



彭艳,南吉,马素洁,等. 西藏野豌豆种质资源及其应用研究进展[J]. 黑龙江农业科学,2019(10):156-161.

# 西藏野豌豆种质资源及其应用研究进展

彭艳<sup>1</sup>,南吉<sup>2</sup>,马素洁<sup>2</sup>,魏学红<sup>2</sup>

(1. 西藏农牧学院 高原生态研究所/西藏林芝高原森林生态教育部重点实验室/西藏林芝高山森林生态系统国家野外科学观测研究站,西藏林芝 860000;2. 西藏农牧学院 动物科学学院,西藏林芝 860000)

**摘要:**野豌豆属以其耐寒抗旱、分布范围广、经济价值高、适口性好、种质资源丰富等优点成为重要的人工牧草。本文全面系统地调查了西藏地区野豌豆种质资源分组和地理分布,并根据野豌豆的形态特征和生物学特性,从营养成分、改良土壤肥力、植被恢复和药用价值方面进行了野豌豆属的应用分析,同时对野豌豆的栽培提出建议,为人工草地的发展提供依据。

**关键词:**野豌豆;种质资源;经济效益

野豌豆属(*Vicia*. L)植物由于其生育周期短、产草量高、品质优良、营养丰富、具有根瘤固氮等优点,是可以作为饲料、青贮的优良牧草,同时也可作为水土保持植物和药用植物<sup>[1-5]</sup>。近年来,随

着放牧加剧以及草地退化,冬春季节蛋白质料草的严重不足已经成为制约高寒草地畜牧业生产发展的根本性问题<sup>[6]</sup>。虽然西藏野豌豆属等豆科牧草的种类较禾本科牧草的种类少<sup>[7]</sup>,但豆科牧草有更强的固碳能力<sup>[8]</sup>,能有效地改善草地土壤肥力<sup>[9]</sup>,防止水土流失<sup>[10]</sup>,扭转西藏高寒草地畜牧业中蛋白质饲料不足<sup>[11]</sup>。本文通过调查西藏地区野豌豆种质资源状况,提出了野豌豆栽培的相关建议,对发展人工草地、控制超载过牧、增加饲草的产量以及促进草地畜牧业的健康发展具有重要意义。

收稿日期:2019-03-05

基金项目:厅校联合基金(2016ZR-NZ-02);国家自然科学基金(31760692);饲草产业重大专项(Z2013C02N02\_03);2016中央财政支持地方高校发展专项资金;西藏草地保护与培育科研创新团队;西藏草业科学教学团队建设。

第一作者简介:彭艳(1991-),女,在读硕士,从事退化高寒草地恢复研究。E-mail:1046992898@qq.com。

通讯作者:魏学红(1970-),男,学士,教授,从事高寒草地生态学研究。E-mail:weixuehong@21cn.com。

- [46] Epinat C, Pitrat M. Inheritance of resistance to downy mildew (*Pseudoperonospora cubensis*) in muskmelon (*Cucumis melo*). I. [J]. Analysis of a, 1994a, 8(8): 239-248.
- [47] Epinat C, Pitrat M. Inheritance of resistance to downy mildew (*Pseudoperonospora cubensis*) in muskmelon (*Cucumis melo*). II. Generation means analysis of genitors [J]. Agronomie, 1994b, 14(4): 249-257.

- [48] 杨柳燕,徐永阳,徐志红,等. 甜瓜霜霉病抗性遗传及 SRAP 分子标记[J]. 江苏农业学报, 2012(5): 1200-1202.
- [49] 赵廷昌,宋凤鸣,古勤生,等. 我国西瓜甜瓜病害防控现状、存在问题与发展趋势[J]. 中国瓜菜, 2014, 27(6): 1-5, 17.
- [50] 贺玉花,徐永阳,徐志红,等. 甜瓜霜霉病抗性基因的 SSR 标记[J]. 江苏农业科学, 2014, 42(7): 54-55.

## Research Progress on Occurrence and Control of Downy Mildew of Melon

DU Zhi-qing, WANG Di, XU Hui-chun, LI Zhi-xue, ZHANG Hong-yu, HU Xi-xi, HAN Mo

(Daqing Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Daqing 163316, China)

**Abstract:** Downy mildew of melon is an important airborne disease in melon production. It is caused by *Pseudoperonospora cubensis*, which has become one of the main factors restricting the production of melon. In order to strengthen the control of downy mildew of melon, this paper reviewed the symptoms of downy mildew of melon, pathogens and hosts, occurrence regularity and control measures, and looked forward to the future research direction.

