



20份野豌豆种质的农艺性状、产量和品质

王红林 左艳春 严旭 吴子周 肖蕊 寇晶 郭俊英 蒲军 张浩仁 杜周和

Analysis of agronomic, yield, and quality traits of 20 *Vicia* germplasm resources

WANG Honglin, ZUO Yanchun, YAN Xu, WU Zizhou, XIAO Lian, KOU Jing, GUO Junying, PU Jun, ZHANG Haoren, DU Zhouhe

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.11829/j.issn.1001-0629.2022-0503>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

垂穗披碱草落粒性评价及农艺性状的相关性分析

Assessment of seed shattering and analysis of agronomic traits in *Elymus nutans*

草业科学. 2017, 11(8): 1711 <https://doi.org/10.11829/j.issn.1001-0629.2017-0073>

蒙古冰草和冰草的杂交F1代群体农艺性状的相关、通径及聚类分析

Correlation, path, and cluster analysis of agronomic characteristics of the F1 population from the cross between *Agropyron mongolicum* and diploid *Agropyron cristatum*

草业科学. 2017, 11(1): 94 <https://doi.org/10.11829/j.issn.1001-0629.2016-0155>

51份饲用薏苡种质的农艺性状和营养成分评价

Evaluation of the agronomic characteristics and nutritional components of 51 *Coix lacryma-jobi* germplasms in Hunan

草业科学. 2021, 38(10): 1975 <https://doi.org/10.11829/j.issn.1001-0629.2021-0333>

拉萨18个引进燕麦品种主要农艺性状和营养成分的遗传多样性分析

Genetic diversity analysis of the main agronomic traits and nutritional in 18 oat cultivars introduced to Lhasa

草业科学. 2020, 37(3): 550 <https://doi.org/10.11829/j.issn.1001-0629.2019-0335>

29份无芒雀麦种质资源农艺性状的遗传多样性

Genetic diversity of agronomic characteristics of 29 *Bromus inermis* germplasms

草业科学. 2020, 37(9): 1770 <https://doi.org/10.11829/j.issn.1001-0629.2019-0556>

群体密度和混播群体结构对箭豌豆种子产量和质量的影响

Effect of different densities and mixed community structures on seed yield and quality of *Vicia sativa* in *Vicia sativa*-*Avena sativa* mixtures

草业科学. 2019, 36(2): 458 <https://doi.org/10.11829/j.issn.1001-0629.2018-0203>



关注微信公众号，获得更多资讯信息

DOI: 10.11829/j.issn.1001-0629.2022-0503

王红林, 左艳春, 严旭, 吴子周, 肖蕊, 寇晶, 郭俊英, 蒲军, 张浩仁, 杜周和. 20 份野豌豆种质的农艺性状、产量和品质. 草业科学, 2022, 39(11): 2403-2413.

WANG H L, ZUO Y C, YAN X, WU Z Z, XIAO L, KOU J, GUO J Y, PU J, ZHANG H R, DU Z H. Analysis of agronomic, yield, and quality traits of 20 *Vicia* germplasm resources. Pratacultural Science, 2022, 39(11): 2403-2413.

20 份野豌豆种质的农艺性状、产量和品质

王红林¹, 左艳春¹, 严旭¹, 吴子周¹, 肖蕊², 寇晶¹,
郭俊英¹, 蒲军¹, 张浩仁¹, 杜周和¹

(1. 四川省农业科学院蚕业研究所, 四川南充 637000; 2. 南充市农业农村局, 四川南充 637000)

摘要: 为评价野豌豆属 (*Vicia*) 种质资源农艺性状、产量及品质, 开发和利用野豌豆属种质资源, 本研究以收集的 7 份窄叶野豌豆和 13 份救荒野豌豆种质材料为研究对象, 测定关键农艺性状、产量和营养成分, 并采用遗传变异分析、相关性分析、聚类分析以及隶属函数分析对 20 份野豌豆种质材料进行分析和综合评价。结果表明, 20 份野豌豆种质材料农艺性状遗传多样性丰富, 变异系数范围为 5.08%~25.93%, 平均变异系数为 16.62%, 其中, 变异系数最大的是茎叶比和复叶宽, 分别为 25.93% 和 21.66%。W20 鲜草和干草产量最高, 分别为 23 241.67 和 3 044.45 kg·hm⁻²。W7 粗蛋白含量最高, 达 27.39%; W1 的中性洗涤纤维含量和 W17 的酸性洗涤纤维含量最低, 分别为 26.04% 和 19.33%。相关性分析表明, 株高与叶轴长、复叶长、干草产量呈显著正相关关系 ($P < 0.05$), 与复叶宽和鲜草产量呈极显著正相关关系 ($P < 0.01$)。聚类分析将 20 份野豌豆种质材料分为 4 个类群, 第 1 类群具有植株较高大、叶轴和荚长较长、千粒重高、中性洗涤纤维和酸性洗涤纤维含量低等特征, 可作为多目标性状选育的中间材料; 第 2 类群的 3 份种质每荚粒数最多, 其余性状不突出, 可作为选育籽粒产量高的优良亲本; 第 3 类群小叶数多, 粗蛋白含量高, 复叶较窄, 可作为选育高密度栽培和高蛋白材料的优良亲本; 第 4 类群仅包含 1 份种质, 生物产量高, 复叶宽大, 可作为选育高产品种的优良亲本。隶属函数平均值排名前 5 的种质材料分别为 W20、W7、W5、W13 和 W11, 性状较优良, 饲用价值高, 可根据不同用途和育种需求选择利用。

关键词: 野豌豆; 种质材料; 产量; 农艺性状; 相关性分析; 聚类分析; 隶属函数

文献标志码: A 文章编号: 1001-0629(2022)11-2403-11

Analysis of agronomic, yield, and quality traits of 20 *Vicia* germplasm resources

WANG Honglin¹, ZUO Yanchun¹, YAN Xu¹, WU Zizhou¹, XIAO Lian², KOU Jing¹,
GUO Junying¹, PU Jun¹, ZHANG Haoren¹, DU Zhouhe¹

(1. Sericultural Research Institute, Sichuan Academy of Agricultural Sciences, Nanchong 637000, Sichuan, China;
2. Nanchong Agricultural and Rural Bureau, Nanchong 637000, Sichuan, China)

Abstract: This study aimed to evaluate the agronomic, yield, and quality characteristics of 20 *Vicia* germplasm resources for the future development and cultivation of *Vicia* germplasm resources. The key agronomic characteristics, yield, and nutritional components of the 20 collected *Vicia* germplasm resources were determined. The diversity of the agronomic characteristics was analyzed and comprehensively evaluated by genetic variation, correlation, cluster, and membership function analyses. The genetic diversity was found to be rich, with the coefficient of variation ranging from 5.08% to

收稿日期: 2022-06-18 接受日期: 2022-09-06

基金项目: 四川省科技创新苗子工程项目 (2021063); 四川省财政自主创新项目 (2022ZZCX086)

第一作者: 王红林 (1989-), 男, 甘肃临洮人, 助理研究员, 硕士, 主要从事饲草遗传育种及栽培工作。E-mail: honglwsaas@163.com

