

不同生长年限老芒麦根际土壤肥力特征

刘艳君¹, 宿敬龙¹, 刘文辉², 祁娟^{1*}

(1. 甘肃农业大学草业学院, 草业生态系统教育部重点实验室, 中-美草地畜牧业可持续发展研究中心, 甘肃 兰州 730070; 2. 青海省畜牧兽医科学院, 青海省青藏高原优良牧草种质资源利用重点实验室, 青海 西宁 810016)

摘要:【目的】探讨生长年限对老芒麦根际土壤肥力的影响, 为老芒麦种植提供土壤养分管理和施肥参考。【方法】以种植于青海省海晏县“青牧1号”老芒麦根际土壤为研究对象, 连续2年(2018年和2019年)监测不同生长年限3个样地(样地1:3龄到4龄; 样地2:4龄到5龄; 样地3:7龄到8龄)老芒麦根际土壤化学特征变化规律。【结果】2019年3个样地pH值分别较2018年降低了2.77%、2.25%和2.24%, 速效钾含量分别减少了18.08%、48.24%和41.32%。2年之间样地2和样地3有机质变化差异不显著, 而全钾分别较2018年升高了11.36%和10.78%。样地1和样地2全磷含量均降低, 但样地3含量升高了33.59%。样地3全氮降低显著且较2018年减少了30.65%; 3个样地老芒麦根际土壤过氧化氢酶、蔗糖酶和碱性磷酸酶活性随生长年限增加均呈显著降低趋势($P < 0.05$), 而土壤脲酶活性则明显增加了29.70%、13.41%和118.08%。【结论】主成分分析表明, 3龄和4龄老芒麦根际土壤肥力较高, 全氮和蔗糖酶对老芒麦根际土壤质量贡献最大。

关键词:老芒麦; 根际; 土壤化学特征; 土壤酶活性; 主成分分析

中图分类号: S543.9 文献标志码: A 文章编号: 1009-5500(2023)01-0108-07

DOI: 10.13817/j.cnki.cyycp.2023.01.014



老芒麦(*Elymus sibiricus*)属于禾本科小麦族披碱草属, 是多年生疏丛型中旱生草本植物^[1]。老芒麦具有分蘖能力强, 耐低温能力强, 而且易栽培、粗蛋白含量高, 叶量充足, 结实性较好等优点, 是一种很有经济价值的栽培草种^[2]。其作为一种重要饲草, 在草地畜牧业中发挥着巨大作用, 是高寒牧区冬春季家畜补饲的重要饲料来源, 也是青藏高原高寒牧区种植人工草地的首选草种之一^[3]。

土壤肥力是土壤的基本属性, 是土壤物理、化学

和生物学性质的综合反映。土壤化学性质在土壤肥力方面起着重要作用, 是决定土壤肥力的各因素中最直接、最重要的因素^[4]。土壤酶参与了土壤中发生的所有生化反应, 可反映土壤中养分转化能力的强弱, 在土壤物质循环和能量转化过程中起着重要作用, 是土壤肥力的有效生物学指标^[5]。土壤化学性质与土壤酶活性关系密切, 可作为评价土壤质量和土壤肥力高低的重要指标^[6]。目前, 国内关于不同种植年限苜蓿地和林地土壤肥力的报道较多^[6-7], 关于老芒麦地的研究主要集中在土壤氮素矿化、土壤水分、施氮对土壤特性的影响等方面^[8-10], 对于不同生长年限老芒麦土壤肥力的研究鲜见报道。因此, 本文拟对青海省海北州海晏县不同生长年限老芒麦根际土壤养分及土壤酶活性进行研究, 并采用主成分分析法对不同生长年限的老芒麦地进行土壤肥力综合评价, 以期老芒麦人工草地的科学管理提供理论依据。

收稿日期: 2021-07-31; 修回日期: 2021-10-20

基金项目: 青海省科技厅重点实验室发展专项(2020-ZJ-Y03); 国家自然科学基金(31660684); 财政部和农业农村部: 国家现代农业产业技术体系资助。

