

白小明,张咏梅,陈辉,等.甘肃野生草地早熟禾(*Poa pratensis*)分布区土壤养分状况[J].中国沙漠,2020,40(6):242-249.

甘肃野生草地早熟禾(*Poa pratensis*)分布区 土壤养分状况

白小明^a,张咏梅^b,陈辉^a,张君兰^a

(甘肃农业大学 a.草业学院/草业生态系统教育部重点实验室/草业工程实验室/中-美草地畜牧业可持续发展研究中心, b.干旱生境作物学重点实验室,甘肃 兰州 730070)

摘要: 比较分析了甘肃野生草地早熟禾(*Poa pratensis*)主要分布区0~30 cm土壤pH及有机质、氮、磷、钾含量,以期
为野生草地早熟禾资源的开发利用提供参考依据。结果表明:10个野生草地早熟禾分布区土壤pH及有机质、全
氮、碱解氮、全磷、Olsen-P、速效钾含量的平均值分别为7.53 g·kg⁻¹、43.5 g·kg⁻¹、2.18 g·kg⁻¹、121 mg·kg⁻¹、0.734 g·
kg⁻¹、2.69 mg·kg⁻¹和302 mg·kg⁻¹;土壤有机质、全氮、碱解氮、Olsen-P的变异系数75%~100%;肃南(SN)和兰州兴隆
山(XLS)两地土壤有机质、氮、磷含量较大,显著高于夏河(XH)、渭源(WY)、定西安定区(AD)、清水(QS)、陇西
(LX)、康乐(KL)和临洮(LT)等分布区。随土层深度的增加,土壤有机质、全氮、碱解氮和Olsen-P含量逐渐减少,
pH和速效钾含量逐渐增大;除钾以外的土壤养分具有表聚现象。草地有机质含量明显高于农田土壤,表现出较强
的碳贮存能力。土壤pH与生境地海拔、全磷含量显著负相关($P<0.05$),土壤有机质含量与氮素含量极显著正相关
($P<0.001$),与速效磷含量显著正相关($P<0.05$)。10个分布区土壤养分含量可聚类分为两大类。进一步说明草地
早熟禾生长适宜的土壤环境比较广泛。

关键词: 野生草地早熟禾;分布区;土壤pH;有机质;氮;磷;钾

文章编号: 1000-694X(2020)06-242-08

DOI: 10.7522/j.issn.1000-694X.2020.00113

中图分类号: S153.6

文献标志码: A

0 引言

草地早熟禾(*Poa pratensis*)广泛分布于寒带和
北温带冷凉湿润地区,是草原与草甸植被、人工草
地植被组成中的重要成分。其质地纤细、再生能力
和耐修剪性强、绿期长、坪质优美,具有较强的抗寒
能力等优良特性,被广泛应用于草坪建植,是宝贵
的冷季型草坪植物种质资源^[1-5]。甘肃地处青藏高原、
黄土高原、蒙新高原和西秦岭山地的交汇地带,
境内地形、气候复杂多样,早熟禾属植物资源丰富,
有早熟禾属植物35种2变种,特有种6种^[2-3]。可
见,中国野生早熟禾资源具有很大的开发潜力^[6]。

土壤提供的养分对植物生长与形态的形成起着
关键的作用。野生草坪草分布区土壤养分与土壤理
化特性是草坪草资源研究的重要内容,对掌握其分
布特性、开发和利用野生草坪草资源具有重要意义。

郑玉忠等^[7]研究了中国南方7个省野生竹节草
(*Chrysopogon aciculatus*)分布区的土壤养分性质。
岳茂峰等^[8]研究了华南地区豆科山蚂蝗属多年生草
本植物三点金(*Desmodium triflorum*)分布区的土壤
性质。刘顺等^[9]研究了江西毛竹林土壤理化性质与
养分吸附特性。在长期无人扰动情况下,草本植物
的生长对土壤垂直方向的性质形成明显影响。王
长庭等^[10]研究三江源地区人工建植植被的土壤性质
发现,随着深度的增加,土壤微生物生物量、脲酶和
碱性磷酸酶活性均下降。赛牙热木·哈力甫等^[11]对
察布查尔草原土壤酶活性垂直分布及土壤理化性质
相关性研究表明,土壤表层酶活性均大于中、底层,且
酶活性随海拔的增加而上升。但总体而言,对野生
冷季型植物分布区土壤性质的垂直分布研究较少。

本研究通过在甘肃野生草地早熟禾主要分布
区采集土壤样品,分析土壤性质,以期对野生草地

收稿日期:2020-09-16; 改回日期:2020-10-27

资助项目:国家自然科学基金项目(31560667)