**Keywords:** melon; downy mildew; control

1 野豌豆种质资源的收集

野豌豆属种质资源的收集要追溯到我国的元朝,最早在王桢的《农书》中就有对蚕豆相关的记载,而对其进行科学收集和利用研究却始于近代<sup>[12]</sup>。刘云波等<sup>[13]</sup>确认了内蒙古地区的野豌豆属植物有 19 种,约占全国的 44%。王燕红等<sup>[14]</sup>确定了山东省野生野豌豆属植物有 11 种及 1 变种。刁治民<sup>[5]</sup>调查了青海野豌豆属植物 8 个种。中国科学院青藏高原科学考察队<sup>[12,15]</sup>对西藏野豌豆属植物进行系统调查,西藏的野豌豆属有 10 个种,分别是蚕豆(*Vicia faba* L)、歪头菜(*Vicia unijuga*)、窄叶野豌豆(*Vicia angustifolia*)、三齿萼野豌豆(*Vicia bungei*)、广布野豌豆(*Vicia cracca*)、西藏野豌豆(*Vicia tibetica*)、西南野豌豆(*Vicia nummularia*)、山野豌豆(*Vicia amoena*)、多茎野豌豆(*Vicia multicaulis*)、野豌豆(*Vicia bakeri*)。这些种质的收集为野豌豆属种质资源的进一步研究奠定了基础。

2 野豌豆种质资源分布及分组

野豌豆属隶属于豆科(Leguminosae)牧草,

表 1 野豌豆属植物的分布及分组

Table 1 Distribution and grouping of *Vicia* in Tibet

组别 Groups	种名 Species name	学名 Scientific name	产地 Place of origin	分布 Distribution
大叶野豌豆	山野豌豆	<i>V. amoena</i>	林芝	3500 m 公路旁的草丛中
	西藏野豌豆	<i>V. tibetica</i>	波密、拉萨、林芝	3650~4000 m 的河岸阶地或山坡草地
	西南野豌豆	<i>V. nummularia</i>	然乌、波密	2950~3500 m 公路旁的草丛中
	多茎野豌豆	<i>V. multicaulis</i>	索县、巴青、丁青	3800~4300 m 河谷阳坡灌丛或山坡草丛中
野豌豆	野豌豆	<i>V. bakeri</i>	察隅	3100~3300 m 山坡路旁的灌丛中
	窄叶野豌豆	<i>V. angustifolia</i>	丁青、林芝、拉萨	3000~3680 m 的河滩荒地或山坡灌丛林下
	三齿萼野豌豆	<i>V. bungei</i>	芒康	4200 m 的田旁、路边或沙地沼泽草地
细叶野豌豆	广布野豌豆	<i>V. cracca</i>	米林、拉萨、日喀则	3900~4200 m 山坡草地或梯田杂草丛中
歪头菜	歪头菜	<i>V. unijuga</i>	贡觉、江达	3700~3800 m 的山坡草地或灌丛下
蚕豆	蚕豆	<i>V. faba</i> L	林芝、拉萨	拉萨(3700 m 左右的八一农场)

数据引自文献[12,20-21]。

Data were cited from references[12,20-21].

3 野豌豆种质资源的研究

3.1 形态学研究

野豌豆属为一年生或多年生草本植物,植物形态多变<sup>[22]</sup>。雒宏佳等<sup>[21]</sup>对 29 种中国野豌豆的形态研究表明,野豌豆属大多数植物叶表皮上有柔毛,少数植物叶片表面具腺毛或无毛。史传奇

全世界有 150 多种,中国是野豌豆属植物种类分布最多的地区之一<sup>[12]</sup>。我国野豌豆种质资源丰富,共有 43 种,而西藏的野豌豆属就有 10 个种<sup>[13]</sup>。除歪头菜、三齿萼野豌豆、多茎野豌豆外,其余种类主要在拉萨、林芝、波密等地,西藏野豌豆属主要在 3 000 m 以上高寒、高海拔地区灌丛下或草从中广泛分布(表 1)。

