

23 份地梢瓜种质资源形态性状遗传多样性分析

魏建婷^{1,2}, 张凤兰^{1,2}, 杨忠仁^{1,2}, 黄修梅², 张晓艳^{1,2}

(1. 内蒙古农业大学园艺与植物保护学院 呼和浩特 010010;

2. 内蒙古自治区野生特有蔬菜种质资源与种质创新重点实验室 呼和浩特 010010)

摘要: 对 23 份地梢瓜种质资源的 16 项形态指标进行调查观测, 并进行遗传多样性、相关性、主成分和聚类分析, 探究其形态性状遗传多样性, 为地梢瓜遗传育种提供理论依据。结果表明, 23 份地梢瓜资源形态性状的遗传多样性比较丰富, 其多样性指数在 1.48~1.98 之间, 平均为 1.75, 变异系数在 5.71%~60.63% 之间, 平均为 17.67%, 其中花朵数、结果数、坐果数、种子千粒重和种子宽的变异系数大于 15%, 可作为初步选育地梢瓜种质资源的评价指标。相关性分析表明, 有 31 对性状呈极显著正相关或负相关; 主成分分析表明, 前 5 个主成分可以反映出 82.685% 的信息, 其中有 3 份资源的综合得分 ≥ 3 ; 聚类分析可以将 23 份地梢瓜资源分为 3 类。综上, 地梢瓜资源存在丰富的形态变异, 研究结果可为下一步进行遗传改良和育种提供依据。

关键词: 地梢瓜; 种质资源; 形态性状; 遗传多样性

中图分类号: S642.9

文献标志码: A

文章编号: 1673-2871(2025)11-119-08

Analysis of the morphological traits and genetic diversity of 23 *Cynanchum thesioides* (Freyn) K. Schum. resources

WEI Jianting^{1,2}, ZHANG Fenglan^{1,2}, YANG Zhongren^{1,2}, HUANG Xiumei², ZHANG Xiaoyan^{1,2}

(1. College of Horticulture and Plant Protection, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot 010010, Inner Mongolia, China;

2. Key Laboratory of Wild Endemic Vegetable Germplasm Resources and Germplasm Innovation of Inner Mongolia Autonomous Region, Hohhot 010010, Inner Mongolia, China)

Abstract: A survey was conducted on 16 morphological indicators of 23 accessions of *Cynanchum thesioides* (Freyn) K. Schum., and genetic diversity, correlation, principal component, and cluster analyses were performed to explore the genetic diversity of morphological traits, providing a theoretical basis for the genetic breeding of *C. thesioides*. The results indicate that the genetic diversity of morphological traits among the 23 resources is relatively rich, with a diversity index ranging from 1.48 to 1.98, averaging 1.75, and a coefficient of variation between 5.71% and 60.63%, averaging 17.67%, among them, the coefficient of variation of the number of flower, the number of fruit, the fruit setting rate, the thousand-grain mass of seeds and seed width are all greater than 15%, which can be used as evaluation indicators for the preliminary selection and breeding of the germplasm resources of *C. thesioides*. Correlation analysis indicates that there are 31 pairs of traits showing extremely significant positive or negative correlations. Principal component analysis indicates that the first five principal components can reflect 82.685% of the information, with three resources having a comprehensive score of above three, cluster analysis can categorize the 23 accessions of *C. thesioides* into three groups. In summary, there is rich morphological variation in *C. thesioides* resources, and the research results can provide a basis for further genetic improvement and breeding.

Key words: *Cynanchum thesioides* (Freyn) K. Schum.; Germplasm resource; Morphological trait; Genetic diversity

地梢瓜 [*Cynanchum thesioides* (Freyn) K. Schum.] 是萝藦科鹅绒藤属的多年生直立半灌木, 别名地梢花、女菁、蒿瓜、地瓜瓢、蒿瓜子等, 常生长于山坡、沙丘、荒地及田边等地^[1-4]。地梢瓜嫩果实可

食用, 口感鲜美且营养丰富, 富含多种维生素、矿物质及膳食纤维, 是天然的绿色食品^[5]。同时, 地梢瓜在传统医药领域也具有一定的药用价值, 其全株及果实均可入药, 可作为饲用、药用、食用及工业原

收稿日期: 2025-03-20; 修回日期: 2025-05-20

基金项目: 内蒙古自然科学基金(2020MS03085); 内蒙古自治区直属高校基本科研业务费项目(种业振兴领军人才专项基金)(BR22-11-06); 内蒙古自治区科技成果转化专项资金项目(2021CG0023); 内蒙古自治区科技计划(2021GG0084)