作者简介:白小明(1969—),男,甘肃灵台人,教授,主要从事草地生态学研究。E-mail: baixm@gsau.edu.cn

早熟禾资源的开发利用提供参考。

1 材料与方法

1.1 样品采集与处理

试验选择甘肃省草地早熟禾的主要分布区张掖肃南、甘南夏河、定西渭源、兰州兴隆山、定西安定区、天水清水、定西陇西、临夏康乐 1 号采样点、临

夏康乐 2 号采样点、定西临洮 10 个采样点(表 1)采集土样。

每个采集地选择群落中草地早熟禾盖度较大的地段,各选取 3 个取样点,每个取样点面积为 2 m×2 m,各取样点间距离大于 10 m。利用 5 点采样法,采集 0~30 cm 表土,每 10 cm 分层取样装袋。取样前除去地面植物和凋落物等有机杂质。土样带回实验室自然风干,过 2 mm 筛。

表 1 甘肃野生草地早熟禾主要分布区地理环境
Table 1 The geographical environments distributed *Poa pratensis* in Gansu Province

编号	采样地	代码	经度	纬度	海拔/m	降水量/mm
1	张掖肃南	SN	99°52'E	38°48'N	2 950	268
2	甘南夏河	XH	103°00'E	35°20'N	3 140	516
3	定西渭源	WY	104°05'E	35°02'N	2 401	526
4	兰州兴隆山	XLS	104°04'E	35°48'N	1 965	536
5	定西安定区	AD	104°62'E	35°58'N	2 035	400
6	天水清水	QS	106°12'E	35°13'N	1 051	580
7	定西陇西	LX	105°03'E	35°02'N	2 020	446
8	临夏康乐 1 号样地	KL1	104°08'E	35°39'N	2 000	548
9	临夏康乐 2 号样地	KL2	104°08'E	35°39'N	2 010	548
10	定西临洮	LT	104°26'E	35°37'N	2 012	317

1.2 样品分析

土壤有机质含量采用重铬酸钾容量法;土壤全氮含量采用凯氏定氮法;土壤碱解氮含量采用 KCl 浸提靛蓝比色法;土壤全磷含量采用 HClO₄-H₂SO₄ 法;土壤速效磷含量采用 NaHCO₃ 浸提钼锑抗比色法;速效钾用 1 mol·L⁻¹ 中性醋酸铵提取,火焰光度法测定。以上指标测定均参照鲍士旦^[12]的方法。

1.3 数据处理

对草地早熟禾不同分布地土壤 pH、有机质和氮、磷、钾含量的检测数据应用 IBM SPSS Statistics 23(美国)软件首先进行正态分布检验和方差齐性检验;然后对 0~30 cm 土壤的检测数据进行单因素 ANOVA 分析,采用 Duncan 法进行显著性检验。对各采样地 0~10、10~20、20~30 cm 不同土层 pH 和养分含量的检测数据进行双因素 ANOVA 分析,多重比较选择 SNK 法进行显著性检验。

2 结果与分析

2.1 0~30 cm 层土壤理化性质

0~30 cm 层土壤理化性质的统计结果如表 2 所列。从变异系数来看,以碱解氮的数值最大,全氮、有机质和 Olsen-P 次之,全磷和速效钾较小,数值也比较接近,pH 的变异系数最小。总体来说,各理化性质变异较大,这与不同采样地的自然环境差异较大有关。以上结果说明,甘肃野生草地早熟禾分布区土壤性质变异较大,也从另一个方面说明,草地早熟禾生长适宜的土壤条件比较广泛。

2.2 不同采样地土壤 pH 和土壤有机质含量

对甘肃草地早熟禾主要分布区土壤 pH 和有机质含量进行检测,不同采样地间具有极显著差异($P<0.01$)。

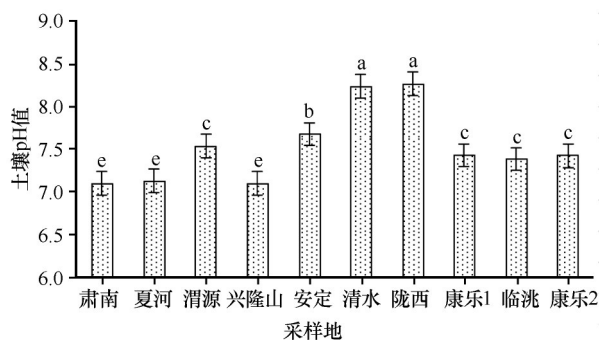
中国把土壤酸碱度分为强酸性土(pH 小于 5)、酸性土(pH 5.0~6.5)、中性土(pH 6.5~7.5)、碱性土(pH 7.5~8.5)、强碱性土(pH 大于 8.5)。甘肃草地早

表2 甘肃野生草地早熟禾分布地0~30 cm土层深度养分含量

Table 2 The soil nutrient content in 0~30 cm soil depth of *Poa pratensis* distribution in Gansu Province

