

三江并流区域野生荞麦资源的考察与收集

李伟¹, 唐宇¹, 张松¹, 冯西博², 廖文华³, 李周⁴, 王韵雪⁴, 张凯旋¹, 王俊珍⁵, 周美亮¹

(¹中国农业科学院作物科学研究所, 北京 100081; ²西藏农牧学院植物科学学院, 林芝 860000; ³西藏自治区农牧科学院农业研究所, 拉萨 850032; ⁴昭通市农业科学院, 云南昭通 657000; ⁵凉山彝族自治州农业科学研究院, 四川凉山 615000)

摘要: 三江并流区域是指怒江、金沙江和澜沧江在云南省境内并流而不交汇的横断山脉纵谷地带, 拥有丰富的植物资源。为了摸清该区域荞麦种质资源的分布情况, 中国农业科学院作物科学研究所野生荞麦考察队于2020-2022年对该地区进行了野生荞麦调查和收集工作, 共收集了荞麦属下属的8个种60份材料。调查结果表明, 金沙江流域是三江并流区域中野生荞麦种类最丰富的地区, 金荞麦和细柄野荞麦是分布范围最广的野生荞麦, 其他野生荞麦的分布具有明显的地域性, 在调查中发现了再生能力强型、多花多分枝型细柄野荞麦、多花多分枝型心叶野荞麦和粉红色花型金荞麦4种特殊的野生荞麦资源。调查结果对该地区荞麦属种质资源的针对性保护和利用奠定了坚实基础, 同时也为荞麦的起源驯化研究提供了一定的参考。

关键词: 三江并流; 野生荞麦; 种质资源

Investigation and Collection of Wild Buckwheat Resources in the Three Parallel Rivers of Yunnan Protected Areas

LI Wei¹, TANG Yu¹, ZHANG Song¹, FENG Xi-bo², LIAO Wen-hua³, LI Zhou⁴, WANG Yun-xue⁴,

ZHANG Kai-xuan¹, WANG Jun-zhen⁵, ZHOU Mei-liang¹

(¹Institute of Crop Sciences, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081; ²Plant Sciences College, Tibet Agricultural and Animal Husbandry University, Linzhi 860000; ³Agricultural Research Institute, Tibet Academy of Agricultural and Animal Husbandry Sciences, Lhasa 850032; ⁴Zhaotong Academy of Agricultural Sciences, Zhaotong 657000, Yunnan; ⁵Liangshan Yi Autonomous Prefecture Academy of Agricultural Sciences, Liangshan 615000, Sichuan)

Abstract: The Three Parallel Rivers of Yunnan Protected Areas refers to the longitudinal valley of the Hengduan Mountains where the Nu River, Jinsha River and Lancang River flow in parallel in Yunnan province, and has rich plant resources. In order to find out the distribution of buckwheat germplasm resources in this area, the wild buckwheat expedition team of the Institute of Crop Science of the Chinese Academy of Agricultural Sciences conducted a 15-day wild buckwheat survey in the area from 2020 to 2022, collected a total of 60 materials from 8 species of the genus *Fagopyrum* Miller. The survey results show that the Jinsha River basin has the most species of wild buckwheat in the Three Parallel Rivers of Yunnan Protected Areas. *Fagopyrum cymosum* and *F. gracilipes* have the widest distribution range, and the distribution of other wild buckwheat had obvious regional characteristics. Four kinds of special wild buckwheat resources were found, which were *F. gracilipes* with strong regenerative ability, *F. gracilipes* with multi-flowered and multi-branched characteristics, *F. gilesii* with multi-flowered and multi-branched phenotype, *F. cymosum* with pink flowers. The survey results laid a solid foundation for the targeted conservation and utilization of buckwheat germplasm resources in this region, and provided certain reference value for the study of the origin and domestication of buckwheat.