作者简介: 魏建婷, 女, 在读硕士研究生, 研究方向为野生与特色蔬菜种质资源创新。E-mail: weijianting945@163.com

通信作者: 张凤兰, 女, 教授, 主要从事种质资源与开发利用研究。E-mail: zhangfenglan041105@163.com

料,也可作为牧草,有利于草场水土保持,是治理荒漠化的先行作物,具有重要的经济和生态价值^[6-8]。地梢瓜的化学成分较为特殊,王玘^[7]从地梢瓜中分离得到 10 种化合物,其中包括 β -香树脂醇乙酸酯、羽扇豆醇乙酸酯、 α -香树脂醇正辛烷酸酯、 α -香树脂醇、 β -香树脂醇、齐墩果酸 6 种三萜类化合物,以及琥珀酸、 β -谷甾醇、胡萝卜苷、阿魏酸。地梢瓜中主要含有三萜类、脂肪酸类、甾醇类、苯丙素类和黄酮类化合物^[8]。王晓华等^[9]研究表明,山东省的地梢瓜烘干全草样品中稀有元素硒含量(w ,后同)为 $14.00\text{ }\mu\text{g}\cdot 100\text{ g}^{-1}$,远高于其所研究的 104 种野生蔬菜硒含量平均水平,说明地梢瓜具有较强的富硒能力。赵宏宇等^[10]优化了地梢瓜果实总黄酮的提取工艺,使总黄酮的提取量达到 $3.377\text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ 。

目前,对地梢瓜的研究主要集中在营养成分及内含物质方面,其他方面相对滞后,特别是在种质资源方面,相较于其他重要经济作物,地梢瓜种质资源的调查、收集与评价工作起步较晚,因此,对其遗传多样性的了解十分有限,严重制约了地梢瓜的品种选育、资源保护以及可持续利用。形态多样性是指生物在形态结构上表现出的丰富差异,涵盖了

从微观细胞结构到宏观个体外形的各个层面^[11]。这种多样性源于遗传变异、环境适应性选择以及进化过程中的随机因素^[12-16],同时,形态多样性也是种质资源遗传多样性研究的重要组成部分,不少学者在包括山药、大豆、辣椒、水稻、大麦等多种作物上都进行了基于形态性状的遗传多样性研究^[17-26]。通过分析遗传多样性,可以确定具有优良性状的基因资源^[22]。鉴于此,笔者对 23 份来源不同的地梢瓜种质资源的形态特征进行统计分析,旨在揭示其形态特征变异规律,明确地梢瓜种质资源的遗传变异特性,以期在地梢瓜的遗传改良和资源利用提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料

23 份地梢瓜种质来源见表 1。

1.2 测定项目与方法

2024 年 4 月中旬育苗,每份种质 10 株,3 次重复,于 5 月末定植于内蒙古农业大学园艺与植物保护学院沙生蔬菜资源圃,地点位于呼和浩特,海拔 1040 m,采用高垄种植,垄距为 80 cm,垄高 20 cm,株距为 50 cm。分别对 23 份地梢瓜种质资

表 1 地梢瓜种质资源来源
Table 1 Source of the tested *Cynanchum thesioides*

编号 No.	类型 Type	来源 Source
DS1	野生 Wild	河北承德 Chengde, Hebei
DS2	野生 Wild	内蒙古鄂尔多斯 Ordos, Inner Mongolia
DS3	野生 Wild	山东沂蒙 Yimeng, Shandong
DS4	野生 Wild	宁夏 Ningxia
DS5	野生 Wild	内蒙古赤峰 Chifeng, Inner Monglia
DS6	野生 Wild	陕西榆林靖边 Jingbian, Yulin, Shaanxi
DS7	野生 Wild	河南鹤壁 Hebi, Henan
DS8	野生 Wild	内蒙古包头市固阳 Guyang, Baotou, Inner Mongolia
DS9	野生 Wild	内蒙古锡林郭勒 Xilinguole, Inner Mongolia
DS10	栽培 Cultivated	内蒙古呼和浩特 Hohhot, Inner Mongolia
DS11	野生 Wild	江苏盐城 Yancheng, Jiangsu
DS12	野生 Wild	山东临沂 Linyi, Shandong
DS13	野生 Wild	甘肃 Gansu
DS14	野生 Wild	内蒙古呼和浩特托克托 Tuoketuo, Hohhot, Inner Mongolia
DS15	野生 Wild	内蒙古通辽扎鲁特 Zhalute, Tongliao, Inner Mongolia
DS16	野生 Wild	内蒙古通辽奈曼 Naiman, Tongliao, Inner Mongolia
DS17	野生 Wild	内蒙古通辽西哲里木 Zhelimu west, Tongliao, Inner Mongolia
DS18	野生 Wild	内蒙古兴安盟科尔沁右翼中旗代钦塔拉 Daiqintala, Keerqinyouyizhongqi, Xing'an, Inner Mongolia
DS19	野生 Wild	内蒙古通辽科尔沁 Keerqin, Tongliao, Inner Mongolia
DS20	栽培 Cultivated	内蒙古包头 Baotou, Inner Mongolia
DS21	野生 Wild	内蒙古锡林郭勒 Xilinguole, Inner Mongolia
DS22	栽培 Cultivated	内蒙古锡林郭勒 Xilinguole, Inner Mongolia
DS23	野生 Wild	河南南阳 Nanyang, Henan

