整齐度	质量性状
C10	单头鳞茎重	数量性状	C23	鳞芽保护叶色	质量性状
C11	鳞芽高	数量性状	C24	鳞芽保护叶数	质量性状
C12	鳞芽背宽	数量性状	C25	叶姿	质量性状
C13	鳞芽数	数量性状			

1.3 适应性评价

通过种植前后的鳞茎部分的性状观测和分析,对引进资源的适应性进行初步评价。2015 年 3-8 月,在引进大蒜资源播种前对鳞茎相关性状进行调查,调查性状包括鳞茎高、鳞茎横径、单头鳞茎重、鳞芽高、鳞芽背宽、鳞芽数。2016 年 7-8 月,大蒜资源鳞茎收获晾干后,对其鳞茎部分相关性状进行第 2 次调查。大蒜资源种植管理情况参考 1.2。

1.4 数据分析

通过 Excel 软件对 228 份资源的表型性状进行汇总,计算数量性状的算数平均值、极差、标准差、变异系数。利用 SAS 9.4 软件进行主成分分析,鳞茎相关性状的数据进行相关分析、计算相关系数,利用 *t* 检验对引种前后鳞茎性状进行显著性分析。

算术平均值: $\bar{X} = (X_1 + X_2 + \dots + X_n) / n$, 式中, X_1 、 X_2 、 X_n 是具体的数值, n 是数值的总数。

极差: $X_{\max} - X_{\min}$, 式中, X_{\max} 是所有数据中的最大值, X_{\min} 是所有数据中的最小值。

标准差: $s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (s_i - \bar{s})^2}{n}}$, 式中, s_i 是具体的数

值, \bar{s} 是所有数据的平均值, n 是数值的总和。

变异系数: $CV = \sigma / \mu$, 式中, σ 是该组数据的标准差, μ 是该组数据的平均值。

相关系数: $\rho_{xy} = \frac{Cov(X, Y)}{\sqrt{D(X)} \sqrt{D(Y)}}$, 式中,

$Cov(X, Y)$ 为 X 与 Y 的协方差, $D(X)$ 为 X 的方差, $D(Y)$ 为 Y 的方差。

根据 $(\bar{X} - 1.2818S)$ 、 $(\bar{X} - 0.5426S)$ 、 $(\bar{X} + 0.5426S)$ 和 $(\bar{X} + 1.2818S)$ 4 分点原则和前人的分级标准^[19], 对各性状进行数量分级并整理,通过公式: $H' = -\sum P_i \ln P_i$ (其中 i 为某一性状的分级, P_i 为第 i 等级样品的频率,即在群体中所占的频率) 计算各性状的 Shannon-Weiner 多样性指数 (H')。通过 NTSYS 2.1 软件中的 SHAN 程序中的 UPGMA 方法对地上部分生长盛期和鳞茎两部分的数据进行聚类分析,进而对种质进行分类。

2 结果与分析

2.1 大蒜资源表型性状的变异及多样性

2.1.1 大蒜资源数量性状的变异及多样性 由表 3

可知,在 228 份供试资源中,各数量性状差异明显,13 个数量性状的变异系数在 18.94%~56.36% 之间,平均为 29.59%,其中单头鳞茎重、鳞芽数、地上假茎高、地上假茎粗、鳞芽背宽变异系数较大,均在 30% 以上,特别是单头鳞茎重,变异系数达到 56.36%,可见资源在鳞茎产量上具有很大的变异,研究价值较

高。各数量性状的多样性指数分布在 0.92~2.03 之间,叶片相关性状的多样性指数较大,株高、株幅的多样性指数较小。综合各数量性状的变异系数、极差和多样性指数,数量性状中单株叶片数、鳞茎单头重、叶长、鳞芽数、鳞茎横径、地上假茎高、鳞茎粗呈现出明显的遗传差异。

表 3 大蒜资源的数量性状的差异与多样性

Table 3 The diversity index and statistical analysis of numerical characteristics in garlic

性状 Characters	平均值 Mean	最大值 Max.	最小值 Min.	极差 Range	变异系数 (%) CV	多样性指数 H'
株高 (cm) PH	56.47	110.00	23.00	87.00	22.40	1.11
株幅 (cm) PB	46.55	100.00	12.00	88.00	26.74	0.92
单株叶片数 LN	7.31	12.00	3.00	9.00	18.94	2.03
叶长 (cm) LL	40.68	74.00	14.50	59.50	22.43	2.00
叶宽 (cm) LW	2.27	4.30	0.20	4.10	29.65	1.93
地上假茎高 (cm) PsH	18.46	43.00	4.00	39.00	35.86	1.94
地上假茎粗 (cm) PsD	1.63	3.40	0.20	3.20	32.13	1.96
鳞茎高 (mm) BV	37.76	67.85	11.68	56.17	20.14	1.94
鳞茎横径 (mm) BD	41.84	86.82	14.61	72.21	23.76	1.99
单头鳞茎重 (g) BW	31.74	116.00	3.00	113.00	56.36	1.85
鳞芽高 (mm) CH	29.94	51.68	3.66	48.02	20.40	1.93
鳞芽背宽 (mm) CW	19.58	49.77	1.90	47.87	32.11	1.88
鳞芽数 CN	7.47	32.00	1.00	31.00	43.77	1.77