通信作者: 杜周和 (1968-), 男, 四川南充人, 研究员, 博士, 主要从事饲草遗传育种工作。E-mail: duzhouhe@126.com

25.93%, and the average coefficient of variation being 16.62%. Among them, the largest coefficients of variation were stem-leaf ratio and compound leaf width, which were 25.93% and 21.66%, respectively. W20 had the highest fresh and hay yields, at 23 241.67 and 3 044.45 kg·hm⁻², respectively. The crude protein content of W7 was the highest, up to 27.39%; W1 and W17 had the lowest neutral and acid detergent fiber contents, at 26.04% and 19.33%, respectively. Correlation analysis showed that plant height was significantly positively correlated with leaf axis length, compound leaf length, and hay yield ($P < 0.05$) and significantly positively correlated with compound leaf width and fresh yield ($P < 0.01$). When the Euclidean metric was 10, the 20 *Vicia* germplasm resources were divided into four groups. The first group contains tall plants, long leaf axis and pod length, high thousand-grain weight, and low neutral and acid detergent fiber content, which can be used as intermediate materials for multi-objective trait breeding. Group 2 contains three germplasms with the largest number of grains per pod, while other characters are not prominent; this group could be an excellent parent to cultivate high grain yielding varieties. Group 3 has many leaflets, high crude protein content, and narrow compound leaves. It can serve as an excellent parent for breeding high-density cultivation and high-protein materials. Group 4 contains only one germplasm having a high biological yield and wide compound leaves. Thus, it can be used as an excellent parent for breeding high-yield varieties. The top five germplasm resources ranked by the average value of membership function were W20, W7, W5, W13, and W11, and these can be selected and utilized according to different uses and breeding needs.

Keywords: *Vicia*; germplasm resources; yield; agronomic traits; correlation analysis; cluster analysis; membership function

Corresponding author: DU Zhouhe E-mail: duzhouhe@126.com

野豌豆属 (*Vicia*) 是豆科一年生或越年生草本植物。全球有 180~210 种, 主要分布于北半球温带至南美洲温带以及东非, 我国有 43 种 5 个变种, 大部分省(区)的草原或山地均有分布^[1-2]。野豌豆具有产量高、营养丰富、生态适应性强等特点, 是一种优质饲用和绿肥兼用植物^[3-4]。我国对于野豌豆属的利用历史悠久, 《诗经》中就曾记载有古人食用野豌豆的情形^[5]。现有研究表明, 野豌豆属具有较高的经济价值, 在畜牧业中发挥着至关重要的作用, 具有广阔的发展潜力和利用前景^[6-8]。我国野豌豆品种的选育工作始于 20 世纪 60 年代中期, 截止 2019 年全国审定通过饲用野豌豆品种 13 个^[9], 这些品种的推广利用有效促进了我国畜牧业的发展。然而相较于其他农作物, 我国野豌豆研究起步较晚, 优良品种仍然缺乏, 难以满足我国不同地域和生态类型对专用品种的需要。因此, 有针对性地收集、评价、筛选适宜不同地方栽培的优良种质资源, 为今后品种的选育提供优异材料显得尤为重要。

近年来有关野豌豆属的研究主要集中于高产栽培^[10-12]、饲喂性能^[13]、表型分析^[14-16]等方面, 且以箭筈豌豆(救荒野豌豆 *V. sativa*) 和窄叶野豌豆 (*V. sativa* subsp. *nigra*) 两个种的相关研究较多。相比之下, 目前对野豌豆种质资源的农艺性状、产量性状及品质性状综合评价方面的研究仍较为欠缺。本研

究对来自不同省(市)的 7 份窄叶野豌豆和 13 份救荒野豌豆野生种质材料进行农艺性状、产量和营养成分的测定, 并进行农艺性状多样性、相关性和聚类分析以及综合评价, 以期对野豌豆种质资源的评价和利用提供参考, 并从中筛选适宜本区、具有较高利用价值的优质野豌豆种质资源。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料为中国西南野生生物种质资源库提供的 7 份窄叶野豌豆和 13 份救荒野豌豆(表 1)。

1.2 试验设计与性状测定

采用随机区组设计, 于 2020 年 11 月 7 日撒播, 3 次重复, 小区面积 3 m × 5 m, 按照苗量一致的原则(密度 2.9×10^5 株·hm⁻²) 准确称取相应种量, 小区间隔 50 cm, 四周设保护行。另外, 每份种质选取 20 粒饱满的种子, 同期相邻种植于 3.0 m × 1.0 m 的小区, 用于调查农艺性状; 播种方式为两行单株, 穴播, 株距 30 cm, 行距 50 cm, 四周设保护行。田间管理水平一致。播前结合翻耕施尿素(总氮 ≥ 46.4%) 75 kg·hm⁻²、过磷酸钙(P₂O₅) 300 kg·hm⁻²。

在盛花期统一刈割(4 月 18 日), 取中间 2 m × 3 m 样方刈割测产。

表 1 供试材料
Table 1 Plant materials

材料编号 Material number	登记号 Accession number	种名 Species name	采集地点 Collection site
W1	868710052809	窄叶野豌豆 <i>Vicia sativa</i> subsp. <i>nigra</i>	青海 Qinghai
W2	868710081198	窄叶野豌豆 <i>Vicia sativa</i> subsp. <i>nigra</i>	云南 Yunnan
W3	868710106830	窄叶野豌豆 <i>Vicia sativa</i> subsp. <i>nigra</i>	山东 Shandong
W4	868710115170	窄叶野豌豆 <i>Vicia sativa</i> subsp. <i>nigra</i>	山东 Shandong
W5	868710142866	窄叶野豌豆 <i>Vicia sativa</i> subsp. <i>nigra</i>	安徽 Anhui
W6	868710210621	窄叶野豌豆 <i>Vicia sativa</i> subsp. <i>nigra</i>	甘肃 Gansu
W7	868710278613	窄叶野豌豆 <i>Vicia sativa</i> subsp. <i>nigra</i>	山东 Shandong
W8	868710077541	救荒野豌豆 <i>Vicia sativa</i>	上海 Shanghai
W9	868710202674	救荒野豌豆 <i>Vicia sativa</i>	湖北 Hubei
W10	868710271464	救荒野豌豆 <i>Vicia sativa</i>	江西 Jiangxi
W11	868710166269	救荒野豌豆 <i>Vicia sativa</i>	陕西 Shannxi
W12	868710143316	救荒野豌豆 <i>Vicia sativa</i>	重庆 Chongqing
W13	868710278625	救荒野豌豆 <i>Vicia sativa</i>	山东 Shandong
W14	868710203463	救荒野豌豆 <i>Vicia sativa</i>	山东 Shandong
W15	868710016803	救荒野豌豆 <i>Vicia sativa</i>	云南 Yunnan
W16	868710089109	救荒野豌豆 <i>Vicia sativa</i>	湖南 Hunan
W17	868710211968	救荒野豌豆 <i>Vicia sativa</i>	安徽 Anhui
W18	868710262458	救荒野豌豆 <i>Vicia sativa</i>	安徽 Anhui
W19	868710255789	救荒野豌豆 <i>Vicia sativa</i>	云南 Yunnan
W20	868710116673	救荒野豌豆 <i>Vicia sativa</i>	云南 Yunnan

从每份种质中选取具代表性的 8 株于盛花期测定株高 (plant height, PH)、叶轴长 (blade shaft length, BSL)、复叶长 (compound leaf length, CLL)、复叶宽 (compound leaf width, CLW)、小叶数 (number of leaflets, NL)、茎叶比 (stem leaf ratio, S/Y), 于种子成熟期测定荚长 (pod length, PL)、每荚粒数 (number of pods, NP) 及千粒重 (thousand-grain weight, GW) 等性状。其中, 株高和荚长采用米尺测量; 叶轴长、复叶长、复叶宽、小叶数等参照董德珂等^[15]的方法进行测量。

