

# 高寒地区 15 份早熟禾属野生牧草种质材料评价

田浩琦,汪辉,陈有军,周青平

(西南民族大学,青藏高原研究院,四川 成都 610000)

**摘要:**为有效挖掘高原地区野生早熟禾属资源,更好地应用于畜牧生产和退化草地的补播建植,对采自青藏高原地区的 15 份早熟禾野生种质材料的生育期、形态特征指标、生物产量和种子发芽相关指标进行了评价。结果表明:在所有野生材料中,早熟禾 P1 和 P2、波密早熟禾 P13 和草地早熟禾 P15 的生育期较长,可保持较长绿期。P2 和 2 种冷地早熟禾资源 P6、P7 的鲜草产量、发芽势在所有材料中较高,华灰早熟禾 P11 的茎叶比最小,有较好的生产性能,适合刈割饲用,可作为饲草型草的选育材料;P1、P2 和冷地早熟禾 P9 等的发芽率均在 70% 以上,有利于退化草地的补播修复。

**关键词:**早熟禾;种质资源;农艺性状

**中图分类号:**S688.4 **文献标志码:**A **文章编号:**1009-5500(2021)02-0092-08

**DOI:** 10.13817/j.cnki.cyyep.2021.02.013

早熟禾属(*Poa*)植物为一年生或多年生禾草,多为种子繁殖。早熟禾属是根茎疏丛型下繁草,具圆锥花序,花药 3 个,倒生胚珠,叶尖船形,抗逆性强,耐践踏,该属植物大多是优良的牧草<sup>[1]</sup>。早熟禾属植物的生境分布范围广,多分布于温带和寒带地区。全球范围已记录的早熟禾属含 500 余种<sup>[2]</sup>,中国约有 231 种。中国主要分布在华北、西北、东北、西南及南方冷凉湿润的环境<sup>[3]</sup>,其中,在青藏高原地区分布有 90 余种,这为高寒地区早熟禾资源育种提供了丰富的基础材料。草地早熟禾是我国北方主要的冷季性草坪草,需求量较多,多数种源依赖进口,但是引进的品种因适应性差而多发病害<sup>[4]</sup>,因此,筛选具有较好种子活力的早熟禾属植物种质资源非常重要。

近年来,受人类活动、气候变暖等因素影响,高寒草甸、草原的稳态遭到破坏,青藏高原地区草地生态恶

化,天然草地生产力降低,同时,其自然屏障功能也在下降。在生态环境保护和治理工程中,需要建植大面积的人工草地,草种的选择是关键。发掘本地种质资源并加以开发利用是解决当地种子缺乏和牧草适应性等问题的关键<sup>[5]</sup>。目前,我国高寒地区缺乏适宜种植的矮禾草品种,引进品种难以适应当地的生态气候环境,影响了高寒地区人工草地的建植质量和利用年限<sup>[6]</sup>。此外,早熟禾属植物多为优良根茎型牧草,伍磊等<sup>[7]</sup>研究发现,扁茎早熟禾的毛根数量要远多于根茎和根颈,毛根在根茎和根颈的辅助下固着土壤起到涵养水源的作用。多年生早熟禾根系对群落构成、土壤固着、生态系统恢复具有重要意义,因此,野生早熟禾属资源的驯化和选育对高寒草地生态恢复具有十分重要的作用。驯化选育高产品种能增加饲草产量,提高其经济效益的同时,还能进一步选育抗旱、固土性好的品种,作为绿色环保植物,能对草场退化、沙化地改良等环境问题的解决提供优质材料。此外,也可为不同气候带地区的草坪草建植方面提供更多可选择性,从而利于草坪成活及抵御特殊天气变化。

目前,国内对早熟禾属种质资源评价的研究集中在对其坪用性状<sup>[8-11]</sup>、抗旱性<sup>[12-15]</sup>、耐盐性<sup>[16-17]</sup>以及发芽特性<sup>[18]</sup>等方面的比较,这些研究材料多来自我国暖温带和亚热带地区<sup>[19-21]</sup>,而对我国高寒地区的野生早熟禾属种质资源的评价工作较少。野生牧草资源作

收稿日期:2020-04-29; 修回日期:2020-06-11

基金项目:青海省青藏高原优良牧草种质资源利用重点实验室(2017-ZJ-Y12); 研究生创新型项目 CX2019SZ94); 四川省抗逆牧草种质创新及生态修复工程实验室

作者简介:田浩琦(1995-),青海人,硕士研究生。

E-mail:47659915@qq.com

周青平为通讯作者。

E-mail:qpingzh@aliyun.com

为一种长期由自然选择而保留下来的且未被开发利用的资源,拥有高原地区气候和环境条件赋予的诸多抗性,如抗寒、抗盐碱、抗旱、耐瘠等,选育抗性较强的品种对高寒地区草业发展以及高原城市草坪建植具有重要意义。鉴于此,本研究对高寒地区野生早熟禾属种质资源开展评价工作,以期恢复生态、提高草原生产力提供物质基础。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验地概况

