

野生金荞麦种质资源异地繁殖与保护研究

沈伦豪^{1,2}, 赖弟利², 唐宇³, 王俊珍⁴, 李基光⁵, 李伟², 严明理⁵, 张凯旋²,
刘丽莉¹, 周美亮²

(¹湖南科技大学生命科学与健康学院, 湘潭 411201; ²中国农业科学院作物科学研究所, 北京 100081; ³四川旅游学院食品学院, 成都 610100; ⁴凉山彝族自治州农业科学研究院, 凉山 615000; ⁵湖南省作物研究所, 长沙 410000)

摘要: 野生金荞麦(*Fagopyrum cymosum*)是野生荞麦资源中分布区域最为广泛和应用价值最大的野生种, 具有较高遗传多样性。但受环境及人为因素影响, 金荞麦野生资源流失严重, 急需开展资源保护工作。本研究以考察搜集的野生金荞麦资源为材料, 比较了有性繁殖和无性繁殖对野生金荞麦异地繁殖的差异, 探讨了不同地理环境下采用块茎繁殖方式对野生金荞麦异地繁殖的影响。结果显示, 块茎繁殖金荞麦相对更好, 异地繁殖构成较大群体后利于其异交结实, 生地海拔高度与气候条件跟繁殖地的差异对野生金荞麦的萌发及生长繁殖存在影响, 昭觉县的地理条件适合开展野生金荞麦异地繁殖。该研究结果对金荞麦的异地繁殖和保护策略的制定具有一定的参考价值。

关键词: 野生金荞麦; 异地繁殖; 保护研究

Study on the Off-site Reproduction and Conservation of

Wild *Fagopyrum cymosum* Germplasm Resources

SHEN Lun-hao^{1,2}, LAI Di-li², TANG Yu³, WANG Jun-zhen⁴, Li Ji-guang⁵, LI Wei², YAN Ming-li⁵,
ZHANG Kai-xuan², LIU Li-li¹, ZHOU Mei-liang²

(¹ College of Life Science and Health, Hunan University of Science and Technology, Xiangtan 411201; ² Institute of Crop Sciences, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081; ³ College of Food Science and Technology, Sichuan Tourism University, Chengdu 610100; ⁴ Liangshan Academy of Agricultural Sciences, Liangshan, 615000; ⁵ Hunan Crops Research Institute, Changsha, 410000)

Abstract: *F. cymosum*, which is the most widely distributed buckwheat wild resource, represents high genetic diversity in wild population. Due to the environmental changes and human actions that result in the loss of *F. cymosum* wild resources, it is urgent to protect *F. cymosum* wild resources. In this study, based on the collected *F. cymosum* wild resources, we compared the differences between sexual reproduction and asexual reproduction on the off-site reproduction of *F. cymosum* and discussed the effects of tuber propagation on the off-site propagation of wild buckwheat in different geographical environments. These results showed that the tuber reproduction of *F. cymosum* was relatively better, and it was conducive to its outcrossing and fruiting after a large population was formed by off-site reproduction. The differences on the altitude of habitat, climate condition and breeding site might cause influence on the germination, growth and reproduction of wild *F. cymosum*. The geographical conditions and local climate at Zhaojue County of Yunnan province were suitable for the off-site reproduction of *F. cymosum*. Collectively, these results might provide certain reference for *ex situ* propagation and conservation of *F. cymosum*.

Key words: *Fagopyrum cymosum*; off-site reproduction; protection research

收稿日期:

修回日期:

网络出版日期:

URL:

第一作者: 沈伦豪, 研究方向为荞麦种质资源学, E-mail: 2352812365@qq.com

通信作者: 刘丽莉, 研究方向为应用生态学, E-mail: liulili726@163.com

周美亮, 研究方向为作物种质资源学, E-mail: zhouchoumeiliang@caas.cn

基金项目: 国家重点研发计划(2021YFD1200100, 2021YFD1200105); 湖南省科技厅湖湘高层次人才聚集工程项目(2020RC5031)

Foundation projects: National Key R&D Program of China(2021YFD1200100, 2021YFD1200105); Hunan Provincial Science and Technology Department high-level talent gathering project(2020RC5031)

