

doi:10.11733/j.issn.1007-0435.2018.01.026

不同形态及配比的氮素对高寒草甸植物生长高度和生物量的影响

芦光新¹, 李欣¹, 党宁¹, 姚世庭¹, 李宗仁^{1*}, 李希来^{1*}, 德科加², 张明²

(1. 青海大学农牧学院, 青海 西宁 810016; 2. 青海大学畜牧兽医科学院, 青海 西宁 810016)

摘要:为探索提高青藏高原高寒草甸草地生产力的科学施肥途径,通过小区施肥试验,研究添加不同形态及配比的氮素对多县高寒草甸植物生长高度和生物量的影响。在2013年添加氮素的当年,选用的9个物种的生长高度对添加不同形态氮素及配比处理的响应表现出多元特征;除有机态氮外,铵态氮、硝态氮、酰胺态氮3种形态的氮素对禾本科、莎草科、杂类草的平均草丛高度有显著影响($P < 0.05$),不同形态氮素添加对禾本科、莎草科、杂类草功能群以及群落总生物量影响显著($P < 0.05$),但铵态氮和硝态氮的不同配比间差异不显著。

关键词:高寒草甸;地上生物量;氮素

中图分类号:S812.4

文献标识码:A

文章编号:1007-0435(2018)01-0210-06

Effects of Different Forms and Proportions of Nitrogen on Plant Height and Biomass in Alpine Meadow

LU Guang-xin¹, LI Xin¹, DANG Ning¹, YAO Shi-ting¹, LI Zong-ren¹, LI Xi-lai¹,
DE Ke-jia², ZHANG Ming²,

(1. College of Agriculture and Animal Husbandry, Qinghai University, Xining, Qinghai Province 810016, China;

2. Academy of Animal Science and Veterinary Medicine, Qinghai University, Xining, Qinghai Province 810016, China)

Abstract: In order to study the scientific fertilization way of improving grassland productivity in Qinghai-Tibet plateau alpine meadow, the effects of different forms and proportions of nitrogen on plant growth height and biomass was conducted using fertilizing experiment. The results showed that the height of 9 species showed diverse characteristics in response to adding different forms and proportions of nitrogen; three forms of nitrogen(ammonium nitrogen, nitrate nitrogen, amide Nitrogen) had significant influence on the average height of gramineae, cyperaceae and miscellaneous grass ($P < 0.05$) except for the organic nitrogen. All forms of nitrogen had great influence on biomass of these three plant functional groups and plant community ($P < 0.05$), but no significant difference was found among different ratios of ammonium nitrogen and nitrate nitrogen.

Key words: Alpine meadow, Aboveground biomass, Nitrogen

氮素是植物生长、发育所需的大量营养元素之一,也是牧草从土壤吸收最多的矿质元素。氮素在农牧业生产中的供应形态主要是铵态氮(NH_4^+ -N)、硝态氮(NO_3^- -N)和酰胺态氮3种^[1],植物对不同形态的氮素在吸收、储存、运输、同化过程上有很大差异,进而最终影响作物的产量和品质^[2]。

位居青藏高原的高寒草地属于特殊的生态系统,极具世界高寒地区的代表性——低温、高海拔、

强辐射和低气压。高寒草甸土壤有机氮贮量相当丰富,土壤水分也较高,但由于气温太低,致使微生物活动微弱,有机氮矿化速率缓慢,植物生长季节(5—10月)土壤氮素矿化量占土壤全氮的1.59%(包括近期可矿化氮)^[3]。氮素是包括草原生态系统在内的各种生态系统(森林、农田、荒漠、苔原等)生产力高低的主要决定因子^[4-6]。因此,研究氮素添加对草地生态系统生产力的影响具有重要的意义。

收稿日期:2015-10-23;修回日期:2016-05-02

基金项目:国家自然科学基金项目(31460152,41261064);科技部国际合作项目(2015DFG31870);农业部公益性行业专项(201203007)资助

作者简介:芦光新(1974-),男,青海湟中人,博士,教授,主要从事草地资源与保护研究, E-mail: lugx74@qq.com; * 通信作者 Author for correspondence, E-mail: lizongrenqd@126.com; xilai-li@163.com

受制于独特的地理环境和气候条件,青藏高原高寒草地气候寒冷而干旱,年积温低,生态环境脆弱,牧草生长季节短,冷季时间长达7~8个月,草地初级生产力水平低下,难以满足放牧家畜的营养需求,草畜矛盾突出,严重制约了该地区草地畜牧业的稳定发展。为维持草地生态系统稳定性,提高牧草产量,学者们进行了大量试验,结果证明,施肥是提高草地生产力的主要途径之一^[7]。高寒草地施氮肥对群落物种多样性和草地生产力均有一定的影响,并且有利于草地恢复、提高草地生态系统稳定性^[8-12]。近年来,我国牧草施肥方面的研究及推广应用发展较为迅速,有关施肥对牧草产量影响的报道很多^[13],但主要集中在化学肥料的种类选择、营养成分配比等方面^[14-16],关于氮肥的施用量和施肥效果的研究仍然在大量进行,但针对不同形态的氮素及其配比对草地生产力影响程度方面的研究报道较少。已有的研究结果证实,不同氮素形态对作物产量和品质的影响有明显的差异^[17-20],但是不同形态的氮素对草地植物的生长发育和草地生产力的作用效果到底有多大仍然不明确。本论文结合草地生态学的研究方法,从草地生产角度研究不同形态的氮素及其配比对草地生产力的影响,旨在为制定科学的施肥措施提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地点