源的 16 个形态性状进行观测,具体测定指标及方法见表 2。

1.3 数据处理

采用 Excel 2019 软件对数据进行整理并计算各形态性状的最大值、最小值、均值、极差、变异系数和 Shannon-Wiener 多样性指数。多样性指数 (H') 公式为:

$$H' = -\sum P_i \ln P_i。$$

P_i 表示第 i 种变异类型出现的频率。计算形态性状 Shannon-Wiener 多样性指数时,首先进行 10

级分类处理,按 1 级 $<X-2s$, 2 级 $<X-1.5s$, 3 级 $<X-s$...10 级 $\geq X+2s$ 的标准,每一级相差 $0.5s$,其中, X 为平均值, s 为标准差。采用 SPSS 27.0 对数据进行标准化处理以及相关性、主成分和聚类分析;采用 OriginPro2024 作图。

2 结果与分析

2.1 地梢瓜形态性状变异及遗传多样性分析

23 份地梢瓜资源形态性状多样性分析见表 3,遗传多样性指数在 1.48~1.98 之间,平均为 1.75,其

表 2 地梢瓜形态性状测定指标及方法

Table 2 Determination indexes and methods of phenotypic traits of *Cynanchum thesioides*

序号 Serial number	指标 Index	测定方法 Detection method
1	株幅 Plant amplitude	植株东西长度与南北长度的平均值 The average length of the plant from east to west and from north to south
2	株高 Plant height	测量地面至植株顶部的垂直高度 Measure the vertical height from the ground to the top of the plant
3	株丛面积 Cluster area	测量株丛最大直径以及与株丛最大直径垂直的距离,相乘记为株丛面积 Measure the maximum diameter of the clump and the perpendicular distance to the maximum diameter of the clump, and multiply them to calculate the clump area
4	花朵数 Number of flower	每个植株所有花朵的数量 Number of flower per plant
5	茎粗 Stem thickness	植株贴近地面 1 cm 处的茎粗 The stem thickness of the plant 1 cm close to the ground
6	叶长 Leaf length	旺盛生长期取植株主枝生长均匀的叶片,测量叶基至叶尖的绝对长度 During the vigorous growth period, take evenly grown leaves from the main branches of the plant and measure the absolute length from the leaf base to the leaf tip
7	叶宽 Leaf width	取测量叶长的叶片,测量叶片最宽部分 Take the leaf whose length is measured and measure the widest part of the leaf
8	花序长 Inflorescence length	每个植株成熟花朵的花序长 Inflorescence length of mature flowers per plant
9	单果质量 Single fruit mass	万分之一天平称量果实质量 Weigh the mass of fruit using a 1/10000th scale
10	果长 Fruit length	随机取 10 个果,用直尺测量其长度 Pick 10 fruits at random and measure their lengths with a ruler
11	果宽 Fruit width	取测量果长的果实,测量果实最宽部分 Take the length of the fruit and measure the widest part of the fruit
12	结果数 Number of fruit	植株所有果实的数量 The number of fruit on the plant
13	坐果率 Fruit-setting rate	结果数/花朵数 Number of fruit/Number of flower
14	种子长 Seed length	随机取 10 粒种子,最长部分横向排列,测量其长度,测量值/10,记为种子长 Randomly pick 10 seeds, arrange the longest parts horizontally, and measure their length. The measured value/10 is recorded as the seed length
15	种子宽 Seed width	取测量种子长度的 10 粒种子,最宽部分横向排列,测量其长度,测量值/10,记为种子宽 Take 10 seeds whose lengths are measured, arrange the widest parts horizontally, measure their lengths, and record the measured value/10 as the seed width
16	种子千粒重 1000-grain mass	每 1000 粒种子的质量 Mass per 1000 seeds