PH: Plant height, PB: Plant breadth, LN: Number of leaves per plant, LL: Leaf length, LW: Leaf width, PsH: Overground pseudostem height, PsD: Overground pseudostem diameter, BV: Vertical diameter of bulb, BD: Transverse diameter of bulb, BW: Weight per bulb, CH: Clove high, CW: Clove back width, CN: Number of cloves per bulb. The same as below

2.1.2 大蒜资源质量性状的变异及多样性 12 个主要质量性状的分类和资源分布占比见表 4, 株型、叶姿、叶色、鳞茎形状、鳞芽排列、鳞芽整齐度、鳞芽保护叶数及鳞芽保护色 8 个质量性状在资源中都有所表现, 叶形、叶面蜡粉、抽薹性、鳞茎皮色 4 个质量性状有部分性状未得以表现, 其中叶形仅表现披针形, 鳞茎皮色无褐色性状出现, 抽薹性没有半抽薹的性状出现, 叶面蜡粉没有无蜡粉的性状出现。质量性状的多样性指数反映了性状在不同级别上的分布情况, 12 个质量性状的多样性指数在 0~1.47 之间, 平均数为 0.86, 以鳞芽保护叶色最大, 叶形最小, 大部分性状表现了丰富的遗传多样性。

2.2 大蒜资源数量性状的聚类分析

运用 4 分点原则对引进大蒜资源的数据进行分级并赋值, 利用 NTSYE 2.1 软件的非加权组平

均法 (UPGMA) 对资源进行聚类分析, 使其性状表现相近的材料聚为一类, 进而使得每个类群具有自己的形态特征。本研究在遗传相似系数 80.70 处将大蒜资源分为三大类群 (图 1), 各类群的特征见表 5。

类群 I 地上部分植株矮小、细弱, 叶片短而细; 鳞茎的相关性状中, 鳞茎横径和鳞芽数居中, 其他性状均表现较差, 为丰产性较差的类群, 在栽培中应适当的合理密植。

类群 II 地上部分表现为植株较为开展, 叶片表现居中; 鳞茎性状中鳞茎横径最小、鳞芽数最少, 其他性状表现居中, 鳞茎形状为高圆型。

类群 III 植株高大开展, 叶片长且宽, 利于光合作用的进行, 鳞茎重且鳞茎横径大, 此类材料在鳞茎产量上具有一定的潜力。

表 4 大蒜资源质量性状的分布与多样性

Table 4 The diversity index and distribution of descriptive traits in garlic

性状 Characters	级别 Grades	赋值标准 Assignment criteria	份数 Accessions	占总数的百分比 (%) Percentage	多样性指数 H'
株型 PT	直立	1	29	12.72	0.99
	半直立	2	98	42.98	
	开展	3	101	44.30	
叶姿 LP	下垂	1	40	17.54	1.01
	半下垂	2	116	50.88	
	挺直	3	72	31.58	
叶色 LC	黄绿	1	25	10.96	1.14
	浅绿	2	13	5.70	
	绿	3	95	41.67	
	深绿	4	95	41.67	
叶形 LS	披针形	1	228	100.00	0
	其他	2	0	0	
叶面蜡粉 Lwx	无	0	0	0	0.44
	少	1	8	3.51	
	中	2	201	88.16	
抽薹性 Bo	多	3	19	8.33	0.68
	不抽薹	1	134	58.77	
	半抽薹	2	0	0	
鳞茎形状 BS	完全抽薹	3	94	41.23	1.08
	扁圆	1	94	43.12	
	近圆	2	64	29.36	
鳞茎皮色 BC	高园	3	60	27.52	0.87
	白	1	151	69.27	
	浅黄	2	8	3.67	
	浅红	3	6	2.75	
	紫红	4	3	1.38	
	褐色	5	0	0	
鳞芽排列 CT	紫条纹	6	50	22.94	1.21
	规则多轮	1	11	5.05	
	规则二轮	2	35	16.06	
	规则单轮	3	114	52.29	
	独头	4	5	2.29	
鳞芽整齐度 CU	不规则	5	53	24.31	0.74
	整齐	1	10	4.59	
	较整齐	2	153	70.18	
鳞芽保护叶数 CpN	不整齐	3	55	25.23	0.68
	单层	1	128	58.72	
鳞芽保护叶色 CpC	双层	2	90	41.28	1.47
	白	1	45	20.64	
	浅黄	2	3	1.38	
	浅红	3	25	11.47	
	紫红	4	53	24.31	
	褐色	5	8	3.67	
	紫条纹	6	84	38.53	