作者简介: 刘艳君(1985-), 女, 甘肃庆阳人, 硕士, 实验师, 研究方向为草地资源与植物生理生态。

E-mail: liuyj@gsau.edu.cn

*通信作者。E-mail: Qijuan@gsau.edu.cn

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地位于青海省海北州海晏县西海镇海北州国家牧草繁育基地(N36°54', E100°59'),海拔高

3 159 m,是高原大陆型气候,属高寒地貌。太阳直射,辐射强^[11]。干湿季分明,雨热同季,年平均降水量403.6 mm,无绝对无霜期^[12],土壤基本化学性质详见表1^[13]。

表1 试验地土壤化学性质
Table 1 Chemical properties of soil

pH值	有机质/ (g·kg ⁻¹)	全氮/ (g·kg ⁻¹)	速效氮/ (mg·kg ⁻¹)	全磷/ (g·kg ⁻¹)	速效磷/ (mg·kg ⁻¹)	全钾/ (g·kg ⁻¹)	速效钾/ (mg·kg ⁻¹)
8.0	29.3	1.22	68.19	0.41	10.53	7.73	213.87

1.2 试验设计

研究材料为不同年限(2012、2015、2016年)建植的“青牧1号”老芒麦人工草地。种植方式为条播,播种深度3 cm,行距30 cm,播种量为45 kg/hm²。所有试验小区仅在播种当年施基肥,其余年份均不施肥,自然降水无灌溉,定期人工清除杂草。本研究连续观测2年(2018和2019年),人工草地建植时间及生长年限详见表2。

2018和2019年在试验地采集不同年限成熟期“青牧1号”老芒麦的根际土壤。选择每个样地呈对角线分布的三个点,用铁锹轻挖老芒麦,除去老芒麦周边附着土壤,抖落离老芒麦根系1 cm的土壤即为根际土壤。土样带回实验室后摊开风干,剔除可见的植物残体和石块,过1 mm及0.25 mm筛子后储存,备用。

表2 样地设置及生长年限
Table 2 Sample plot setting and growth years

样地	建植时间	生长年限	
		2018年	2019年
样地1	2016年	3龄	4龄
样地2	2015年	4龄	5龄
样地3	2012年	7龄	8龄

1.3 测定指标和方法

1.3.1 土壤营养指标的测定 土壤营养指标的测定方法参考《土壤农化分析》^[14]。pH值用PHS-3C酸度计测定;有机质含量测定采用重铬酸钾氧化-外加热法;全氮含量测定采用半微量凯式定氮法;速效氮含量采用碱解扩散法测定;全钾含量采用火焰光度法测定;速效钾含量测定采用醋酸铵浸提-火焰光度法;

全磷含量采用硫酸高氯酸消煮-钼锑抗比色法测定;速效磷含量测定采用碳酸氢钠浸提-钼锑抗比色法。

1.3.2 土壤酶活性的测定 土壤酶活性的测定方法参考《土壤酶及其研究法》^[15]。土壤脲酶活性测定采用苯酚钠-次氯酸钠比色法;蔗糖酶活性测定采用3,5-二硝基水杨酸(DNS)比色法;过氧化氢酶活性测定采用高锰酸钾滴定法;土壤碱性磷酸酶活性测定采用磷酸苯二钠比色法。

1.4 数据分析方法

采用Microsoft Excel 2010软件进行数据统计和图表绘制,SPSS 19.0软件进行单因素方差分析和主成分分析。

2 结果与分析

2.1 不同生长年限老芒麦土壤化学性质

与2018年相比,2019年样地1、样地2和样地3的pH值(图1-A)和速效钾(图1-H)含量均呈降低趋势($P < 0.05$),pH值分别降低2.77%、2.25%和2.24%,速效钾含量分别降低18.08%、48.24%和41.32%。有机质(图1-B)、全钾(图1-C)及全磷(图1-G)含量随生长年限的增加先降低后升高。与2018年相比,样地1有机质及全钾含量分别降低33.76%和5.88%,样地2和样地3有机质含量升高但差异不显著,而全钾含量分别升高了11.36%和10.78%。样地1及样地2全磷含量分别降低27.96%和25.16%,样地3升高33.59%。样地1和样地3速效磷(图1-F)含量显著降低且较2018年分别减少44.25%和52.07%,样地2差异不显著。全氮含量(图1-C)随生

