

甘肃高寒阴湿区氮肥施用量对猫尾草生产性能和营养品质的影响

张文轩,李瑞珍,田新会,杜文华*

(甘肃农业大学草业学院,草业生态系统教育部重点实验室,甘肃省草业工程实验室,中一美草地畜牧业可持续发展研究中心,甘肃 兰州 730070)

摘要:【目的】研究甘肃高寒阴湿区不同氮肥施用量对猫尾草种质生产性能和营养品质的影响,以筛选出所选猫尾草种质的最佳氮肥施用量。【方法】通过裂区试验,研究4个氮肥施用量(A1, 0 kg/hm²; A2, 90 kg/hm²; A3, 180 kg/hm²; A4, 360 kg/hm²),对4个猫尾草种质(B1, 猫尾草新品系, B2, 川西猫尾草, B3, 岷山猫尾草, B4, 克劳沃1号猫尾草)的株高、枝条数、鲜(干)草产量和营养品质的影响。【结果】4个氮肥施用量中,A4处理下的平均株高和鲜(干)草产量最高,且平均粗蛋白(CP)含量和粗脂肪(EE)含量均较高;4个猫尾草种质中,猫尾草新品系在4个氮肥施用量下的平均株高、鲜(干)草产量、CP含量和EE含量均最高,牧草品质较高;氮肥施用量×猫尾草种质交互作用中,氮肥施用量对4个猫尾草种质的生产性能有显著影响,猫尾草新品系在氮肥施用量为90 kg/hm²时,生产性能和营养品质最好,川西猫尾草和克劳沃1号猫尾草在氮肥施用量为360 kg/hm²时,生产性能最好,岷山猫尾草在氮肥施用量为180 kg/hm²时,生产性能最好。【结论】猫尾草新品系最佳氮肥施用量为90 kg/hm²,川西猫尾草和克劳沃1号猫尾草最佳氮肥施用量为360 kg/hm²,岷山猫尾草最佳氮肥施用量为180 kg/hm²。

关键词:猫尾草;氮肥施用量;生产性能;营养品质

中图分类号:S543 **文献标志码:**A **文章编号:**1009-5500(2024)05-0099-07

DOI:10.13817/j.cnki.cycp.2024.05.011



甘肃省高寒阴湿区气候冷凉湿润,降水量较大,土壤多为黄绵土和灰褐土^[1]。该地区草业资源丰富,在当地发展农牧业有较大的潜力^[2-3]。但由于该地区较为偏僻,使得当地草畜产业发展缓慢,造成了该地区优良饲草品种单一,冬春季节饲草短缺,严重限制了当地草畜产业的发展^[4]。因此,引进优质高产的饲草品种以及相配套的栽培管理措施,使草畜产业成为

当地重要经济收入来源就显得尤为重要^[5]。

猫尾草(*Phleum pratense*)又称梯牧草,是多年生禾本科牧草,喜冷凉湿润环境,是高寒阴湿地区重要的栽培牧草之一^[6]。由于适应性强,草产量高,营养品质好,饲喂赛马可以使其保持更健康的体型以及更长的寿命^[7]。同时,猫尾草根系发达,也可作为公路边坡等贫瘠干旱土地恢复植被的优势草种^[8-9]。近年来,由于人们生活水平的提高,饲养草食宠物的人越来越多,对猫尾草的需求量也越来越大^[10]。

氮肥对禾本科牧草生长发育起着至关重要的作用,合理增施氮肥以提高牧草产量和营养品质成为许多牧草培育者的做法^[11],与此同时合理施肥可以改善土壤环境,改善水土流失^[12]。杨开虎等^[13]研究表明:猫尾草株高随施氮量的增加而增加,在施氮量为270 kg/hm²时,猫尾草产量增加最高,施氮量为

收稿日期:2023-02-07; **修回日期:**2023-04-19

基金资助:国家自然科学基金(32260339);甘肃省高等学校产业支撑计划项目(2022CYZC-49);甘肃省重点研发(20YF8NA129);西藏重大专项(XZ202101ZD003N)。