刈割后每区随机取约 1 kg 鲜样, 将茎、叶分别装袋称鲜重后, 在 105 °C 杀青 30 min, 再在 60 °C 烘干至恒重, 称干重计算干物质含量 (dry matter, DM)。利用干物质含量与鲜草产量折算干草产量。干物质含量计算公式如下:

$$\text{干物质含量} = \text{干重} / \text{鲜重} \times 100\% \quad (1)$$

1.3 品质分析

将每区称重后的茎、叶全部混合粉碎, 留样分别测定粗蛋白 (crude protein, CP)^[17]、中性洗涤纤维 (neutral detergent fiber, NDF)^[18]、酸性洗涤纤维 (acid detergent fiber, ADF)^[19]、粗脂肪 (ether extract, EE)^[20]、粗灰分 (crude ash, CA)^[21]。

1.4 综合评价

采用模糊数学隶属函数法对各种质材料进行综合评价。先计算出不同指标的隶属函数值, 然后求其平均数, 数值越大, 说明该材料的综合性能越好。隶属函数值 X_1 、 X_2 计算公式为:

$$X_1 = (X_{ab} - X_{bmin}) / (X_{bmax} - X_{bmin}); \quad (2)$$

$$X_2 = (X_{bmax} - X_{ab}) / (X_{bmax} - X_{bmin})。 \quad (3)$$

式中: X_{ab} 表示 a 材料 b 指标的实测值, b_{max} 和 b_{min} 分别表示指标中的最大值和最小值。其中正向指标

用 X_1 表示; 中性洗涤纤维、酸性洗涤纤维、灰分、茎叶比与饲用价值呈负相关关系, 用 X_2 表示。

1.5 统计分析

用 Digimizer version 5.4.4 图像分析软件对扫描图像进行分析, 以图片高度 297 mm 设置比例尺进行测量, 精确到 0.01 mm。使用 Excel 2016 录入数据、作图并做隶属函数分析; SPSS 23.0 进行显著性分析、相关性分析和聚类分析, Duncan 法进行均值多重比较, 以 $P < 0.05$ 作为差异显著性判断标准。

2 结果与分析

2.1 20 份野豌豆种质材料农艺性状多样性分析

20 份野豌豆种质材料 9 个农艺性状变异范围较大, 遗传多样性丰富 (表 2)。其中, 株高变幅为 59.86~96.22 cm, 平均为 79.20 cm, 变异系数为 13.95%; W9 株高最高, 为 96.22 cm, W1 株高最低, 为 59.86 cm。叶轴长变幅为 63.43~116.92 mm, 平均为 84.61 mm, 变异系数为 16.42%; W4 叶轴最长, 为 116.92 cm, W11 叶轴最短, 为 63.43 cm。复叶长变幅为 11.08~23.57 mm, 平均为 18.56 mm, 变异系数为 20.89%; W19 复叶长度最长, 为 23.57 mm, W1 复叶长度最短, 为 11.08 mm。复叶宽变幅为 3.62~7.36 mm, 平均为 5.52 mm, 变异系数为 21.66%; W18 复叶宽最大, 为 7.36 mm, W3 复叶宽最小, 为 3.62 mm。小叶数变幅为 11.33~17.33 片, 平均为 13.13 片, 变异系数为 12.26%; W11 最少, W4 最多。茎叶比变幅为

1.61~4.04, 平均为 2.69, 变异系数为 25.93%; W4 茎叶比最高, W13 茎叶比最低。除荚长变异系数较小, 为 5.08% 外, 其余性状变异系数均大于 10.00%。所有性状的平均变异系数为 16.62%, 表明供试野豌豆种质材料农艺性状变异范围较大, 为表型选择提供了便利。

2.2 20 份野豌豆种质材料产量比较分析

20 份野豌豆种质材料产量存在明显差异, 变幅较大 (图 1)。鲜草产量变幅为 7 100.00~23 241.67 kg·hm⁻², 平均鲜草产量为 13 975.42 kg·hm⁻², 其中, 排名前 3 的材料为 W20、W19 和 W18, 鲜草产量分别为 23 241.67、19 033.33 和 19 325.45 kg·hm⁻²; W3 最低, 为 7 100.00 kg·hm⁻²。干草产量变幅 3 044.45~1 278.43 kg·hm⁻², 平均为 2 087.52 kg·hm⁻², 排名前 3 的材料为 W20、W18 和 W15, 干草产量分别为 3 044.45、2 778.58 和 2 774.32 kg·hm⁻², W16 干草产量最低, 为 1 278.43 kg·hm⁻²。

2.3 20 份野豌豆种质材料营养成分差异分析

20 份野豌豆种质材料间营养成分存在明显差异 (表 3)。各材料粗蛋白含量均大于 23.00%, 均值为 25.07%, 其中 W7 含量最高, 达 27.39%, W2 含量最低, 为 23.38%。NDF 变幅为 26.04%~37.51%, 均值为 31.83%, W16 含量最高, 为 37.51%, W1 含量最低, 为 26.04%。ADF 变幅为 19.33%~29.87%, 均值为 23.51%, W16 最高, W17 最低。粗脂肪含量变幅为 1.31%~3.36%, 均值为 2.43%, W19 最高, W8 最

表 2 野豌豆种质材料农艺性状变异分析
Table 2 Variation analysis of agronomic characters of *Vicia* germplasm resources

性状 Character	平均值 Average	最大值 Maximum	最小值 Minimum	极差 Range	标准差 Standard deviation	变异系数 Coefficient of variation/%
株高 Plant height/cm	79.20	96.22	59.86	36.36	11.05	13.95
叶轴长 Blade shaft length/mm	84.61	116.92	63.43	53.49	13.89	16.42
复叶长 Compound leaf length/mm	18.56	23.57	11.08	12.49	3.88	20.89
复叶宽 Compound leaf width/mm	5.52	7.36	3.62	3.74	1.20	21.66
小叶数 Number of leaflets	13.13	17.33	11.33	6.00	1.61	12.26
茎叶比 Stem leaf ratio	2.69	4.04	1.61	2.43	0.70	25.93
荚长 Pod length/cm	4.10	4.50	3.80	0.71	0.21	5.08
荚粒数 Number of pods	8.68	11.90	5.90	6.00	1.56	17.92
千粒重 Thousand-grain weight/g	15.39	24.03	12.99	11.05	2.38	15.46