土壤理化性质	最小值	最大值	平均值	标准差SD	变异系数CV/%
pH	7.04	8.27	7.53	0.414	5.5
有机质/(g·kg ⁻¹)	20.5	134	43.5	34.2	78.6
全氮/(g·kg ⁻¹)	0.480	7.65	2.18	1.92	88.1
碱解氮/(mg·kg ⁻¹)	42.0	457	121	121	100
全磷/(g·kg ⁻¹)	0.329	1.39	0.734	0.312	42.5
Olsen-P/(mg·kg ⁻¹)	0.100	7.54	2.69	2.13	79.2
速效钾/(mg·kg ⁻¹)	148	582	302	117	38.7

熟禾主要分布区采样地0~30 cm土层,渭源、安定区、陇西、清水、康乐(2个采样地)和临洮7个采样点pH均高于7.5,属碱性土壤,其中尤以清水和陇西土壤碱性最强,pH高于8.2。肃南、夏河和兰州兴隆山3地的土壤pH较低,在7.1左右,为中性土壤(图1)。



不同小写字母表示差异显著, $P < 0.05$

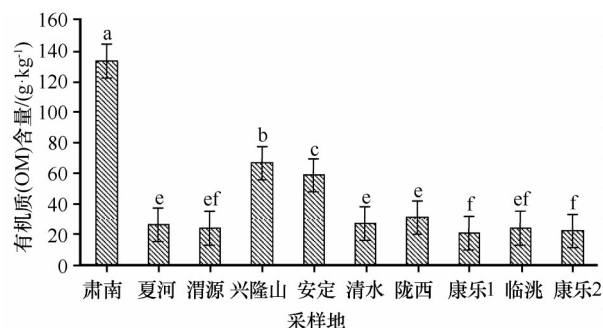
图1 甘肃草地早熟禾主要分布区土壤pH

Fig.1 Soil pH of different localities of wild *Poa pratensis* habitats

土壤有机质含量不同采样地点间差异较大。肃南土壤有机质含量极显著高于其他地区($P < 0.01$),达到了133.10 g·kg⁻¹;兰州兴隆山和定西安定区次之,分别为66.92 g·kg⁻¹和59.28 g·kg⁻¹;其他7个地点有机质含量20.73~26.90 g·kg⁻¹(图2)。

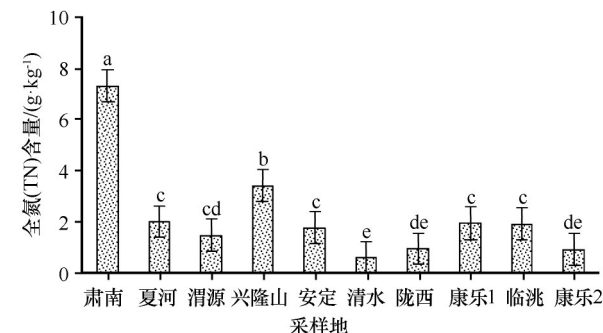
2.3 不同采样地土壤氮含量

土壤全氮和速效氮含量仍然以肃南采样点最高,分别为7.35 g·kg⁻¹和455.85 mg·kg⁻¹(图3),兴隆山和安定区次之,且均显著高于其他采样点土壤氮含量;渭源、清水、陇西和康乐的全氮和速效氮含量较低,全氮低于2 g·kg⁻¹,速效氮51~71 mg·kg⁻¹。



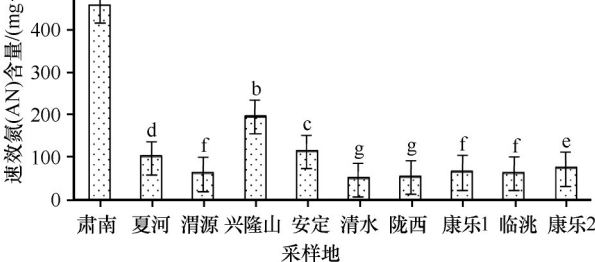
不同小写字母表示差异显著, $P < 0.05$

图2 甘肃草地早熟禾主要分布区土壤有机质含量

Fig.2 Soil organic matter contents of different localities of wild *Poa pratensis* habitats