金荞麦 (*F. cymosum*), 蓼科 (*Polygonaceae*) 荞麦属 (*Fagopyrum* Mill.) 多年生野生荞麦种之一, 是我国传统中药材, 因其具有重要药用价值而备受学者广泛关注。研究发现, 金荞麦中主要含有黄酮类、萜类以及酚类等化学成分, 具有治疗糖尿病、抗肿瘤、抗氧化以及抗菌等多种药理作用^[1-3]。冯黎莎等^[4]对金荞麦根状茎和茎叶不同溶剂提取物研究发现, 金荞麦对细菌和真菌均有一定抑制作用。陈晓锋等^[5]研究发现, 金荞麦提取物对体外培养的多种癌细胞具有杀伤作用; 也有研究发现, 金荞麦提取物具有一定的体外抗流感病毒作用^[6]。在荞麦属野生种中, 金荞麦分布区域较为广泛, 主要分布于黄河中上游流域以南的西南地区 and 长江流域中下游一带^[7]。虽然它的分布较为广泛, 但近年来由于人为大肆采挖、生境破坏、外来物种的入侵, 导致野生荞麦资源面临来自各方面的生存威胁, 像金荞麦这种具有药用价值的野生材料其种群数量在逐渐减少, 在1999年国务院批准的《国家重点保护野生植物名录》(第一批) 中将金荞麦列为的国家二级保护植物。因此对野生金荞麦资源的异地繁殖与保护的研究势在必行。

近年来关于不同植物种质资源保护的研究报道较多, 杨庆文等^[8]对我国已建成的农业野生植物原生境保护点进行调查和分析, 认为应有机结合物理隔离和主流化保护, 才能更好地发挥野生植物原生境保护点的作用。有研究认为应把基因组、表型组和环境因子相关大数据与作物野生近缘种保护、研究和利用密切结合, 为作物野生近缘种的有效保护和高效利用提供理论和信息支撑^[9]。乔卫华等人^[10]总结了近 20 年我国作物野生近缘植物保护工作的成就, 主要包括发现了珍稀物种新分布区, 查清重要作物野生近缘种分布状况及资源现状, 收集并异位保存大量种质资源, 建立了作物野生近缘植物 GPS/GIS 信息平台等。20 世纪 80 年代以来, 我国对荞麦的种质资源开展了持续的考查和搜集, 对荞麦属各野生种的种类及分布有了较为详细的了解, 取得了一定成绩。野生荞麦资源的保护工作也陆续有一些开展, 如在湖北、湖南、安徽等省尝试将主流化保护方法应用于野生金荞麦原生境保护的实践^[8], 但是我国野生荞麦资源的保护仍处于初级阶段, 保护体系尚不完善, 缺少整体的布局 and 规划, 在野生荞麦资源保护研究方面也少有报道。唐宇等人^[11,12]对野生荞麦种质资源曾提出过保护对策, 他们认为应建立野生荞麦极小种群原生境保护点并建立野生荞麦种质资源库, 同时还提出了人工异地繁殖和野外回归等保护对策, 但迄今为止尚未有见付诸于实践的报道。近年来中国农业科学院作物科学研究所荞麦资源创新组在这方面作了较多的努力, 从 2017 年以来连续 5 年对中国西南和中部有关省份进行了实地考察, 通过考察收集到野生荞麦资源上千份, 将荞麦属中除皱叶野荞麦外的其余 21 个种的种子保存于国家种质资源库, 并在此基础上开始尝试人工繁殖野生荞麦, 除在原生地进行繁殖外, 还在不

同的生态地区进行异位保存。与此同时野生荞麦濒危物种原生境保护点的建立也在计划并逐步实施中。

本研究以野外收集的金荞麦为研究材料，以人工繁殖方式异地种植，考察来源于不同生态环境，不同海拔高度的野生金荞麦能否在异地正常生长繁殖，从而为野生荞麦的异地繁殖保护圃的建设奠定基础。

1 材料与方法

1.1 试验材料

异地繁殖野生金荞麦试验所选择的材料来自云南、四川和 3 省共 145 份，是资源考察收集所得，其分布范围广、代表性强、生境地类型多样，随机选取 100 份用于茎块繁殖，100 份中斜生型 38 份，直立型 43 份，匍匐型 19 份；45 份用于枝条扦插繁殖，其中斜生型 17 份，直立型 19 份，匍匐型 9 份；同时 145 份金荞麦中因资源考察时许多金荞麦还未结实，故仅有 12 份收集到种子，此 12 份均用于种子繁殖，其中斜生型 5 份，直立型 5 份，匍匐型 2 份。信息如表 1、图 1 所示。于 2020 年 4 月种植于四川省凉山彝族自治州昭觉县。