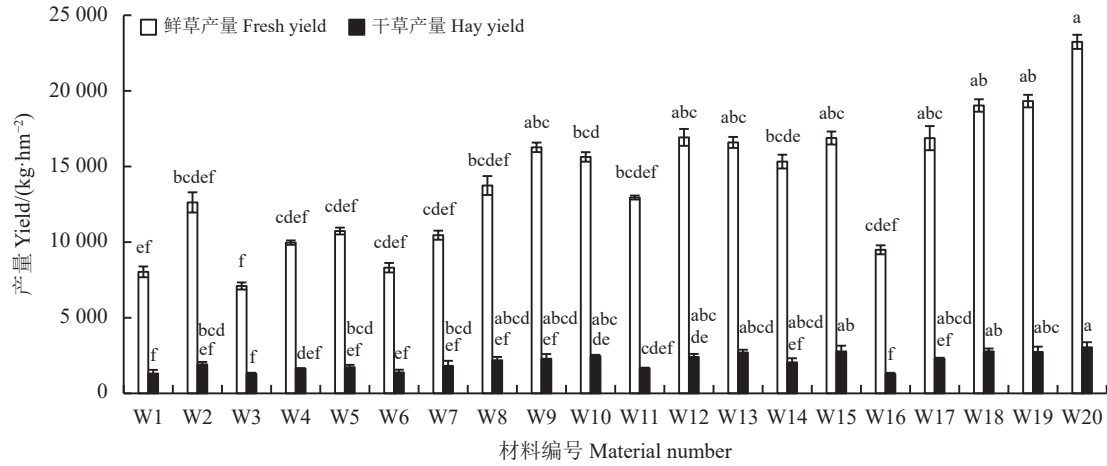


图 1 20 份野豌豆种质材料草产量差异

Figure 1 Difference in grass yield of 20 *Vicia* germplasm resources

材料编号同表 1; 同一指标不同小写字母表示差异显著 ($P < 0.05$); 下同。

Material number is the same as in Table 1; different lowercase letters within the same index indicate significant differences at the 0.05 level; this is applicable for the following tables and figures as well.

表 3 20 份野豌豆种质材料营养成分含量

Table 3 Nutrient content of 20 *Vicia* germplasm resources

材料 Material	粗蛋白 Crude protein	中性洗涤纤维 Neutral detergent fiber	酸性洗涤纤维 Acid detergent fiber	粗脂肪 Ether extract	粗灰分 Crude ash	干物质 Dry matter
W1	25.70 ± 0.03d	26.04 ± 0.73j	19.80 ± 0.64ij	2.14 ± 0.14ef	9.13 ± 0.02bc	16.28 ± 0.25bcd
W2	23.38 ± 0.09k	34.21 ± 1.25bc	26.37 ± 0.95b	2.06 ± 0.15efg	8.81 ± 0.10efgh	15.14 ± 0.49def
W3	26.52 ± 0.11c	34.87 ± 1.65b	23.27 ± 0.32efgh	2.49 ± 0.04bcdef	9.87 ± 0.02a	18.14 ± 0.45a
W4	25.05 ± 0.13f	33.73 ± 1.51bcd	23.93 ± 0.67cdef	1.77 ± 0.24fg	8.66 ± 0.11ghi	16.30 ± 0.24bcd
W5	24.02 ± 0.06ij	30.86 ± 0.15ghi	24.43 ± 0.09cde	1.96 ± 0.44efg	8.53 ± 0.04ijk	16.27 ± 0.65bcd
W6	27.00 ± 0.30b	31.60 ± 1.31efgh	23.42 ± 0.81efgh	2.15 ± 0.83ef	8.63 ± 0.05hij	16.69 ± 0.10bc
W7	27.39 ± 0.12a	30.26 ± 0.20ghi	20.71 ± 0.25i	1.33 ± 0.05g	9.05 ± 0.07cd	17.48 ± 0.26ab
W8	25.56 ± 0.05de	33.36 ± 0.19bcde	22.75 ± 0.52fgh	1.31 ± 0.26g	8.86 ± 0.07defg	15.91 ± 0.49cd
W9	25.25 ± 0.09ef	30.05 ± 1.57hi	23.12 ± 0.97efgh	2.36 ± 0.91cdef	8.37 ± 0.03k	14.00 ± 0.36fgh
W10	23.71 ± 0.11jk	30.21 ± 0.02hi	23.72 ± 0.44defg	2.73 ± 0.08abcde	7.90 ± 0.01l	15.77 ± 0.22cde
W11	24.64 ± 0.08g	37.36 ± 0.19a	28.80 ± 0.33a	3.07 ± 0.21abc	8.50 ± 0.03ijk	13.00 ± 1.57h
W12	25.45 ± 0.19de	32.81 ± 0.11cdef	23.23 ± 0.29efgh	3.00 ± 0.24abcd	9.03 ± 0.06cde	14.10 ± 0.82fgh
W13	24.64 ± 0.31g	29.88 ± 0.45hi	19.73 ± 0.63ij	2.71 ± 0.14abcde	8.83 ± 0.03defgh	16.33 ± 0.20bcd
W14	24.08 ± 0.11hi	32.68 ± 0.43cdef	22.96 ± 0.52fgh	1.75 ± 0.12fg	8.40 ± 0.03jk	13.31 ± 0.94gh
W15	25.52 ± 0.18de	32.05 ± 0.13defg	22.46 ± 0.84gh	2.21 ± 0.15def	8.72 ± 0.05fghi	16.45 ± 0.16bcd
W16	24.50 ± 0.17g	37.51 ± 0.01a	29.87 ± 0.62a	2.64 ± 0.55abcde	9.29 ± 0.02b	13.48 ± 0.39gh
W17	23.61 ± 0.14k	27.50 ± 0.03j	19.33 ± 0.12j	3.14 ± 0.06abc	8.31 ± 0.18k	13.67 ± 0.80gh
W18	24.41 ± 0.19gh	29.43 ± 0.47i	22.25 ± 0.82h	3.22 ± 0.07ab	8.54 ± 0.14ijk	14.60 ± 0.02efg
W19	24.60 ± 0.05g	31.36 ± 0.53fgh	25.01 ± 0.58cd	3.36 ± 0.14a	8.51 ± 0.33ijk	14.29 ± 0.35fgh
W20	26.42 ± 0.25c	30.77 ± 0.52ghi	25.07 ± 0.09c	3.18 ± 0.05ab	8.91 ± 0.09cdef	13.18 ± 0.28h

低。粗灰分含量变幅为 7.90%~9.87%，均值为 8.74%，W3 最高，W10 最低。干物质含量介于 13.00%~18.14%，均值为 15.22%，排名前 3 位的为 W3、W7 和 W6，分别为 18.14%、17.48% 和 16.69%，W11 最低，为 13.00%。

2.4 20 份野豌豆种质材料农艺性状相关性分析

20 份野豌豆种质材料的各农艺性状的相关性分析结果表明，各性状间存在不同程度的相关性(表 4)。其中，株高与叶轴长、复叶长、干草产量呈显著正相关关系 ($P < 0.05$)，与复叶宽和鲜草产量呈极显著正相关关系 ($P < 0.01$)，与茎叶比呈极显著负相关关系，与干物质含量呈显著负相关关系；叶轴长与复叶长、复叶宽、小叶数呈极显著正相关关系；复叶长与复叶宽、鲜草产量和干草均呈极显著正相关关系，与每荚粒数呈显著正相关关系；复叶宽与鲜草和每荚粒数呈显著正相关关系，与干物质含量呈显著负相关关系；茎叶比与千粒重呈极显著正相关关系，与鲜草产量、干草产量和荚长呈显著负相关关系，鲜草产量与干物质含量呈极显著负相关关系；荚长与千粒重呈极显著负相关关系。