PT: Plant type, LP: Leaf posture, LC: Leaf color, LS: Leaf shape, Lwx: Leaf wax, Bo: Bolting, BS: Bulb shape, BC: Color of bulb skin, CT: Bulb structure, CU: Cloves uniformity, CpN: Number of clove scale, CpC: Color of clove scale. The same as below

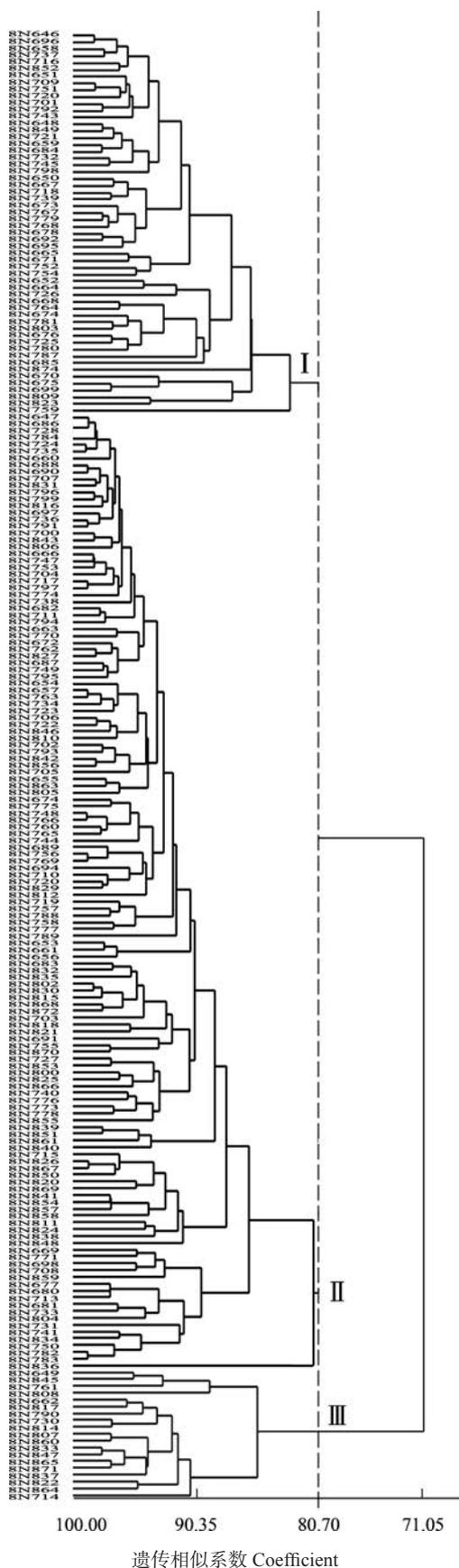


图1 大蒜资源表型性状聚类分析图

Fig.1 Cluster analysis of phenotypic traits of garlic resources

2.3 表型性状的主成分分析

对13个表型性状进行了主成分分析,其中前3个主成分的特征值大于1,被入选为主成分,累积贡献率为69.94%,其中第1主成分的贡献率达50.43%,贡献最大(表6),这3个主成分所包含的要素信息量可以反映13个表型性状的主要信息。

在入选的3个主成分中,第1主成分中单头鳞茎重、鳞茎横径、鳞芽高、鳞茎高、叶宽的特征值较大,这些性状主要为鳞茎相关性状,可以认为第1主成分为鳞茎因子;鳞芽数、株高、地上假茎高的特征值在第2主成分中较大,可以认为第2主成分为高度因子;株幅(负值)、叶长在第3主成分中较大,认为第3主成分为株型因子(表6)。

2.4 鳞茎性状的分析与评价

2.4.1 大蒜资源鳞茎数量性状的相关分析 鳞茎是大蒜的主要食用器官,其单头鳞茎重影响大蒜的总产量,对育种来说,选育单头鳞茎重较大,鳞茎横径较大的资源对育种有重要意义。从表7可以看出,除鳞芽数外,其他4个产量性状与单头鳞茎重的相关性都达到了极显著水平,其中鳞茎横径与单头鳞茎重的相关系数为0.89275,单头鳞茎重与鳞茎高的相关系数为0.73363,存在极显著正相关,这表明鳞茎横径、鳞茎高等性状是衡量产量的重要指标。