试验地在四川省阿坝州红原县西南民族大学青藏基地牧草资源圃,海拔 3 504 m, E 102°5', N 32°8'; 年均气温 1.4℃, 气温日均差为 16.3℃; 年均降水量 749.1 mm, 80% 的降水集中在 5~8 月; 为大陆性高原寒温带季风气候。红原地区气温 3 月下旬开始回暖, 7 月下旬至 8 月间达到最高, 10 月下旬温度达到零下, 牧草生长季(4~10 月)气温变化幅度较大(图 1)。

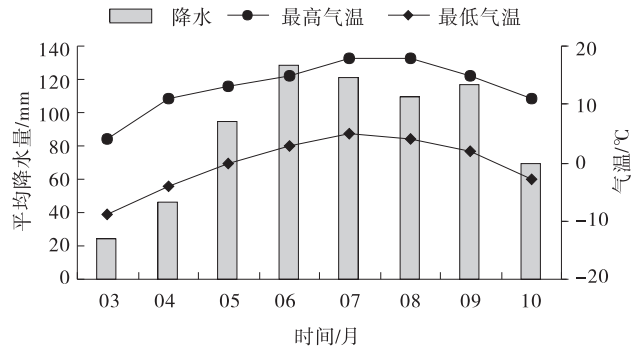


图 1 2018 年红原县月均降水量和温度

Fig. 1 Change in monthly mean precipitation and temperature in Hongyuan county in 2018

### 1.2 供试材料

供试材料为青藏基地牧草种质资源圃中的早熟禾 3 份, 冷地早熟禾 7 份, 草地早熟禾、波密早熟禾、华灰早熟禾、波伐早熟禾、光稈早熟禾各 1 份, 共 15 份野生种质资源(表 1)。

表 1 早熟禾野生资源采集地信息

Table 1 Geographic information on the collection sites of wild *Poa* germplasm

编号	中文名	拉丁名	采集地	经度	纬度	海拔/m
P1	早熟禾	<i>P. annua</i>	刚察县沙柳河镇	100°01.885'	37°16.181'	3 221
P2	早熟禾	<i>P. annua</i>	贵南县森爱乡	100°48.951'	35°31.685'	3 283
P3	早熟禾	<i>P. annua</i>	共和县二塔拉	100°43.040'	36°21.339'	3 111
P4	冷地早熟禾	<i>P. crymophila</i>	平安县石灰窑乡	101°51.080'	36°19.935'	2 922
P5	冷地早熟禾	<i>P. crymophila</i>	平安县沙沟乡	102°03.703'	36°21.134'	2 709
P6	冷地早熟禾	<i>P. crymophila</i>	平安县沙沟乡	102°03.703'	36°21.134'	2 709
P7	冷地早熟禾	<i>P. crymophila</i>	平安县沙沟乡	102°05.116'	36°17.723'	3 032
P8	冷地早熟禾	<i>P. crymophila</i>	平安县沙沟乡	102°05.807'	36°17.763'	3 143
P9	冷地早熟禾	<i>P. crymophila</i>	平安县沙沟乡	102°05.807'	36°17.763'	3 143
P10	冷地早熟禾	<i>P. crymophila</i>	平安县上郭图尔村	102°06.348'	36°20.508'	2 994
P11	华灰早熟禾	<i>P. sinoglauca</i>	平安县古城	102°00.138'	36°23.392'	2 524
P12	波伐早熟禾	<i>P. oophagorum</i>	乌兰柯柯镇	98°10.772'	36°59.805'	2 970
P13	波密早熟禾	<i>P. bomiensis</i>	墨竹工卡扎西岗	91°54.782'	29°44.692'	4 003
P14	光稈早熟禾	<i>P. psilolepis</i>	平安县沙沟乡	102°05.116'	36°17.723'	3 032
P15	草地早熟禾	<i>P. pratensis</i>	天峻县新源镇	98°52.055'	37°07.705'	3 600

### 1.3 试验设计

材料于 2016 年 5 月种植, 试验小区面积为 15 m<sup>2</sup> (3 m×5 m), 条播, 行距 15 cm, 重复 3 次, 播种量为 15 kg/hm<sup>2</sup>, 播深 1~2 cm。人工定期除草, 春季施肥 1 次, 旱作。2018 年返青后记录各野生资源的生育时期, 统计其形态特征指标、草产量及种子发芽特征指标等。

### 1.4 指标观测及测定方法

1.4.1 生育时期时间记录 记录各野生资源返青期、分蘖期、拔节期、抽穗期、开花期、乳熟期、蜡熟期、完熟期各生育时期, 以每个小区 50% 植株进入该生育时期为标准。