Key words: Three Parallel Rivers of Yunnan Protected Areas; wild buckwheat; germplasm resource

收稿日期: 2022-12-25 修回日期: 2023-02-08 网络出版日期: 2023-02-23

URL: <https://doi.org/10.13430/j.cnki.jpgr.20221225001>

第一作者研究方向为荞麦种质资源学, E-mail: 861709947@qq.com

通信作者: 王俊珍, 研究方向为荞麦、燕麦种质资源、育种和栽培技术, E-mail: wangjunzhen108@163.com

周美亮, 研究方向为作物种质资源学及其次生代谢物生物合成分子调控机理, E-mail: zhoumeiliang@caas.cn

基金项目: 国家重点研发计划(2021YFD1200100, 2021YFD1200105)

Foundation project: National Key R&D Program of China(2021YFD1200100, 2021YFD1200105)

三江并流区域是指位于我国云南省境内的怒江、澜沧江和金沙江在高山之间并流而不交汇的区域,拥有“四山并列,三江并流”的世界自然奇观,海拔跨度760~6740 m,是东亚、南亚和青藏高原的交汇区,拥有河流峡谷、雪山冰川、高原草甸、高山丹霞等各种地貌,气候类型多样,植被资源丰富,国土面积仅占我国国土总面积的0.4%左右,但高等植物和动物种类却占我国的20%左右,被誉为“世界生物基因库”^[1]。

荞麦是蓼科(Polygonaceae)荞麦属(*Fagopyrum*)植物,目前在世界上已报道有22个种,中国是荞麦的起源国,拥有世界上最丰富的荞麦属种质资源^[2-3]。20世纪以来,国内外学者对中国境内的野生荞麦进行了多次考察研究,发现并命名了多个荞麦属新种,极大地丰富了荞麦属的物种数量,并就荞麦的起源中心提出各种假说。Ohnishi^[4-5]和Konishi等^[6]认为三江并流地区是栽培甜荞的起源地,川滇藏交界处是栽培苦荞的起源中心。因此开展三江并流区域的野生荞麦种质资源的调查与收集,对于研究栽培荞麦的起源驯化、荞麦属植物的地理分布范围、物种特征特性以及制定保护策略具有重要意义,同时也为荞麦现代生物育种提供了重要的基因资源。

1 材料与方 法

1.1 三江并流区域概况及考察范围

三江并流区域地处青藏高原东南部,属青藏高原南延、向云贵高原过渡的横断山脉的纵谷地带,地理坐标位于98°~100°30'E,25°30'~29°N之间。区域内海拔变化呈垂直型地带分布,从760 m的怒

江干热河谷到6740 m的卡瓦格博峰,汇集了高山峡谷、雪峰冰川、高原湿地、森林草甸、淡水湖泊等不同类型的地貌景观^[7-9]。

本次考察以怒江、澜沧江和金沙江并流区域为主线,主要包括云南省丽江市的玉龙纳西族自治县,怒江傈僳族自治州的福贡、贡山两县,迪庆藏族自治州的香格里拉市、德钦县和维西傈僳族自治县。

1.2 调查与收集

根据三江并流区域的植被和地形特点,考察组于2020年10月、2021年9月和2022年10月分别深入玉龙纳西族自治县和香格里拉市、德钦县和维西县以及福贡县和贡山县开展野外调查和收集活动。调查内容主要包括野生荞麦的地理分布范围、生境特点、种群数量和形态特征,详细记录其经纬度和海拔高度并拍照留存,对已有成熟种子的野生荞麦收集种子,编号并记录特征。

2 结果与分析

2.1 收集到的野生荞麦种类

考察组在此区域中收集到金荞麦(*Fagopyrum cymosum* (Trevir.) Meisn)、细柄野荞麦(*F. gracilipes* (Hemsl.) Dammer. ex Dielx)、心叶野荞麦(*F. gilesii* (Hemsl.) Hedb)、甜荞野生种(*F. esculentum* subsp. *ancestrale* Ohnishi)、小野荞麦(*F. leptopodum* (Dielx) Hedb)、羌彩野荞麦(*F. qiangcai* D.Q.Bai)、金沙野荞麦(*F. jinshaense* Ohsako & Ohnishi)和苦荞野生种(*F. tataricum* subsp. *potanini* Batalin)等8个种共计60份野生荞麦资源,其中金荞麦和细柄野荞麦分布较广,共收集47份(表1)。