作者简介:张文轩(1996-),男,甘肃金昌人,硕士研究生。

E-mail:1813947458@qq.com

*通信作者。E-mail:duwh@gsau.edu.cn

180 kg/hm²时,饲草营养品质促进成效最为显著。由于目前猫尾草品种更新速度较慢,草品质退化较快,因此本试验通过研究4个氮肥施用量对猫尾草种质生产性能和营养品质的影响,以确定所选猫尾草种质在甘肃省高寒阴湿区的最佳氮肥施用量,为其推广种植提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 试验地概况

试验地位于岷县南部寺沟乡本直寺,距县城20 km,地理位置34.29°N,104.04°E,海拔2 530 m,年均气温4.5℃,无霜期95 d,年降水量700 mm,7—9月份的降水量约占全年降水量的54.9%,年蒸发量1 158.1 mm。试验地为河谷台地,无灌溉条件。亚高山草甸土,土壤有机质31.07 g/kg,全氮0.18 g/kg,速效磷23.39 mg/kg,速效钾148.76 mg/kg,pH值为5.24。

1.2 试验材料

试验材料为猫尾草新品系、川西猫尾草(审定编号:533)、岷山猫尾草(审定编号:067)和克劳沃1号猫尾草(审定编号:370),岷山猫尾草种子由甘肃省岷县草原工作站提供,川西猫尾草由四川省草原工作站提供,克劳沃1号猫尾草种子由克劳沃(北京)生态科技有限公司提供。猫尾草新品系由甘肃农业大学草业学院提供的岷山猫尾草和加拿大引进的Goliatl和Commonl品种为亲本培育而来。

1.3 试验设计及方法

裂区试验设计。主区为N肥施用量,设4个水平,分别为A1(0 kg/hm²)、A2(90 kg/hm²)、A3(180 kg/hm²)、A4(360 kg/hm²),于2020年播种,每个处理的施肥量相同,播种前施磷酸二铵300 kg/hm²作为基肥,拔节期追施尿素225 kg/hm²,生长第2年和第3年开始按照试验设计设置不同施肥量,分别于返青期施50%,拔节期施50%,以尿素形式撒施;副区设4个猫尾草种质:B1(猫尾草新品系)、B2(川西猫尾草)、B3(岷山猫尾草)、B4(克劳沃1号猫尾草);小区面积(3 m×5 m=15 m²)。各小区间间隔50 cm,点播,行间距30 cm,株距为15 cm,每穴3粒,种10行。播种日期为2020年4月27日。于2021年(生长第2年)猫尾草抽穗期进行生产性能指标测定,枝条数和株高均在其刈割前测定。

1.4 测定指标及方法

枝条数:抽穗期刈割前进行。每个小区内随机选取1 m样段(边行和地头两边50 cm部分除外),数取样段内猫尾草的枝条数。

株高:抽穗期刈割前进行。分别从每个小区选择代表性植株10株,测量从地面至最高点的自然高度。10株的平均值作分别作为该小区的株高。

鲜(干)草产量:抽穗期进行。齐地面刈割每个小区内所有植株的地上部分(除去边行和地头两边50 cm部分),称重,得到鲜草产量。然后从每个小区分别取样500 g,带回实验室,在70℃烘箱中烘干至恒重,称重得到干草重,计算鲜干比。根据500 g鲜样的鲜干比计算每个小区的干草产量。风干草样用于猫尾草营养品质的测定。

营养品质:用粉碎机粉碎烘干草样,过1 mm筛子,从混合均匀的草样中随机取4份样品,平行测定粗蛋白(CP)含量、粗脂肪(EE)含量、中性洗涤纤维(NDF)和酸性洗涤纤维(ADF)含量。CP含量测定采用凯氏定氮法,EE含量测定采用索氏抽提法,NDF和ADF含量测定采用范氏洗涤纤维分析法^[14]。

1.5 数据处理

采用Microsoft Excel 365进行数据整理和作图,在SPSS 19.0中用裂区试验设计的统计方法对不同处理的营养品质数据进行方差分析,F检验显著时用Duncan法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 单因素和二因素交互作用间生产性能的方差分析

由方差分析表1看出,氮肥施用量间株高、鲜草产量、干草产量、CP含量和EE含量呈极显著差异($P < 0.01$),而其余指标差异不显著;猫尾草种质间:EE含量呈极显著差异($P < 0.01$),而其余指标差异不显著;氮肥施用量×猫尾草种质交互作用间:猫尾草株高、鲜草产量、干草产量、CP含量和EE含量均呈极显著差异($P < 0.01$),其余指标差异不显著。对上述存在显著和极显著差异的指标进行多重比较。