生育时期记录标准

(1) 返青期: 植株由黄色变为绿色, 开始再生长。

(2)分蘖期:50%植株从基部分蘖节长出侧枝。

(3)拔节期:50%植株茎基部节间伸长,露出地面约2 cm。

(4)抽穗期:50%植株幼穗从茎秆顶部叶鞘中露出,但未授粉。

(5)开花期:50%植株开花。

(6)乳熟期:籽粒充满乳白色液体,含水量在50%左右,当50%的植株达到上述状态时可记为乳熟期。

(6)蜡熟期:籽粒由绿变黄,水分减少到25%~30%,内含物呈蜡状,50%植株达到上述状态时可记为蜡熟期。

(7)成熟期:籽粒完全变黄、坚硬状态;当80%以上植株达到上述状态时可记为成熟期。

(8)生育期天数:由出苗至种子成熟的天数记为生育期天数。

1.4.2 形态特征指标测定 开花期,每块小区随机选取10株植株,用卷尺测定其自然高度、垂直高度,用游标卡尺测定叶长、叶宽(测定叶片最宽处宽度)和茎粗。

1.4.3 草产量测定 开花期,每个小区随机取30 cm样段,齐地刈割,称鲜重,并将植株分为叶片、茎和穗,分别称重,计算茎叶比。

茎叶比=茎重/叶片重

1.4.4 种子千粒重测定 种子成熟期,收获种子后测定种子千粒重,每个样品随机选取8个100粒种子,分别称重,变异系数不超过0.04,求其平均值。

1.4.5 种子发芽指标测定 根据GB/T 2930.4-2017《草种子检验规程发芽试验》进行室内培养皿法发芽试验。取适量供试样品种子,用蒸馏水清洗6~8次后,

将经过处理的种子放置于室温下自然晾干。发芽床为底部平铺有2层滤纸的120 mm培养皿,用镊子挑选出100粒颗粒完整饱满的种子均匀地平摆在发芽床上,每个品种重复3次。将上述培养皿放入恒温恒湿光照培养箱(MGC-250)中进行发芽试验,采用10 h光照和14 h黑暗处理,对应温度分别设为19℃和23℃,每天早晚添加适量蒸馏水以保持滤纸湿润。待种子开始萌发后,每天下午13:00定时记录萌发正常的种子数,记录腐烂种子数量后及时检出发芽床。发芽周期为23天,第7天的种子发芽率记为发芽势,发芽最后一天记录发芽率,并计算发芽指数(GI)和活力指数(VI)。

$$GI = \sum(Gt/Dt)$$

$$VI = S \times \sum(Gt/Dt)$$

式中, $Gt$ 为每天对应的种子发芽数, $Dt$ 为相应的发芽日数, $S$ 为幼苗鲜重。

## 1.5 统计方法

试验数据采用Excel 2016和IBM SPSS Statistics 21进行数据统计。

## 2 结果与分析

### 2.1 生育时期

所有材料均于4月中下旬开始返青,其中P2较早(表2)。P11的生育期最短,为103 d;P3、P6、P7、P8、P9、P10、P12、P14的生育期为104~105 d。P1、P2、P13、P15的生育期较长,均在115 d以上;P2的生育期最长,120 d,为晚熟材料。P11、P14绿期均较短,相比其他品种枯黄时间提前7~16 d。

表2 野生早熟禾属材料生育时期及生育期

Table 2 Phenological information and growth period of 15 wild *Poa* germplasm

编号	返青期 /(月-日)	分蘖期 /(月-日)	拔节期 /(月-日)	抽穗期 /(月-日)	开花期 /(月-日)	乳熟期 /(月-日)	蜡熟期 /(月-日)	成熟期 /(月-日)	生育期/d
P1	04-20	05-12	05-23	06-15	07-21	08-1	08-9	08-17	119
P2	04-18	05-10	05-19	06-9	07-10	07-23	08-1	08-10	120
P3	04-30	05-10	05-20	06-13	07-13	07-25	08-3	08-12	104
P4	04-20	05-8	05-18	06-10	07-12	07-25	08-2	08-11	113
P5	04-20	05-12	05-23	06-15	07-14	07-26	08-4	08-8	110
P6	04-30	05-11	05-22	06-14	07-13	07-25	08-3	08-12	104
P7	04-30	05-11	05-22	06-14	07-13	07-25	08-3	08-12	104
P8	04-30	05-11	05-22	06-16	07-13	07-25	08-3	08-12	104
P9	04-30	05-11	05-20	06-16	07-13	07-25	08-2	08-12	104
P10	04-30	05-11	05-22	06-14	07-15	07-25	08-4	08-12	104

续表 2

编号	返青期 /(月-日)	分蘖期 /(月-日)	拔节期 /(月-日)	抽穗期 /(月-日)	开花期 /(月-日)	乳熟期 /(月-日)	蜡熟期 /(月-日)	成熟期 /(月-日)	生育期/d
P11	04-20	05-5	05-15	06-3	07-5	07-15	07-24	08-1	103
P12	04-30	05-11	05-22	06-14	07-12	07-21	08-1	08-12	104
P13	04-20	05-5	05-15	06-5	07-17	07-25	08-5	08-17	119
P14	04-20	05-5	05-15	06-2	07-5	07-11	07-20	08-3	105
P15	04-20	05-5	05-15	06-14	07-15	07-25	08-2	08-13	115