野豌豆属植株形态多变,变异幅度难予掌握,不同学者在本属的属下分类、种间和种下分类单位的处理上有很大差异。Arslan 等<sup>[16]</sup>利用核型研究将土耳其的 11 种野豌豆属分为 6 组。Ball 等<sup>[17]</sup>将野豌豆属划分成 4 个亚属。Hanelt 等<sup>[18]</sup>将野豌豆属划分为 2 亚属 26 组。Maxted 等<sup>[19]</sup>对地中海东部野豌豆属植物划分为 2 个亚属 26 组。夏振岱<sup>[20]</sup>的结果表明,我国的 43 种野豌豆属可以分为 6 组。雒宏佳等<sup>[21]</sup>对 29 种中国野豌豆属植物分为 7 组。虽然野豌豆属植物的分类主要以形态分类为主,但由于形态类型的确定比较困难,分类存在较大的争议,可以先根据中国野豌豆分类研究把西藏野豌豆属分为 5 组(表 1)。

等<sup>[23]</sup>对东北 15 种野豌豆属的形态研究表明,叶柄近轴面都具有沟槽,叶均为偶数羽状复叶。刘鹏等<sup>[24]</sup>对 4 个国家的 8 种野豌豆属植物花粉均为单粒。马正华等<sup>[25]</sup>的研究表明,窄叶野豌豆和山野豌豆的种皮颜色均为褐色和深褐色。西藏野豌豆属的叶轴末端为扭曲的卷曲或呈现针状,小

叶多数,稀为 2~6 枚,全缘或具齿,托叶半箭头状或戟形,常锯齿;小托叶缺,花 1~3 朵簇生于叶腋或排列为明显总梗的总状花序;苞片早落,无小苞片,花萼钟状,基部偏斜,萼齿长短不一,雄蕊 10 枚,花丝联合为单体或为 2 组(9+1),其中 1

枚与雄蕊管连合至中部,花药一式;花柱顶部背面有一丛髯毛或花柱顶部周围具柔毛,荚果扁,条形或矩圆形;种子圆球形或扁<sup>[12]</sup>。为方便西藏野豌豆属种质资源的进一步研究,编制了西藏野豌豆属分类检索表(表 2)。

表 2 西藏野豌豆属植物检索表

Table 2 Key to the genus *Vicia* in Tibet

- 1 卷须不发达而变为针状
  - 2 小叶 2~6 枚;花大,长达 2.5~3.3 cm;花柱顶部有丛髯毛。荚果肥大,长 5~8 cm  
..... 蚕豆 *V. faba* L.
  - 2 小叶 2;花小,长 1.6 cm,花柱顶端四周被毛,荚果扁,长 4 cm ..... 歪头菜 *V. unijuga*
- 1 卷须发达,小叶均在 6 枚以上
  - 3 花柱顶端背部有明显的一有髯毛。花序无总梗或近无根,生 1~2 朵花  
..... 窄叶野豌豆 *V. angustifolia*
  - 3 花柱顶端四周被短柔毛。花序有明显的总梗。
    - 4 一年生草本
      - 5 植物体矮小,小叶 6~10,顶端具尖细;总状花序生 2~4 朵花,花较大,长不超过 1.8~2 cm ..... 三齿萼野豌豆 *V. bungei*
      - 5 植物体较大,小叶 14~23,纸质;总状花序生 10~20 朵花,花较小,长不超过 1.2 cm  
..... 野豌豆 *V. bakeri*
    - 4 多年生草本
      - 6 雄蕊 10 枚,连合成单体 ..... 西藏野豌豆 *V. tibetica*
      - 6 雄蕊 10 枚,为 2 组(9+1)或其中 1 枚与雄蕊管连合至中部
        - 7 花冠黄色 ..... 西南野豌豆 *V. nummularia*
        - 7 花冠紫色或蓝紫色
          - 8 旗瓣倒卵状矩形
            - 9 小叶 8~12 枚,矩状椭圆形,近于革质,长 1.5~4 cm,宽 0.5~1.5 cm  
..... 山野豌豆 *V. amoena*
            - 9 小叶 8~16,条形,纸质,长 1.5~2.5 cm,宽 0.5 cm  
..... 多茎野豌豆 *V. multicaulis*
          - 8 旗瓣提琴形,小叶 8~24 枚,条状披针形 ..... 广布野豌豆 *V. cracca*