表 1 异地繁殖金荞麦来源信息

Table 1 *F. cymosum* information of off-site reproduction

采样地点 Sampling site	云南 Yunnan	四川 Sichuan	贵州 Guizhou
茎块繁殖的金荞麦（份） <i>F. cymosum</i> propagated by tuber（copies）	36	54	10
经度范围 Longitude range	99°55'~104°8' E	99°25'~104°26' E	103°45'~104°69' E
纬度范围 Latitude range	24°11'~28°39' N	25°08'~31°52' N	26°83'~27°12' N
枝条扦插繁殖的金荞麦（份） <i>F. cymosum</i> propagated by cutting（copies）	9	36	0
经度范围 Longitude range	99°58'~104°6' E	99°27'~104°22' E	/
纬度范围 Latitude range	24°20'~28°35' N	25°10'~31°39' N	/
种子繁殖的金荞麦（份） <i>F. cymosum</i> propagated by seed（copies）	4	5	3
经度范围 Longitude range	99°65'~104°3' E	99°31'~104°27' E	103°64'~104°65' E
纬度范围 Latitude range	24°11'~28°39' N	25°21'~31°25' N	26°88'~27°07' N

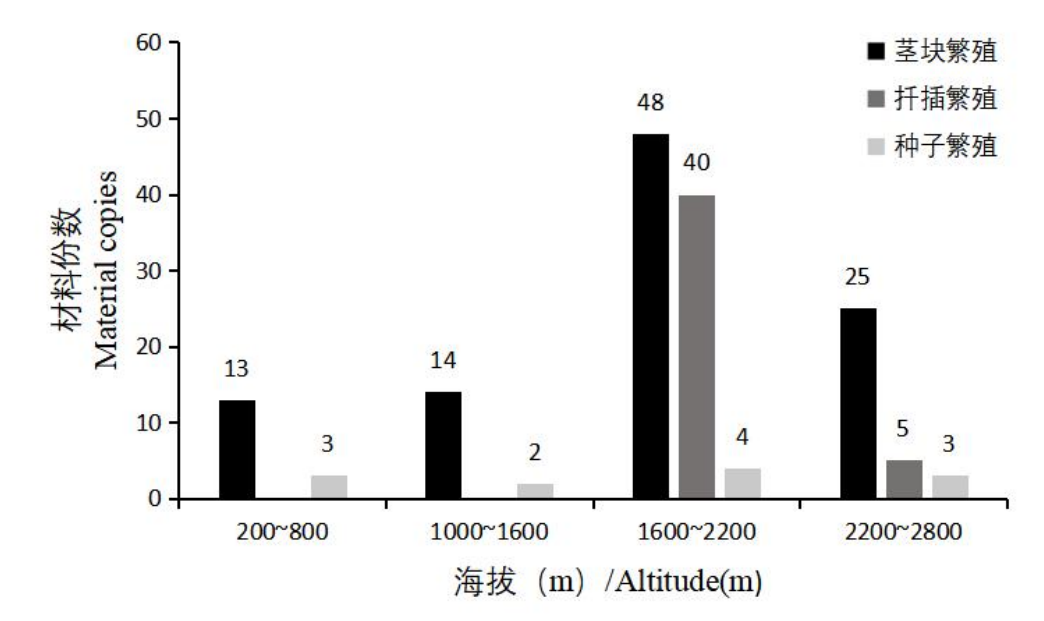


图 1 野生金荞麦海拔分布
Fig. 1 Altitudinal distribution of *F. cymosum*

1.2 异地繁殖点的地理信息和气候信息

异地繁殖点的选择在四川省凉山州昭觉县，繁殖点地理信息如下。昭觉县：102°49'E、27°59'N，海拔 2118m。繁殖期内昭觉县气候信息见表 2。

表 2 昭觉县气候数据

Table 2 Climate data of Zhaojue

昭觉县气候数据 Climate data of Zhaojue	
最低气温(℃) Minimum temperature	7.9
最高气温(℃) Maximum temperature	34.9
平均最低气温(℃) Average minimum temperature	18
平均最高气温(℃) Average maximum temperature	28.2
平均气温(℃) Average temperature	22
20-20 时降水量(mm) Precipitation at 20-20 o'clock	202.2
日降水量≥0.1mm 日数(日) Number of days with daily precipitation ≥ 0.1mm	14.2
最大日降水量(mm) Maximum daily precipitation	56.1
日照时数(时) Sunshine hours	142.1
平均相对湿度(%) Average relative humidity	64.8