表1 三江并流区域野生荞麦种类、数量及分布

Table 1 Wild buckwheat species, collection quantity and distribution areas in the Three Parallel Rivers of Yunnan Protected Areas

种名 Species	收集地 Distribution area	采集数量 Collection quantity	海拔范围(m) Altitude range
金荞麦 <i>F. cymosum</i>	福贡、贡山、香格里拉、维西、玉龙	23	907~2520
细柄野荞麦 <i>F. gracilipes</i>	福贡、贡山、香格里拉、维西、玉龙	24	1500~3361
心叶野荞麦 <i>F. gilesii</i>	德钦	4	2105~3200
甜荞野生种 <i>F. esculentum</i> subsp. <i>ancestrale</i>	香格里拉、玉龙	2	1813~2800
金沙野荞麦 <i>F. jinshaense</i>	香格里拉、玉龙	2	2030~2930
小野荞麦 <i>F. leptopodum</i>	德钦、玉龙	2	1970~2140
羌彩野荞麦 <i>F. qiangcai</i>	德钦	1	2129
苦荞野生种 <i>F. tataricum</i> subsp. <i>potanini</i>	香格里拉	2	3050~3500

2.2 三江并流区域野生荞麦分布特点

2.2.1 怒江流域野生荞麦的分布 三江并流区域中怒江流域主要包括怒江傈僳族自治州的福贡县和贡山县,由高黎贡山、怒江和怒山组成,气候湿润,植被茂密,年降水量十分丰富。该地区的野生荞麦种类较少,主要以金荞麦为主,零散分布有少量的细柄野荞麦。金荞麦主要分布在海拔907~2100 m的山坡、河边,群体密度较大,怒江两岸随处可见。细柄野荞麦主要分布于田埂坡地,海拔1500~2100 m,群体较少,多在田间路边零星分布。

2.2.2 澜沧江流域野生荞麦的分布 三江并流中的澜沧江流域主要包括迪庆藏族自治州的德钦县部分地区、维西傈僳族自治县,该区域由怒山、澜沧江和云岭组成,该地区北部寒冷干燥,植被缺乏,南部地区属于亚热带与温带季风高原山地气候,温度及降水量比北部地区略高。北部地区心叶野荞麦分布极为广泛,在路边的山坡及岩石堆成片分布,海拔高度2105~3200 m,而细柄野荞麦和金荞麦随着气候变化,由北向南分布数量逐渐增加。细柄野荞麦多分布在河谷等地带的农田及菜园中,海拔高度2122~3361 m,金荞麦主要生长在南部温暖湿润、植被丰富、向阳的山谷及坡地中,海拔高度1700~2400 m。

2.2.3 金沙江流域野生荞麦分布 三江并流中的金沙江流域主要包括香格里拉市、玉龙纳西族自治县、德钦县部分地区,该区域由云岭、金沙江和沙鲁里山组成,地势南低北高,海拔差异大,气候结构复杂,由河谷亚热带逐渐向高山寒带过渡^[9]。该地区的野生荞麦资源种类较为丰富,主要有金荞麦、细柄野荞麦、甜荞野生种、金沙野荞麦、心叶野荞麦、小野荞麦、苦荞野生种和羌彩野荞麦等8个类型。其中金荞麦主要分布在这段流域的中下游河谷地段部分,海拔高度范围为1790~2520 m;细柄野荞麦与金荞麦分布范围类似,主要生长于河谷地段的农田中,海拔高度1790~3219 m;甜荞野生种则主要分布于这段流域的下游部分,特别是沿江两岸的山坡及岩石丛中数量较多,海拔高度范围为1813~2800 m;金沙野荞麦分布于该流域中的上中游部分,在沿江两岸呈零星分布,其抗旱耐瘠能力强,主要生长于植被少的山坡及碎石地中,海拔高度范围为2030~2930 m;心叶野荞麦在这个区域分布的范围和数量比金沙野荞麦小,仅在一些干旱少雨、贫瘠而无其他杂草的碎石堆生长;小野荞麦主要分布