2.4.2 大蒜资源鳞茎数量性状的种前与采后的显著性检验及品种筛选 从表8可以得出,大蒜资源种植后,除鳞茎高外,其他性状皆与种植前有显著差异,种植后,总体均值有所下降。但部分品种总体有上升趋势,鳞茎性状表现明显优于播种前。228份材料中有54份材料单头鳞茎重均值较引种前有所提高,其中来自德国的V08N0822的鳞茎单头重的增长量可达到26.07 g,来自美国的V08N0847的鳞茎增长量达到24.67 g,来自俄罗斯的V08N0761的鳞茎增长量达到23.82 g,来自波兰的V08N0662的鳞茎增长量达到20.11 g,这些资源引种后适应性较强。根据市场销售要求对大蒜进行分级,鳞茎横径5~6 cm为一级标准,4~5 cm为二级^[24]。本试验大蒜资源鳞茎横径超过6 cm的资源有9份,分别为V08N0730(俄罗斯)、V08N0761(俄罗斯)、V08N0807(美国)、V08N0808(美国)、V08N0822(德国)、V08N0843(美国)、V08N0847(美国)、V08N0864(保加利亚)、V08N0871(乌兹别克斯坦)。其中来自俄罗斯的V08N0761的鳞茎平均直径达到了75.86 mm,来自保加利亚的V08N0864的鳞茎平均直径达到了67.62 mm。另外,达到一级标

表 5 大蒜资源不同类群性状的平均值与变异系数比较

Table 5 Comparison of mean and coefficient of variation of different traits in garlic resources

性状 Characters	总体 Total		第 I 类群 Group I		第 II 类群 Group II		第 III 类群 Group III	
	平均值 Average	变异系数 (%) CV	平均值 Average	变异系数 (%) CV	平均值 Average	变异系数 (%) CV	平均值 Average	变异系数 (%) CV
株高 (cm) PH	56.47	22.40	45.88	17.89	58.21	16.27	76.95	16.12
株幅 (cm) PB	46.55	26.74	38.36	29.39	47.86	20.94	61.27	22.33
单株叶片数 LN	7.31	18.94	6.30	16.93	7.50	16.93	8.78	12.01
叶长 (cm) LL	40.68	22.43	33.50	19.58	42.03	17.75	53.72	15.69
叶宽 (cm) LW	2.27	29.65	1.64	35.33	2.43	19.78	3.10	15.94
地上假茎高 (cm) PsH	18.46	35.86	13.68	35.03	19.89	31.66	23.12	25.34
地上假茎粗 (cm) PsD	1.63	32.13	1.19	39.10	1.74	24.19	2.21	14.53
鳞茎高 (mm) BV	37.76	20.14	31.22	14.48	39.40	16.64	46.10	14.36
鳞茎横茎 (mm) BD	41.84	23.76	45.88	17.89	43.26	17.45	58.27	11.77
单头鳞茎重 (g) BW	31.74	56.36	16.33	39.16	33.18	36.73	69.34	24.45
鳞芽高 (mm) CH	29.94	20.40	24.46	16.26	31.53	15.66	35.28	19.72
鳞芽背宽 (mm) CW	19.58	32.11	15.32	25.62	20.64	28.67	24.79	29.28
鳞芽数 CN	7.47	43.77	7.93	48.76	7.03	37.97	8.39	37.00

表 6 主成分分析的特征值和贡献率

Table 6 Eigenvalue and proportion in principal component analysis

性状 Characters	因子 1 Factor1	因子 2 Factor1	因子 3 Factor1
株高 PH	0.2781	0.3932	0.0033
株幅 PB	0.2528	0.0165	-0.5455
单株叶片数 LN	0.2726	-0.2120	-0.2707
叶长 LL	0.2804	0.2523	0.3844
叶宽 LW	0.3089	-0.0170	-0.3203
地上假茎高 PsH	0.1776	0.3920	0.2451
地上假茎粗 PsD	0.2873	-0.0147	0.0838
鳞茎高 BV	0.3106	-0.1193	0.2317
鳞茎横茎 BD	0.3224	0.0336	0.3507
单头鳞茎重 BW	0.3409	0.0644	0.1959
鳞芽高 CH	0.3202	-0.1296	0.0911
鳞芽背宽 CW	0.2708	-0.3751	0.2782
鳞芽数 CN	-0.0617	0.6366	0.1044
特征值 Eigenvalue	6.5556	1.5350	1.0011
贡献率 (%) Contributive proportion	50.43	11.81	7.70
累积贡献率 (%) Cumulative proportion rate	50.43	62.24	69.94