长年限的增加先增加后降低。样地 1 和样地 2 变化差异不显著,样地 3 较 2018 年减少了 30.65%。与 2018

年相比,2019 年样地 1 和样地 3 速效氮含量(图 1-D)分别增加 7.47% 和 13.3%,样地 2 减少 13.79%。

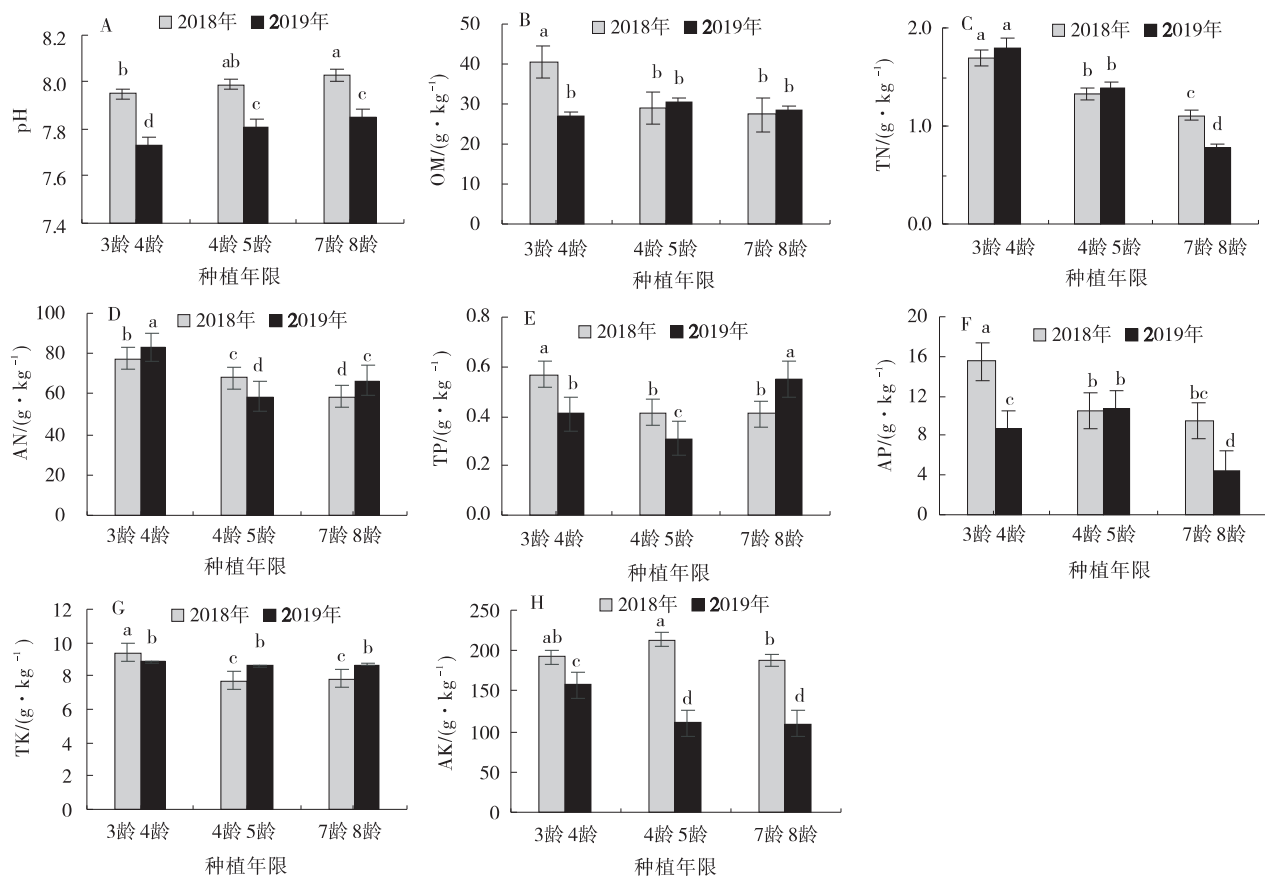


图 1 不同生长年限老芒麦根际土壤化学性质

Fig. 1 The soil chemical properties of *Elymus sibiricus* in different planting years