表 3 形态性状多样性分析
Table 3 Diversity analysis of morphological traits

性状 Trait	最小值 Min	最大值 Max	均值 Mean	极差 Range	标准差 SD	变异系数 CV/%	遗传多样性指数 H'
株幅 Plant amplitude/cm	17.50	24.17	20.54	6.67	1.52	7.41	1.90
株高 Plant height/cm	12.00	17.00	14.93	5.00	1.48	9.93	1.90
株丛面积 Cluster area/cm ²	222.00	408.33	316.91	186.33	48.54	15.32	1.98
花朵数 Number of flower	3 360.00	22 957.00	9 916.57	19 597.00	6 012.88	60.63	1.87
茎粗 Stem thickness/mm	2.46	3.39	2.80	0.93	0.22	7.90	1.84
叶长 Leaf length/cm	3.93	6.90	4.78	2.97	0.71	14.79	1.80
叶宽 Leaf width/cm	0.30	0.45	0.35	0.15	0.04	11.77	1.68
花序长 Inflorescence length/cm	5.00	7.33	6.00	2.33	0.56	9.32	1.73
单果质量 Single fruit mass/g	4.32	6.47	5.44	2.15	0.51	9.35	1.67
果长 Fruit length/cm	5.80	7.27	6.32	1.47	0.41	6.44	1.59
果宽 Fruit width/cm	1.37	1.73	1.53	0.36	0.09	5.71	1.77
结果数 Number of fruit	16.00	84.00	35.87	68.00	19.08	53.19	1.60
坐果率 Fruit-setting rate/%	0.21	0.53	0.40	0.32	0.09	21.78	1.96
种子长 Seed length/mm	5.00	9.50	6.66	4.50	0.94	14.04	1.58
种子宽 Seed width/mm	3.60	6.53	4.51	2.93	0.73	16.14	1.70
种子千粒重 1000-grain mass/g	4.10	8.92	5.20	4.82	0.99	19.00	1.48

中株丛面积最大,其次为坐果率,种子千粒重最低,具体表现为株丛面积>坐果率>株幅=株高>花朵数>茎粗>叶长>果宽>花序长>种子宽>叶宽>单果质量>结果数>果长>种子长>种子千粒重。16 个形态性状的变异系数在 5.71%~60.63%之间,平均为 17.67%,变异幅度较大。变异系数由大到小表现为花朵数>结果数>坐果率>种子千粒重>种子宽>株丛面积>叶长>种子长>叶宽>株高>单果质量>花序长>茎粗>株幅>果长>果宽,其中花朵数、结果数、坐果率、种子千粒重、种子宽变异系数均大于 15%,说明遗传变异明显,可以作为初步选育地梢瓜种质资源的评价指标。

2.2 地梢瓜形态性状相关性分析

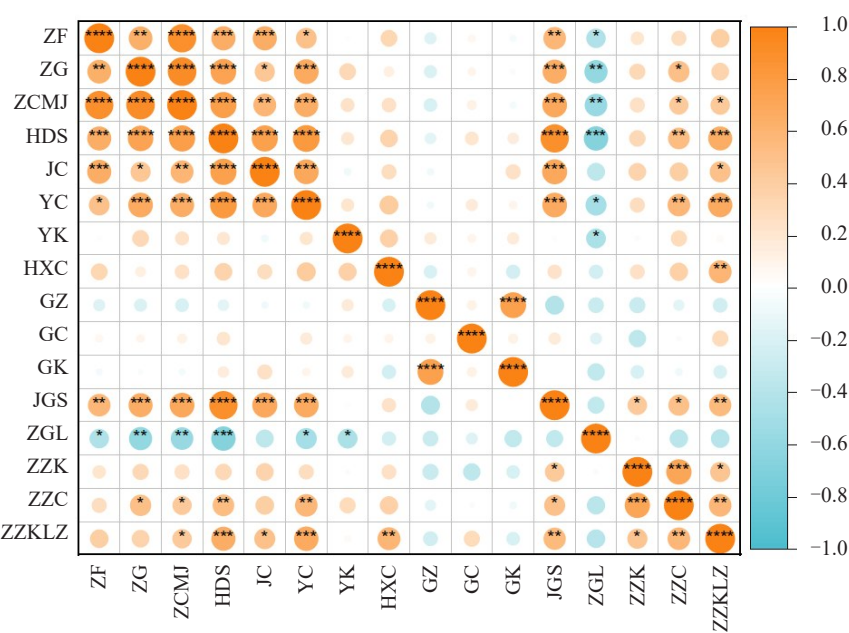
对 23 份地梢瓜资源的 16 个形态性状的相关性进行分析,结果如图 1 所示,16 个形态性状之间存在不同程度的相关性,呈极显著相关的性状有 31 对,其中 28 对性状之间呈极显著正相关,分别为株幅与株高、株丛面积、花朵数、茎粗、结果数;株高与株丛面积、花朵数、叶长、结果数;株丛面积与花朵数、茎粗、叶长、结果数;花朵数与茎粗、叶长、结果数、种子宽、种子千粒重;茎粗与叶长、结果数;叶长与结果数、种子宽、种子千粒重;花序长与种子千粒重;单果质量与果宽;结果数与种子千粒重;种子长与种子宽、种子宽与种子千粒重;3 对呈极显著负相关,分别为坐果率与株高、株丛面积、花朵数。呈显著相关的性状有 12 对,其中 9 对呈显著正相关,分别为株幅与叶长;结果数与种子长;种子宽与株高、株丛面积、结果数;种子千粒重与株丛面积、茎粗、