准的大蒜资源有 30 份,达到二级标准的大蒜资源有 77 份,具有商品销售价值的共计 116 份。

3 讨论

大蒜是中国重要的出口创汇蔬菜,但品种较单一,通过引进国外种质资源,筛选适合中国种植的优质种质,是培育大蒜优良品种,保持和增强中国大蒜品种国际竞争力最快速有效的方法。本研究选用来自于 34 个国家和地区的 228 份大蒜资源,对所有资源的 25 个表型性状的遗传多样性进行了分析,发现引进的资源变异较大,各性状表现不同程度的遗传分化。与中国大蒜资源的研究相比^[25],该批引进资源变异系数较小,但多样性指数较高,对丰富中国大蒜资源种质库的多样性和大蒜品种选育具有较高价值。

聚类分析能够较好地实现大蒜资源间的区分与整理,为大蒜资源的利用以及优质种质的筛选提供依据。本研究通过数量性状的聚类分析,将大蒜资源分为三大类群,其中,类群 I 为丰产性较差的类群,在种植过程中,可加大第 I 类群资源的播种密度,以确保其每年有足够的鳞茎收获量用于以后的分析与种植。类群 II 鳞茎横茎最小、鳞芽数少,鳞茎形状为高圆型。类群 III 植株高大开展,叶片长且宽,鳞茎重且鳞茎横茎大,此类材料在鳞茎产量上具有一定的潜力,可为鳞茎高产育种提供材料基础。

利用主成分分析将引进大蒜资源的 13 个性状转化为 3 个主成分,且累积贡献率达 69.94%,各主

表7 大蒜资源鳞茎数量性状的相关分析

Table 7 Correlation analysis of bulb-related traits in garlic resources

性状 Characters	单头鳞茎重 BW	鳞茎高 BV	鳞茎横径 BD	鳞芽数 CN	鳞芽高 CH	鳞芽背宽 CW
单头鳞茎重 BW	1					
鳞茎高 BV	0.73363**	1				
鳞茎横径 BD	0.89275**	0.72097**	1			
鳞芽数 CN	0.04635	-0.12107	0.07044	1		
鳞芽高 CH	0.70493**	0.76002**	0.63716**	-0.34921**	1	
鳞芽背宽 CW	0.61332**	0.61156**	0.60272**	-0.51236**	0.64859**	1

**表示在0.01水平下差异显著

**Indicates significant differences under 0.01 level

表8 鳞茎数量性状种前和采后的显著性检验

Table 8 The bulb quantitative traits before and after the significant test

比较指标 Characters	均值 Mean	标准差 s	T值 T-Statistic value	P值 P value
引种前鳞茎高 (mm) BV before planting	37.78	5.28	0.066	0.947
引种后鳞茎高 (mm) BV after harvest	37.76	6.89		
引种前鳞茎横径 (mm) BD before planting	47.82	8.60	12.113	<0.0001
引种后鳞茎横径 (mm) BD after harvest	41.87	9.23		
引种前单头鳞茎 (mm) BW before planting	36.72	15.37	6.494	<0.0001
引种后单头鳞茎 (mm) BW after harvest	31.85	16.78		
引种前鳞芽数 CN before planting	9.31	3.32	8.540	<0.0001
引种后鳞芽数 CN after harvest	7.36	2.54		

成分较好地体现了性状间的关系,在入选的3个主成分中,第1主成分为鳞茎因子,第2主成分为高度因子,第3主成分为株型因子。在大蒜的育种工作中,表型性状的筛选可优先考虑以上因子,简化育种程序。该结果与王海平^[1]的结论并不一致,前人将第1主成分归为植株数量性状因子,第2主成分为鳞茎数量性状因子,第3主成分为叶片姿态因子,第4主成分为鳞茎形状因子,造成结果差异的原因可能是材料不同,也可能是引进的资源未适应当地的栽培条件,性状表达还未稳定。

鳞茎高、鳞茎横径、单头鳞茎重、鳞芽高、鳞芽背宽、鳞芽数为鳞茎部分的植物学性状,是评价鳞茎表现的主要性状,而鳞茎是测定大蒜产量的主要器官,同时,基于本研究主成分分析的结果,鳞茎因子的贡献率最高,故评价大蒜资源鳞茎的相关性状对大蒜资源的评价尤为重要。相关性分析结果显示,该批引进大蒜资源鳞茎横径与单头鳞茎重的相关系数为0.89275,鳞茎重与鳞茎高相关系数为0.73363,存在极显著的正相关关系,这表明鳞茎横径与鳞茎高是衡量产量的重要指标。该结果与前人^[20,26]研究结