2.2 土壤酶活性

过氧化氢酶、碱性磷酸酶和蔗糖酶活性随生长年限的增加呈降低趋势。和 2018 年相比,2019 年样地 1 过氧化氢酶(图 2-A)、碱性磷酸酶(图 2-B)和蔗糖酶(图 2-D)活性分别降低 7.59%、35.39%、34.05%,样地 2 分别降低 27.42%、22.54%、39.59%,样地 3 分别降低 37.83%、38.17%、60.36%。脲酶活性随生长年限的增加呈增加趋势。和 2018 年相比,2019 年样地 1、样地 2 和样地 3 脲酶(图 2-C)活性分别增加 29.70%、13.41% 和 118.08%。

2.3 土壤肥力综合评价

为了进一步探究生长年限对老芒麦根际土壤肥力的影响,本研究对根际土壤酶活性和营养指标进行了主成分分析。为排除各指标单位、量程不同对结果的影响,分别对 2018 年及 2019 年数据进行标准化处理,并按 SPSS 19.0 主成分分析方法进行数据处理,得到不同生长年限老芒麦根际土壤主成分的方差贡

献率,结果见表 3。

2.3.1 主成分方差贡献率分析 对 2018 年及 2019 年分别测定的 12 个老芒麦根际土壤指标进行主成分分析,分别提取出特征值大于 1 的主成分 2 个,并且累计贡献率分别达到 90.98% 和 85.24%,均能反映土壤肥力的基本信息。

2.3.2 主成分各指标载荷值分析 本研究以载荷绝对值大于 90% 为标准在第 1 主成分和第 2 主成分中筛选出土壤营养和酶活性中对老芒麦根际土壤肥力影响较大的指标。结果显示(表 4),2018 年第 1 主成分贡献率为 66.43%,主要贡献率体现在速效磷含量(99.6%)、蔗糖酶活性(97.7%)、全氮含量(97.5%)、有机质含量(96.9%)、全磷含量(96.1%)和全钾含量(95.4%)。第 2 主成分贡献率为 24.55%。2019 年第 1 主成分贡献率为 55.22%,主要贡献率体现在蔗糖酶活性(96.6%),过氧化氢酶活性(96.2%),速效钾含量(93.9%),pH 值(93.4%)和全氮含量(91.9%)。第