## 2.2 形态特征

P1 和 P2 的单株地上生物量均远高于其他材料,其中穗重贡献最大,P2 穗部与其地上总生物量的比值最高,为 0.935;P4、P6、P9 的单株地上生物量较低,其中 P6 的穗重最低,占平均单株地上生物量的比重为 0.26(图 2)。早熟禾属植物较其他属牧草具有较少的叶片,叶重在生物量中占比较小,所有材料中,P11 叶重占地上生物量的比重最高,为 0.192。P8 的茎重最大,占地上总生物量的比重为 0.485;P1 的茎重最小,占地上总生物量的比重为 0.0548。

所有野生材料以 P10 的株高最大,为 53.6 cm,与 P2、P7、P15 间差异不显著;P5 株高最小,为 32.79 cm(表 3)。茎直径的大小能间接反应牧草中纤维含量,P2 的茎直径最大,为 0.091 mm,P1、P2、P3、P4、P9、P10、P14 之间差异不显著;P8 的茎直径最小,为 0.023 mm。P2 的叶宽最小,为 0.087 mm;P13

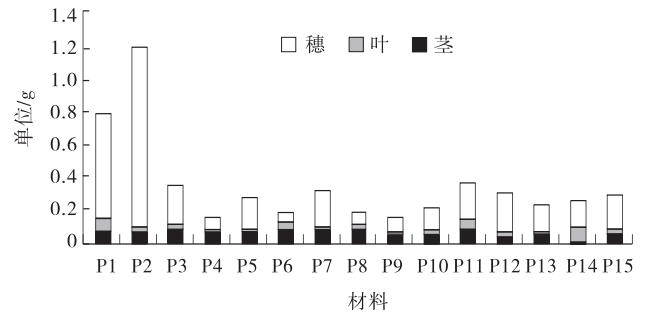


图 2 早熟禾属野生资源茎、叶和穗重量

Fig. 2 The weight of stem, leaf and ear of 15 wild

### *Poa* germplasm

最高,为 0.233 mm。P11、P12 的叶长最大,分别为 7.150 cm 和 6.680 cm,两者与其他材料间差异显著( $P < 0.05$ );P5 叶长最小,为 2.840 cm,与其他材料间差异显著( $P < 0.05$ )。P6 茎叶比最大,为 6.550;P1、P11 最小,分别为 1.07 和 1.36。

表 3 早熟禾属野生材料形态特征指标

Table 3 Shoot morphological characteristics of 15 wild *Poa* germplasm

编号	株高/cm	茎直径/cm	叶宽/cm	叶长/cm	茎叶比
P1	38.840±4.570 <sup>gh</sup>	0.074±0.010 <sup>abc</sup>	0.150±0.038 <sup>c</sup>	3.191±0.520 <sup>df</sup>	1.070±1.134 <sup>d</sup>
P2	51.250±3.310 <sup>ab</sup>	0.091±0.010 <sup>a</sup>	0.087±0.000 <sup>d</sup>	4.751±1.590 <sup>cd</sup>	2.790±1.276 <sup>cd</sup>
P3	46.400±3.130 <sup>cd</sup>	0.072±0.010 <sup>abc</sup>	0.143±0.011 <sup>c</sup>	3.155±0.510 <sup>ef</sup>	2.741±1.100 <sup>cd</sup>
P4	36.300±3.060 <sup>h</sup>	0.067±0.005 <sup>bcd</sup>	0.194±0.045 <sup>ab</sup>	4.160±0.350 <sup>de</sup>	5.890±2.600 <sup>ab</sup>
P5	32.790±4.300 <sup>i</sup>	0.050±0.010 <sup>d</sup>	0.201±0.021 <sup>a</sup>	2.840±0.560 <sup>f</sup>	3.883±2.870 <sup>bc</sup>
P6	49.690±3.700 <sup>bc</sup>	0.048±0.012 <sup>d</sup>	0.132±0.032 <sup>c</sup>	6.280±1.200 <sup>ab</sup>	6.550±3.090 <sup>a</sup>
P7	46.400±4.780 <sup>ab</sup>	0.060±0.020 <sup>cd</sup>	0.141±0.049 <sup>c</sup>	6.431±2.500 <sup>ab</sup>	5.820±3.500 <sup>ab</sup>
P8	42.380±3.760 <sup>ef</sup>	0.023±0.009 <sup>e</sup>	0.139±0.015 <sup>c</sup>	4.534±0.688 <sup>cd</sup>	5.690±5.830 <sup>ab</sup>
P9	44.120±4.230 <sup>de</sup>	0.074±0.011 <sup>abc</sup>	0.144±0.040 <sup>c</sup>	4.419±0.580 <sup>cd</sup>	3.460±1.310 <sup>cd</sup>
P10	53.600±4.060 <sup>a</sup>	0.074±0.013 <sup>abc</sup>	0.158±0.010 <sup>bc</sup>	5.424±0.911 <sup>bc</sup>	2.500±0.930 <sup>cd</sup>
P11	40.970±2.480 <sup>efg</sup>	0.058±0.041 <sup>cd</sup>	0.215±0.053 <sup>a</sup>	7.150±1.129 <sup>a</sup>	1.360±0.700 <sup>d</sup>
P12	38.160±3.520 <sup>gh</sup>	0.050±0.035 <sup>d</sup>	0.020±0.057 <sup>a</sup>	6.680±1.110 <sup>a</sup>	2.723±1.660 <sup>cd</sup>
P13	41.700±3.800 <sup>efg</sup>	0.067±0.024 <sup>bcd</sup>	0.233±0.054 <sup>a</sup>	4.710±1.520 <sup>cd</sup>	2.330±0.515 <sup>cd</sup>
P14	44.600±4.400 <sup>de</sup>	0.085±0.014 <sup>ab</sup>	0.222±0.051 <sup>a</sup>	6.030±1.180 <sup>ab</sup>	1.968±0.755 <sup>cd</sup>
P15	52.480±4.130 <sup>ab</sup>	0.056±0.031 <sup>cd</sup>	0.210±0.078 <sup>a</sup>	5.340±1.248 <sup>bc</sup>	2.168±0.552 <sup>cd</sup>