不同小写字母表示差异显著, $P < 0.05$

图3 甘肃草地早熟禾主要分布区土壤氮含量



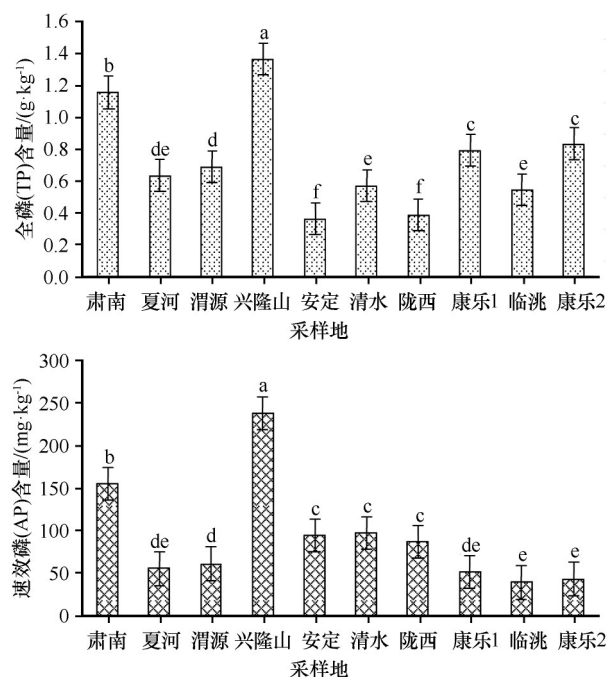
不同小写字母表示差异显著, $P < 0.05$

图3 甘肃草地早熟禾主要分布区土壤氮含量

Fig.3 Soil nitrogen contents of different localities of wild *Poa pratensis* habitats

2.4 不同采样地土壤磷含量

土壤磷含量各采样地具有极显著差异($P<0.01$)。兰州兴隆山全磷和速效磷最丰富,分别达到了 $1.37\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 和 $238.5\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,显著高于肃南的 $1.16\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 和 $155.72\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$;康乐2个采样地点的全磷含量也较丰富,但大多不可利用,其速效磷含量反而在10个采样地中最低,只有 $50\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 左右(图4)。



不同小写字母表示差异显著, $P<0.05$

图4 甘肃草地早熟禾主要分布区土壤磷含量

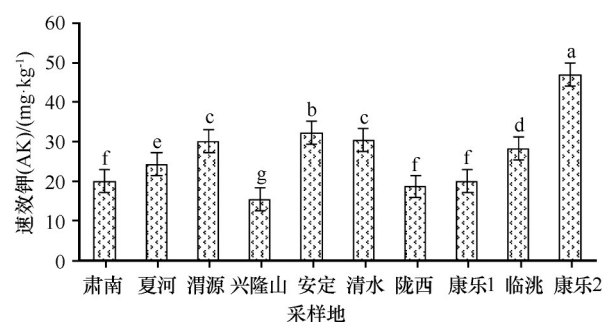
Fig.4 Soil phosphorus contents of different localities of wild *Poa pratensis* habitats

2.5 不同采样地土壤钾含量

钾含量分布完全不同于氮和磷。土壤中钾含量在甘肃各采样地间的分布具有极显著差异($P<0.01$),甚至相同地区的钾含量也具有极显著的差异。在康乐2号采样点土壤速效钾含量最高,达 $47.03\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,而1号采样点只有 $20.06\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,不到2号采样点的一半;安定钾含量 $32.26\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,位居第二;渭源和清水两地钾含量为 $30\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,高于其他采样地;肃南、夏河、陇西、临洮采样地的钾含量 $18\sim 28\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,含量虽然较低,但各地间仍具有显著差异($P<0.05$);兴隆山钾含量最贫瘠(图5)。

2.6 不同层次土壤养分含量

除了康乐2个采样点和临洮以外,对甘肃其他7



不同小写字母表示差异显著, $P<0.05$

图5 甘肃草地早熟禾主要分布区土壤钾含量

Fig.5 Soil available K contents of different localities of wild *Poa pratensis* habitats

个草地早熟禾主要分布区肃南、夏河、渭源、兰州兴隆山、安定区、清水、陇西土壤0~10、10~20、20~30 cm土层的pH和养分含量分别进行了检测。土壤pH、土壤有机质、全氮、速效氮、全磷、速效磷和钾含量7个检测指标在不同土层分布间均具有极显著差异($P<0.001$,表3)。土壤pH由表层到深层逐渐增大,由中性土壤过渡到碱性土壤。土壤有机质含量则随土层深度的增加而减少,0~10 cm表层土壤最为肥沃。全氮和速效氮也是0~10 cm表层含量远高于10~30 cm层土壤。全磷与速效磷分布则不完全一致,深层土壤中全磷含量最高,表层次之;速效磷以表层土壤含量最为丰富,随土层深度增加显著减少。钾含量在表土层中分布最少,显著低于中下层土壤。10 cm以下土层中钾含量显著增多,10~30 cm土层间无明显差异。

2.7 生境及土壤养分含量的相关性分析

相关性分析表明(表4),甘肃野生草地早熟禾分布区土壤pH与生境地海拔高度、全磷显著负相关($P<0.05$)。土壤有机质与氮素(包括全氮和速效氮)极显著正相关($P<0.001$),与速效磷显著正相关($P<0.05$),说明土壤有机质含量越高,土壤氮素和速效磷含量也相应较高。土壤氮素与磷具有正相关性。