2.2 猫尾草生产性能的差异

4个氮肥施用量处理间,A4处理下4个猫尾草种质的平均株高(117.08 cm)和平均鲜、干草产量

表1 氮肥施用量间、猫尾草种质间以及氮肥施用量×猫尾草种质二因素交互作用间生产性能的方差分析

Table 1 Analysis of variance on production performance among nitrogen fertilizing rates, timothy genotypes and interactions of two

变量	F值							
	株高	枝条数	鲜草产量	干草产量	粗蛋白	粗脂肪	中性洗涤纤维	酸性洗涤纤维
氮肥施用量	6.959**	0.202	67.796**	44.354**	9.220**	4.939**	2.589	1.711
猫尾草种质	1.688	2.739	0.266	0.422	2.078	4.744**	0.228	0.244
氮肥施用量×猫尾草种质	3.252**	1.967	37.344**	26.636**	3.022**	6.489**	0.713	1.375

注:*和**分别表示显著和极显著相关,下同。

(67.78, 14.70 t/hm²)均显著高于A1和A2的平均株高和平均鲜、干草产量(图1)。由此说明,A4处理更有利于猫尾草株高和草产量增高。

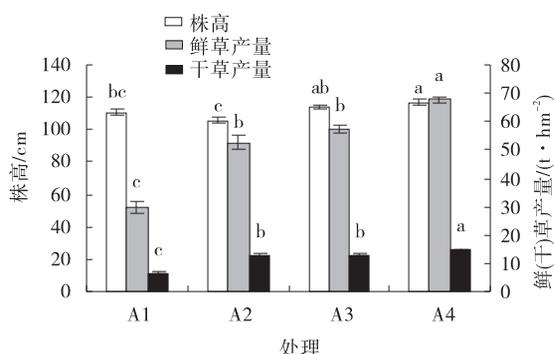


图1 氮肥施用量间生产性能的差异

Fig. 1 Differences in production performance among nitrogen fertilizing rates

注:图中柱上不同小写字母表示不同处理间差异显著($P < 0.05$),下同。

4个猫尾草种质间,4个氮肥施用量间的生产性能差异不显著,其中B1平均株高(115.79 cm),平均鲜、干草产量(54.77 t/hm², 12.80 t/hm²)较高于其余3个猫尾草种质,而平均枝条数较低。

氮肥施用量×猫尾草种质间:就同一氮肥施用量看,A1,A3和A4处理下,4个猫尾草种质的株高无显著差异,且3个氮肥施用量处理下,B1的株高均较高;A2处理下,B1的株高(110.62 cm)显著高于B4,与B2和B3差异不显著(图2)。A1处理下B1的鲜、干草产量(36.06 t/hm², 8.26 t/hm²)显著高于B2和B4;A2处理下,B1(63.09 t/hm², 16.48 t/hm²)和B2的鲜、干草产量均显著高于B3;A3处理下,B3的鲜、干草产量(62.17 t/hm², 15.12 t/hm²)显著高于B2;A4处理下,B4的鲜草产量(71.58 t/hm²)显著高于B1,且与B2和B3无显著差异。由此说明,A1和A2处理下,猫尾草新品系的株高和草产量均较高;A3处理下,岷山猫尾

草的草产量高于其余3个猫尾草种质;A4处理下,克劳沃1号猫尾草的株高和草产量较高。就同一猫尾草种质而言,B1,B2和B3在4个氮肥施用量处理下其株高无显著差异;B4在A4处理下其株高(123.52 cm)显著高于A2,且与A1和A3无显著差异。B1在A2处理下的鲜草产量显著高于A1,且与其余2个氮肥施用量处理差异不显著,其干草产量与其余3个氮肥施用量处理差异显著;B2在A4处理下的鲜草产量显著高于其余3个氮肥施用量处理,其干草产量显著高于A1和A3处理,且与A2处理无显著差异;B3在A3和A4处理下的鲜、干草产量均显著高于A1和A2处理;B4在A4处理下的鲜、干草产量显著高于其余3个猫尾草种质。由此说明,猫尾草新品系,川西猫尾草和岷山猫尾草在4个氮肥施用量处理下对其株高均无显著影响;克劳沃1号猫尾草在A4处理下有利于其株高的增高;猫尾草新品系在A2处理下更有利于其草产量的增加;川西猫尾草、岷山猫尾草和克劳沃1号猫尾草的鲜、干草产量在A4处理下均较高。