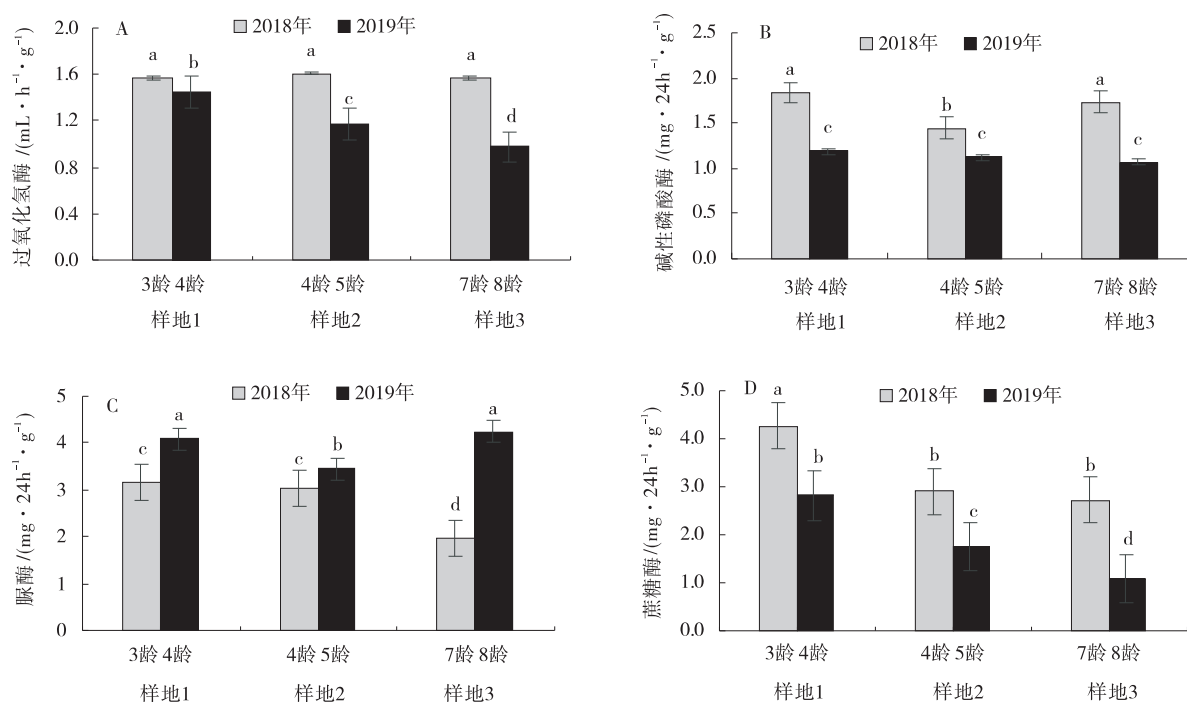


图2 不同生长年限老芒麦根际土壤酶活性

Fig. 2 The soil enzyme activities of *Elymus sibiricus* in different planting years

表3 主成分方差贡献率

Table 3 Variance contribution of principal components

成份	2018年土壤各指标初始特征值			2019年土壤各指标初始特征值		
	特征值	方差贡献率/%	累积贡献率/%	特征值	方差贡献率/%	累积贡献率/%
1	7.97	66.43	66.43	6.63	55.22	55.22
2	2.95	24.55	90.98	3.60	30.02	85.24
3	0.50	4.19	95.17	0.81	6.72	91.95
4	0.35	2.94	98.11	0.42	3.51	95.46
5	0.15	1.22	99.33	0.32	2.64	98.10
6	0.06	0.49	99.82	0.15	1.26	99.36
7	0.02	0.13	99.95	0.05	0.42	99.78
8	0.01	0.05	100.00	0.03	0.22	100.00

2主成分贡献率为30.02%，主要贡献率体现在脲酶活性(96.2%)。通过主成分分析发现，全氮和蔗糖酶性对老芒麦根际土壤肥力贡献最大。

2.3.3 土壤肥力综合评价 对3个不同生长年限老芒麦的根际土壤连续两年观测的12项指标进行主成分分析。提取主成分，根据各主成分特征值及方差贡献率，进一步计算出不同指标在每个主成分上的加权得分及综合得分(表5)。计算结果表明，各样地土壤综合得分大小为样地1(3龄)>样地1(4龄)>样地2(4龄)>样地3(7龄)>样地3(8龄)>样地2(5龄)。

3 讨论

3.1 生长年限对老芒麦根际土壤养分的影响

土壤中养分缺乏是影响植株地上部分生长发育的重要因素之一，因此，土壤养分含量是检测土壤肥力的重要指标^[16]。研究结果表明，土壤pH值随生长年限的增加而降低，全氮含量随生长年限的增加先增加后开始减少，这与南丽丽等^[5]，杜俊波^[17]研究结论一致。本研究中，速效氮含量第4年降低，第3年和第7年升高，可能由于老芒麦生长前期吸收利用较多，使得土壤中速效氮含量较少，而7年生老芒麦根系衰退，

表4 主成分各指标载荷值

Table 4 Load value of each index of principal components

指标	2018年		2019年	
	第一主成分(PC1)	第二主成分(PC2)	第一主成分(PC1)	第二主成分(PC2)
pH值	-0.793	-0.322	-0.934	-0.02
全氮含量	0.975	0.176	0.919	-0.323
速效氮含量	0.896	0.367	0.782	0.519
有机质含量	0.969	-0.151	-0.497	-0.694
速效钾含量	0.127	0.861	0.939	0.259
全钾含量	0.954	-0.237	0.531	0.472
速效磷含量	0.996	-0.032	0.443	-0.829
全磷含量	0.961	-0.128	-0.328	0.897
脲酶活性	0.708	0.599	0.004	0.962
过氧化氢酶活性	-0.328	0.891	0.962	-0.09
蔗糖酶活性	0.977	-0.067	0.966	-0.108
碱性磷酸酶活性	0.491	-0.826	0.852	-0.138