注:以上数据为繁殖期内气象数据，即 2020 年 4~9 月

1.3 试验方法

1.3.1 有性繁殖技术 本研究中的有性繁殖技术是指采用种子进行播种繁殖。由于野生金荞麦均来自野外考察收集所得，故播种前对种子进行了筛选，挑选成熟饱满的种子进行繁殖，2020 年 4 月播种，采用开沟条播，行距 60 cm，覆土 1~2 cm，压实。

1.3.2 无性繁殖技术 无性繁殖是由金荞麦自身特点所决定一种特有的繁殖方式。金荞麦为多年生植物，其成熟饱满的种子相对较少，并且不是每一株金荞麦都能正常结实，但其地下膨大茎较多，用无性繁殖的结果更为快速而有效。2020 年 4 月在四川省凉山州昭觉县对野外采样收集的 145 份金荞麦进行异地无性繁殖，其中 100 份金荞麦利用其块茎进行繁殖，45 份通过扦插枝条的方式进行繁殖。通过块茎进行繁殖的金荞麦以株行距 25 cm × 40 cm 穴播栽种，窝深 10~15 cm，覆土压实、浇水，播种时施加底肥，氮磷钾复合肥 150~300

kg/hm²，苗期进行杂草清除，3~5 天适当浇水一次。金荞麦的枝条扦插繁殖技术使用园艺剪剪取金荞麦枝条 20~25cm，有 3~5 个节，以行距为 30cm×30cm 将其中 1 节茎秆插入土中约 5~8cm，压实浇水，保持土壤湿润；扦插后注意杂草清除，4~6 天适当浇水一次，雨季做好清沟利水工作。金荞麦为异花授粉植物，本次试验主要考查的是开花结实情况，故未采取隔离措施。

1.3.3 数据统计 异地繁殖的金荞麦，统计其出苗率、存活率、开花率、可结实率、种子收获情况；采用 Excel 2016 统计数据。

2 结果分析

2.1 不同来源地金荞麦块茎繁殖生长发育情况

试验发现，金荞麦异地块茎繁殖生长于云南、四川、贵州不同海拔的金荞麦都可以再次抽芽，并且能够正常生长于四川省昭觉县。结果显示来源于云南的 36 份金荞麦中开花份数 32 份，开花率为 88.89 %；结实份数 24 份，可结实率为 66.67%；来源于四川的 54 份金荞麦中开花份数 49 份，开花率为 90.74%；结实份数 42 份，可结实率为 77.78%；来源于贵州的 10 份金荞麦中开花份数 8 份，开花率为 80%；结实份数 6 份，可结实率为 60%（表 3）。对于来自不同原生境地海拔的金荞麦来说，生长于 200~800m 的 14 份金荞麦开花份数 10 份，开花率为 78.57%；结实份数 9 份，可结实率为 64.28%；生长于 1000~1600m 的 13 份金荞麦开花份数 10 份，开花率为 84.61%；结实份数 9 份，可结实率为 69.23%；生长于 1600~2200m 的 48 份金荞麦开花份数 45 份，开花率为 93.75%；结实份数 36 份，可结实率为 75%；生长于 2200~2800 的 25 份金荞麦开花份数 22 份，开花率为 88%；结实份数 18 份，可结实率为 72%（表 4）。茎块繁殖的结果表明来源于四川省的金荞麦和原生境地海拔为 1600~2200m 的金荞麦异地繁殖于昭觉县的生长状况最佳，且原生境地与昭觉县海拔差异越大其开花率、结实率越低。

表 3 不同省份金荞麦异地块茎繁殖结果统计表

Table 3 Statistics of results of off-site tuber propagation of *F. cymosum* in different provinces

生境地省份 Habitat province	材料份数 Number of materials	出苗(存活) 份数 Number of seedlings (surviving)	出苗率 (%) Sprouting ratio (%)	开花份数 Number of flower	开花率 (%) Flower ratio (%)	结实份数 Number of fruit	可结实率 (%) Available seed setting rate (%)
云南 Yunnan	36	36	100	32	88.89	24	66.67
四川 Sichuan	54	54	100	49	90.74	42	77.78
贵州 Guizhou	10	10	100	8	80	6	60

表 4 不同海拔金荞麦块茎繁殖结果统计表

Table 4 Statistics of results of off-site tuber propagation of *F. cymosum* in different altitude