2.8 土壤养分含量的聚类分析

对甘肃10个草地早熟禾主要分布区土壤养分含量进行聚类分析,土壤养分含量的结果差异可分为两类。张掖肃南和兰州兴隆山的土壤养分为一类,土壤pH为7.1的中性土,土壤有机质、氮和磷较丰富,钾含量极低;另一类是以甘南夏河、定西的渭

表3 甘肃7个野生草地早熟禾分布地不同层次土壤养分含量

Table 3 Soil nutrient contents at different soil layers in 7 *Poa pratensis* in Gansu Province

样地和土层		土壤性质						
		土壤 pH	有机质(OM) /(g·kg ⁻¹)	全氮(TN) /(g·kg ⁻¹)	速效氮(AN) /(mg·kg ⁻¹)	全磷(TP) /(g·kg ⁻¹)	速效磷(AP) /(mg·kg ⁻¹)	速效钾(AK) /(mg·kg ⁻¹)
样地	张掖肃南(SN)	7.10±0.027 ^d	133.14±7.872 ^a	7.35±0.162 ^a	455.85±9.083 ^a	1.16±0.004 ^b	155.72±7.350 ^b	20.01±0.165 ^{bc}
	甘南夏河(XH)	7.13±0.031 ^d	26.09±0.693 ^c	2.05±0.093 ^c	97.57±2.192 ^d	0.63±0.004 ^d	56.52±2.334 ^d	24.37±0.311 ^b
	定西渭源(WY)	7.54±0.010 ^c	23.84±1.805 ^c	1.50±0.100 ^c	58.68±5.054 ^c	0.69±0.007 ^c	62.03±2.134 ^d	30.23±1.473 ^a
	兰州兴隆山(XLS)	7.10±0.016 ^d	66.92±2.368 ^b	3.43±0.125 ^b	193.73±9.598 ^b	1.37±0.031 ^a	238.50±9.661 ^a	15.51±0.244 ^c
	定西安定(AD)	7.68±0.011 ^b	59.28±1.977 ^b	1.77±0.111 ^c	111.76±6.092 ^c	0.36±0.010 ^f	95.59±1.550 ^c	32.26±1.195 ^a
	天水清水(QS)	8.24±0.007 ^a	26.90±0.557 ^c	0.61±0.018 ^d	45.77±0.916 ^e	0.57±0.004 ^c	98.57±1.143 ^c	30.45±1.187 ^a
	定西陇西(LX)	8.27±0.001 ^a	31.40±1.365 ^c	0.97±0.058 ^d	51.05±1.410 ^f	0.39±0.007 ^f	88.23±2.640 ^c	18.67±0.449 ^c
土层 /cm	0~10	7.43±0.028 ^c	79.24±3.093 ^a	3.27±0.133 ^a	196.77±7.878 ^a	0.74±0.014 ^b	146.10± 4.961 ^a	20.28±0.325 ^b
	10~20	7.61±0.023 ^b	39.72±1.174 ^b	2.13±0.101 ^b	140.11±6.831 ^b	0.71±0.015 ^c	103.90±2.041 ^b	25.26±0.462 ^a
	20~30	7.69±0.020 ^a	38.57±1.327 ^b	2.17±0.091 ^b	97.86±5.352 ^c	0.77±0.024 ^a	90.79±2.139 ^c	27.95±0.523 ^a

不同字母表示差异显著, $P<0.05$ 。

表4 甘肃野生草地早熟禾分布区生境海拔、降水量与土壤养分含量的相关性

Table 4 Correlation of habitat altitude, precipitation and soil nutrient contents in the distribution area of *Poa pratensis* in Gansu Province

	海拔	降水量	土壤 pH	有机质(OM)	全氮(TN)	速效氮(AN)	全磷(TP)	速效磷(AP)	速效钾(AK)
海拔	1								
降水量	-0.412	1							
pH	-0.671 [*]	0.211	1						
OM	0.390	-0.618	-0.390	1					
TN	0.562	-0.510	-0.612	0.928 ^{***}	1				
AN	0.506	-0.619	-0.525	0.971 ^{***}	0.978 ^{***}	1			
TP	0.227	-0.192	-0.673 [*]	0.556	0.667 [*]	0.652 [*]	1		
AP	-0.021	-0.097	-0.245	0.675 [*]	0.562	0.606	0.711 [*]	1	
AK	-0.212	-0.292	0.131	-0.369	-0.454	-0.358	-0.321	-0.550	1

^{*} $P<0.05$; ^{**} $P<0.01$; ^{***} $P<0.001$ 。

源、陇西、临洮,天水清水等地为代表的土壤类型,以碱性土为主,土壤有机质、氮和磷含量较低,而钾含量较肃南和兰州兴隆山稍高,但依然低于全国土壤养分含量分级标准的第6级,钾含量极低(图6)。