2.3 猫尾草营养品质的差异

氮肥施用量间:4个氮肥施用量间A3和A4处理在4个猫尾草种质间的平均CP含量显著高于A1和A2($P < 0.05$),其中A3的平均CP含量比A1高13.89%;A1和A4处理的平均EE含量显著高于A2($P < 0.05$),其中A4的平均EE含量比A2高36.78%(表2)。

猫尾草种质间:4个猫尾草种质间B1处理在4个氮肥施用量间的平均CP含量较高,显著高于B2($P < 0.05$),并与B3和B4处理无显著差异;B1,B2和B4处理在4个氮肥施用量间的平均EE含量显著高于B3($P < 0.05$),且B1处理较高于其余3个猫尾草种质(表3)。

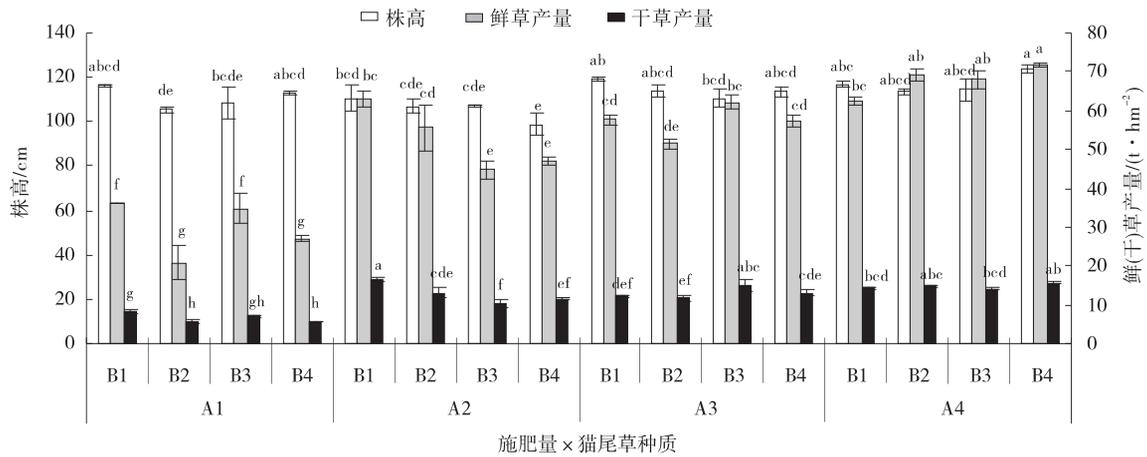


图2 氮肥施用量×猫尾草种质交互作用间生产性能的差异

Fig. 2 Differences of the production performance for the interaction between the nitrogen fertilizing rates, timothy genotypes

表2 氮肥施用量间营养品质的差异

Table 2 Differences in nutritional quality among nitrogen fertilizing rates

氮肥施用量	粗蛋白含量/%	中性洗涤纤维含量/%	酸性洗涤纤维含量/%	粗脂肪含量/%
A1	7.49±0.20 ^b	44.63±1.23 ^b	37.43±0.86 ^a	2.16±0.11 ^{ab}
A2	7.74±0.13 ^b	48.03±0.95 ^a	39.40±0.96 ^a	1.74±0.11 ^c
A3	8.53±0.20 ^a	46.66±0.78 ^{ab}	38.49±0.69 ^a	1.91±0.10 ^{bc}
A4	8.32±0.07 ^a	45.19±0.77 ^{ab}	36.99±0.77 ^a	2.38±0.17 ^a

注:同列不同小写字母表示差异显著(P<0.05),下同。

表3 猫尾草种质间营养品质的差异

Table 3 Differences in nutritional quality among timothy genotypes

猫尾草种质	粗蛋白含量/%	中性洗涤纤维含量/%	酸性洗涤纤维含量/%	粗脂肪含量/%
B1	8.40±0.16 ^a	46.81±0.9 ^a	37.79±1.10 ^a	2.32±0.12 ^a
B2	7.80±0.14 ^b	46.14±0.94 ^a	38.28±0.84 ^a	2.03±0.15 ^a
B3	8.04±0.24 ^{ab}	45.85±1.11 ^a	37.66±0.77 ^a	1.67±0.11 ^b
B4	7.84±0.21 ^{ab}	45.71±1.08 ^a	38.58±0.71 ^a	2.16±0.13 ^a