2.5 各性状指标聚类分析

为了解 20 份野豌豆种质材料的亲缘关系，对 17 个性状指标进行系统聚类分析。结果表明，在欧氏距离为 10 时将 20 份野豌豆种质材料划分为 4 大类群(图 2)，第 1 类共 9 份种质材料，占供试材料的 45.00%，表现为荚长长(42.05 mm)、千粒重大(16.06 g)、植株较高大(85.88 cm)、叶轴较长(88.03 mm)、中性洗涤纤维、酸性洗涤纤维和粗灰分含量低(30.66%、22.42% 和 8.51%)；第 2 类群包含 3 份种质材料，占供试材料的 15.00%，特点为荚粒数最多(9.41 粒)、干物质含量较高(14.72%)、复叶较宽(6.23 mm)；第 3 类群包含 7 份种质材料，占供试材料的 35.00%，特点为小叶数最多(14.24 片)，植株叶轴较长(87.67 mm)、茎叶比最高(2.95)，鲜(干)草产量最低(9 155.95 和 1 490.49 $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$)，干物质含量高(16.38%)，中性洗涤纤维最高(32.12%)，但复叶宽度最小(4.88 cm)，荚粒数最少(7.79 粒)；第 4 类群仅包含 1 份种质材料，其鲜(干)草产量最高，复叶长(23.27 mm)和复叶宽(6.80 mm)值最大，茎叶比最低(1.69)，但株高(71.75 cm)、叶轴(72.56 mm)和荚

表 4 20 份野豌豆种质材料农艺性状相关性
Table 4 Correlation of agronomic characters of 20 *Vicia* germplasm resources

指标 Index	PH	BSL	CLL	CLW	NL	S/Y	FY	DY	PL	NP	GW	DM
PH	1											
BSL	0.27*	1										
CLL	0.33*	0.57**	1									
CLW	0.38**	0.35**	0.61**	1								
NL	0.13	0.63**	0.23	-0.03	1							
S/Y	-0.38**	0.16	-0.06	0.01	0.20	1						
FY	0.33**	-0.06	0.35**	0.28*	-0.16	-0.29*	1					
DY	0.29*	-0.01	0.36**	0.22	-0.12	-0.29*	0.96**	1				
PL	-0.05	-0.06	0.18	0.15	-0.24	-0.33*	0.25	0.26*	1			
NP	-0.02	0.06	0.29*	0.32*	-0.16	-0.14	0.16	0.14	0.12	1		
GW	-0.03	0.07	-0.08	-0.05	0.11	0.35**	-0.22	-0.20	-0.34**	-0.11	1	
DM	-0.30*	0.12	-0.11	-0.32*	0.16	0.05	-0.47**	-0.23	-0.03	-0.23	0.14	1

PH, 株高; BSL, 叶轴长; CLL, 复叶长; CLW, 复叶宽; NL, 小叶数; S/Y, 茎叶比; PL, 荚长; NP, 每荚粒数; GW, 千粒重; FY, 鲜草产量; DY, 干草产量; DM, 干物质; *和**分别表示在0.05和0.01水平显著相关; 下同。

PH, plant height; BSL, blade shaft length; CLL, compound leaf length; CLW, compound leaf width; NL, number of leaflets; S/Y, stem to leaf ratio; PL, pod length; NP, number of pods; GW, thousand grain weight; FY, fresh yield; DY, hay yield; DM, dry matter; * and ** indicate significant correlation at 0.05 and 0.01 levels, respectively; this is applicable for the following figures and tables as well.

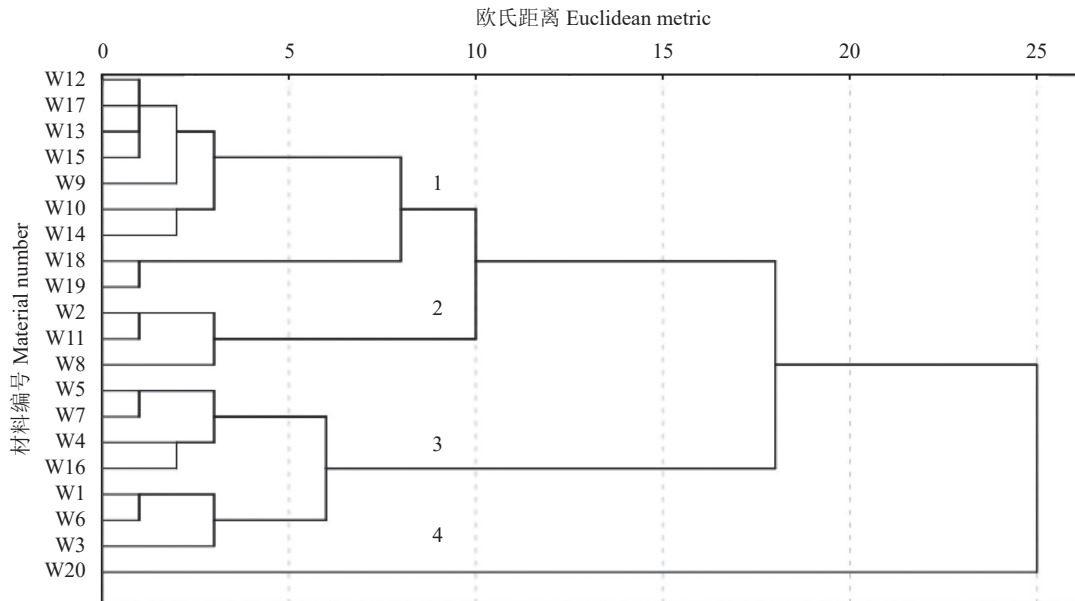


图 2 20 份野豌豆种质材料的 17 个性状指标的系统聚类分析

Figure 2 Systematic cluster analysis of 17 traits of 20 *Vicia* germplasm resources

长值 (3.89 mm) 最小。

2.6 20 份野豌豆种质资源综合评价

为综合评价 20 份野豌豆种质材料的综合性能, 利用隶属函数法, 对各指标进行综合评价, 综合值越大, 说明综合性能越好。结果表明 W20、W7、W5、W13、W11 的综合值最高, 分别为 0.532 4、0.510 1、0.494 7、0.493 8、0.493 2, 这些种质资源综合表现优良, 可以作为亲本或中间材料进一步研究利用, W10、W15、W3、W17、W16 综合值较低 (表 5)。

3 讨论

3.1 野豌豆属种质资源的农艺性状多样性

农艺性状是遗传物质的外在体现, 其遗传多样性分析已被广泛应用于各类作物种质资源研究与评价^[22-24]。郝裕辉等^[25]观测了 29 份无芒雀麦种质的 12 个农艺学性状, 结果表明, 各种质间表型差异明显, 在所有测定指标中小穗数、倒二叶宽变异系数较大, 研究对丰富无芒雀麦种质资源及新品种选育提供了参考依据。本研究结果表明, 荚长的变异系数最小, 为 5.08%, 说明此性状在参试材料间差异较小, 性状相对稳定。这与黄伟康等^[26]对 75 份长荚豇豆品种资源农艺性状的研究结果相似。其余性状的变异系数均大于 10%, 表明这些性状在种质间差异较大, 遗传多样性丰富, 其中, 茎叶比的变异系

数最高, 为 25.93%, 而茎叶比是决定饲草营养价值及产量的关键因子, 因此, 在育种过程中容易获得茎叶比较小的优良资源。复叶性状是构成产量的关键因子, 本研究中复叶宽、复叶长的变异系数较大, 分别为 21.66% 和 20.89%, 说明材料间遗传变异丰富, 可为遗传改良提供优良亲本材料。这与董德珂等^[15]对 532 份箭筈豌豆种质资源复叶表型多样性的研究结果类似。荚粒数与种子产量密切相关, 本研究中荚粒数变异系数为 17.92%, 变异相对丰富, 因此在以种子产量为选育目标时应关注荚粒数多的材料作为供体。这与卢秉林等^[3]对箭筈豌豆种质资源评价的结果相似。