### 3.2 生物学研究

野豌豆属抗寒性均较强,对温度要求不高,适应性较广<sup>[1]</sup>。刁治民<sup>[5]</sup>研究表明,青海省的野豌豆属植物在林下、林缘、林间草地和山坡荒地等处均能成片生长,青海野豌豆属植物生育期为 100 d 左右,均有较强抗寒性能,昼夜温差大有利于野豌豆属牧草的生长发育,当种子覆土深度处温度为 8℃时,从播种到出苗 15 d,生长发育期间气温稳定在 12℃以上时,生长最快,每日茎可长 1.0~1.5 cm,日照时间每日 13 h 以上时,野豌豆的结实良好。贾文秀等<sup>[26]</sup>的研究表明,山野豌豆种子萌发时的最佳温度为 15~25℃。王颖<sup>[27]</sup>的研究表明,广布野豌豆的最适发芽温度为 20~30℃,

盛花后 36~42 d 适宜收获。10 种野豌豆植物在山坡草地、灌丛下、公路旁的草丛中均能生长,植物的生长发育的最适温度在 25℃左右,有较强的喜光性,一般能耐旱或需要充足的水分条件,以疏松肥沃的中性土壤(pH6.0~7.0)为宜,也能在微酸性土壤上生长,当土壤酸度低于 pH5 时不利出苗。

### 3.3 经济价值研究

3.3.1 营养价值 野豌豆属牧草营养成分指标的测定值越高,说明牧草的品质越好,营养价值越高<sup>[28-31]</sup>。刁治民<sup>[5]</sup>对青海野豌豆属 8 种植物研究表明,粗蛋白为 6.06%~17.50%,粗脂肪为 1.25%~3.74%,无氮浸出物为 37.13%~42.54%,

营养价值较高。吴秋珏等<sup>[32]</sup>对豫西地区9种野生牧草营养成分的分析表明,野豌豆的粗蛋白质含量最高。宋敏等<sup>[33]</sup>对山野豌豆研究结果表明,叶的粗蛋白质含量(21.79%)较高,含有动物必需的氨基酸,适口性较好。总之,野豌豆属植物均含有较为丰富的营养成分。

3.3.2 改土肥田 土壤贫瘠是西藏生产效益低下的一个重要原因<sup>[34]</sup>。由于化肥用量的增加不仅提高了农业生产成本,更为严重的是破坏了土壤结构<sup>[35-36]</sup>,降低了土壤肥力和蓄水保墒的能力<sup>[36]</sup>,从而使农业生态系统的功能衰退,生态环境恶化<sup>[37]</sup>,同时使用大量的无机态氮肥还会导致植物中硝酸盐的超量积聚<sup>[38-39]</sup>,造成牲畜疾病<sup>[40]</sup>。而野豌豆属等豆科牧草具有较高的地上和地下生物量<sup>[39]</sup>,其根的分泌物较禾本科牧草的分泌物具有更强的酸性,有助于土壤中复杂的有机物质和无机物质的溶解,使其变为可给养料,供给植物吸收利用<sup>[40]</sup>。陈学森等<sup>[41]</sup>的研究结果表明,长柔毛野豌豆的栽培能够提高土壤肥力。韩新文等<sup>[42]</sup>认为野豌豆根瘤固定的氮素可以有效的提高土壤全氮含量3%~4%。马丹丹<sup>[43]</sup>的研究表明,野豌豆根部的土壤全氮含量为644 mg·kg<sup>-1</sup>。朱永官等<sup>[44]</sup>的研究表明,土壤中的氮素来自共生固氮菌的占33.2%。刘璐等<sup>[45]</sup>认为野豌豆属可以借助根瘤菌的共生固氮作用正常生长发育。刘尧<sup>[46]</sup>认为根瘤菌共生固氮体系可以把改良土壤、提高作物产量、节约化学氮肥使用量。野豌豆植物根系上着生大量根瘤菌,并具有固氮能力,其根系能够在土壤里活化、吸收养分,能明显的提高根瘤的固氮活性<sup>[47]</sup>,而较高的根瘤的固氮活性有很好的促进土壤肥力的作用<sup>[48]</sup>,对土壤的理化性质和养分状况产生良好的影响,降低肥料使用成本。