3 讨论

腐殖物质呈现酸性,pH与有机质含量负相关,有机质的积累会导致表层土壤pH下降^[13],但本研究中相关性并不显著($P>0.05$,表4)。Papini等^[13]发现,与小麦种植相比,草地植被条件下表层土壤pH下降更大。长期种植草地植物会导致石灰性土壤

pH下降^[10]。这些结果均与本研究结果一致。与三江源地区植被建植4~14 a的土壤^[10]相比,本研究中土壤碱解氮含量较高,这可能与本研究草地早熟禾生长年限较长有关。

与农田相比,草地植被中有机质和氮在表层的积累更加明显,这是由于植物残体主要积累在土壤表层所致^[13-14],土壤养分中的有机质和氮主要来源于上部植被凋落物的分解及根系分泌物^[15-16]。

Papini等^[13]研究了意大利始成土在不同土地利用方式下交换性钾在土壤剖面上的分布,多数情况下,钾具有表聚现象。有研究表明,土壤有效磷和

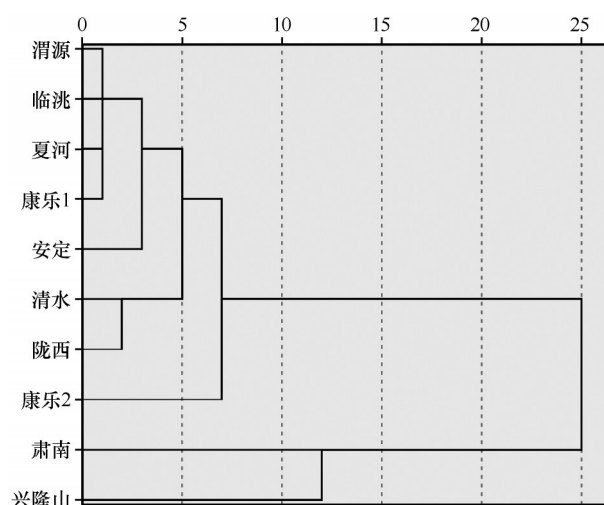


图6 甘肃草地早熟禾主要分布区土壤养分含量聚类
Fig.6 Cluster analysis of soil nutrient content in the distribution area of wild *Poa pratensis* in Gansu Province

速效钾含量的分布有很强的表聚性^[17-18]。但本研究表明,速效钾含量随土层深度的增加而增大。

与河西走廊的农业土壤^[19]相比,甘肃野生草地早熟禾分布区土壤pH明显较低,而有机质含量较高,这可能主要由土地利用方式不同引起。土壤有机质、全氮、有效氮、有效磷、有效钾含量受土地利用方式的显著影响^[20-21]。杜生冬等^[22]对庆丰农场不同开垦时期土壤养分变化分析结果表明,开垦50年后,土壤养分总体呈下降趋势。土壤有机碳是地球生态系统中重要的碳库^[4,23],不同土地利用方式因其植被类型与管理方式的差异改变土壤有机碳含量^[24-25]。本研究结果表明,甘肃野生草地早熟禾分布区土壤与农田土壤相比,其贮存碳的能力更强。与作物相比,多年生牧草对增加土壤碳贮存量的能力更强^[14],与暖季型牧草相比,冷季型牧草由于其根系生长时间长,因此更能增加土壤有机碳贮存量^[26]。

与武威市凉州区农田土壤^[27]相比,甘肃野生草地早熟禾分布区土壤pH略低,有机质、全氮含量明显较高,碱解氮最小值和平均含量接近,但最大值远大于凉州区农田土壤,速效钾含量较接近。这一结果对比也表明,草地植被下,土壤有机质和氮素积累明显,而磷素比较缺乏。与甘肃省镇原的冬小麦地相比,本研究中土壤有机质、全氮、碱解氮、速效钾含量更高,而速效磷含量较低,这种对比关系仍然反映出农田土壤与野生草地植被土壤养分性质的区别。

不同的土壤养分条件造成植物根系活力以及

植株长势的差异,从而导致土壤中各类微生物的数量发生变化。本研究10个野生草地早熟禾分布区土壤有机质、氮、磷含量差异显著,且有机质含量与全氮、速效氮和速效磷呈显著正相关关系,可能与草地早熟禾根际土壤微生物数量与种类有关。因为草地早熟禾特定类群的根际微生物生长有赖于土壤的养分水平和环境状况,根际三大微生物细菌、真菌、放线菌和土壤养分之间具有相互促进作用和协同发展的关系^[28]。土壤养分水平较高表明土壤中细菌、放线菌密度高;而土壤养分水平较低则表明土壤中真菌密度高^[28-29]。此外,草地早熟禾根际联合固氮菌除了具有固氮能力之外,还具有分泌植物生长素和溶磷的潜能,可使土壤中不溶性磷转变为可溶性磷^[30-33]。因而土壤固氮菌在增加土壤氮含量的同时,磷的含量也相应提高,表现出土壤全氮、速效氮和速效磷呈显著正相关关系。