注:B代表猫尾草种质,B1:新品系,B2:川西,B3:岷山,B4克劳沃1号,下同。

氮肥施用量×猫尾草种质间:同一氮肥施用量下,A1处理下,B1的CP含量显著高于B4,与其余2个种质差异不显著,且EE含量显著高于B2,与B3和B4差异不显著(表4);A2、A3和A4处理下,4个猫尾草种质的CP含量均无显著差异,且3个氮肥施用量间B1的CP含量较高;A2处理下,B1的EE含量显著高于B2和B3,且与B4无显著差异;A3处理下,4个猫尾草种质的EE含量均无显著差异,其中B2的EE含量较高;A4处理下,B1、B2和B4的EE含量显著高于B3。由此说明,同一氮肥施用量间,B1的CP含量较高,且

A1、A2和A4处理下,B1的EE含量较高;A3处理下,B2的EE含量较高。就同一猫尾草种质而言,B1在4个氮肥施用量下的CP含量均无显著差异,且B1在A3处理下的CP含量最高,B1在A4处理下的EE含量显著高于A3处理,与A1和A2无显著差异;B2在A3处理下的CP含量显著高于A1,且与A2和A4处理无显著差异,B2在A4处理下的EE含量显著高于A1和A2,与A3差异不显著;B3在4个氮肥施用量下的CP含量均无显著差异,B3在A4处理下的CP含量最高,B3在A1处理下的EE含量显著高于A2和A4处理,且

与A3处理无显著差异;B4在A3处理下的CP含量显著高于A1和A2处理,且与A4处理无显著差异,B4在A4处理下的EE含量显著高于A2和A3处理,且与A1处理无显著差异。由此说明,4个猫尾草种质均在A3

处理下有利于CP含量的积累(表4),猫尾草新品系、川西猫尾草和克劳沃1号猫尾草在A4处理下可以积累更多EE;岷山猫尾草在A1处理下可以积累更多EE。

表4 氮肥施用量×猫尾草种质交互作用间营养品质的差异

Table 4 Differences of the nutritional quality for the interaction between the nitrogen fertilizing rates, timothy genotypes

氮肥施用量	猫尾草种质	粗蛋白含量/%	中性洗涤纤维含量/%	酸性洗涤纤维含量/%	粗脂肪含量/%
A1	B1	8.02±0.36 ^{abcd}	46.94±2.40 ^a	39.16±2.00 ^{ab}	2.49±0.26 ^{abc}
	B2	7.16±0.02 ^{de}	45.54±3.10 ^a	36.86±1.80 ^{ab}	1.72±0.17 ^{efgh}
	B3	7.85±0.54 ^{bcde}	43.66±2.20 ^a	35.03±1.18 ^b	2.09±0.12 ^{bcdef}
	B4	6.95±0.16 ^e	42.36±2.54 ^a	38.67±1.57 ^{ab}	2.32±0.09 ^{abcd}
A2	B1	8.13±0.36 ^{abcd}	48.45±2.25 ^a	36.78±2.73 ^{ab}	2.23±0.08 ^{abcde}
	B2	7.66±0.10 ^{bcde}	47.45±1.47 ^a	41.07±1.98 ^a	1.54±0.14 ^{fgh}
	B3	7.65±0.26 ^{bcde}	48.51±2.80 ^a	39.91±0.59 ^{ab}	1.34±0.14 ^h
	B4	7.51±0.18 ^{cde}	47.69±2.08 ^a	39.84±1.90 ^{ab}	1.84±0.08 ^{defgh}
A3	B1	8.99±0.18 ^a	47.39±1.71 ^a	40.74±1.37 ^a	1.94±0.25 ^{cdefg}
	B2	8.27±0.06 ^{abc}	45.35±1.56 ^a	37.22±0.99 ^{ab}	2.18±0.17 ^{abcde}
	B3	8.27±0.83 ^{abc}	46.07±1.66 ^a	37.17±1.30 ^{ab}	1.72±0.08 ^{efgh}
	B4	8.59±0.13 ^{ab}	47.82±1.82 ^a	38.81±1.33 ^{ab}	1.79±0.23 ^{defgh}
A4	B1	8.46±0.08 ^{abc}	44.44±1.36 ^a	34.47±1.44 ^b	2.64±0.14 ^{ab}
	B2	8.10±0.18 ^{abcd}	46.23±1.91 ^a	37.98±1.42 ^{ab}	2.69±0.18 ^a
	B3	8.39±0.17 ^{abc}	45.13±2.32 ^a	38.51±1.70 ^{ab}	1.52±0.25 ^{gh}
	B4	8.32±0.09 ^{abc}	44.96±1.21 ^a	36.99±1.03 ^{ab}	2.69±0.10 ^a