3.2 野豌豆属种质资源相关性分析

相关性分析是指对两个或多个具备相关性的变量元素进行分析, 从而衡量两个变量因素的相关密切程度。王俊^[27]以 12 份冬箭筈豌豆为试验材料, 评价 14 个主要农艺性状, 结果表明, 冬箭筈豌豆的干草产量与单株花序数、小叶数和千粒重呈显著或极显著正相关关系。本研究结果显示干草产量与株高、复叶长呈显著正相关关系 ($P < 0.05$), 与鲜草产量呈极显著正相关关系 ($P < 0.01$), 与茎叶比呈显著负相关关系 ($P < 0.05$), 与小叶数和千粒重无显著相关性。这与王俊的研究结果不同, 原因可能是供试材料与试验区域不同导致。卢秉林等^[3]研究发现箭

表 5 20 份野豌豆种质材料各指标隶属函数数值
Table 5 Membership function values of each index of 20 *Vicia germplasm* resources

材料 Material	BSL	CLL	CLW	NL	S/Y	FY	DY	CP	NDF	ADF	EE	CA	DM	PH	PL	NP	GW	均值 Average	排序 Rank
W20	0.3594	0.6415	0.6389	0.6111	0.5434	0.4530	0.4478	0.4286	0.5810	0.5556	0.5296	0.3704	0.4509	0.5816	0.7000	0.6250	0.5337	0.5324	1
W7	0.4490	0.4353	0.6204	0.4167	0.5603	0.4753	0.4782	0.4598	0.5603	0.5082	0.5833	0.3542	0.5128	0.7867	0.4111	0.5750	0.4855	0.5101	2
W5	0.6562	0.5088	0.4390	0.4444	0.4444	0.4779	0.4818	0.5026	0.5132	0.6140	0.3333	0.4848	0.5147	0.6688	0.3800	0.4667	0.4798	0.4947	3
W13	0.6090	0.4540	0.3551	0.3333	0.5362	0.4438	0.4401	0.6425	0.4924	0.5098	0.4907	0.4286	0.4444	0.5000	0.5167	0.6000	0.5974	0.4938	4
W11	0.3479	0.3881	0.5646	0.6667	0.3333	0.4766	0.5079	0.4444	0.5145	0.5021	0.6667	0.4762	0.5004	0.3741	0.5833	0.5000	0.5370	0.4932	5
W19	0.4020	0.3946	0.5917	0.6667	0.5238	0.4950	0.4978	0.4444	0.5051	0.5047	0.5686	0.4958	0.4706	0.5068	0.5429	0.3250	0.4195	0.4915	6
W12	0.5056	0.5355	0.4852	0.4167	0.3784	0.4659	0.4686	0.4710	0.5200	0.5190	0.5789	0.3810	0.5058	0.5524	0.4545	0.5000	0.5117	0.4853	7
W9	0.4607	0.4371	0.4848	0.6667	0.6260	0.4766	0.4743	0.3684	0.5060	0.5246	0.4076	0.3333	0.4962	0.4583	0.5100	0.4500	0.4635	0.4791	8
W2	0.4264	0.4605	0.4831	0.6667	0.3483	0.5385	0.5152	0.3810	0.5011	0.5043	0.4912	0.4800	0.4874	0.4762	0.5500	0.3750	0.3800	0.4744	9
W14	0.5160	0.4441	0.5692	0.4444	0.5397	0.4286	0.4567	0.4000	0.5143	0.5238	0.5595	0.4762	0.4928	0.2500	0.4667	0.4333	0.4969	0.4713	10
W6	0.3714	0.6058	0.6311	0.3333	0.5599	0.4364	0.4319	0.4865	0.5005	0.5042	0.5976	0.3889	0.3492	0.3583	0.5000	0.4100	0.5321	0.4704	11
W1	0.5247	0.4460	0.4831	0.3333	0.5586	0.4646	0.4601	0.3810	0.5121	0.5053	0.4167	0.5333	0.4407	0.5397	0.6800	0.2667	0.4437	0.4700	12
W8	0.5633	0.3976	0.5470	0.5000	0.5589	0.4457	0.4517	0.3333	0.5106	0.5182	0.4194	0.4222	0.4778	0.6000	0.4000	0.4000	0.4419	0.4699	13
W4	0.5550	0.4487	0.3485	0.3333	0.5287	0.5476	0.4903	0.4138	0.5045	0.5081	0.3988	0.3750	0.4345	0.5238	0.5125	0.4500	0.6000	0.4690	14
W18	0.4293	0.5048	0.4764	0.0000	0.5879	0.4931	0.4922	0.4894	0.5117	0.5133	0.5098	0.4476	0.4667	0.3417	0.3778	0.6333	0.5519	0.4604	15
W10	0.6483	0.5846	0.5040	0.0000	0.5952	0.3690	0.4430	0.4524	0.6000	0.5109	0.3860	0.0000	0.5432	0.5800	0.3200	0.6250	0.5200	0.4519	16
W15	0.4159	0.3696	0.5354	0.0000	0.3648	0.4459	0.4359	0.4741	0.5208	0.5146	0.6566	0.4359	0.3704	0.5407	0.5000	0.4000	0.5879	0.4452	17
W3	0.3724	0.3483	0.3614	0.3333	0.6379	0.4091	0.4244	0.4691	0.5083	0.5152	0.4815	0.5000	0.4506	0.4286	0.3750	0.4750	0.3927	0.4402	18
W17	0.3465	0.4311	0.4899	0.0000	0.5556	0.3662	0.4199	0.4545	0.5000	0.5057	0.5556	0.4889	0.5076	0.3632	0.3492	0.4750	0.5879	0.4351	19
W16	0.3905	0.4574	0.5432	0.0000	0.5815	0.4713	0.3712	0.4865	0.3333	0.5222	0.3862	0.3333	0.5104	0.4697	0.5000	0.4000	0.5879	0.4320	20

CP, 粗蛋白; NDF, 中性洗涤纤维; ADF, 酸性洗涤纤维; EE, 粗脂肪; CA, 粗灰分。

CP, crude protein; NDF, neutral detergent fiber; ADF, acid detergent fiber; EE, ether extract; CA, crude ash.

箭豌豆的鲜草产量和籽粒产量与单株荚数、单株粒数之间均呈极显著相关, 与株高呈显著相关关系。本研究与其结果相似, 结果表明, 鲜草产量与株高、复叶长呈极显著正相关关系 ($P < 0.01$) 与复叶宽呈显著正相关关系 ($P < 0.05$), 与茎叶比呈极显著负相关关系 ($P < 0.01$); 荚粒数与复叶长和复叶宽呈显著正相关关系 ($P < 0.05$)。同时表明, 复叶性状与株高是构成野豌豆种质材料草产量的关键因素, 因此在以生物产量高为育种目标时应注意选择株高大、叶片宽大类型的材料作为亲本来源。

3.3 野豌豆属种质资源聚类分析及评价

本研究通过系统聚类法, 在欧氏距离为 10 将 20 份野豌豆种质资源划分为 4 个类群, 但聚类结果与地理来源并不一致, 这可能是由于野豌豆在漫长的进化过程中, 产生了基因与环境的互作关系导致, 同时也说明地理来源并不是造成种质资源遗传多样性的唯一因素, 这与齐冰洁等^[28]、张恩来^[29]对燕麦种质资源生物学性状的遗传多样性的研究结果一致。