于该流域中下游地段,呈零星分布,生长环境与金沙野荞麦类似,海拔高度范围为1970~2140 m;苦荞野生种主要分布于香格里拉市区周边,生长于农户住宅周边的田间地头,海拔高度范围为3050~3500 m;羌彩野荞麦发现于德钦县,数量极少,海拔高度为2129 m。

2.3 三江并流区域野生荞麦的特征

2.3.1 金荞麦 该地区的金荞麦花果期8~10月,株型以斜升型为主,株高150~300 cm;叶片以不规则三角形、箭形、戟形为主;伞状花序,花被颜色白色,花柱有长短两种类型;异花授粉,结实差,瘦果长锥形,果皮绿色(图1A)。怒江流域的金荞麦较为特殊,其植株矮小,株高80~130 cm,分枝较少,叶片卵圆形或近卵圆形(图1B)。

2.3.2 细柄野荞麦 细柄野荞麦花果期9~10月,株型以斜升为主,株高10~70 cm,茎直立,自基部开始分枝;叶片为卵圆型或三角型;花序总状,腋生或顶生,花色有白色和粉红色,花簇在花序梗上排列紧密,自花授粉(图1C)。

2.3.3 甜荞野生种 甜荞野生种属于栽培种甜荞(*F. esculentum*)的亚种。Ohnishi^[10]认为该类型为栽培种甜荞的祖先,即栽培种甜荞由该类型进化而来。该区域内甜荞野生种花果期7~10月,植株高大,株高130~210 cm;茎斜生,分枝力强,基部或中下部分枝,每株分枝可达几十个;花序分枝呈伞房状或圆锥状,聚伞花簇密集,花白色或粉红色,花柱有长短两种类型;异花授粉,结实率较高,落粒性严重(图1D)。

2.3.4 苦荞野生种 苦荞野生种株高范围为60~120 cm,株型多为匍匐型和半直立型;花色浅绿色,伞房状花序腋生或顶生;自花授粉,开花结实期8~9月,结实率较高,通常为20%~35%,最高可达45%以上,成熟后易落粒(图1E)。

2.3.5 心叶野荞麦 心叶野荞麦茎直立或斜升,株高10~30 cm,基部分枝;叶绿色或红色,心形;花序重叠,头状,花序梗通常二歧分支,花被粉红色或白色,花柱有长短两种类型,异花授粉(图1F)。

2.3.6 金沙野荞麦 金沙野荞麦由Ohsako^[11]和Ohnishi^[10]于2002年在该区域发现,仅见于金沙江流域,是该区域的特有种。株高10~25 cm,茎直立或者斜升,红色;叶片绿色或红色;总状花序类穗状,顶生或腋生。花柱有长短两种类型,异花授粉(图1G)。该种与小野荞麦和心叶野荞麦有较多相似之处,许多人常将其与小野荞麦混淆。其与心叶

野荞麦区别的特征是总状花序类穗状,叶片非心形;与小野荞麦的区别特征是无明显主茎,肉质叶片,较光滑,光泽不明显。

2.3.7 小野荞麦 小野荞麦花果期8-10月。株高

5~40 cm,茎直立,下部分枝;叶片集中在下部,上部无叶片,叶片三角形或者三角状卵形,绿或红色;花梗较细,总状花序,白色或者粉红色,花柱有长短两种类型,异花授粉(图1H)。



A: 金荞麦; B: 金荞麦(怒江); C: 细柄野荞麦; D: 甜荞野生种; E: 苦荞野生种; F: 心叶野荞麦; G: 金沙野荞麦; H: 小野荞麦; I: 羌彩野荞麦; 图E-I中箭头所指为野生荞麦