4 结论

甘肃野生草地早熟禾分布区土壤性质差异较大;0~30 cm层土壤pH及有机质、全氮、碱解氮、全磷、Olsen-P、速效钾含量的平均值分别为 $7.53 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、 $43.5 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、 $2.18 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、 $121 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、 $0.734 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、 $2.69 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 和 $302 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。土壤有机质、全氮、碱解氮、Olsen-P的变异系数75%~100%。土壤有机质、氮钾较丰富,磷有效性较低。0~30 cm深度内,土壤有机质、全氮、碱解氮和Olsen-P均明显表现出表层含量高于下层的现象,表层土壤pH明显低于下层,速效钾在剖面上的分布规律不明显。土壤pH与生境地海拔高度、全磷显著负相关($P < 0.05$),土壤有机质与N素极显著正相关($P < 0.001$),与速效磷显著正相关($P < 0.05$)。10个分布区土壤养分含量可聚类分为两大类。

以上结果说明,甘肃野生草地早熟禾分布区土壤存在表层pH下降、有机质和氮、磷积累的现象,不同分布区土壤性质差异较大;有机质含量明显高于农田土壤,表现出较强的碳贮存能力;草地早熟禾生长适宜的土壤环境比较广泛。

参考文献:

- [1] 陈润娟,白小明,郑文博,等.甘肃地区11个野生草地早熟禾材料根茎扩展性研究[J].草地学报,2019,27(5):1250-1258.
- [2] 董沁,鲁存海,白小明,等.野生早熟禾对模拟干旱的生理响应[J].中国沙漠,2013,33(6):1743-1749.
- [3] 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.
- [4] Wang Y, Tu C, Cheng L, et al. Long-term impact of farming practices on soil organic carbon and nitrogen pools and microbial biomass and activity[J]. Soil & Tillage Research, 2011, 117: 8-16.
- [5] Liu J, Xie X, Du J, et al. Effects of simultaneous drought and heat stress on Kentucky bluegrass[J]. Scientia Horticulturae, 2007, 115(2): 190-195.
- [6] 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(2): 359-364.
- [7] 郑玉忠, 席嘉宾, 杨中艺. 中国竹节草野生种质资源调查及生物学特性研究[J]. 草业学报, 2005(3): 117-122.
- [8] 岳茂峰, 辛国荣, 冯莉. 华南地区三点金种质资源调查及形态学变异研究[J]. 草地学报, 2010, 18(2): 263-267.
- [9] 刘顺, 吴珍花, 盛可银, 等. 江西毛竹林土壤理化性质与养分吸附特性[J]. 森林与环境学报, 2016, 36(2): 195-202.
- [10] 王长庭, 龙瑞军, 王启兰, 等. 三江源区不同建植年代人工草地群落演替与土壤养分变化[J]. 应用与环境生物学报, 2009, 15(6): 737-744.
- [11] 赛牙热木·哈力甫, 艾克拜尔·伊拉洪, 宋瑞清, 等. 察布查尔草原土壤酶活性垂直分布及土壤理化性质相关性研究[J]. 草业学报, 2018, 27(3): 116-125.
- [12] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京: 中国农业出版社, 1981.
- [13] Papini R, Valboa G, Favilli F, et al. Influence of land use on organic carbon pool and chemical properties of *Vertic Cambisols* in central and southern Italy[J]. Agriculture, Ecosystems and Environment, 2011, 140(1/2): 68-79.
- [14] Carter M R, Gregorich E G. Carbon and nitrogen storage by deep-rooted tall fescue (*Lolium arundinaceum*) in the surface and subsurface soil of a fine sandy loam in eastern Canada[J]. Agriculture, Ecosystems and Environment, 2010, 136(1): 125-132.
- [15] 郭胜利, 刘文兆, 史竹叶, 等. 半干旱区流域土壤养分分布特征及其与地形、植被的关系[J]. 干旱地区农业研究, 2003(4): 40-43.
- [16] 张远东, 刘世荣, 马姜明. 川西高山和亚高山灌丛的地被物及土壤持水性能[J]. 生态学报, 2006(9): 2775-2782.
- [17] 苟丽晖, 孙兆地, 聂立水, 等. 北京松山自然保护区不同母质油松林土壤氮、磷、钾含量垂直分布[J]. 应用生态学报, 2013, 24(4): 961-966.
- [18] 杨万勤. 土壤生态退化与生物修复的生态适应性研究[D]. 重庆: 西南农业大学, 2001.
- [19] Su Y Z, Wang F, Zhang Z H, et al. Soil properties and characteristics of soil aggregate in marginal farmlands of oasis in the middle of Hexi Corridor Region, Northwest China[J]. Agricultural Sciences in China, 2007(6): 706-714.
- [20] 许联芳, 王克林, 朱捍华, 等. 桂西北喀斯特移民区土地利用方式对土壤养分的影响[J]. 应用生态学报, 2008(5): 1013-1018.
- [21] Liu S L, Fu B J, Chen L D, et al. Effects of land use changes on soil properties in Wolong Nature Reserve[J]. Geographical Research, 2002, 21(6): 682-688.
- [22] 杜生冬, 包文卿, 刘旭超, 等. 庆丰农场不同开垦时期土壤养分变化分析[J]. 现代化农业, 2013(7): 13-14.
- [23] Post W M, Emanuel W R, Zinke P J, et al. Soil carbon pools and world life zones[J]. Nature, 1982, 298: 156-159.
- [24] 刘艳丽, 李成亮, 高明秀, 等. 不同利用方式对黄河三角洲土壤主要物理特性的影响[J]. 生态学报, 2015, 35(15): 5183-5190.
- [25] 董云中, 王永亮, 张建杰, 等. 晋西北黄土高原丘陵区不同利用方式下土壤碳氮储量[J]. 应用生态学报, 2014, 25(4): 955-960.
- [26] Beyrouthy C A, West C P, Gbur E E. Root development of bermudagrass and tall fescue as affected by cutting interval and growth regulators[J]. Plant Soil, 1990, 127(1): 23-30.
- [27] 于安芬, 李瑞琴, 车宗贤, 等. 河西走廊凉州绿色农业示范区耕地土壤养分及栽培模式影响分析[J]. 土壤通报, 2011, 42(1): 128-131.
- [28] 张晓波, 赵艳, 樊俊华. 不同养分条件下草地早熟禾根际微生物区系变化研究[J]. 中国草地学报, 2009, 31(5): 64-67.
- [29] Doran J W, Coleman D C, Bezdicek D F, et al. Defining Soil Quality for A Sustainable Environment[M]. Madison, USA: Soil Science Society of America, 1994: 223-234.
- [30] 许沛冬, 赵艳, 张晓波, 等. 草地早熟禾根际固氮菌的生物效能[J]. 草业科学, 2014, 31(4): 575-580.
- [31] 许沛冬, 赵艳, 张晓波, 等. 草地早熟禾根际固氮菌的分离与鉴定[J]. 草业科学, 2014, 31(5): 863-869.
- [32] 李保东, 张晓波, 赵艳, 等. 草地早熟禾根际磷细菌效能测定[J]. 江苏农业科学, 2014, 42(9): 326-328.
- [33] 梁净, 张晓波, 赵艳, 等. 草地早熟禾根际磷细菌的分离与鉴定[J]. 江苏农业科学, 2014, 42(2): 314-317.