3.3.3 改善生态环境 随着自然和人为的影响,西藏高寒草地植被盖度下降,毒杂草比例上升,生态环境恶化<sup>[49]</sup>。因此,采用植被恢复措施对改善西藏的生态环境具有重要经济效益。韦革宏等<sup>[50]</sup>研究表明,根瘤菌共生体系在重金属污染地的修复中具有优越性。Bradshaw等<sup>[51]</sup>认为,在废弃地植被恢复中种植野豌豆属等豆科植物不仅能提供大量的土壤有机物质,而且可以为幼苗提供额外的N素,起到生态恢复的作用。张悦等<sup>[52]</sup>认为野豌豆属等豆科牧草随着生长年限的延长,地上的覆盖面积逐年扩大而形成茂密的草层,是

理想的水土保持植物。邱爱军<sup>[53]</sup>认为野豌豆属植物的根系发达,其紧密的根网可以抵抗侵蚀,茂密的枝叶可阻缓径流。王心星<sup>[54]</sup>认为野豌豆属等豆科间套作可以减少约45%的地表径流所造成的土壤侵蚀。丁少君<sup>[55]</sup>认为豆科牧草在水土保持、防风固沙和增强土壤的蓄水能力方面具有重要作用。李希铭等<sup>[56]</sup>认为野豌豆属等豆科植物由于抗逆性强、生长迅速、对土壤能起到一定改良效果常被用于矿山修复和水土保持。刁治民<sup>[5]</sup>也认为野豌豆属植物栽培于水土流失较重的地方,可以起到水土保持的作用。因此,野豌豆属是西藏主要的豆科牧草,利用野豌豆属适应性强,根系发达、茎叶繁茂、覆盖度大、减少冲刷、拦截径流,以及防风固沙、水土保持的特性来对高寒草地严重退化的区域进行植被恢复,改善生态环境。

3.3.4 药用价值 野豌豆属不仅具有较高的营养价值,而且也是珍贵的药用植物<sup>[13]</sup>。曹岚等<sup>[57]</sup>的研究结果表明,西藏野豌豆、广布野豌豆和多茎野豌豆的全草具有祛风除湿、活血、止痛、止咳、祛痰的功效。柳白乙拉<sup>[58]</sup>研究结果表明,广布野豌豆和多茎野豌豆歪头菜有利尿、消肿、愈伤之功效,主要用于水肿、创伤。康廷国等<sup>[59]</sup>的研究表明,东北歪头菜与山野豌豆作为“透骨草”入药。张健琛<sup>[60]</sup>研究结果表明,野豌豆属具有解热清毒,消炎利尿,主治肾炎、水肿病的功效。因此,合理的开发西藏野豌豆属的广布野豌豆、多茎野豌豆、山野豌豆等的药用资源,科学的管理栽培药用植物,能为西藏带来一定的经济效益。

#### 4 野豌豆属的栽培措施

西藏不同地区环境差异较大,野豌豆栽培应选择充足的光照、适宜的温度、良好的排灌条件下肥沃疏松的中性土壤为宜<sup>[61]</sup>。西藏地区野豌豆属的播种时间最好是在初夏预计到来前播种,可单播,也可以和禾本科牧草混播,以保护其不受杂草抑制<sup>[61]</sup>。播种前人工选择饱满的优质种子选择晴天翻晒1~2 d,提高种子活力,保证种子成功萌发和正常成苗<sup>[62]</sup>。播种方法可条播或撒播,一般行距50~60 cm、播种量45~75 kg·hm<sup>-2</sup>,播种深度宜在3~4 cm<sup>[61]</sup>。野豌豆在苗期可进行中耕除草,生长期可追肥,当土壤干旱时应适当灌水。一般情况下,野豌豆属在生长期施有机肥2 000~3 000 kg·667 m<sup>-2</sup>、过磷酸钙25~30 kg·667 m<sup>-2</sup>、尿素10 kg·667 m<sup>-2</sup>、氯化钾15~20 kg·667 m<sup>-2</sup>或

草木灰  $100\text{ kg}\cdot 667\text{ m}^{-2}$  适量施氮肥和接种根瘤菌来保证结实率。播种后种子覆土  $3\sim 5\text{ cm}$ , 种植密度应遵循薄地宜稀、肥地宜密的原则合理利用土壤和光能<sup>[61-62]</sup>。