A: *F. cymosum*; B: *F. cymosum* (in Nu Jiang River); C: *F. gracilipes*; D: *F. esculentum* subsp. *ancestrale*; E: *F. tataricum* subsp. *potanini*; F: *F. gilesii*; G: *F. jinshaense*; H: *F. leptopodum*; I: *F. qiangcai*; Wild buckwheat is pointed by arrows in Fig. E-I

图1 三江并流区域收集到的野生荞麦

Fig.1 Wild buckwheat in the Three Parallel Rivers of Yunnan Protected Areas

2.3.8 羌彩野荞麦 本次考察在德钦县境内意外发现羌彩野荞麦。该种先前仅发现于四川省阿坝藏族自治州汶川、理县等局部地带,生长于海拔1200~1900 m左右的山坡碎石堆中。此次在迪庆藏族自治州德钦县路边碎石堆中发现少量羌彩野荞麦,海拔高度2129 m,居群较小。该种花果期为8-11月,典型特征为茎矮小,斜升或平卧;叶片肉质、稍肉质或厚纸质,叶片表面绿色或暗绿色,具有灰色或灰白色斑块;花序轴上疏散或间断排列,花柱有长短两种类型,异花授粉(图1I)。本次调查时间在10月底,时间上偏晚,不排除可能还有较多的植株因枯萎而未发现,待今后继续进行深入调查。

2.4 特殊野生荞麦

2.4.1 再生能力强型细柄野荞麦 在贡山县考察

时发现。该植株生长于山坡碎石堆中,居群小。株高35~55 cm,分枝少,长度长;穗状花序,稀疏,粉色花,无翅;叶片为三角形,较小,老叶红,大部分已凋落,新叶为绿色,从叶腋和分枝处不断冒出;结实率低,籽粒成熟度高,落粒性较强(图2A)。

2.4.2 多花多枝型细柄野荞麦 在福贡县考察时发现。该植株生长于路旁田埂上,居群较大。株高30~40 cm,分枝多且长,一级分枝上长有二级分枝;穗状花序,密集,粉色花,有翅;叶片为短三角近卵圆形,较大;结实率高,籽粒成熟度低,落粒性强(图2B)。

2.4.3 多花多分枝型心叶野荞麦 在德钦县考察时发现。生长于山坡碎石堆中,海拔高度2100 m。株高45 cm左右,茎粗1 cm,基部分枝多,长度长,木质化严重;头状花序,叶片心形,绿色;结实率低,落

粒性严重。其区别于一般心叶野荞麦的特征为:植株高大,茎粗且基部分枝极多、密,花序多而密集(图2C)。

2.4.4 粉红花色型金荞麦 在维西县考察时发现。

生长于山坡碎石堆中,海拔高度1797 m。居群较小。植株较矮小,株高120~150 cm,茎直立;叶片戟形,花序伞房状,花簇密集,花被片粉红色;结实率极低(图2D)。



A:再生能力强型细柄野荞麦(箭头所指);B:多花多枝型细柄野荞麦;C:多花多分枝型心叶野荞麦;D:粉红花色型金荞麦
A: *F. gracilipes* with strong regenerative ability (pointed by arrows); B: *F. gracilipes* with multi-flowered and multi-branched characteristics;
C: *F. gilesii* with multi-flowered and multi-branched phenotype; D: *F. cymosum* with pink flowers

图2 特殊野生荞麦

Fig.2 Wild buckwheat with special phenotype

3 讨论

3.1 三江并流区域地理特征对野生荞麦资源的影响

本次调查发现,三江并流区域野生荞麦资源非常丰富,但它们在区域内的分布却并不均衡。三江并流区域中的怒江流域仅有金荞麦和细柄野荞麦2种,澜沧江流域有心叶野荞麦、金荞麦和细柄野荞麦等3种,而金沙江流域野生荞麦种类最多,有金荞麦、细柄野荞麦、甜荞野生种、金沙野荞麦、心叶野荞麦、小野荞麦、苦荞野生种和羌彩野荞麦等8个种。