生境地海拔 (m) Habitat altitude (m)	材料份数 Number of materials	出苗(存活)份数 Number of seedlings (surviving) (%)	出苗率或存 活率 (%) Sprouting (Survival) ratio (%)	开花份数 Number of flower	开花率 (%) Flower ratio (%)	结实份数 Number of fruit	可结实率 (%) Available seed setting rate (%)
200~800	14	14	100	10	78.57	9	64.28
1000~1600	13	13	100	10	84.61	9	69.23
1600~2200	48	48	100	45	93.75	36	75
2200~2800	25	25	100	22	88	18	76

2.2 不同来源地金荞麦枝条扦插繁殖生长发育情况

45 份枝条扦插繁殖的金荞麦同样都能在昭觉县存活且正常生长。对于来源于不同省份的金荞麦来说，9 份来自云南的金荞麦开花份数为 7 份，开花率为 77.78%；结实份数为 6 份，可结实率为 66.67%。来自四川的 36 份金荞麦中开花份数为 30 份，开花率为 83.33%；结实份数为 25 份，结实率为 69.4%（表 5）。来源于不同生境海拔的金荞麦中 1600~2200m 的 40 份开花份数为 33 份，开花率为 82.5%，结实份数为 28 份，可结实率为 70%；生境海拔为 2200~2800m 的 5 份金荞麦中开花份数为 4 份，开花率为 80%，结实份数为 3 份，可结实率为 60%（表 6）。金荞麦通过枝条扦插繁殖的方法异地繁殖于昭觉县的结果表明，来自四川省的金荞麦开花率与可结实率均高于来自云南省的；生境海拔为 1600~2200m 的金荞麦开花率和可结实率高于生境海拔为 2200~2800m 的。

表 5 不同省份金荞麦异地枝条扦插繁殖结果统计表

Table5 Statistics of results of off-site cutting propagation of *F. cymosum* in different provinces

生境地省份 Habitat province	材料份数 Number of materials	出苗(存活) 份数 Number of seedlings (surviving)	出苗率或存 活率 (%) Sprouting (Survival) ratio (%)	开花份数 Number of flower	开花率 (%) Flower ratio (%)	结实份数 Number of fruit	可结实率 (%) Available seed setting rate (%)
云南 Yunnan	9	9	100	7	77.78	6	66.67
四川 Sichuan	36	36	100	30	83.33	25	69.4

表 6 不同海拔金荞麦枝条扦插繁殖结果统计表

Table6 Statistics of results of off-site cutting propagation of *F. cymosum* in different altitude

生境地海拔 (m) Habitat altitude (m)	材料份数 Number of materials	出苗(存活)份数 Number of seedlings (surviving)	出苗率或存 活率 (%) Sprouting (Survival) ratio (%)	开花份数 Number of flower	开花率 (%) Flower ratio (%)	结实份数 Number of fruit	可结实率 (%) Available seed setting rate (%)
1600~2200	40	40	100	33	82.5	28	70
2200~2800	5	5	100	4	80	3	60

2.3 不同来源地金荞麦枝条种子繁殖生长发育情况

通过种子繁殖的 12 份金荞麦均能正常出苗，但是大部分当年都不能开花，当年可结实

的甚至没有 1 份。来源于云南的 4 份金荞麦中开花份数为 2 份，开花率为 50%；来源于四川 5 份中开花份数为 3 份，开花率为 60%；来源于贵州的 3 份，均为开花（表 7）。相对于来源于不同海拔的金荞麦来说，200~800m 的 3 份中开花份数为 1 份，开花率为 33.33%；1000~1600m 的 2 份中开花份数为 1 份，开花率为 50%；1600~2200m 的 4 份中，开花份数为 2 份，开花率为 50%；2200~2800m 的 3 份中，开花份数为 1 份，开花率为 33.33%（表 8）。通过种子进行异地繁殖的金荞麦均未能结实，但是对于开花率来说种子繁殖的实验结果与茎块繁殖和枝条扦插繁殖的相同，原生境地为四川的金荞麦在昭觉县的开花率最高，且原生境海拔与昭觉县相近的开花率也越高。

表 7 不同省份金荞麦异地种子繁殖结果统计表

Table 7 Statistics of results of off-site seed propagation of *F. cymosum* in different provinces

生境地省份 Habitat province	材料份数 Number of materials	出苗(存活) 份数 Number of seedlings (surviving)	出苗率 (%) Sprouting ratio (%)	开花份数 Number of flower	开花率 (%) Flower ratio (%)	结实份数 Number of fruit	可结实率 (%) Available seed setting rate (%)
云南 Yunnan	4	4	100	2	50	0	0
四川 Sichuan	5	5	100	3	60	0	0
贵州 Guizhou	3	3	100	0	0	0	0