3 讨论

3.1 猫尾草生产性能的差异及原因

在一定范围内合理施氮肥可以提高牧草生产性能^[15-16],同时遗传性状是影响牧草生产性能的关键。谢楠等^[17]研究表明不同品种禾草的生产性能和饲用品质均存在显著差异。杜文华等^[18]研究表明:不同猫尾草的最佳刈割时期不同,生产性能因其生长环境和遗传性状的不同而产生显著差异。株高和枝条数(分蘖数)是牧草产量高低的决定性因素,小黑麦的株高和分蘖数与其草产量呈显著正相关^[19-20]。本试验表明,4个氮肥施用量间比较,当氮肥施用量为360 kg/hm²时,4个猫尾草种质的平均鲜(干)草产量最高,这可能是因为在点播处理下,单株猫尾草之间株距较大,当氮肥充足时,猫尾草株高较高,茎秆增粗,叶量丰富,对草产量贡献较大^[13]。本试验地位于甘肃省高寒阴湿区,气候较湿润,点播处理且氮肥充足时,植株底部通风较好,倒伏现象较少,对牧草品质负面影响较小,草产量较高。不同猫尾草种质间比较,猫尾草新品系平均枝条数略低于川西猫尾草和岷山猫尾草,

且与克劳沃1号猫尾草差异显著,但其平均株高均高于其余3个种质,因此其平均鲜(干)草产量较高。这可能是由于高寒阴湿区气温较低,降水充足,适宜猫尾草新品系生长发育,使其叶量丰富,叶面积较大(数据未列出),而其余3个猫尾草种质遗传特性不同,生产性能均不同,这与前人研究结果相似^[18]。互作效应间结果表明,猫尾草新品系对氮肥利用率较高,氮肥施用量90 kg/hm²时,植株生长较快,株高较高,叶片数较多,对草产量贡献较大;川西猫尾草和对克劳沃1号猫尾草对氮肥利用率较低,在点播下,氮肥施用量较高(360 kg/hm²)时,由于株距较大,通风较好,茎秆底部枯黄腐烂现象减少,因此对草产量负面影响较小,且株高和分蘖数较多,草产量较高;岷山猫尾草对氮肥利用率也较低,在氮肥施用量较小时,植株生长较慢,当氮肥施用量达到180 kg/hm²时,植株生长速度加快,株高较高,叶片数较多,叶面积较大,草产量较高。

3.2 猫尾草营养品质的差异及原因

牧草品种不同,最佳施肥量不同,草产量和营养品质也不同^[21-23]。不同品种牧草的营养品质由其遗

传特性决定,适宜的施氮量对其营养品质有较显著的影响,但生长环境和种植方式对其影响较小^[24-26]。本试验表明,4个氮肥施用量间比较,氮肥施用量为360 kg/hm²时,4个猫尾草种质的平均CP和EE含量较高,这可能是由于甘肃高寒阴湿地区,降水充足,点播处理下,单株猫尾草之间株距较大,种间竞争较小,氮肥充足时,植株叶片数较多,叶面积较大,对CP,EE含量贡献较大,且由于猫尾草播量较少,其倒伏少,枯黄腐烂现象减少,对其营养品质贡献较大^[27]。不同猫尾草种质间比较,猫尾草新品系CP和EE含量较高。这可能是由于高寒阴湿区气温较低,降水充足,适宜猫尾草新品系生长发育,其叶量丰富,叶面积较大,有利于平均CP和EE含量提高。互作效应结果表明,猫尾草种质不同,最佳氮肥施用量不同。猫尾草新品系在高氮肥施用量(360 kg/hm²)下,生长较快,由于其叶片数较多(数据未列出),有利于EE的积累;川西和克劳沃1号猫尾草在氮肥施用量较多(180 kg/hm²)时,叶量丰富,CP含量较高,氮肥施用量360 kg/hm²时,EE含量较高;岷山猫尾草在不施氮肥和氮肥施用量较多(180 kg/hm²)时,EE含量较高,这可能是因为岷山猫尾草对氮肥敏感,施少量氮肥时,茎秆生长迅速,而叶片数较少,对其营养品质贡献较少,而氮肥施用量达到180 kg/hm²时,叶面积增大,叶片数增多,营养品质较好。