野生荞麦的分布除了与种的特性有关外,还与光照、温度和湿度等关系密切。王安虎等^[12]对四川省的野生荞麦资源进行调查后发现,四川省的野生荞麦主要有川北和川西南两个分布中心,但是各中心内部又因小环境的不同而分布有不同的野生荞麦。王莉花等^[13]对云南省野生荞麦进行资源调查后发现,野生荞麦主要分布于海拔2000 m左右的冷凉山区,其生境多为干旱贫瘠的碎石山坡等。

此次考察发现,野生荞麦的分布同样与气候和生境密切相关。三江并流区地形构造十分复杂,区域内高山林立,形成了多种多样的气候类型。高黎贡山海拔较低,来自海洋的暖湿气流能够翻越高黎贡山进入怒江峡谷,特别是贡山-独龙江一线,低空暖湿气流大量聚集于此,导致贡山地区常年气候湿润,年平均气温12℃以上,夏季高温,降雨充沛,年平均降水量可达到1550~1850 mm^[14-15]。这种高温高湿的气候特征非常不利于心叶野荞麦、金沙野荞麦等耐旱喜寒型野生荞麦的生长,而喜湿润环境的

金荞麦分布非常普遍,是该地区的优势物种。

澜沧江流域海拔高度由南向北逐渐增加,对暖湿气流的阻碍更加明显,同时受到地形地貌、气温等影响,从而造成北部(主要包括德钦县大部)地区干旱冷凉,年平均气温5.8℃,年降水量631.7 mm^[8]。这种气候特点导致该地区只分布一些具有细叶、耐寒喜旱的植物。心叶野荞麦具有植株矮小,叶片小、少,蒸腾作用小,根系发达等特点,因此该区域较适宜心叶野荞麦的生长,分布有大量的心叶野荞麦,同时零散分布的河谷耕地,海拔低,土地肥沃,灌溉充足,细柄野荞麦常作为伴生杂草出现在田间地头。而其南部地区(主要包括维西县)海拔较北部低,温度及降水量略高,农业生产较北部发达,土壤肥沃,因此分布有大量的喜温喜湿的金荞麦和细柄野荞麦。

金沙江流域与澜沧江流域类似,同样也表现为北部干旱寒冷,南部较为温暖湿润,但该地区地形更为复杂,海拔差异大,地势高低起伏,存在山地、河谷、盆地等各类地形,气候类型多样,立体气候明显^[9]。各种不同的小环境分布有不同的野生荞麦,同时其独特的地理环境也孕育了该地区特有的野生荞麦—金沙野荞麦。因此该地区的野生资源最为丰富,共收集到8个种28份资源。

3.2 加强对三江并流地区野生荞麦资源的保护

此次考察发现,野生荞麦在三江并流区域分布十分广泛,但是保护现状却不容乐观。三江并流区域的生态环境脆弱,水土流失多,且该区域极易发生地质灾害,山体滑坡、河流改道等现象时有发生。脆弱的生态环境严重影响了野生荞麦的自然生长,导致一些野生荞麦种数量锐减,濒临灭绝^[16]。同

时,工农业生产等人为活动的干扰,也对野生荞麦的生存构成了巨大威胁。农业生产中除草剂的滥用,导致农田周围的细柄野荞麦、金荞麦、苦荞野生种等数量急剧减少。现代工业和交通运输业的发展、乡村和城镇的扩建,特别是金沙江和澜沧江上下游水电站的修建等各种人为因素对野生荞麦的分布、生长、繁衍及生态环境产生了巨大影响,甜荞野生种、金沙野荞麦、心叶野荞麦这些野生种类的分布面积和数量均在逐年减少。

基于此,本研究认为对三江并流区域野生荞麦的保护工作刻不容缓。保护工作应当从以下两方面入手:第一是划定重点区域,做好原生境保护。根据野生荞麦的分布特点及其多样性,在三江并流区域划定一定范围的原生境保护点,加强人员和资金投入,提高保护点的生态稳定性和物种多样性。第二是加强普查力度,实施异位保护。应当继续扩大考察规模,深入乡村林间、高山河谷,应查尽查,应收尽收,同时加快异位保存和繁殖技术攻关,确保收集到的资源能够安全保存和繁殖。