种子长;3 对呈显著负相关,分别为坐果率与株幅、叶长、叶宽。

2.3 地梢瓜形态性状主成分分析

主成分分析结果见表 4,前 5 个主成分累计贡献率达 82.685%,反映出地梢瓜形态性状的大部分信息。其中第 1 主成分特征值为 6.788,贡献率最高,为 42.424%,株丛面积、株高、株幅、花朵数的特征向量值较大,单果质量和坐果率的特征值为负;第 2 主成分特征值为 2.388,贡献率为 14.926%,种子千粒重、花序长和种子宽的特征向量值较大,单果质量、果宽和坐果率的特征值为负;第 3 主成分特征值为 1.497,贡献率为 9.354%,果宽和单果质量的特征向量值较大,株幅、株高、株丛面积、花序长、结果数、坐果率、种子长、种子千粒重的特征值为负;第 4 主成分特征值为 1.358,贡献率为 8.485%,叶宽和坐果率的特征向量绝对值较大,茎粗、果宽、结果数、坐果率、种子长、种子千粒重的特征值为负;第 5 主成分特征值为 1.199,贡献率为 7.496%,果长和种子长的特征向量绝对值较大,株幅、花朵数、叶长、叶宽、花序长、单果质量、果长、果宽、种子千粒重的特征值为负。

通过主成分分析,将 16 个形态性状降维成 5 个独立综合指标因子。计算出 5 个主成分的贡献权重系数分别为 0.51、0.18、0.11、0.10、0.09。23 份地梢瓜资源的综合得分(表 5)在 0.260~3.687 之间,排在前三位的资源为 DS6、DS4 和 DS5,其特征均为叶片长、植株大且粗壮、开花数



注:****、***、**、*分别表示在 0.000 1、0.001、0.01、0.05 水平上显著相关。ZF. 株幅;ZG. 株高;ZCMJ. 株丛面积;HDS. 花朵数;JC. 茎粗;YC. 叶长;YK. 叶宽;HXC. 花序长;GZ. 单果质量;GC. 果长;GK. 果宽;JGS. 结果数;ZGL. 坐果率;ZZC. 种子长;ZZK. 种子宽;ZZKLZ. 种子千粒重。

Note: ****、***、**、* represent significant correlation at 0.000 1、0.001、0.01、0.05 level, respectively. ZF. Plant amplitude; ZG. Plant height; ZC-MJ. Cluster area; HDS. Number of flower; JC. Stem thickness; YC. Leaf length; YK. Leaf width; HXC. Inflorescence length; GZ. Single fruit mass; GC. Fruit length; GK. Fruit width; JGS. Number of fruit; ZGL. Fruit-setting rate; ZZC. Seed length; ZZK. Seed width; ZZKLZ. 1000-grain mass.

图 1 形态性状间的相关系数

Fig. 1 Correlation coefficient between morphological traits

表 4 形态性状主成分分析

Table 4 Principal component analysis of morphological traits

性状 Trait	主成分 Principal component				
	1	2	3	4	5
株幅 Plant amplitude	0.846	0.057	-0.139	0.012	-0.040
株高 Plant height	0.860	0.062	-0.089	0.336	0.134
株丛面积 Cluster area	0.944	0.066	-0.138	0.215	0.022
花朵数 Number of flower	0.843	0.443	0.125	0.034	-0.036
茎粗 Stem thickness	0.712	0.364	0.246	-0.312	0.131
叶长 Leaf length	0.666	0.544	0.132	0.072	-0.011
叶宽 Leaf width	0.068	0.140	0.130	0.894	-0.024
花序长 Inflorescence length	0.079	0.707	-0.242	0.330	-0.096
单果质量 Single fruit mass	-0.192	-0.129	0.866	0.188	-0.110
果长 Fruit length	0.101	0.271	0.079	0.019	-0.825
果宽 Fruit width	0.076	-0.105	0.940	-0.002	-0.064
结果数 Number of fruit	0.778	0.396	-0.080	-0.189	0.054
坐果率 Fruit-setting rate	-0.566	-0.193	-0.376	-0.502	0.064
种子长 Seed length	0.186	0.503	-0.155	-0.107	0.736
种子宽 Seed width	0.326	0.647	0.015	0.235	0.473
种子千粒重 1000-grain mass	0.361	0.840	-0.132	-0.043	-0.090
特征值 Eigenvalue	6.788	2.388	1.497	1.358	1.199
贡献率 Contribution rate/%	42.424	14.926	9.354	8.485	7.496
累计贡献率 Cumulative contribution rate/%	42.424	57.350	66.704	75.189	82.685