## 5 结论与展望

野豌豆属的种质资源丰富, 营养价值高, 能有效改善土壤肥力和生态环境, 经济价值高, 是西藏优良的豆科牧草。

西藏野豌豆种质资源有 10 种, 可分为 5 组, 主要在拉萨、林芝、波密等地, 西藏野豌豆属主要分布在 3 000 m 以上高寒、高海拔地区灌丛下或草从中广泛分布; 野豌豆属为豆科一年生或多年生草本植物, 形态变化多样, 抗寒抗旱性较强, 营养价值较高, 也是珍贵的药用植物; 野豌豆属不仅能提高土壤肥力, 改良土壤结构, 还可以减少化肥使用量, 降低成本。同时其根系发达、茎叶繁茂、覆盖度大可作为水土保持植物, 也可以起到生态恢复的作用。

西藏属于半农半牧地区, 土壤贫瘠, 产草量低, 因此, 野豌豆的栽培有利于高寒草地畜牧业生态经济的发展, 在应对西藏生态问题时, 可以继续挖掘野豌豆的潜在价值, 构建草地可持续发展对于推动畜牧业供给侧结构性改革具有重要的现实意义。

## 参考文献:

- [1] Liu Z, Ma L, Nan Z, et al. Comparative transcriptional profiling provides insights into the evolution and development of the zygomorphic flower of *Vicia sativa* (Papilionoideae)[J]. Plos One, 2013, 8(2): 573-538.
- [2] 王赞文, 南志标, 王彦荣, 等. 高山草原条件下一年生豆科牧草生产性能的评价[J]. 草业学报, 2001, 10(2): 47-55.
- [3] 王红梅, 陶雅, 孙启忠, 等. 呼伦贝尔草原六种牧草青贮特性研究[J]. 中国草地学报, 2014, 36(1): 58-63.
- [4] 洪锐民, 关明阳. 松嫩草原的植被类型及主要饲用植物类群[J]. 东北农业大学学报, 1996(2): 152-157.
- [5] 刁治民. 青海野豌豆属植物及根瘤菌资源的研究[J]. 草业与畜牧, 2000(4): 41-44.
- [6] 谢开云, 赵云, 李向林, 等. 豆-禾混播草地种间关系研究进展[J]. 草业学报, 2013, 22(3): 284-296.
- [7] 魏学红, 郑维列, 张跃为. 西藏野生优良牧草资源及其开发利用[J]. 中国野生植物资源, 2004, 23(4): 24-25.
- [8] 张英俊, 杨高文, 刘楠, 等. 草原碳汇管理对策[J]. 草业学报, 2013, 22(2): 290-299.
- [9] 李会科, 赵政阳, 张广军. 种植不同牧草对渭北苹果园土壤肥力的影响[J]. 西北林学院学报, 2004, 19(2): 31-34.
- [10] 韩玉峰, 茅庭玉. 几种多年生豆科牧草的水土保持效益[J]. 草业科学, 1993(2): 6-10.
- [11] 郭旭生, 丁武蓉, 玉柱. 青贮饲料发酵品质评定体系及其新