3.3 野生荞麦种质资源在荞麦遗传改良中的重要性

野生种质资源是对栽培作物进行遗传改良、培育雄性不育系、创制突破性新种质的重要基因来源,同时也是研究栽培作物的起源驯化和性状形成分子机理的重要基础材料。水稻野败雄性不育株的发现和利用是野生种质资源发掘利用最典型的范例^[17]。在野生荞麦种质资源育种利用研究方面,国内外许多科学家通过开展齐蕊野荞麦与甜荞,苦荞与金荞麦等远缘杂交研究,培育出了一批具有野生物种优良性状的新种质,极大的扩展了荞麦育种途径^[18-20]。三江并流区域是世界生物多样性最丰富的地区之一,也被认为是栽培甜荞的起源地。三江并流区域中的甜荞野生种具有植株高大、分枝多、抗旱耐瘠、多花多实的特性,且与甜荞栽培种亲缘关系很近,是甜荞性状改良的重要亲本材料。在此次考察中收集到的多花多分枝型心叶野荞麦,其适生区为高海拔寒冷干旱的沙石坡地,耐寒耐旱能力突出,如能有效发掘其抗性基因并导入栽培荞麦中,对于扩大栽培荞麦的生长区域,有效利用贫瘠土地,推动荞麦产业发展具有重要意义。此外,发现的再生能力强、多花多分枝型的细柄野荞麦可能在荞麦属植物的组织培养、遗传转化和株型改良等方面具有重要意义。

参考文献

- [1] 云南省三江并流管理局.世界自然遗产地——“三江并流”的概况及其保护工作的进展.中国园林,2010,26(5):52-55
Yunnan Province Three Parallel Rivers Administration Bureau. An overview of the world natural heritage “Three Parallel Rivers” and the protection progress. Chinese Landscape Architecture, 2010,26(5):52-55
- [2] Zhang K X, Fan Y, Weng W, Tang Y, Zhou M L. *Fagopyrum longistylum* (Polygonaceae), a new species from Sichuan, China. Phytotaxa, 2021, 482(2):173-182
- [3] 范昱,丁梦琦,张凯旋,唐宇,方涛,杨克理,张宗文,程剑平,周美亮.中国野生荞麦种质资源概况与利用进展.植物遗传资源学报,2020,21(6):1395-1406
Fan Y, Ding M Q, Zhang K X, Tang Y, Fang W, Yang K L, Zhang Z W, Cheng J P, Zhou M L. Overview and utilization of wild germplasm resources of the Genus *Fagopyrum* Mill. in China. Journal of Plant Genetic Resources, 2020,21(6):1395-1406
- [4] Ohnishi O. Discovery of new *Fagopyrum* species and its implication for the studies of evolution of *Fagopyrum* and of the origin of cultivated buckwheat. Japan: Shinshu University Press,1995:175-190
- [5] Ohnishi O. Search for the wild ancestor of buckwheat. I. Description of new *Fagopyrum* (Polygonaceae) species and their distribution in China and Himalayan hills. *Fagopyrum*, 1998,15(76):18-28
- [6] Konishi T, Yasui Y, Ohnishi O. Original birthplace of cultivated common buckwheat inferred from genetic relationships among cultivated populations and natural populations of wild common buckwheat revealed by AFLP analysis. *Genes & Genetic Systems*,2005,80(2):113
- [7] 明庆忠.纵向岭谷三江并流区河谷地貌特征分析.云南师范大学学报:自然科学版,2007,27(2):65-69
Ming Q Z. The analysis to the land forms character of the river valley in the Three Parallel Rivers Region. Journal of Yunnan Normal University: Natural Sciences Edition, 2007, 27(2):65-69
- [8] 唐梦琴,孙娅蕾,赵秋菊.1971—2017年德钦县气候特点及变化特征分析.现代农业科技,2018(22):218,222
Tang M Q, Sun Y L, Zhao Q J. Analysis of climatic characteristics and change characteristics of Deqin county from 1971 to 2017. *Modern Agricultural Science and Technology*, 2018(22):218,222
- [9] 李瑞年,杜凡,李云琴,杜小浪,张桥荣.香格里拉县种子植物多样性海拔分布格局.西南林业大学学报,2013,33(6):13-18
Li R N, Du F, Li Y Q, Du X L, Zhang Q R. Altitudinal distribution pattern of seed plant diversity in Shangri-la county. *Journal of Southwest Forestry University*,2013,33(6):13-18
- [10] Ohnishi O. On the origin of cultivated common buckwheat based on allozyme analyses of cultivated and wild populations of common buckwheat. *Fagopyrum*, 2009,26:3-9
- [11] Ohsako T, Yamane K, Ohnishi O. Two new *Fagopyrum* (polygonaceae) species *F. gracilipedoides* and *F. jinshaense* from Yunnan. *Genes & Genetic Systems*,2002,77:399-408
- [12] 王安虎,夏明忠,蔡光泽,任迎虹.四川野生荞麦资源地理分布的调查研究.西南大学学报:自然科学版,2008,30(8):119-123