注:同列不同小写字母表示差异显著( $P < 0.05$ ),下同

P1 的千粒重最高,为 0.266 5 g,与其他材料间差异显著( $P < 0.05$ );P4 的千粒重最低,为 0.155 5 g。除 P1 外,其余资源的千粒重间无显著差异( $P > 0.05$ ) (图 3)。

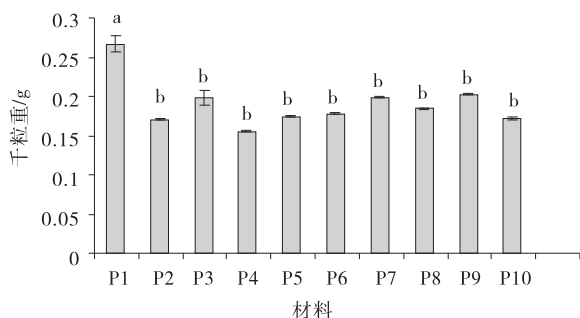


图 3 早熟禾野生材料种子千粒重

Fig. 3 Thousand-seed weight of wild *Poa* seeds

P2、P6 的鲜草产量最高,分别达到了 8 900、8 996  $\text{kg}/\text{hm}^2$ ;其次为 P7,产量为 8 333  $\text{kg}/\text{hm}^2$ ;P8、P9 的鲜草产量最低,分别为 4 266、4 300  $\text{kg}/\text{hm}^2$  (图 4)。

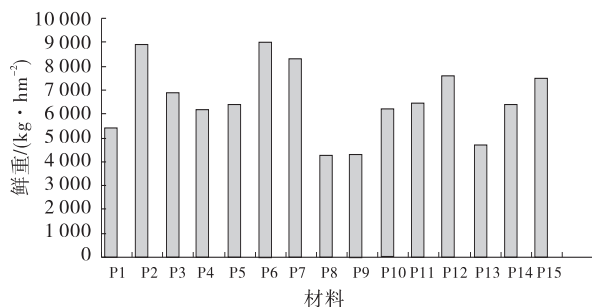


图 4 早熟禾属野生材料生物量

Fig. 4 Fresh biomass of 15 wild *Poa* germplasms

### 2.3 发芽特征指标

在 10 个材料中,P8 的发芽势最高,为 52%,与 P6、P7、P9 的发芽势间差异不显著( $P > 0.05$ );P1 和 P10 的发芽势最低,为 21% (表 4)。P9 的发芽率最高,为 87%;其次为 P1、P12;P10 的发芽率最低,为 27%。发芽指数、活力指数以 P6 为最大,分别为 10.525、1.463;P10 的发芽指数和活力指数均最低,分别为 3.701 和 0.213。

表 4 早熟禾野生资源种子发芽特征

Table 4 Seed germination characteristics of 15 wild *Poa* germplasms

资源编号	发芽势/%	发芽率/%	发芽指数	活力指数
P1	21±4 <sup>c</sup>	71±2 <sup>b</sup>	6.336±0.480 <sup>bc</sup>	0.917±0.172 <sup>bcd</sup>
P2	32±1 <sup>bc</sup>	71±0 <sup>b</sup>	7.914±0.299 <sup>abc</sup>	0.928±0.068 <sup>bcd</sup>
P3	29±3 <sup>c</sup>	61±1 <sup>bc</sup>	5.950±0.296 <sup>cd</sup>	0.794±0.067 <sup>cd</sup>
P4	26±5 <sup>c</sup>	62±1 <sup>bc</sup>	6.744±0.833 <sup>bc</sup>	0.503±0.139 <sup>cd</sup>
P5	27±2 <sup>c</sup>	56±3 <sup>c</sup>	7.247±0.115 <sup>bc</sup>	0.891±0.022 <sup>bcd</sup>
P6	46±7 <sup>a</sup>	61±8 <sup>bc</sup>	10.524±1.865 <sup>a</sup>	1.463±0.342 <sup>a</sup>
P7	47±2 <sup>a</sup>	65±1 <sup>bc</sup>	9.016±1.865 <sup>ab</sup>	1.176±0.063 <sup>abc</sup>
P8	52±0 <sup>a</sup>	64±1 <sup>bc</sup>	8.914±1.339 <sup>ab</sup>	1.375±0.222 <sup>ab</sup>
P9	41±0 <sup>a</sup>	87±3 <sup>a</sup>	7.979±1.339 <sup>abc</sup>	0.993±0.142 <sup>abcd</sup>
P10	21±1 <sup>c</sup>	27±1 <sup>d</sup>	3.701±1.339 <sup>d</sup>	0.212±0.046 <sup>e</sup>