在评价某一作物的饲用价值时单一指标过于片面、无法准确评价其优劣, 隶属函数分析可有效解

决该类问题, 能够综合考虑诸多因素, 对资源的评价更加全面、客观、合理^[30]。崔翠等^[31]从 97 份豌豆材料中筛选出平均隶属函数值较高的 5 份豌豆种质, 为豌豆嫩尖用品种选育和遗传研究提供了参考。本研究利用隶属函数法通过对与农艺性状、产量及营养品质等相关的 17 个指标进行隶属函数分析, 筛选出 5 份排名靠前的种质资源, 为今后资源的开发及利用奠定了材料基础。

4 结论

20 份野豌豆种质材料农艺性状多样性丰富, 变异系数最大的是茎叶比和复叶宽; 株高与叶轴长、复叶长、干草产量呈显著正相关关系 ($P < 0.05$), 与复叶宽和鲜草产量呈极显著正相关关系 ($P < 0.01$)。聚类分析将 20 份野豌豆种质资源分为 4 类, 每类资源各具特征, 可根据不同用途和育种需求进行选择利用。综合分析表明, W20、W7、W5、W13 和 W11 综合性能较好, 可作为有潜力的种质资源在生产中验证。

致谢: 感谢中国西南野生生物种质资源库提供的宝贵种质资源。

参考文献 References:

- [1] 宋敏, 于洪柱, 娄玉洁, 陈涛, 徐安凯. 山野豌豆生物学特性及其利用. 草业与畜牧, 2011(4): 5-6.
SONG M, YU H Z, LOU Y J, CHEN T, XU A K. Biological characteristics and use of *Vicia amoena*. Journal of Grassland and Forage Science, 2011(4): 5-6.
- [2] 徐晓喻, 李爱萍, 康智明, 郑开斌. 野豌豆属植物化学成分及其药理活性研究进展. 中国农学通报, 2015, 31(31): 74-80.
XU X Y, LI A P, KANG Z M, ZHENG K B. Research progress of chemical constituents and pharmacological activities of *Vicia* genus. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2015, 31(31): 74-80.
- [3] 卢秉林, 包兴国, 张久东, 杨新强, 曹卫东. 甘肃箭豌豆种质资源评价. 草业科学, 2015, 32(8): 1296-1302.
LU B L, BAO X G, ZHANG J D, YANG X Q, CAO W D. Evaluation of *Vicia sativa* germplasm resources in Gansu. Pratacultural Science, 2015, 32(8): 1296-1302.
- [4] 南志标, 王彦荣, 聂斌, 李春杰, 张卫国, 夏超. 春箭豌豆新品种“兰箭3号”选育与特性评价. 草业学报, 2021, 30(4): 111-120.
NAN Z B, WANG Y R, NIE B, LI C J, ZHANG W G, XIA C. Breeding of Lanjian No. 3 common vetch and evaluation of its characteristics. Acta Pratacultural Sinica, 2021, 30(4): 111-120.
- [5] 陈清硕. 用途广泛的大、小巢菜. 中国土特产, 1999(4): 33.
CHEN Q S. Versatile of Sauerkraut. Chinese Native Produce, 1999(4): 33.
- [6] 高小莉, 张志新, 黄桢锋, 牛学礼, 南志标. 春箭豌豆生产性能和品质对氮、磷、钾肥响应的研究进展. 草业科学, 2019, 36(8): 2069-2077.
GAO X L, ZHANG Z X, HUANG Y F, NIU X L, NAN Z B. Improved production and quality of *Vicia sativa* in response to nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers. Pratacultural Science, 2019, 36(8): 2069-2077.
- [7] 刘扶摇, 张程, 王春梅, 侯扶江, 南志标. 大麦/箭豌豆混合日粮对绵羊营养物质消化率和温室气体排放的影响. 草业科学,

- 2020, 37(3): 559-565.
- LIU F Y, ZHANG C, WANG C M, HOU F J, NAN Z B. Effects of different barely/common vetch diets on nutrient digestibility and greenhouse gas emission of sheep. *Pratacultural Science*, 2020, 37(3): 559-565.
- [8] 史志强, 裴亚斌, 徐强, 刘汉成, 田新会, 杜文华. 甘南高寒牧区甘农2号小黑麦与箭筈豌豆的混播效果. *草业科学*, 2021, 38(9): 1771-1781.
- SHI Z Q, PEI Y B, XU Q, LIU H C, TIAN X H, DU W H. Studies on the mixed effect of triticale variety Gannong No. 2 and vetch in alpine pastures of Gannan. *Pratacultural Science*, 2021, 38(9): 1771-1781.
- [9] 闵学阳, 刘文献, 王彦荣, 林晓珊, 齐晓, 张正社, 聂斌. 箭筈豌豆新品种DUS测试指南研制: 测试性状评价和参照品种筛选. *草业学报*, 2019, 28(11): 133-146.
- MIN X Y, LIU W X, WANG Y R, LIN X S, QI X, ZHANG Z S, NIE B. Test guidelines for distinctness, uniformity, and stability of new varieties of *Vicia sativa*: Testing characteristics and assessment of reference varieties. *Acta Prataculturae Sinica*, 2019, 28(11): 133-146.
- [10] 马莉, 李世丹, 王泰, 陈勇, 王慧, 马滔. 川西北高寒地区黑麦和箭筈豌豆混播与黑麦单播的产草量对比试验. *四川畜牧兽医*, 2019, 46(9): 31-32.
- MA L, LI S D, WANG T, CHEN Y, WANG H, MA T. Comparative experiment on the grass yield of rye and *Vicia sativa* mixed sowing and rye monoculture in the alpine region of Northwest Sichuan. *Sichuan Animal & Veterinary Sciences*, 2019, 46(9): 31-32.
- [11] 秦燕, 刘勇, 张永超, 梁国玲, 刘文辉. 不同混播比例对燕麦和箭筈豌豆混播草地植物生长特征的影响. *草地学报*, 2020, 28(6): 1768-1774.
- QIN Y, LIU Y, ZHANG Y C, LAING G L, LIU W H. Effects of mixed ratios on plant growth characteristics in mixed grassland of the oat and vetch pea. *Acta Agrestia Sinica*, 2020, 28(6): 1768-1774.
- [12] 韩钟英, 赵财, 胡发龙. 箭筈豌豆、玉米产量对间作和施氮水平的响应. *中国农学通报*, 2021, 37(25): 11-16.
- HAN Z Y, ZHAO C, HU F L. Yield response of common vetch and maize to intercropping and N-fertilizer rate. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2021, 37(25): 11-16.
- [13] 郭佩, 张程, 王春梅, 于卓, 侯扶江, 南志标. 高丹草 + 箭筈豌豆混合饲料对绵羊养分表观消化率和气体代谢的影响. *草业科学*, 2020, 37(4): 777-783.
- GUO P, ZHANG C, WANG C M, YU Z, HOU F J, NAN Z B. Effect of the mixture of sorghum-sudangrass hybrids and *Vicia sativa* on digestibility and gases metabolism in lambs. *Pratacultural Science*, 2020, 37(4): 777-783.
- [14] 陈子英, 常单娜, 韩梅, 李正鹏, 严清彪, 张久东, 周国朋, 孙小凤, 曹卫东. 47份箭筈豌豆品种(系)在青海作秋绿肥的能力评价. *草业学报*, 2022, 31(2): 39-51.
- CHEN Z Y, CHANG S N, HAN M, LI Z P, YAN Q B, ZHANG J D, ZHOU G P, SUN X F, CAO W D. Capability evaluation of 47 common vetch cultivars (lines) as autumn green manure in Qinghai province, Northwest China. *Acta Prataculturae Sinica*, 2022, 31(2): 39-51.
- [15] 董德珂, 董瑞, 刘志鹏, 王彦荣. 532份箭筈豌豆种质资源复叶表型多样性. *草业科学*, 2015, 32(6): 935-941.
- DONG D K, DONG R, LIU Z P, WANG Y R. Diversity of compound leaf phenotypic characteristics of 532 *Vicia sativa* germplasms. *Pratacultural Science*, 2015, 32(6): 935-941.
- [16] 常媛飞, 刘博文, 刘万良, 金美燕, 高秋, 刘芳, 王显国. 野豌豆属14个种牧草幼苗形态多样性与分类鉴定方法的研究. *中国草地学报*, 2021, 43(7): 28-36, 53.
- CHANG Y F, LIU B W, LIU W L, JIN M Y, GAO Q, LIU F, WANG X G. Study on morphological diversity and classification and identification methods of different species of *Vicia* seedling. *Chinese Journal of Grassland*, 2021, 43(7): 28-36, 53.
- [17] 中华人民共和国农业农村部. GB/T 6432-2018. 饲料中粗蛋白的测定 凯氏定氮法. 北京: 中国标准出版社, 2018.
- Ministry of Agriculture and Rural Affairs of the People's Republic of China. GB/T 6432-2018. Determination of Crude Protein in Feeds-Kjeldahl Method. Beijing: Standards Press of China, 2018.
- [18] 中华人民共和国农业农村部. GB/T 20806-2006 饲料中中性洗涤纤维的测定. 北京: 中国标准出版社, 2006.
- Ministry of Agriculture and Rural Affairs of the People's Republic of China. GB/T 20806-2006 Determination of Neutral Detergent Fiber in Feedstuffs. Beijing: Standards Press of China, 2006.
- [19] 中华人民共和国农业农村部. NY/T 1459-2007 饲料中酸性洗涤纤维的测定. 北京: 中国农业出版社, 2007.