表 5 主成分得分
Table 5 Principal component score

编号 No.	主成分 1 Principal component1	主成分 2 Principal component2	主成分 3 Principal component3	主成分 4 Principal component4	主成分 5 Principal component5	综合得分 Score
DS1	2.940	1.644	0.688	1.040	-0.805	1.917
DS2	3.691	2.024	0.377	1.186	0.201	2.442
DS3	1.683	0.704	1.292	0.418	-0.504	1.134
DS4	5.098	3.081	1.705	1.190	-0.164	3.472
DS5	5.010	2.114	0.493	0.026	0.402	3.047
DS6	5.467	4.420	-0.583	0.736	0.819	3.687
DS7	3.781	2.070	0.098	0.253	0.222	2.371
DS8	2.452	1.784	0.608	1.519	0.231	1.826
DS9	2.887	1.835	1.339	0.752	0.729	2.107
DS10	1.792	1.049	0.190	0.047	0.589	1.188
DS11	1.175	0.971	1.349	0.318	0.181	0.980
DS12	0.213	0.592	0.667	-0.175	-0.145	0.260
DS13	1.220	1.342	0.122	0.082	0.587	0.944
DS14	0.702	0.528	0.322	-0.079	0.110	0.494
DS15	1.160	0.875	0.493	0.584	0.228	0.889
DS16	0.983	0.706	0.364	0.155	-0.166	0.674
DS17	0.577	0.988	0.214	-0.222	-0.576	0.423
DS18	0.677	0.769	0.405	0.394	0.020	0.574
DS19	0.857	0.693	0.170	0.225	0.053	0.612
DS20	2.508	1.115	-0.031	0.193	0.388	1.540
DS21	2.469	1.196	0.566	0.759	0.271	1.649
DS22	2.228	1.126	0.217	0.671	0.302	1.467
DS23	2.785	1.659	0.579	0.916	-0.005	1.887

量多、种子大而重,且综合得分均在 3 分以上,综合性状优异。

2.4 地梢瓜形态性状聚类分析

对 23 份地梢瓜的形态数据进行聚类分析,可以将 23 份地梢瓜划分为 3 大类群,结果见图 2,对

各类型的形态性状进行统计,见表 6。第 I 类群包含 DS1、DS2、DS3、DS4、DS8、DS23 等 6 份种质,其特点是叶片较宽,单果实重而大,但坐果率较低,其他性状表现适中;第 II 类群包括 DS9、DS10、DS11、DS12、DS13、DS14、DS15、DS16、DS17、DS18、

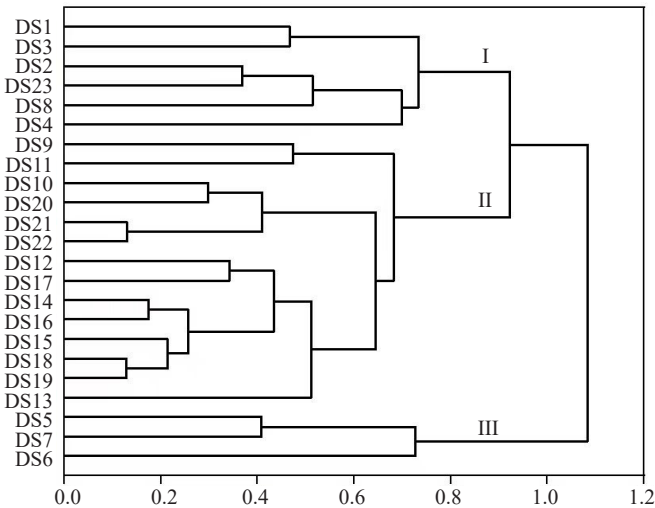


图 2 基于形态性状的聚类分析
Fig. 2 Clustering analysis based on morphological traits

表 6 地梢瓜种质资源各类群形态特征

Table 6 Morphological characteristics of various groups in the germplasm resources of *Cynanchum thesioides*

性状 Trait	第I类群 Group I			第II类群 Group II			第III类群 Group III		
	平均值 Average	标准差 SD	变异系数 CV/%	平均值 Average	标准差 SD	变异系数 CV/%	平均值 Average	标准差 SD	变异系数 CV/%
株幅 Plant amplitude/cm	21.08	1.49	7.07	19.95	1.06	5.31	22.17	1.57	7.08
株高 Plant height/cm	15.83	0.54	3.38	14.17	1.31	9.27	16.67	0.27	1.63
株丛面积 Cluster area/cm ²	344.94	27.60	8.00	291.97	38.68	13.25	377.26	25.59	6.78
花朵数 Number of florets	13 632.22	3 906.57	28.66	6 078.10	2 062.21	33.93	20 397.78	2 920.92	14.32
茎粗 Stem thickness/mm	2.78	0.29	10.58	2.74	0.10	3.70	3.12	0.14	4.35
叶长 Leaf length/cm	5.05	0.91	18.08	4.47	0.32	7.15	5.68	0.33	5.86
叶宽 Leaf width/cm	0.39	0.04	9.48	0.35	0.04	10.39	0.33	0.03	8.16
花序长 Inflorescence length/cm	6.22	0.57	9.11	5.86	0.41	7.04	6.22	0.79	12.63
单果质量 Single fruit mass/g	5.73	0.44	7.67	5.48	0.38	6.91	4.71	0.36	7.72
果长 Fruit length/cm	6.64	0.44	6.63	6.16	0.30	4.84	6.39	0.28	4.31
果宽 Fruit width/cm	1.57	0.08	5.11	1.53	0.08	5.42	1.48	0.08	5.63
结果数 Number of fruit	37.67	6.47	17.17	25.67	5.96	23.23	79.56	4.90	6.16
坐果率 Fruit-setting rate/%	0.29	0.05	17.46	0.45	0.06	12.34	0.40	0.04	9.79
种子长 Seed length/mm	6.09	0.58	9.56	6.70	0.71	10.60	7.67	1.31	17.12
种子宽 Seed width/mm	4.65	0.44	9.41	4.31	0.61	14.10	5.18	1.05	20.33
种子千粒重 1000-grain mass/g	5.43	0.66	12.21	4.86	0.46	9.39	6.34	1.83	28.83