### 2.4 形态特征指标相关性分析

千粒重与叶重极显著正相关( $P < 0.01$ ),单株重和叶宽、茎直径、茎叶比显著负相关( $P < 0.05$ ),单株重和穗重极显著正相关( $P < 0.01$ ) (表 5)。叶长和株高极显著正相关( $P < 0.01$ ),叶宽与株高显著负相关( $P < 0.05$ ),茎重和叶宽、穗重显著负相关( $P < 0.05$ ),穗重和叶宽显著负相关( $P < 0.05$ ),与茎直径极显著正相关( $P < 0.01$ ),穗重与茎叶比极显著负相关( $P < 0.01$ ),茎重与叶宽显著负相关( $P < 0.05$ ),茎重和穗重显著负相关( $P < 0.05$ )。

## 3 讨论

草种绿期与草种的生态学、生物学特性密切相关,是草坪品种特性及适应能力的集中反映<sup>[21]</sup>。供试材料中,有 5 种冷地早熟禾(P6、P7、P8、P9、P10)、1 种华灰早熟禾(P11)、1 种早熟禾(P3)和 1 种光稃早熟禾(P14)的生育期较短,较其他材料短 5~17 d;P3、P6、P7、P8、P9、P10、P12 的返青时间较晚,较其他材料晚 10~12 d,以上 8 种野生材料的生育期均较短,为早熟资源。早熟资源生育期短的特点在种质资源繁育上

表 5 早熟禾野生材料农艺性状指标相关性分析

Table 5 Coefficients of correlation among agronomic traits in 15 different wild *Poa* germplasm

指标	株高	叶长	叶宽	茎粗	茎叶比	叶重	穗重	茎重	单株重	千粒重
株高	1									
叶长	.255**	1								
叶宽	-.310**	.156	1							*
茎粗	.156	-.084	-.112	1						
茎叶比	-.004	.105	-.131	-.119	1					
叶重	-.039	.018	.076	.073	-.557**	1				
穗重	.070	-.135	-.305**	.249**	-.210**	.107	1			
茎重	.078	.035	-.164*	-.070	.469**	.049	-.176*	1		
单株重	.089	-.139	-.334**	.271**	-.210*	.157	.989**	-.112	1	
千粒重	-.124	-.134	-.254	.065	-.099	.391**	.066	.003	.088	1

注：\*\*在 0.01 水平(双侧)上显著相关；\* 在 0.05 水平(双侧)上显著相关

有一定优势。2 种早熟禾(P1、P2)、1 种波密早熟禾(P13)、1 种草地早熟禾(P15)的生育期在 115 d 以上,为所有供试材料中的晚熟资源。

禾本科植物的穗重一定程度上决定了种子质量和产量。所有供试材料中,2 种早熟禾(P1、P2)的地上生物量、穗重为最高。千粒重是体现种子大小与饱满程度的一项指标,被用来衡量种子质量和种子活力,也是预测田间种子产量的重要依据。P1 的千粒重最高,可作为种子生产、退化草地的补播的材料。

牧草地上生物量直接决定了饲用量,是评价草产量的重要指标。P2、2 种冷地早熟禾(P6、P7)的草产量能达到 8 000 kg/hm<sup>2</sup> 以上。茎为禾本科植物地上生物量的重要组成部分,其粗纤维、粗蛋白等成分含量决定了牧草的营养成分、适口性等指标,15 份材料的单株茎重总体变化相差不大。茎叶比常被用来比较牧草间的品质差异,其大小决定着牧草营养价值的高低<sup>[22-23]</sup>。早熟禾 P1、华灰早熟禾 P11 的茎叶比为最小,叶量较丰富,适合刈割饲用<sup>[1]</sup>。

植物对所处的生态环境有特定的响应和适应<sup>[24]</sup>,供试材料的株高分别与叶长、叶宽呈极显著正相关和显著负相关,这说明株高越高、叶长越长的同时叶宽也越窄。研究表明,小叶形是耐旱的一种特征,细小的叶型可以减少水分蒸发面积<sup>[25]</sup>。另外,马冰的研究结果表明,随着光照强度增强,禾本科植物幼苗会将更多资源分配给地下部分,从而减少对地上生物量的投入,因

此,高原地区强光和降水较少的特点影响了早熟禾的叶部形态<sup>[26]</sup>。茎重分别与叶宽、穗重呈负显著相关、穗重与叶宽显著负相关(表 5),说明地上部分物质的积累总是以穗部为主,其次为茎部,后为叶部。穗重与茎直径极显著正相关,说明茎直径影响穗重的正相发育,能间接决定种子质量。