4 结论

氮肥施用量对4个猫尾草种质的生产性能有显著影响:猫尾草新品系在氮肥施用量为90 kg/hm²时,生产性能和营养品质均优于其余3个猫尾草种质,川西猫尾草和克劳沃1号猫尾草最佳氮肥施用量为360 kg/hm²,岷山猫尾草最佳氮肥施用量为180 kg/hm²。

参考文献:

- [1] 火克仓,潘永东,包奇军,等. 甘肃省高寒阴湿区啤酒大麦优质高产标准化生产技术[J]. 农业科技通讯,2013(12):206-207.
- [2] 王林安,蔺海明,王一鸣. 甘肃省高寒阴湿山区农业可持续发展战略之思考[J]. 甘肃农业,1998(11):13-15.
- [3] 王林安,蔺海明,王一鸣. 甘肃省高寒阴湿区农业可持续发展战略之思考[J]. 甘肃农业科技,1999(3):2-4.
- [4] 俞联平,李新媛,俞慧云. 放牧家畜品种改良是高寒牧区草地畜牧业提质增效的有效举措[J]. 甘肃畜牧兽医,2017,47(3):66-68.
- [5] 王成强,张广. 岷县养牛业发展现状及对策[J]. 中国牛业科学,2016,42(5):67-68.
- [6] 师尚礼,曹文侠,陈耀,等. 猫尾草产业发展现状与前景分析[J]. 草原与草坪,2020,40(5):1-7.
- [7] 韩玉静,杜广明,田婧. 不同pH值对猫尾草发育和苗期生长的影响[J]. 黑龙江畜牧兽医,2013(23):97-99.
- [8] 龙忠富,唐成斌,刘秀峰,等. 喀斯特地区高等级公路边坡等侵蚀劣地草种筛选研究[J]. 公路,2006(11):187-193.
- [9] 周卫生,干友民,李才旺,等. 猫尾草的研究概况[J]. 草业科学,2003,20(6):16-20.
- [10] 丁欣丹. 盐碱、干旱胁迫对猫尾草种子萌发及施氮对其产质的影响[D]. 长春:东北师范大学,2013.
- [11] XIE K Y, LI X L, HE F, *et al.* Effect of nitrogen fertilization on yield, N content, and nitrogen fixation of alfalfa and smooth brome grass grown alone or in mixture in greenhouse pots [J]. Journal of Integrative Agriculture, 2015, 14(9):1864-1876.
- [12] 李杰. 施肥对环境的影响及对策[J]. 云南农业科技, 2009(S2):67-68.
- [13] 杨开虎,于磊,张前兵,等. 施氮对猫尾草栽培草地饲草产量和品质的影响[J]. 草业科学,2015,32(12):2071-2077.
- [14] 徐强,田新会,杜文华. 高寒牧区黑麦和箭筈豌豆混播对草产量和营养品质的影响研究[J]. 草业学报,2021,30(8):49-59.
- [15] WILMAN D, WRIGHT P T, 李光棣. 施氮肥对温带禾草生长及其化学成分的影响[J]. 国外畜牧学. 草原与牧草,1985(1):5-9.
- [16] 孙建平,薛竹慧,杨国义,等. 施氮对晋北燕麦饲草主要农艺性状及干物质产量的影响[J]. 草地学报,2018,26(4):964-970.
- [17] 谢楠,刘振宇,冯伟,等. 张家口坝上地区不同禾草生产性能及营养品质评价[J]. 草原与草坪,2022,42(2):28-33.
- [18] 杜文华,田新会,曹致中. 猫尾草不同品种的草产量和适应性评价[J]. 草业学报,2004,12(2):56-60.
- [19] 李冬梅,田新会,杜文华. 饲草型小黑麦新品系在甘肃临洮灌区的生产性能研究[J]. 草原与草坪,2016,36(5):76-81.
- [20] 李冬梅,田新会,杜文华. 5个小黑麦新品系的种子产量