- Ministry of Agriculture and Rural Affairs of the People's Republic of China. NY/T 1459-2007 Determination of Acid Detergent Fiber in Feedstuff (ADF). Beijing: China Agricultural Press, 2007.
- [20] 中华人民共和国农业农村部. GB/T 6433-2006 饲料中粗脂肪的测定. 北京: 中国标准出版社, 2006.
Ministry of Agriculture and Rural Affairs of the People's Republic of China. GB/T 6433-2006 Determination of Crude Fat in Feeds. Beijing: Standards Press of China, 2006.
- [21] 中华人民共和国农业农村部. GB/T 6438-2007 饲料中粗灰分的测定. 北京: 中国标准出版社, 2006.
Ministry of Agriculture and Rural Affairs of the People's Republic of China. GB/T 6438-2007 Animal Feeding Stuffs-Determination of Crude Ash. Beijing: Standards Press of China, 2006.
- [22] 刘明骞, 陈丽君, 周玮, 丁美美, 陈晓阳. 剑豆主要农艺性状多样性研究与综合评价. 热带作物学报, 2021, 42(2): 349-355.
LIU M Q, CHEN L J, ZHOU W, DING M M, CHEN X Y. Study and comprehensive evaluation on the diversity of agronomic characters of *Canavalia ensiformis*. Chinese Journal of Tropical Crops, 2021, 42(2): 349-355.
- [23] 李涛, 高志军, 杨文耀. 37份谷子农艺性状多样性与相关性分析. 安徽农学通报, 2021, 27(11): 96-100.
LI T, GAO Z J, YANG W Y. Diversity and correlation analysis of 37 millet agronomic traits. Anhui Agricultural Science Bulletin, 2021, 27(11): 96-100.
- [24] 黄凯美, 邹宜静, 施杨琪, 应逸宁, 颜韶兵, 包劲松. 南瓜栽培品种的SSR分子标记分析及农艺性状多样性研究. 核农学报, 2021, 35(12): 2746-2755.
HUANG K M, ZOU Y J, SHI Y Q, YING Y N, YAN Z B, BAO J S. Analyses of genetic diversity by SSR molecular markers and agronomic traits diversity in squash and pumpkin. Journal of Nuclear Agricultural Sciences, 2021, 35(12): 2746-2755.
- [25] 郝裕辉, 李瑶, 唐凤, 张树振, 张博. 29份无芒雀麦种质资源农艺性状的遗传多样性. 草业科学, 2020, 37(9): 1770-1778.
HAO Y H, LI Y, TANG F, ZHANG S Z, ZHANG B. Genetic diversity of agronomic characteristics of 29 *Bromus inermis* germplasms. Pratacultural Science, 2020, 37(9): 1770-1778.
- [26] 黄伟康, 刘勇, 符启位, 钟祥涛, 罗丰, 吴乾兴. 75份长荚豇豆品种资源农艺性状的主成分与聚类分析. 北方园艺, 2020(7): 10-19.
HUANG W K, LIU Y, FU Q W, ZHONG X T, LUO F, WU Q X. Principal component and cluster analysis for agronomic traits of seventy-five cowpea varieties. Northern Horticulture, 2020(7): 10-19.
- [27] 王俊. 冬箭筈豌豆种质生产性能与耐盐性评价. 呼和浩特: 内蒙古农业大学硕士学位论文, 2021.
WANG J. Evaluation of production performance and salt tolerance of *Vicia villosa* Roth. germplasm. Master Thesis. Hohhot: Inner Mongolia Agricultural University, 2021.
- [28] 齐冰洁, 刘景辉, 张智勇, 高聚林, 陈瑞英. 燕麦种质资源生物学性状的遗传多样性. 麦类作物学报, 2008(4): 594-599.
QI B J, LIU J H, ZHANG Z Y, GAO J L, CHEN R Y. Genetic diversity of biological characters in oat germplasm. Journal of Triticeae Crops, 2008(4): 594-599.
- [29] 张恩来. 燕麦核心种质构建及其遗传多样性研究. 北京: 中国农业科学院硕士学位论文, 2008.
ZHANG E L. Development of core collection and assessment of genetic diversity of oats (*Avena* spp.). Master Thesis. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences, 2008.
- [30] 韩艳红, 于沐, 石彦召, 杨海棠, 胡延岭, 刘软枝, 李盼, 朱楨楨. 基于隶属函数法对13个花生品种品质的综合评价. 中国农学通报, 2022, 38(2): 7-11.
HAN Y H, YU M, SHI Y Z, YANG H T, HU Y L, LIU R Z, LI P, ZHU Z Z. Comprehensive evaluation of the quality of 13 peanut varieties by membership function method. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2022, 38(2): 7-11.
- [31] 崔翠, 孙建蓉, 赵愉风, 郜欢欢, 程闯, 王瑞莉, 王刘艳, 周清元. 豌豆嫩尖几个营养品质性状的遗传多样性分析及其综合评价. 植物遗传资源学报, 2019, 20(4): 932-948.
CUI C, SUN J R, ZHAO Y F, GAO H H, CHENG C, WANG R L, WANG L Y, ZHOU Q Y. Genetic diversity analysis and comprehensive evaluation of several nutritional quality traits in pea sprouts. Journal of Plant Genetic Resources, 2019, 20(4): 932-948.

(责任编辑 王芳)