发芽势和发芽率是反映种子质量优劣的主要指标之一。在发芽率相同时,发芽势高的种子生命力强,在场地播种时发芽率较高,播种后幼苗能出土正常,且增产潜力大。冷地早熟禾 P8 的发芽势为最高,另外 3 种冷地早熟禾(P6、P7、P9)与 P8 在同一水平。发芽指数、活力指数是种子发芽速率和生长量的综合反映,在 10 种材料的发芽特征评价中,以 P6 的发芽指数、活力指数为最高。种子发芽率高,则表示有生活力种子多,播种后出苗数多,P1、P2 两种早熟禾材料的发芽率均在 70% 以上,冷地早熟禾 P9 的发芽率为 87%,这 3 种发芽率较高的材料可考虑与其他草种混播,用于退化草地的补播修复。

本研究评价的所有野生材料均采自海拔 2 500 m 以上地区,其抗寒性、越冬率等指标较低海拔地区同类牧草具有一定优势,因此,野生早熟禾属资源除了作饲用外,还可以通过草坪草形态特征、反映生长发育过程中地上部枝叶变化情况的盖度指标、反映草坪草美观程度的绿度指标<sup>[27]</sup>、反映抗旱能力的叶片抗脱水能力指标<sup>[28]</sup>、抗病性<sup>[29]</sup>等坪用指标的情况,对高海拔地区

野生早熟禾资源作出更全面的评价,从而应用于海拔较高地区城市的草坪绿化。

早熟禾属植物为草坪草种选育的重要来源,其饲用价值也不容小觑。野生早熟禾属植物作为尚未开发利用的资源,是新品种选育的基础,对野生种质资源进行准确、充分的评价是对其有效利用的前提。在早熟禾种子生产中,若以提高产量为目的,除了直接选择千粒重较高的品种外,也可选择与其相关的间接性状,以达到最好效果。从提高早熟禾牧草出苗整齐度、生长活力的角度讲,就需要选择发芽势较好、种子活力较高的牧草种质资源。在选育特定生长环境条件下种植的牧草资源时,增加更多环境因素干扰对选育更适宜盐碱、干旱、荒漠地区生长的草种更有意义<sup>[30-32]</sup>。分蘖数和盖度<sup>[33]</sup>是评价供试材料生态价值最基本的指标,另外,营养指标中的粗蛋白<sup>[33]</sup>、相对饲喂价值<sup>[34]</sup>等是评价饲用价值的重要指标,在增加以上各类指标的基础上、加强定量分析与观察,对早熟禾属资源作出更全面的评价,便于更好地应用于畜牧生产实践和退化草地的补播建植,以促进高海拔地区草地草坪及畜牧业的发展,同时为培育更好地适应该区种植的高产优质牧草资源提供借鉴。由于不同早熟禾的生理特性和存在的个体差异,达到开花期的时间各有不同,草产量、农艺性状是在开花期进行采样测定,各材料在开花期的选定可能存在偏差,会对试验结果产生一定的影响,有待进一步探索。

## 4 结论

本研究所评价的 15 份野生早熟禾属材料在高寒地区生育期为 103~120 d,其中,P2 和 P6 具有较高的鲜草产量,且 P1 和 P11 茎叶比较小,可用作培育牧草的潜在材料;P5 株高最低且叶长最短,可挖掘其坪用价值。

### 参考文献:

[1] 赵桂琴. 早熟禾育种的研究进展与现状[J]. 甘肃农业大学学报,2000,35(2):119-126.

[2] 彭燕,张新全,周寿荣. 我国主要草坪草种质资源研究进展[J]. 园艺学报,2005,32(2):359-364.

[3] 陈雅君,祖元刚,刘慧民,等. 早熟禾种质资源及其遗传改良研究进展[J]. 园艺学报,2008,35(11):1701-1708.

[4] 张丽霞,姚爱兴,徐宪涛. 国内外草地早熟禾育种技术及其研究进展[J]. 宁夏农学院学报,2002,22(2):79-82.

[5] 陈有军,周青平,刘文辉. 几份草地早熟禾在环湖地区生长特性的比较研究[J]. 草业与畜牧,2015(4):15-20.

[6] 汪新川,周华坤,雷占兰. 青海牧区 8 种矮禾草生产经济性状品种试验[J]. 黑龙江畜牧兽医,2015(3):101-103.

[7] 伍磊,周青平,刘文辉,等. 人工草地建植过程中青海扁茎早熟禾根系变化特征[J]. 草地学报,2011,19(2):231-236.

[8] 董晓燕. 山西不同居群野生草地早熟禾种质资源评价[D]. 晋中:山西农业大学,2014.

[9] 鲁存海,白小明. 8 种野生早熟禾种质材料坪用特性和草坪质量评价研究[J]. 草原与草坪,2011,31(5):55-59.

[10] 彭燕,邱英,刘霞. 亚热带湿润区野生草地早熟禾生长特性及坪用价值研究[J]. 四川农业大学学报,2008,26(1):40-44.

[11] 韩德梁,余玲,王彦荣. 2 种野生早熟禾坪用性能评价[J]. 草业科学,2005,22(2):92-95.