DS19、DS20、DS21、DS22 等 14 份资源,其中 DS10、DS20 和 DS22 为栽培种,其特点为植株矮小但坐果率较高;第III类群包括 DS5、DS6、DS7 等 3 份资源,其特点为植株高大,种子饱满,开花繁多且花序较长,坐果率较第II类群稍低。

3 讨论与结论

形态性状是经过长期驯化和自然选择形成的,是由基因和环境共同决定的^[27]。对地梢瓜种质资源的表型性状进行调查统计和多样性分析是种质资源研究的重要工作,同时也是获得育种材料的资源基础。笔者收集了来自全国范围内的 23 份地梢瓜种质资源,16 个形态性状的平均遗传多样性指数为 1.75,表明地梢瓜种质具有较高的丰富度。研究表明,群体的表型变异系数大于 10%,则说明其表型差异明显^[26,28]。本研究结果表明,16 个形态性状的变异系数范围为 5.71%~60.63%,其中有 9 个性状大于 10%,大于苜蓿种子的 1.87%~35.18%^[29]、冰草属的 10.93%~45.98%^[30],小于小麦的 4.42%~89.75%^[20],说明收集到的地梢瓜种质资源遗传变异较为丰富,有利于拓宽地梢瓜的遗传背景。

相关性分析能更好地了解作物性状之间的关联程度,不同种质资源的相关性分析对育种前期工作有重要的指导意义^[31]。23 份地梢瓜资源的形态性状相关性分析表明,株幅与株高、株丛面积、花朵

数、茎粗、结果数等均呈显著正相关,其对反映地梢瓜资源形态具有重要的参考依据。

在多样品多指标的综合评价分析中,主成分分析和聚类分析均得到了广泛应用^[21]。主成分分析是通过降维的方式,用少量综合指标代替原来多个指标的大部分信息,将复杂问题简单化,来反映样品基本特征信息。本研究表明,地梢瓜前 5 个主成分累计贡献率达 82.685%,其中 3 份资源的综合得分 ≥ 3 ,表明这些资源在多个性状上表现优异,具有较高的育种潜力,其贡献率低于辣椒的 84.488%^[21],高于新疆冰草属的 74.00%^[32]。

综上所述,笔者针对 23 份地梢瓜资源的形态性状展开深入分析,结果表明,23 份地梢瓜资源形态性状的遗传多样性比较丰富,遗传多样性指数在 1.48~1.98 之间,平均为 1.75;变异系数范围在 5.71%~60.63%之间,平均为 17.67%;相关性分析显示,31 个相关系数达到极显著水平,主成分分析表明,前 5 个主成分累计贡献率达 82.685%;聚类分析可以将 23 份地梢瓜资源分为 3 类。研究结果可为下一步进行地梢瓜遗传改良和育种提供依据。

参考文献

- [1] 马玉兰,王晓英,王智慧,等.野生地梢瓜栽培试验[J].中国园艺文摘,2014,30(9):44-45.
- [2] 王爱文,罗光宏,陈叶,等.沙生野菜地梢瓜的人工驯化研究初报[J].安徽农学通报,2006,12(10):100.
- [3] 杨刚,张永康.地梢瓜的研究进展[J].山东畜牧兽医,2020,41