果一致,在选育高产品种过程中应筛选鳞茎横径较大、鳞茎较高的资源。由于该试验是在同一密度、同样栽培管理条件下进行的,对于鳞茎较小资源未进行高密度种植,可能会对其产量结果造成一定影响。

种源的适应性及驯化是植物资源引种过程中必须重视的问题,大蒜资源引进前后的鳞茎部分显著性分析发现大蒜资源在河北省廊坊市种植后,除鳞茎高外,其他性状皆与种植前有显著差异。种植后,大蒜单头鳞茎重普遍下降,但部分品种单头鳞茎重有上升趋势,鳞茎性状表现明显优于播种前性状。228份材料中有54份材料单头鳞茎重均值较引种前有所提高,适应性评价筛选出单头鳞茎重增长量超过20g或者鳞茎横径超过6cm的资源10份,以上资源引种后种植表现较适应中国河北省廊坊地区的栽培环境,具有育种潜力。但是,本试验是基于引种后一个季度的观测结果进行的分析,由于种源仍然存在逐步适应性的驯化过程,性状需长时间适应后才能较稳定表达,因此,后续需要进一步进行多年多点的表型精准评价并结合分子水平进一步对资源进行深入评价。

总之,通过对引进的 228 份大蒜资源表型性状的遗传多样性评价,发现资源类型丰富,变异较大,对丰富我国大蒜资源种质库的多样性和大蒜品种选育具有较高价值。适应性评价筛选出具备高产潜力的资源 10 份,除 V08N0843 外其他资源在聚类分析中均聚类于第Ⅲ类群,由此可知植株高大开展、叶片长且宽、鳞茎重且鳞茎横茎大的资源较适宜中国河北省种植。由于河北省具有典型的华北地区气候条件,引进的资源可逐步筛选适应中国华北地区栽培的品种。