表5 土壤肥力的主成分分析综合评价

Table 5 Principal component analysis for soil fertility evaluation

年份	样地	样地得分				综合得分	排序
		PC1	PC2	PC3	PC4		
2018年	样地1(3龄)	3.373	2.013	1.165	-0.401	1.1175	1
	样地2(4龄)	1.151	-1.445	-0.606	0.726	0.0029	3
	样地3(7龄)	1.148	-2.701	0.147	0.014	-0.1882	4
2019年	样地1(4龄)	-0.625	1.907	-1.758	0.837	0.0613	2
	样地2(5龄)	-1.750	-0.058	-0.664	-1.846	-0.6155	6
	样地3(8龄)	-3.297	0.284	1.717	0.670	-0.3779	5

对氮需求量降低,故土壤中速效氮含量有一定的上升趋势。速效磷及速效钾含量随生长年限的增加呈下降趋势,可能由于老芒麦生长过程中对速效养分的需求量较高,而试验小区仅在播种当年施基肥,其余生长年份均不施肥。随着生长年限的增加,老芒麦根际土壤有机质、全磷和全钾含量均先降低后升高。土壤有机质含量受根系和枯落物分解等因素影响,土壤磷的来源主要是含磷矿物的风化及地上生物量的归还。随着生长年限的增长,由于根系分泌物及凋落物的积累促进了土壤有机质的大量分解,使得土壤有机质和全磷含量均升高,这一结果与贺婧等^[18]对于不同种植年限葡萄地土壤的研究结果一致。

3.2 生长年限对老芒麦根际土壤酶活性的影响

土壤酶是土壤重要组成成分之一,是土壤中植物根系及其残体、土壤动物及其遗骸和微生物分泌的活性物质,数量少但作用大,在土壤营养物质循环和能量转化过程中起着重要作用^[19]。过氧化氢酶可以促

进过氧化氢的分解,从而降低过氧化氢对生物体的毒害作用,因此过氧化氢酶具有一定的解毒作用。本研究中,过氧化氢酶活性随生长年限增加呈现降低的趋势,活性降低会影响老芒麦根际土壤的解毒能力^[20],从而加速老芒麦的衰老。土壤脲酶的酰胺作用极为专性,它仅能水解尿素,且水解的最终产物是水、二氧化碳和氨,脲酶活性的变化与土壤氮素状况有关^[21]。该研究发现,土壤脲酶活性随生长年限的增加而增大,可能是因为随着生长年限的增加,老芒麦根际积累了较多根系分泌物,加快了微生物繁殖的速度进而使根际微生物数量增加,从而提高了脲酶活性。这一变化与孙明阳等^[22]对不同种植年限苹果园土壤酶活性研究中脲酶活性的变化规律相同。蔗糖酶可以把不能被植物吸收利用的高分子物质水解成能被植物吸收利用的物质^[23],蔗糖酶的活性同样也能够反映土壤中有机质累积与转化,通常土壤肥力好,蔗糖酶含量也越高。本研究中,土壤蔗糖酶活性随着

生长年限的增加呈降低趋势,可能是生长年限短的老芒麦土壤熟化程度比较高,根系代谢作用强,同时也对增加土壤中的营养物质起着十分重要的作用。土壤磷酸酶可以加速有机磷的脱磷速度,是生物磷代谢的重要酶类,是反映土壤磷素水平的重要指标^[24]。本研究发现土壤碱性磷酸酶活性随着生长年限的增加呈降低趋势,这一结论与孙秀山等^[25]对连作花生田土壤碱性磷酸酶活性的研究结论一致,与胥生荣等^[26]研究结果不一致,引起这一差异可能与土壤类型、作物种类等有关,具体原因仍需进一步探索。