表 8 不同海拔金荞麦种子繁殖结果统计表

Table 8 Statistics of results of off-site seed propagation of *F. cymosum* in different altitude

生境地海拔 (m) Habitat altitude (m)	材料份数 Number of materials	出苗(存活)份数 Number of seedlings (surviving) (%)	出苗率或存 活率 (%) Sprouting (Survival) ratio (%)	开花份数 Number of flower	开花率 (%) Flower ratio (%)	结实份数 Number of fruit	可结实率 (%) Available seed setting rate (%)
200~800	3	3	100	1	33.33	0	0
1000~1600	2	2	100	1	50	0	0
1600~2200	4	4	100	2	50	0	0
2200~2800	3	3	100	1	33.33	0	0

2.4 三种金荞麦异地繁殖方法生长发育情况

100 份通过块茎繁殖的金荞麦中总开花份数 89 份，开花率达 89 %；结实份数 72，可结实率为 72%。；利用此繁殖方式进行繁殖的 45 分金荞麦中开花份数 37 份，开花率为 82.22%；结实份数 31 份，可结实率为 68.89%。从结果可以看出通过扦插枝条进行繁殖的金荞麦开花率以及结实率均要低于块茎繁殖的金荞麦，相对于采用种子繁殖的金荞麦而言，出苗率虽能达到 100 %，但开花率仅有 41.67 %，且当年未能结实（表 9，图 2）。因此利用块茎繁殖金荞麦的试验结果相对较好。

表 9 金荞麦繁殖结果统计表

Table9 Breeding results of *F. cymosum*

繁殖方式 Breeding mode	材料份数 Number of materials	出苗(存活)份数 Number of seedlings (surviving) (%)	出苗率或存活率 (%) Sprouting (Survival) ratio (%)	开花份数 Number of flower	开花率 (%) Flower ratio (%)	结实份数 Number of fruit	可结实率 (%) Available seed setting rate (%)
块茎繁殖 tuber propagation	100	100	100	89	89	72	72
枝条扦插繁殖 Cutting propagation	45	45	100	37	82.22	31	68.89
种子繁殖 Seed propagation	12	12	100	5	41.67	0	0



A：块茎繁殖；B：枝条扦插繁殖；C：种子繁殖

A: tuber propagation; B: Branch cutting propagation; C: Seed propagation

图 2 金荞麦繁殖图

Fig.2 *F. cymosum* breeding

3 讨论

3.1 地理条件对野生金荞麦生长发育的影响

西昌学院野生荞麦研究课题组对野生荞麦起源地及植物生长周期研究，认为野生荞麦与栽培荞麦一样也为短日性植物，而且不同类型的野生荞麦短日照特性依据其起源地由南向北逐渐减弱，起源于低纬度、低海拔地区的材料，对短光时反应越敏感，起源于高纬度、高海拔地区的材料，对短光时反应就越迟钝^[13]。因此，在引种时要考虑繁殖地点的选择，其海拔高度不宜过高或过低。

金荞麦适应性较强，喜温暖气候，种子发芽适温为 25℃，在温度 11~30℃条件下均可发芽，当温度在 10~18℃时，15~20 d 即可出苗^[14]。昭觉县平均气温 22℃，与金荞麦生长最适温度相近，本研究中无论采取有性繁殖或无性繁殖的金荞麦的出苗且正常生长的比例都很高，这与前人的研究结果相吻合^[15]，因此在昭觉县进行金荞麦的异地繁殖与保护是可行的。试验还发现，采用无性繁殖方式的金荞麦植株正常生长后多数当年即可结实，但采用有性繁殖的金荞麦生长较慢，当年不能结实，这可能是与种子质量及休眠期有关，

播种后出苗较晚从而导致生长发育被推迟。此外金荞麦分布区域广泛，核心分布区在云、贵、川等亚热带地区，其次温带地区的秦巴山区等地也有广泛分布^[16]。金荞麦的适生环境为海拔 700~3000 m 的丘陵、山地，其中尤以海拔 1600~2200 m 的温暖平坝、浅丘、半山区、山区最适宜金荞麦生长，并且药效最好^[17]。昭觉县海拔 2118 m，这恰好在金荞麦适宜生长的海拔区间内，因此本研究中无论是有性繁殖还是无性繁殖的金荞麦大多都能正常生长，且繁殖地的海拔高度与原生境地越接近，其异地繁殖的开花率、结实率越高。说明海拔高度应当作为金荞麦异地繁殖的重要参考因素。