- 进展[J]. 中国草地学报, 2008, 30(4): 100-106.
- [12] 吴征镒. 西藏植物志[M]. 北京: 科学出版社, 1983.
- [13] 刘云波, 赵一之. 蒙古高原野豌豆属植物的分类研究[J]. 内蒙古大学学报(自然版), 2001, 32(1): 66-73.
- [14] 王燕红, 姚燕, 张学杰, 等. 山东省野豌豆属野生种质资源调查[J]. 宁夏农林科技, 2013, 54(2): 95-96.
- [15] 中国科学院青藏高原科学考察队. 西藏植物志[M]. 北京: 科学出版社, 1985.
- [16] Arslan E, Kuddisi Ertugrul, Ayse Bedia Öztürk. Karyological studies of some species of the genus *Vicia* L. (Leguminosae) in Turkey [J]. Caryologia, 2012, 65 (2): 106-113.
- [17] Ball P W. Flora Europaea[M]. Cambridge: Cambridge University, 1968: 129-136.
- [18] Hanelt P A, Mettin D. Biosystematics of the Genus *Vicia* L. (Leguminosae)[J]. Annual Review of Ecology & Systematics, 1989, 20(1): 199-223.
- [19] Maxted N, Callimassia M A, Bennett M D. Cytotaxonomic studies of Eastern Mediterranean *Vicia*, species (Leguminosae)[J]. Plant Systematics & Evolution, 1991, 177(3-4): 221-234.
- [20] 夏振岱. 中国野豌豆属的分类研究[J]. 中国科学院大学学报, 1996, 34(4): 421-433.
- [21] 维宏佳, 刘亚斌, 常朝阳. 29 种中国野豌豆属植物叶表皮微形态特征及其系统学意义[J]. 西北植物学报, 2015, 35(1): 76-88.
- [22] 苏亚拉图, 音扎布. 内蒙古野豌豆属植物的花粉形态研究[J]. 内蒙古师范大学学报(自然科学汉文版), 1998(3): 215-222.
- [23] 史传奇, 刘玫, 王臣, 等. 东北野豌豆族植物叶形态结构的研究及其分类学意义[J]. 草业学报, 2014, 23 (6): 157-166.
- [24] 刘鹏, 马利超, 王宇, 等. 野豌豆属牧草种质花粉形态的扫描电镜观察[J]. 草业科学, 2013, 30(11): 1755-1761.
- [25] 马正华, 田丰. 野豌豆属种子硬实特性研究[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2013(21): 97-99.
- [26] 贾文秀, 金雄, 王俊杰, 等. 山野豌豆种子生物学特性及形态特征研究[J]. 现代农业科技, 2014(13): 69-71.
- [27] 王颖. 广布野豌豆荚果和种子发育动态及种子适宜收获时间的确定[D]. 长春: 东北师范大学, 2008.
- [28] Falkner L K, Casler M D. Preference for smooth brome-grass clones is affected by divergent selection for nutritive value[J]. Cropence, 1998, 38(3): 690-695.
- [29] Casler M D. Breeding forage crops for increased nutritional value[J]. Advances in Agronomy, 2001, 71(01): 51-107.
- [30] Stevenr L, Henryf M. Comparative mapping of fiber, protein, and mineral content QTLs in two interspecific *Leymus wildrye* full-sib families [J]. Molecular Breeding, 2007, 20(4): 331-347.
- [31] Soest P J V. Nutritional ecology of the ruminant[J]. Cornell University, 1982, 44(11): 2552-2561.
- [32] 吴秋珏, 王建平, 徐廷生, 等. 豫西地区几种野生牧草营养成分的分析[J]. 饲料与畜牧, 2007(8): 41-42.
- [33] 宋敏, 于洪柱, 娄玉洁. 山野豌豆生物学特性及其利用[J].