- (12):54-55.
- [4] 杨忠仁,翟学婧,张晓艳,等.沙生蔬菜地梢瓜新品种沙珍DG-1号[J].种子,2017,36(7):133-134.
- [5] 韩旭.地梢瓜硒蛋白提取工艺优化及体外抗氧化能力分析[D].呼和浩特:内蒙古农业大学,2023.
- [6] 丁梦军,郝丽珍,那顺吉日嘎啦,等.内蒙古七种饲用植物的营养成分分析[J].黑龙江畜牧兽医,2017(4):165-167.
- [7] 王玓.地梢瓜果实化学成分及三七中皂苷类成分的研究[D].沈阳:沈阳药科大学,2007.
- [8] 张晓艳.地梢瓜和雀瓢抗旱生理及转录组学分析[D].呼和浩特:内蒙古农业大学,2019.
- [9] 王晓华,李桂凤.山东省50种常食野生植物硒含量分析[J].营养学报,2003,25(2):171-2.
- [10] 赵宏宇,黄修梅,张凤兰,等.地梢瓜果实总黄酮提取工艺及抗氧化活性研究[J].饲料研究,2024,47(8):83-87.
- [11] 聂豪杰,程云龙,包玉国,等.稗草种质资源形态性状遗传多样性分析[J].草地学报,2025,33(2):457-464.
- [12] CALLEJAS-DÍAZ M, CLIMENT M J, GRIVET D. A decade of genetic makeup in the aerial seed bank of a fire-evader tree[J]. Fire Ecology, 2024, 20(1):106.
- [13] GERASMIO P R I, BOLOS M R, PLASUS G M M, et al. Low genetic diversity and identification of two management units for tri-spine horseshoe crab *Tachypleus tridentatus* (Leach, 1819) in Palawan, Philippines[J]. Zoologischer Anzeiger, 2025, 314: 74-82.
- [14] JAGTAP A Y, JADHAV P R, SAFEENA S A, et al. Integrating molecular and phenotypic approaches to assess genetic diversity in *Heliconia* genotypes[J]. Genetic Resources and Crop Evolution, 2024, 72(5):5409-5427.
- [15] KIENTEGA M, MORIANOU I, TRAORÉ N, et al. Genomic analyses revealed low genetic variation in the intron-exon boundary of the doublesex gene within the natural populations of *An. gambiae* s. l. in Burkina Faso[J]. BMC genomics, 2024, 26(1):320.
- [16] KIJAS J, CARVALHEIRO R, MENZIES M, et al. Genome-wide SNP variation reveals genetic structure and high levels of diversity in a global survey of wild and farmed pacific white shrimp[J]. Aquaculture, 2025, 597:741911.
- [17] 陈妍,杨午,万坤,等.基于表型多样性构建山西大豆地方品种核心种质[J].中国油料作物学报,2025,47(1):105-114.
- [18] 陈阳,叶明辉,丛尧华,等.福建省山药资源表型性状遗传多样性分析[J].中国蔬菜,2024(12):48-54.
- [19] 郇战宁,杨永乾,冯辉,等.58份大麦品种(系)主要农艺性状的遗传多样性分析[J].江苏农业科学,2025,53(2):144-149.
- [20] 金京花,李淑芳,赵亚东,等.1775份水稻种质资源重要农艺性状遗传多样性研究[J].植物遗传资源学报,2025,26(3):481-495.
- [21] 任朝辉,何建文,田怀志,等.基于主成分和聚类分析不同辣椒资源农艺和品质性状的综合评价[J].中国瓜菜,2025,38(2):50-58.
- [22] 迟翔丹,赵艳菲,王薇,等.甜瓜种质资源遗传多样性分析与评价[J].中国瓜菜,2024,37(12):19-28.
- [23] 付涛,崔梦楠,杨旻娜,等.云贵川竹节参野生资源的遗传多样性与亲缘关系分析[J/OL]. 分子植物育种, 1-15(2025-03-14). <https://link.cnki.net/urlid/46.1068.S.20241115.1600.008>.
- [24] 高慧霞,梁云慧,姚妙卓,等.蒙古黄芪全基因组 SSR 分子标记开发与居群遗传多样性分析[J].草地学报,2025,33(3):696-706.
- [25] 郭文慧,周虹宇,张梓,等.963份世界甘蓝型油菜种质资源的表型变异分析[J].浙江大学学报(农业与生命科学版),2025,51(2):240-251.
- [26] 魏书洞,孙晓雪,孟川,等.引进大白菜种质资源表型多样性分析[J].中国瓜菜,2023,36(11):40-49.
- [27] 葛优,曾凯,陈乐文,等.籽瓜及其近缘种表型遗传多样性分析[J].中国瓜菜,2024,37(12):29-43.
- [28] 杨涛,黄雅婕,李生梅,等.海岛棉种质资源表型性状的遗传多样性分析及综合评价[J].中国农业科学,2021,54(12):2499-2509.
- [29] 黄雷,谢文辉,鲁林欣,等.59份苜蓿种质种子表型性状遗传多样性分析及评价[J].山东农业科学,2024,56(10):34-42.
- [30] 王通锐,王星,胡鹏飞,等.64份冰草属牧草种质资源表型性状的遗传多样性[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2025,53(6):71-81.
- [31] 王成,刘梦珂,郭浩杰,等.谷子高代品系农艺和品质性状遗传多样性分析及综合筛选[J].干旱地区农业研究,2024,42(6):276-284.
- [32] 王毓清,李陈建,孟岩,等.新疆53个冰草属居群表型性状多样性分析及综合评价[J].草业科学,2025,42(4):859-871.