金荞麦属多年生半灌木类型，花型为二型花(花柱有长、短花柱，即异型花柱)，异花授粉，自交不亲和，因此其生长繁殖时需要维持一定规模的居群^[18,19]。而我们在野外考察时发现，野外居群的结实率通常很低，有的甚至不结实，主要原因就是野外居群较小导致其不能充分授粉结实。这说明在对金荞麦进行原生境保护时，维持较高的居群规模，防止肆意采挖等人为破坏是一项非常重要的措施，于此同时对金荞麦进行异地繁殖与保护时需要充分注意收集的居群的数量应尽量大，一方面是确保异地保存居群能够代表野生居群的遗传多样性，另一方面可满足异地保存过程中有性繁殖研究需求。

4 结论

野生金荞麦异地繁殖结果表明，通过块茎进行繁殖较通过枝条的扦插进行繁殖和种子繁殖更优，异地繁殖构成较大群体后有利于野生金荞麦异交结实进而更好的维持其遗传多样性；在四川省昭觉县开展的野生金荞麦异地繁殖可以使不同来源、不同生境的材料得以正常生长繁殖，且生境状态与繁殖地越相似繁殖效果越好。

参考文献:

- [1]李蕾,孙美利,张舒媛,魏颖,时晓娟,张晶,徐瞰海,徐铜华.近十年金荞麦化学成分及药理活性研究进展[J].中医药导报,2015,21(04):46-48.
- Li L,Sun M L,Zhang S Y,Wei Y,Shi X J,Zhang J,Xu T H,Xu T H. Chemical composition and pharmacological activity of *F. cymosum* from nearly ten annuities[J]. Guiding Journal of Traditional Chinese Medicine and Pharmacology, 2015,21(04):46-48.
- [2] Liu W, Li S Y, Huang X E, et al. Inhibition of tumor growth in vitro by a combination of extracts from *Rosa roxburghii* Tratt and *Fagopyrum cymosum*[J]. Asian Pac J Cancer P, 2012, 13(5):2409- 2414.
- [3] Shen L, Wang P, Guo J, et al. Anti- arthritic activity of ethanol extract of *Fagopyrum cymosum* with adjuvant induced arthritis in rats[J]. Pharm Biol, 2013, 51(6):783- 789.
- [4] 冯黎莎,陈放,白洁.金荞麦的抑菌活性研究[J].武汉植物学研究,2006(03):240-244.
- Feng L S,Chen F,Bai J. Study on antibacterial activity of *Fagopyrum cymosum* [J]. Plant Science Journal, 2006(03): 240-244.
- [5] 陈晓锋,顾振纶.金荞麦抗肿瘤作用研究进展[J].中草药,2000(09):78-81.
- Chen X F,Gu Z L. Research advances on the antitumor activity of *Fagopyrum cymosum*[J]. Chinese Traditional and Herbal Drugs, 2000(09): 78-81.
- [6]赵炎军,刘园,谢升阳,吴巧凤.金荞麦提取物体外抗流感病毒作用研究[J].中国现代应用药学,2019,36(21):2648-2651.
- Zhao Y J,Liu Y,Xie S Y,WU Q F.Study In vitro Anti-influenza Virus Effect of *Fagopyrum cymosum* extract[J]. Chinese Journal of Modern Applied Pharmacy,2019,36(21):2648-2651.
- [7] 范昱,丁梦琦,张凯旋,杨克理,唐宇,张宗文,方涛,严俊,周美亮.荞麦种质资源概况.植物遗传资源学报,2019,20(4):813-828
- Fan Y, Ding M Q, Zhang K X, Yang K L, Tang Y, Zhang Z W, Fang W, Yan J, Zhou M L. Overview of buckwheat germplasm resources. Journal of Plant Genetic Resources, 2019,20 (4): 813-828
- [8]杨庆文,秦文斌,张万霞,乔卫华,于寿娜,郭青.中国农业野生植物原生境保护实践与未来研究方向[J].植物遗传资源学报,2013,14(01):1-7.
- Yang Q W,Qin W B,Zhang W X,Qiao W H,Yu S N,Guo Q. Agricultural wild plant habitat conservation practices and future research directions in China[J] Journal of Plant Genetic Resources, 2013, 14(01):1-7.
- [9]郑晓明,陈宝雄,宋玥,李飞,王君瑞,乔卫华,张丽芳,程云连,孙玉芳,杨庆文.作物野生近缘种的原生境保护[J].植物遗传资源学报,2019,20(05):1103-1109.
- Zheng X M,Chen B X,Song Y,Li F,Wang J R,Qiao W H,Zhang L F,Chen Y L,Sun Y F,Yang Q W. In-situ conservation of wild relatives of crops. [J] Journal of Plant Genetic Resources, 2019, 20(05): 1103-1109.
- [10] 乔卫华,张宏斌,郑晓明,陈宝雄,陈彦清,李奎奎,程云连,张丽芳,方涛,孙玉芳,杨庆文.我国作物野生近缘植物保护工作近20年的成就与展望[J].植物遗传资源学报,2020,21(06):1329-1336.
- Qiao W H,Zhang W B,Zhen X M,Chen B X,Chen Y Q,Li Y K,Cheng Y L,Zhang L F,Fang W,Sun Y F,Yang Q W. Recent 20 years' achievements and perspectives in the conservation of close relatives of crop wild in China[J] Journal of Plant Genetic Resources, 2020, 21(06): 1329-1336.
- [11] 唐宇,孙俊秀,刘建林,邵继荣.四川省野生荞麦资源现状及保护对策[J].现代农业科技,2011(15):90-91+94.
- Tang Y,Sun J X,Liu J L,Shao J R. Current status and protective measures against Wild Buckwheat Resources in Sichuan Province[J]. Modern Agricultural Science and Technology, 2011(15): 90-91+94.
- [12] 刘建林,唐宇,夏明忠,邵继荣,李晓江,赵钢,蔡光泽,罗强.四川野生荞麦种质资源的保护研究[J].西昌学院学报(自然科学版),2012,26(01):1-7.
- Liu J L,Tang Y,Xia M Z,Shao J R,Li X J,Zhao G,Cai G Z,Luo Q. Conservation of wild buckwheat Germplasm in Sichuan[J]. Journal of Xichang University(Natural Science Edition) 2012, 26(01): 1-7.
- [13] 夏明忠,王安虎.野生荞麦资源研究[M].北京:中国农业出版社,2008,p245-246.
- Xia M Z,Wang A H. Study of wild buckwheat Germplasm Resources[M]. Beijing: China Agricultural Press, 2008, p245-246.
- [14] 徐桂芬,崔茂盛,匡崇义,徐驰,薛世明.金荞麦的特征特性及栽培利用[J].牧草与饲料,2011(3):53-54.
- Xu G F,Cui M S,Kuang C Y,Xu C,Xue S M.Characteristics and cultivation utilization of *Fagopyrum cymosum*