- Wang A H, Xia M Z, Cai G Z, Ren Y H. An investigation of the geographical distribution of wild buckwheat resources in Sichuan. *Journal of Southwest University: Natural Science Edition*, 2008, 30(8):119-123
- [13] 王莉花,叶昌荣,肖卿.云南野生荞麦资源地理分布的考察研究.西南农业学报,2004,17(2):156-159
Wang L H, Ye C R, Xiao Q. Investigation of geographical distribution of wild buckwheat resource in Yunnan province. *Southwest China Journal of Agricultural Sciences*, 2004, 17(2): 156-159
- [14] 樊辉,何大明.怒江流域气候特征及其变化趋势.地理学报, 2012, 67(5):10
Fan H, He D M. Regional climate and its change in the Nujiang River basin. *Acta Geographica Sinica*, 2012, 67(5):10
- [15] 骆银辉,周道银,朱荣华,和勇.世界自然遗产——“三江”并流区地质生态环境特征及其成因初探.地质灾害与环境保护,2008,19(2):94-97
Luo Y H, Zhou D Y, Zhu R H, He Y. Primary study on environment of geology and bionomics in the area of world natural inheritance-The Three Rivers Juxtaposition. *Journal of Geological Hazards and Environment Preservation*, 2008, 19(2): 94-97
- [16] 刘学敏,宋敏.“三江并流”及相邻地区:现状、问题和对策.全球化,2013(3):92-101,128
Liu X M, Song M. “The Three parallel Rivers” and its protected area: The present, problems and proposals. *Globalization*, 2013 (3):92-101, 128
- [17] 邓兴旺,李磊.袁隆平和我国杂交水稻研究简史.杂交水稻, 2022,37(S1):21-25
Deng X W, Li L. Yuan Longping and a brief history of hybrid rice research in China. *Hybrid Rice*, 2022, 37(S1):21-25
- [18] Marshall H. Isolation of Self-Fertile, Homomorphic forms in buckwheat, *Fagopyrum sagittatum* Gilib1. *Crop Science*, 1969, 9(5):651-653
- [19] Krotov A S, Dranenko E T. An amphidiploid buckwheat, *F. giganteum* Krotov sp. nova. *Byulleten' Vsesoyuznogo Ordena Lenina Instituta Rastenievodstva Imeni NI Vavilova*, 1973, 30: 41-45
- [20] 陈庆富.荞麦生产状况及新类型栽培荞麦育种研究的最新进展.贵州师范大学学报:自然科学版,2018,36(3):1-7,131
Chen Q F. The status of buckwheat production and recent progresses of breeding on new type of cultivated buckwheat. *Journal of Guizhou Normal University: Natural Sciences*, 2018, 36(3):1-7,131