参考文献

- [1] 王海平. 中国大蒜遗传多样性评价及大蒜辣素含量与蒜氨酸酶基因的关联分析. 北京: 中国农业科学院, 2011
Wang H P. Evaluation and Cluster Analysis of garlic (*Allium sativum* L.) germplasm from China based on bulb yield quantitative traits. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences, 2011
- [2] 曾潮武, 梁晓东, 李建疆. 中亚引进春小麦种质资源主要农艺性状的遗传多样性分析. 作物杂志, 2017(2): 67-71
Zeng C W, Liang X D, Li J J. Genetic diversity analysis of main agronomic traits of spring wheat germplasm introduced in Central Asia. Crops, 2017(2): 67-71
- [3] 刘丽琴, 田海燕. 27 份引进芒果种质资源果实品质性状多样性评价. 中国南方果树, 2017, 46(1): 50-54
Liu L Q, Tian H Y. Evaluation of fruit quality traits of 27 selected capsule germplasm resources. South China Fruit Science, 2017, 46(1): 50-54
- [4] 解松峰, 欧行奇, 张百忍, 聂小军, 杜向红, 张宝军, 宋卫宁. 大麦引进种质资源表型的多样性与模糊聚类分析. 干旱地区农业研究, 2010, 28(5): 5-14
Xie S F, Ou X Q, Zhang B R, Nie X J, Du X H, Zhang B J, Song W N. Phenotypic diversity and fuzzy cluster analysis of introduced germplasm resources in barley. Agricultural Research in Arid Areas, 2010, 28(5): 5-14
- [5] 王素. 国外蔬菜种质资源的引种利用. 中国种业, 1998(4): 43-46
Wang S. Introduction and utilization of foreign vegetable germplasm resources. China Seed Industry, 1998(4): 43-46
- [6] Wang H P, Li X X, Song J P. Vegetable genetic resources in China. Horticultural Plant Journal, 2018, 4(2): 83-88
- [7] 刘同金, 张晓辉, 沈韬, 王海平, 邱杨, 宋江萍, 李锡香. 欧洲山芥种质资源的表型遗传多样性分析. 植物遗传资源学报, 2015, 16(3): 528-534
Liu T J, Zhang X H, Shen D, Wang H P, Qiu Y, Song J P, Li X X. Analysis on genetic diversity of *barbarea vulgaris* germplasm resources based on phenotypic traits. Journal of Plant Genetic Resources, 2015, 16(03): 528-534
- [8] 余斌, 杨宏羽, 王丽, 刘玉汇, 白江平, 王蒂, 张俊莲. 引进马铃薯种质资源在干旱半干旱区的表型性状遗传多样性分析及综合评价. 作物学报, 2018, 44(1): 63-74
Yu B, Yang H Y, Wang L, Liu Y H, Bai J P, Wang D, Zhang J L. Genetic diversity analysis and comprehensive assessment of phenotypic traits in introduced potato germplasm resources in Arid and Semi-arid Area. Acta Agronomica Sinica, 2018, 44(1): 63-74
- [9] 余继忠. 福鼎大白茶半同胞系和云南大叶茶半同胞系遗传多样性和亲缘关系研究. 北京: 中国农业科学院, 2010
Yu J Z. Genetic diversity and relationship of Half-sib tea cultivars related to Fuding Dabaicha and Yunnan Dayetea. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences, 2010
- [10] 周波, 江海东, 张秀新, 薛璟祺, 石颜通. 部分引进牡丹品种的形态多样性. 生物多样性, 2011, 19(5): 543-550
Zhou B, Jiang H D, Zhang X X, Xue J Q, Shi Y T. Morphological diversity of some introduced tree peony cultivars. Biodiversity Science, 2011, 19(5): 543-550
- [11] Wang H P, Li X X, Liu X H, Qiu Y, Song J P, Zhang X H. Genetic diversity of garlic (*Allium sativum* L.) germplasm from China by fluorescent-based AFLP, SSR and InDel markers. Plant Breeding, 2016, 135(6): 743-750
- [12] Shaaf S, Sharma R, Kilian B, Alexander W, Hakan Ö, Ezzat K, Bahram M. Genetic structure and eco-geographical adaptation of garlic landraces (*Allium sativum* L.) in Iran. Genetic Resources & Crop Evolution, 2014, 61(8): 1565-1580
- [13] 孙亚丽, 史庆华, 刘世琦, 孙秀东, 陈亚霏, 钱胜艳, 刘星辰. 基于 SSR 分子标记的大蒜种质资源遗传多样性研究. 山东农业大学学报: 自然科学版, 2017, 48(3): 384-389
Sun Y L, Shi Q H, Liu S Q, Sun X D, Chen Y F, Qian S Y, Liu X C. The study on the genetic diversity of garlic germplasm based on SSR molecular marker. Journal of Shandong Agricultural University: Natural Science Edition, 2017, 48(3): 384-389
- [14] 韩曙, 丁玉梅, 王世华, 李智梅, 苗长辉, 寸寿艳, 杨正安. 18 份大蒜种质资源遗传多样性的 RAPD 分析. 云南农业大学学报, 2010, 25(1): 84-89
Han S, Ding Y M, Wang S H, Li Z H, Miao Z H, Cun S Y, Yang Z A. Genetic diversity analysis of 18 samplers of *Allium sativum* L. germplasm resources using RAPD markers. Journal of Yunnan Agricultural University, 2010, 25(1): 84-89
- [15] 何继红, 董孔军, 刘敏轩, 任瑞玉, 张磊, 杨天育, 陆平. 甘肃省新征集高粱地方品种资源的鉴定与遗传多样性评价. 植物遗传资源学报, 2015, 16(3): 479-484
He J H, Dong K J, Liu M X, Ren R Y, Zhang L, Yang T Y, Lu P. Identification and genetic diversity evaluation of new-collective germplasm of sorghum in Gansu province. Journal of Plant Genetic Resources, 2015, 16(3): 479-484
- [16] 李晓曼, 段蒙蒙, 王鹏, 汪精磊, 张晓辉, 邱杨, 王海平, 宋江萍, 李锡香. 栽培萝卜植株地上部表型多样性分析. 植物遗传资源学报, 2018, 19(4): 668-675
Li X M, Duan M M, Wang P, Wang J L, Zhang X H, Qiu Y, Wang H P, Song J P, Li X X. Phenotypic diversity analysis of cultivated radish (*Raphanus sativus* L.). Journal of Plant Genetic Resources, 2018, 19(4): 668-675
- [17] 韩小孩, 张耀辉, 孙福军, 王少华. 基于主成分分析的指标权重确定方法. 四川兵工学报, 2012, 33(10): 124-126
Han X H, Zhang Y H, Sun F J, Wang S H. Method for determining index weights based on principal component analysis. Journal of Sichuan Institute of Ordnance Engineering, 2012, 33(10): 124-126
- [18] 孙敬强. 大蒜种质资源的鉴定与评价. 泰安: 山东农业大学, 2013