3.3 不同生长年限老芒麦根际土壤肥力评价

土壤肥力评价,是根据土壤肥力各指标、特性的数量和质量,对土壤肥力综合水平的评定^[27],它是获取土壤质量状况的重要手段。本研究采用主成分分析法对不同生长年限的老芒麦根际土壤进行肥力评价,结果表明,和2018年相比,2019年三块样地肥力均有所降低。对2018年及2019年测定的12个土壤指标分别进行主成分分析,结果表明2018年第1主成分贡献率主要体现在速效磷、蔗糖酶、全氮、有机质、全磷和全钾含量,2019年第1主成分贡献率主要体现在蔗糖酶活性、过氧化氢酶活性、速效钾含量、pH值和全氮含量,比较两年主成分分析结果,发现全氮含量和蔗糖酶活性对老芒麦根际土壤质量贡献最大。因此,可通过施氮肥提高老芒麦根际土壤质量。本研究依据连续2年观测的不同生长年限老芒麦的根际土壤指标进行土壤肥力综合评价,评价结果更具客观性。但是土壤肥力综合评价时,选定指标是核心,本研究选取的12个评价指标具有一定的局限性,需进一步考虑土壤物理性状、微生物等重要指标,构建更全面的土壤肥力评价体系。

参考文献:

- [1] 李慧芳. 禾本科牧草种质耐Pb性综合评价及其对Pb胁迫的生理响应[D]. 兰州:甘肃农业大学,2014.
- [2] 刘敏洁,刘文辉,杨伟,等. 老芒麦幼苗糖代谢对PEG模拟干旱胁迫的响应[J]. 草原与草坪,2021,41(3):63-69.
- [3] 龙兴发,蒋忠荣,李太强,等. 康巴老芒麦新品种选育[J]. 草原与草坪,2014,34(1):86-89.
- [4] 于天仁. 从土壤的化学性质看土壤肥力[J]. 土壤通报,1963,(3):1-8.
- [5] 南丽丽,郁继华,郭全恩. 荒漠灌区不同种植年限苜蓿地土壤酶活性的变化研究[J]. 干旱地区农业研究,2015,33(6):71-76.
- [6] 雷琼. 不同恢复年限紫花苜蓿土壤养分及酶活性研究—以黄土丘陵区神木县为例[J]. 陕西农业科学,2019,65(9):42-45.
- [7] 董佳琦,张勇,傅伟军,等. 香榧主产区林地土壤养分空间异质性及其肥力评价[J]. 生态学报,2021,41(6):2292-2304.
- [8] 白龙,陈雪,王洲,等. 苜蓿和老芒麦生草对苹果园土壤氮素矿化的影响[J]. 园艺学报,2015,42(12):2469-2477.
- [9] 王皓,李子忠. 坝上地区老芒麦草地土壤水分和生物量变化特征[J]. 干旱地区农业研究,2009,27(3):90-95.
- [10] 宿敬龙,祁娟,刘艳君,等. 不同氮素水平及施氮方式对老芒麦根际土壤特性的影响[J]. 草地学报,2021,29(2):259-269.
- [11] 阎明毅. 海晏县燕麦与箭筈豌豆混播试验研究[J]. 青海畜牧兽医杂志,2006,36(3):21-22.
- [12] 王海凤. 海晏县生态环境恶化的原因及治理对策[J]. 现代农业科技,2012(10):276+282-282.
- [13] 吴召林. 不同生长年限老芒麦生理生化及碳氮代谢特征研究[D]. 兰州:甘肃农业大学,2020.
- [14] 鲍士旦. 土壤农化分析第3版[M]. 北京:中国农业出版社,2000.
- [15] 关松荫. 土壤酶及其研究法[M]. 北京:农业出版社,1987.
- [16] 王雅琼,李军乔,白世俊,等. 不同种植年限蕨麻根际土壤养分变化规律[J]. 贵州师范大学学报(自然科学版),2020,38(4):56-63.
- [17] 杜俊波. 种植年限和施肥对桔梗土壤肥力和生物学活性的影响[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2013.
- [18] 贺婧,魏琪琪,钟艳霞,等. 贺兰山东麓不同种植年限葡萄地土壤生态化学计量特征[J]. 干旱地区农业研究,2020,38(5):23-30.
- [19] 马忠明,杜少平,王平,等. 长期定位施肥对小麦玉米间作土壤酶活性的影响[J]. 核农学报,2011,25(4):796-801.
- [20] 贾继文,聂俊华,李絮花,等. 蔬菜大棚土壤理化性状与土壤酶活性关系的研究[J]. 山东农业大学学报(自然科学版),2001,32(4):427-432.
- [21] 耿玉清,王冬梅. 土壤水解酶活性测定方法的研究进展[J]. 中国生态农业学报,2012,20(4):387-394.
- [22] 孙明阳,卢孟,冯丹,等. 河北省片麻岩山地不同种植年