[12] 王靖婷,刘自学,白小明,等. 不同水分处理对野生早熟禾种子萌发特性的影响[J]. 草原与草坪,2012,32(1):58-62.

[13] 郭郁频,米福贵,闫利军,等. 不同早熟禾品种对干旱胁迫的生理响应及抗旱性评价[J]. 草业学报,2014,23(4):220.

[14] 金不换. 干旱胁迫对不同品种早熟禾形态和生理特性影响的研究[D]. 哈尔滨:东北农业大学,2009.

[15] 颜丽丽. 干旱胁迫下 4 个野生早熟禾属草种的抗旱性研究[J]. 天津农业科学,2011,17(6):25-29.

[16] 张淑艳,包桂荣,白长寿,等. 几种草地早熟禾种子萌发期耐盐性的比较研究[J]. 内蒙古民族大学学报(自然科学版),2002,17(2):123-126.

[17] 白小明,王靖婷,贺佳圆,等. 8 个野生早熟禾种子萌发期耐盐性研究[J]. 草地学报,2013,21(3):546-555.

[18] 李青丰,常海山. 几种预措处理对促进草地早熟禾种子萌发的效果[J]. 中国草地,1997(3):28-30.

[19] 方强恩,孙英,白小明,等. 甘肃早熟禾属野生植物资源分布研究[J]. 中国草地学报,2010,32(6):39-45.

[20] 祝秀芝,张志国. 山东中西部地区草地早熟禾适用品种评价[J]. 草业科学,2002,19(1):36-38.

[21] 李淑娟,周青平,颜红波,等. 4 种披碱草属野生牧草在高寒地区农艺性状及生产性能的评价[J]. 草原与草坪,2007,27(2):34-36.

[22] 时颖,师尚礼,荣思川,等. 9 份甘肃野生驯化草地早熟禾种质的生产性能比较研究[J]. 草原与草坪,2016,36(5):12-20.

[23] 周云龙. 植物生物学[M]. 北京:高等教育出版社,1999.

- [24] 王丹, 骆建霞, 史燕山, 等. 两种地被植物解剖结构与抗旱性关系的研究[J]. 天津农学院学报, 2005, 12(2): 15—17.
- [25] 马冰. 光照和温度对高寒草甸六种常见禾本科植物幼苗生长和生物量分配的影响[D]. 兰州: 兰州大学, 2016.
- [26] 王保平, 董晓燕, 董宽虎, 等. 山西野生草地早熟禾主要农艺性状的多样性分析[J]. 中国草地学报, 2015, 37(1): 51—57.
- [27] 张跃进, 张小燕. 几种草坪草的引种栽培试验研究[J]. 西北植物学报, 2003, 23(7): 1311—1313.
- [28] 郝建军, 康宗利, 于洋. 植物生理学实验技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2007.
- [29] 刘金荣, 谢晓蓉. 张掖地区冷季型草坪草适应性研究(简报)[J]. 草地学报, 2002, 10(4): 322—324.
- [30] 张勇, 熊丙全, 曾明. 种子处理对西番莲活力及苗木生长的影响[J]. 西南大学学报(自然科学版), 2003, 25(2): 135—137.
- [31] 马琳. NaCl 胁迫对牧草种子萌发与幼苗生理生化的影响及耐盐性评价[D]. 泰安: 山东农业大学, 2010.
- [32] 海棠, 贾鲜艳, 张晓峰. 紫花苜蓿品种浸提液对受体牧草种子发芽的影响[C]//中国草学会牧草育种委员会代表大会, 2009.
- [33] 张鸭关, 薛世明, 匡崇义, 等. 云南北亚热带冬闲田引种优良牧草的灰色关联度分析与综合评价[J]. 草业学报, 2007, 16(3): 69—73.
- [34] Hormicks R D, Vlentine J F. Harvested forages[M]. London: Academic Press, 1999.

## Evaluation of 15 species of wild *Poa* in alpine areas

TIAN Hao-qi, WANG Hui, CHEN You-jun, ZHOU Qing-ping

(College of Qinghai-tibetan Plateau, Southwestern Minzu University, Chengdu, 610000, China)

**Abstract:** In order to effectively develop wild *Poa* germplasm in plateau area for animal husbandry production and the restoration of degraded grassland, 15 wild *Poa* germplasm collected from Qinghai-tibetan Plateau were evaluated in the present study. Growth period, morphological characteristics, biological yield and seed germination index were measured. Our results showed that among all germplasms, *P. annua*, P1 and P2, *P. bomiensis*, P13 and *P. pratensis*, P15 had the longest growth period, implying that those were able to maintain the longer green period than the other germplasms. P2 and *P. crymophila*, P6 and P7, had the highest fresh grass yield and germination potential among all resources. The ratio of stem to leaf in *P. sinoglauca*, P11, was the lowest, which meant P11 had the superior production performance and could be used in the breeding program for forage grass. The germinate rate of P1, P2 and *P. crymophila*, P9 were over 70%, which would be able to contribute to the restoration of degraded grassland.

**Key words:** *Poa*; germplasm; agronomic characteristics