- Sun J Q. Identification and evaluation of garlic germplasm resource. Tai'an: Shandong Agricultural University, 2013
- [19] 梁吉业,冯晨娇,宋鹏. 大数据相关分析综述. 计算机学报, 2016, 39(1): 1-18
Liang J Y, Feng C J, Song P. A survey on correlation analysis of big data. Journal of Computers, 2016, 39(1): 1-18
- [20] 王海平,李锡香,沈镛,宋江萍,邱杨,Philipp W.Simon. 大蒜资源鳞茎产量构成性状评价与种质分类研究. 华北农学报, 2011, 26(S1): 153-162
Wang H P, Li X X, Shen D, Song J P, Qiu Y, Philipp W.Simon. Evaluation and cluster analysis of garlic (*Allium sativum* L.) germplasm from China based on bulb yield quantitative traits. North China Agricultural Journal, 2011, 26(S1): 153-162
- [21] Egea L A, Mérida-García R, Andrzej K, Pilar H, Gabriel D. Assessment of genetic diversity and structure of large garlic (*Allium sativum*) germplasm bank, by diversity arrays technology "Genotyping-by-Sequencing" platform (DARtseq). Frontiers in Genetics, 2017, 8: 98
- [22] 高园园,张龙平,刘国伟,高发瑞,刘艳芝,徐祥,马井玉. 不同大蒜种质资源在山东济宁地区的适应性. 农业工程, 2014, 4(5): 104-105, 108
Gao Y Y, Zhang L P, Liu G W, Gao F R, Liu Y Z, Xu X, Ma J Y. Adaptability of several garlic germplasm resources in Jining area of Shandong Province. Agricultural Engineering, 2014, 4(5): 104-105, 108
- [23] 李锡香,朱德蔚. 大蒜种质资源描述规范和数据标准. 北京: 中国农业出版社, 2006: 1-59
Li X X, Zhu D W. Description and data standard for garlic. Beijing: China Agriculture Press, 2006: 1-59
- [24] 王以元,刘赐全,陈爱红. 大蒜出口质量标准及达标技术的研究简报. 当代生态农业, 2005(Z1): 57-58
Wang Y Y, Liu C Q, Chen A H. Research report on garlic export quality standards and compliance technologies. Contemporary Ecological Agriculture, 2005(Z1): 57-58
- [25] 王海平,李锡香,沈镛,邱杨,宋江萍,张晓辉,Philipp W.Simon. 基于表型性状的中国大蒜资源遗传多样性分析. 植物遗传资源学报, 2014, 15(1): 24-31
Wang H P, Li X X, Shen D, Qiu Y, Song J P, Zhang X H, Philipp W.Simon. Evaluation on genetic diversity of garlic (*Allium sativum* L.) clones in China based on morphological characters. Journal of Plant Genetic Resources, 2014, 15(1): 24-31
- [26] 孔素萍,孙敬强,吴雄,杨妍妍,霍雨猛,徐坤. 大蒜主要农艺性状变异特征及其与产量相关构成分析. 中国农业科学, 2015, 48(6): 1240-1248
Kong S P, Sun J Q, Wu X, Yang Y Y, Huo Y M, Xu K. Analysis of relationship between variations of main agronomic traits and yield in garlic. Chinese Agricultural Sciences, 2015, 48(6): 1240-1248

欢迎订阅 2020 年《植物资源与环境学报》

《植物资源与环境学报》为江苏省中国科学院植物研究所和江苏省植物学会联合主办的学术刊物,国内外公开发刊。本刊为全国中文核心期刊(北大)、中国科技核心期刊、中国科学引文数据库核心期刊(CSCD)和 RCCSE 中国核心学术期刊(A-),并为 BA、CA、CAB、Elsevier's、中国生物学文摘、中国环境科学文摘、中国科学引文数据库、万方数据——数字化期刊群、中国学术期刊(光盘版)、超星期刊域出版平台和中文科技期刊数据库等国内外著名刊库收录。2013 年荣获“首届江苏省新闻出版政府奖·期刊奖”及江苏省精品科技期刊项目;2015 年荣获“第六届江苏省科技期刊金马奖·精品期刊奖”及江苏省精品科技期刊Ⅲ类项目;2016 年、2017 年和 2018 年均荣获江苏省精品科技期刊 I 类项目。

本刊围绕植物资源与环境两个中心命题,报道我国植物资源的考察、开发利用和植物物种多样性保护,自然保护区与植物园的建设和管理,植物在保护和美化环境中的作用,环境对植物的影响以及与植物资源和植物环境有关学科领域的原始研究论文、研究简报和综述等。凡从事植物学、生态学、自然地理学以及农、林、园艺、医药、食品、轻化工和环境保护等领域的科研、教学、技术人员及决策者均可以从本刊获得相关学科领域的研究进展和信息。

双月刊,大 16 开本,每期 80 页。全国各地邮局均可订阅,每期定价 20 元,全年 120 元。邮发代号:28-213,国内统一连续出版物号:CN 32-1339/S。若错过征订时间或需补齐 1992 年至 2019 年各期,请直接与编辑部联系邮购。

地址:江苏省南京市中山门外 江苏省中国科学院植物研究所内

邮编:210014

电话:025-84347014

QQ:2219161478

E-mail:zwzybjb@163.com

网址: <http://zwzy.cnbg.net>