Soil nutrient status of *Poa pratensis* distribution areas in Gansu, China

Bai Xiaoming^a, Zhang Yongmei^b, Chen Hui^a, Zhang Junlan^a

(a.College of Pratacultural Science / MOE Key Laboratory of Grassland Ecosystem/Pratacultural Engineering Laboratory / Sino-U.S. Centers for Grazingland Ecosystem Sustainability // b.Key Laboratory of Aridland Crop Science, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, China)

Abstract: Physicochemical properties of soils (0-30 cm depth) of wild *Poa* habitats in Gansu Province were investigated to get information on the utilization of this plant species. The results indicated that, the mean pH, contents of soil organic matter, total N, alkali-hydrolysable N, total P, Olsen-P, available K of the soils were 7.53 mg·kg⁻¹, 43.5 g·kg⁻¹, 2.18 g·kg⁻¹, 121 mg·kg⁻¹, 0.734 g·kg⁻¹, 2.69 mg·kg⁻¹ and 302 mg·kg⁻¹, respectively. Coefficients of variance (CV) of soil organic matter, total N, alkali-hydrolysable N and Olsen-P ranged between 75%-100%, indicating substantial variance. Soils of Sunan (SN) and Xinglongshan Mountain (XLS) had abundant organic matter, N and P, contents of these three components were significantly greater than soils of habitats of Xiahe (XH), Weiyuan (WY), Anding District (AD), Qingshui (QS), Longxi (LX), Kangle (KL) and Lingtao (LT). Greater contents of organic matter, total N, alkali-hydrolysable N, total P and Olsen-P, and lower values of pH and available K were observed in the topsoil than in the lower depth. All nutrients exhibited topsoil enrichment except K. The soils of *Poa* habitats had greater organic matter contents than farmland soils, indicating greater carbon sequestration capacity than farmland soils. Significant correlations were observed between soil pH, habitat elevation and soil total P ($P<0.05$). Significant correlations between soil organic matter content ($P<0.001$), and Olsen-P ($P<0.05$) were found. The soils were clustered into two groups with the nutrient parameters. The results suggest that the *Poa* grows in habitats with great variance in nutrient status.

Key words: wild *Poa pratensis*; habitat; soil pH; organic matter; nitrogen; phosphorus; potassium