- 限苹果园土壤酶活性研究[J]. 林业与生态科学, 2019, 34(4), 409—413.
- [23] 郭卓杰, 杨继飞, 李涛, 等. 不同肥料不同作物对铜污染土壤中酶活性的影响[J]. 天津农业科学, 2013, 19(11): 9—11.
- [24] 薛立, 邝立刚, 陈红跃, 等. 不同林分土壤养分、微生物与酶活性的研究[J]. 土壤学报, 2003, 40(2): 280—285.
- [25] 孙秀山, 封海胜, 万书波, 等. 连作花生田主要微生物类群与土壤酶活性变化及其交互作用[J]. 作物学报, 2001, 27(5): 617—621.
- [26] 胥生荣, 张恩和, 马瑞丽等. 不同种植年限对枸杞根系及土壤环境的影响[J]. 作物学报, 2018, 44(11): 1725—1732.
- [27] 刘少春, 张跃彬, 郭家文, 等. 基于养分丰缺分级的蔗田土壤肥力主成分综合分析[J]. 西南农业学报, 2016, 29(3): 611—617.

Comprehensive evaluation of rhizosphere soil fertility of *Elymus sibiricus* in different growing years

LIU Yan-jun¹, SU Jing-long¹, Liu Wen-hui², QI Juan^{1*}

(1. College of Grassland Science, Gansu Agricultural University; Key Laboratory of Grassland Ecosystem, Ministry of Education; China-US Center for Grazing land Ecosystem Sustainability, Lanzhou 730070, Gansu, China; 2. Qinghai Academy of Animal Science and Veterinary Medicine, Key Laboratory of Superior Forage Germplasm in the Qinghai-Tibetan Plateau, Xining 810016, Qinghai, China)

Abstract: 【Objective】 The effects of growth years on rhizosphere soil fertility were explored, which could provide reference for soil nutrient management and fertilization for *Elymus sibiricus* planting. 【Method】 The rhizosphere soils of *Elymus sibiricus* cv. Qingmu No. 1 planted in Haiyan County, Qinghai Province in different growing years (plot 1, plot2 and plot 3 represent 3 to 4 years old, 4 to 5 years old and 7 to 8 years old, respectively) were used as materials. The change trends for soil fertility were investigated in two consecutive years (2019 and 2018). 【Result】 The soil pH of three plots decreased by 2.77%, 2.25% and 2.24% while available potassium decreased by 18.08%, 48.24% and 41.32%, respectively, in comparison of those in 2019 and 2018. The contents of organic matter of plot2 and plot3 had no significant difference between 2019 and 2018. However, the total potassium increased by 11.36% and 10.78%, respectively. The contents of total phosphorus of plot1 and plot2 decreased while plot 3 increased by 33.59% in 2019 compared with those in 2018. The total nitrogen content of plot 3 significantly decreased by 30.65% in 2019 than 2018. Moreover, catalase, sucrose and alkaline phosphorus activities of three plots showed decreasing trend ($P < 0.05$) while urease activity in 2019 increased by 29.70%, 13.41% and 118.08%, respectively, compared with those in 2018. 【Conclusion】 Principal component analysis showed that rhizosphere soil fertility of *Elymus sibiricus* was higher in 3- and 4- year old plants and the total nitrogen content and sucrose activity could play important roles in rhizosphere soil quality of *Elymus sibiricus*.

Key words: *Elymus sibiricus*; rhizosphere; soil chemical characteristics; soil enzyme activity; principal component analysis