- 及产量构成因素分析[J]. 草地学报, 2016, 24(1): 241–244.
- [21] 于洋,何志军,侯鹏霞,等. 宁夏宁南山区高产饲草品种引种筛选[J]. 现代畜牧兽医, 2018(9):32–35.
- [22] 谢楠,刘振宇,冯伟,等. 饲用谷子在环渤海盐碱旱地的生产性能及饲用品质评价[J]. 草地学报, 2021, 29(1): 60–71.
- [23] 潘伟彬,陈志彤,陈恩,等. 5个热带豆科牧草洗涤纤维的生育期动态及其施肥响应[J]. 草地学报, 2008, 16(6): 652–658.
- [24] 林叶春,臧华栋,曾昭海,等. 氮肥运筹对裸燕麦光合特性、粗蛋白含量及产量的影响[C]//中国农作制度研究进展. 成都: 中国农业科学技术出版社, 2012: 207–217.
- [25] 杨丹,田新会,杜文华. 红三叶新品系(R)播种当年的生产性能和营养价值研究[J]. 草原与草坪, 2018, 38(1): 50–56.
- [26] 孙小凡,魏益民,张国权,等. 麦类作物青贮饲料营养价值分析[J]. 粮食与饲料工业, 2003(4):27–29.
- [27] 王晓乐,张楠,张保军,等. 播种方式和施肥量对西农979冬小麦旗叶光合特性及产量的影响[J]. 西北农业学报, 2014, 23(4):16–21.

Effects of nitrogen fertilizing rates on the production performance and nutrient composition of timothy genotypes in alpine and humid regions of Gansu

ZHANG Wen-xuan, TIAN Xin-hui, DU Wen-hua

(College of Grassland Science, Gansu Agricultural University, Key Laboratory for Grassland Ecosystem, Ministry of Education, Grassland Engineering Laboratory of Gansu Province, Sino-U. S. Centers for Grazing Land Ecosystem Sustainability, Lanzhou 730070, China)

Abstract: [Objective] The study is aimed to clarify the effects of different nitrogen fertilizing rates (A1, 0 kg/hm²; A2, 90 kg/hm²; A3, 180 kg/hm²; A4, 360 kg/hm²) on the production performance and nutrient composition of different timothy genotypes in alpine and humid regions of Gansu Province, so as to screen out the best nitrogen fertilizing rate and timothy genotype. [Method] A split plot experiment was conducted to study the effects of four nitrogen fertilizing rates (A1, 0 kg/hm²; A2, 90 kg/hm²; A3, 180 kg/hm²; A4, 360 kg/hm²) on the plant height, number of branches, fresh (dry) yield and nutrient composition of four timothy genotypes (B1: new timothy line, B2: Chuanxi, B3: Minshan, B4: Clover No. 1). [Result] Among the 4 nitrogen fertilizing rates, when A4 treatment were applied, the average plant height and fresh (dry) yield were the highest, and the average crude protein (CP) content and ether extract (EE) content were higher. For all timothy genotypes, the new timothy line had the highest average plant height, fresh (dry) yield, CP content and EE content under 4 nitrogen fertilizing rates, and the forage quality was higher. The interaction between nitrogen fertilizing rates and timothy genotypes showed that the nitrogen fertilizing rates had a significant effect on the production performance of the 4 timothy genotypes. New timothy line had the best production performance and nutrient composition under treatment 90 kg/hm². Chuanxi and Clover No. 1 had the best production performance under treatment 360 kg/hm² and Minshan had the best production performance under treatment 180 kg/hm². [Conclusion] For new timothy line, the best fertilization amount is 90 kg/hm². For Chuanxi and Clover1, the best fertilization amount is 360 kg/hm². On the other hand, for Minshan, the best fertilization amount is also 180 kg/hm².

Key words: timothy; nitrogen fertilizing rate; production performance; nutrient composition

(责任编辑:刘建荣)