[15] 刘铁城, 吕瑞绵, 张秀琴, 李为民. 金荞麦的引种与繁殖方法的研究(初报)[J]. 中药通报, 1981(01): 6-7.

Liu T C, Lv R M, Zhang X Q, Li W M. Introductions and breeding methods of *Fagopyrum cymosum* (initial report) [J]. China Journal of Chinese Materia Medica, 1981(01): 6-7.

[16] 焦连魁, 曾燕, 赵润怀, 田壮, 李进瞳, 林晖才, 靳云西, 王继永. 金荞麦资源研究进展. 中国现代中药, 2016, 18(4): 519-525

Jiao L K, Zeng Y, Zhao R H, Tian Z, Li J T, Lin H C, Jin Y X, Wang J Y. Resources research advances of *Fagopyrum cymosum* and its exploration of development. Modern Chinese Medicine, 2016, 18(4): 519-525

[17] 刘光德, 李名扬, 祝钦泷, 李艳冬, 睦顺照. 资源植物野生金荞麦的研究进展. 中国农学通报, 2006(10): 380-389.

Liu G D, Li M Y, Zhu Q L, Li Y D, Shui S Z. The Research Advance on *Fagopyrum cymosum* Resource. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2006(10): 380-389

[18] Zhou M L, Kreft I, Suvorova G, et al. 2018. Buckwheat germplasm in the world[M]. Academic Press.

[19] 张万灵, 周兵, 肖宜安, 闫小红, 张争光, 李晓红. 二型花柱植物金荞麦的繁殖生态学研究[J]. 西北植物学报, 2013, 33(03): 483-493.

Zhang W L, Zhou B, Xiao Y A, Yan X H, Zhang Z G, Li X H. Study on the reproductive ecology of the two stylus *Fagopyrum cymosum*[J]. Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica, 2013, 33(03): 483-493.