- 草业与畜牧,2011(4):5-6.
- [34] 胡颂杰. 西藏农业概论[M]. 成都:四川科学技术出版社,1995.
- [35] Hua C. Effect of compost and chemical fertilizer on soil nematode community in a Chinese maize field[J]. *European Journal of Soil Biology*,2010,46(3):230-236.
- [36] 张奇春,王雪芹,时亚南,等. 不同施肥处理对长期不施肥区稻田土壤微生物生态特性的影响[J]. *植物营养与肥料学报*,2010,16(1):118-123.
- [37] 李秀英,赵秉强,李絮花,等. 不同施肥制度对土壤微生物的影响及其与土壤肥力的关系[J]. *中国农业科学*,2005,38(8):1591-1599.
- [38] 周松秀,田亚平,刘兰芳. 南方丘陵区农业生态系统适应能力及其驱动因子——以衡阳盆地为例[J]. *生态学报*,2015,35(6):1991-2002.
- [39] Liang X Q,Chen Y X,Li H,et al. Modeling transport and fate of nitrogen from urea applied to a near-trench paddy field. [J]. *Environmental Pollution*,2007,150(3):313.
- [40] Xiao T J,Yang Q S,Wei R,et al. Effect of inoculation with arbuscular mycorrhizal fungus on nitrogen and phosphorus utilization in upland rice-mungbean intercropping system[J]. *Journal of Integrative Agriculture*,2010,9(4):528-535.
- [41] 陈学森,张瑞洁,王艳廷,等. 苹果园种植长柔毛野豌豆结合自然生草对土壤综合肥力的影响[J]. *园艺学报*,2016,43(12):2325-2334.
- [42] 韩新文,刘伟,刘燕. 借鉴日本的土壤培肥管理成果提高大豆品质和产量[J]. *大豆科技*,2010(2):41-44.
- [43] 马丹丹. 野生豆科牧草根瘤菌及其固氮活性的研究[D]. 长春:东北师范大学,2006.
- [44] 朱永官,段桂兰,陈保冬,等. 土壤-微生物-植物系统中矿物风化与元素循环[J]. *中国科学:地球科学*,2014,1(6):1107-1116.
- [45] 刘璐,詹庆才,彭伟正. 根瘤菌生物地理学的研究进展[J]. *微生物学报*,2018,58(2):202-208.
- [46] 刘尧. *Bradyrhizobium diazoefficiens* 4534 和 4222 菌株选择性结瘤的分子生物学机理比较研究[D]. 北京:中国农业科学院,2015.
- [47] 夏玄,龚振平. 氮素与豆科作物固氮关系研究进展[J]. *东北农业大学学报*,2017(1):79-88.
- [48] 闫飞扬,段廷玉,张峰. 农业管理措施对 AM 真菌功能影响的研究进展[J]. *草业科学*,2014,31(12):2230-2241.
- [49] Gao Q Z,Yue L,Wan Y F,et al. Dynamics of alpine grassland NPP and its response to climate change in North ern Tibet[J]. *Climatic Change*,2009,97(3-4):515.
- [50] 韦革宏,马占强. 根瘤菌-豆科植物共生体系在重金属污染环境修复中的地位、应用及潜力[J]. *微生物学报*,2010,50(11):1421-1430.
- [51] Bradshaw A D,Chadwick M J. The restoration of land. The ecology and reclamation of derelict and degraded land[J]. *Environmental Pollution*,1980,2(4):322-322.
- [52] 张悦,邸万通,王晶晶,等. 北方农牧交错带间套作资源利用的研究进展[J]. *生态学杂志*,2017,36(9):2623-2632.
- [53] 邱爱军. 中国帕米尔高原豆科植物研究[D]. 乌鲁木齐:石河子大学,2005.
- [54] 王心星. 不同作物间套作对作物养分吸收、养分径流损失、产量和经济效益的影响[D]. 长沙:湖南农业大学,2015.
- [55] 丁少君. 水土保持优良植物引进与推广[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2012.
- [56] 李希铭,李金波,宋桂龙,等. 35 份草本植物镉吸收与富集特征比较[J]. *草业科学*,2018,35(4):760-770.
- [57] 曹岚,杜小浪,钟卫红. 豆科藏药品种与标准整理[J]. *中国中药杂志*,2015,40(24):4914-4922.
- [58] 柳白乙拉. 蒙药正典[M]. 北京:民族出版社,2006.
- [59] 康廷国,阎玉凝,吴德康. 中药鉴定学专论[M]. 北京:人民卫生出版社,2009.
- [60] 张健琛. 川西北高寒草地豆科植物资源的经济利用[J]. *草业与畜牧*,1996(2):14-15.
- [61] 金涛,尼玛扎西. 西藏农区饲草生产技术研究[M]. 北京:中国农业科学技术出版社,2011.
- [62] 马其东. 优质豆科牧草栽培管理技术[M]. 北京:台海出版社,2003.

## Research Progress on Germplasm Resources and Application of *Vicia* in Tibet

PENG Yan<sup>1</sup>, NAN Ji<sup>2</sup>, MA Su-jie<sup>2</sup>, WEI Xue-hong<sup>2</sup>

(1. Institute of Plateau Ecology, Tibet Agricultural and Animal Husbandry University, Tibet Key Laboratory of Forest Ecology in Plateau Area, Ministry of Education, National Key Station of Field Scientific Observation & Experiment in Nyingchi Tibet, Nyingchi 860000, China; 2. Animal Science College, Tibet Agricultural and Animal Husbandry University, Nyingchi 860000, China)

**Abstract:** *Vicia* has become an important artificial forage because of its cold and drought resistance, wide distribution, high economic value, good palatability and rich germplasm resources. In this paper, the grouping and geographical distribution of wild pea germplasm resources in Tibet were investigated comprehensively and systematically. According to the morphological and biological characteristics of wild pea, the application of wild pea in nutritional composition, soil fertility improvement, vegetation restoration and medicinal value was analyzed. At the same time, some suggestions on cultivation of *Vicia* were put forward. The basis for the development of artificial grassland is provided.

**Keywords:** *Vicia*; resources; economic benefit