野外试验于2013年在青海大学—清华大学三江源高寒草地生态系统野外观测站进行。观测站所处位置为214国道716公里处青海省玉树州称多县珍秦镇,N 33°24'30",E 97°18'00",海拔高度为4270 m,气候为典型的高原大陆性气候,年平均气温为-5.6℃~3.8℃,年均降水量为562.2 mm,年度降水主要分布在6—9月份,约占全年降水的75%。草地类型为高山嵩草(*Kobresia pygmaea*)+杂类草型,土壤为高山草甸土,土壤pH值为6.92,有机质含量2.36%,速效N含量14.0 mg·L⁻¹,其中,氨态氮5.1 mg·L⁻¹,硝态氮8.9 mg·L⁻¹,速效P含量7.0 mg·L⁻¹,速效K含量76.5 mg·L⁻¹。试验过程中无放牧利用。

1.2 试验材料

有机肥(市售)为粉状肥,有机质含量≥35%,氮磷钾≥6%,水分≤20%;

酰胺态氮选用尿素,含氮量为46.4%;

硫酸铵和硝酸铵:均为分析纯,含氮量分别为21.18%和17%。

1.3 试验方法

1.3.1 试验设计 为考察不同氮素及配比对高寒草甸植物生长的影响,试验选用铵态氮(NH₄⁺-N)(N₁)、硝态氮(NO₃⁻-N)(N₂)、酰胺态氮(N₃)、有机肥氮(N₄)4种形态氮素,分两种组合添加:(1)4种形态氮素的单独添加;(2)铵态氮和硝态氮不同配比的混合添加,施氮量为300 kg·hm⁻²,根据不同供试氮素的含氮量,计算施用量。试验共设8个处理,A(N₁)、B(N₁²¹N₂⁹)、C(N₁¹⁵N₂¹⁵)、D(N₁⁹N₂²¹)、E(N₂)、F(N₃)、G(N₄)、CK(0)。其中B,C,D分别为铵态氮和硝态氮的不同质量分数比的配比。每个处理重复3次,试验小区面积3 m×2 m,随机排列。施肥时间为2013年6月10日,N₄采用撒施的方法,为防止风将有机肥粉末吹走撒施后喷自来水5 L。为了试验的一致性,将N₁,N₂,N₃用5 L自来水溶解,用喷壶均匀喷洒于试验处理小区。

1.3.2 观测项目及方法 2013年8月中旬当植物地上生物量达到高峰期时,在不同处理的试验小区内随机取样(离开样区边缘50 cm以上),样方面积为0.5 m×0.5 m。采用样方法进行群落学调查,记录每个样方内的植物种类,每个物种随机选择10株测定株高。然后,将样方内的植物分种齐地面剪下并称其鲜重,随后装进信封,带回实验室置于烘箱内,105℃杀青30 min,然后在75℃下烘24 h后称质量,计算植物地上生物量。

参考王长庭等^[21]的方法,根据试验样地分布的植物种类进行植物功能群的划分,将植物分为莎草科、禾本科和杂类草等3种功能群,莎草科包括高山嵩草(*Kobresia pygmaea*)、矮生嵩草(*Kobresia humilis*)、线叶嵩草(*Kobresia capillifolia*)等;禾本科包括早熟禾(*Poa annua* L.)、异针茅(*Stipa aliena* Keng)、羊茅(*Festuca ovina*)、垂穗披碱草(*Elymus nutans*)等;杂类草包括珠芽蓼(*Polygonum viviparum*)、乳白香青(*A. lactea* Maxim)、甘肃棘豆(*Oxytropis kansuensis* Bunge)、柔软紫菀(*Aster flaccidus* Bunge)、高山唐松草(*Thalictrum alpinum*)、短穗兔耳草(*Lagotis brachyatachya* Maxim.)、多裂萎陵菜(*Potentilla multifida*)、麻花艽(*Gentianastaminea*)、华丽龙胆(*G. sino-ornata* Balf.)、狼毒(*S. chamaejasme*)、钩腺大戟(*E.*

sieboldianum Morr.)、甘肃马先蒿 (*Pedicularis kansuensis* Maxim.)、独一味 (*Rotata Kudo*)、美丽凤毛菊 (*S. superba* Anth)、蒲公英 (*Taraxaum mongolicun* Hand.)等。

1.4 数据分析

采用 Excel 2010 作图和 DPS 6.55 软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 添加不同形态及配比的氮素对主要物种生长高度的影响

选取不同处理试验小区 3 个重复样方中均出现

的 9 个物种,分别是高山嵩草(*Kobresia pygmaea*),早熟禾(*Poa annua*)、异针茅(*stipa aliena* Keng)、甘肃棘豆(*Oxytropis kansuensis* Bunge)、柔软紫菀(*Aster flaccidus* Bunge)、高山唐松草(*Thalictrum alpinum*)、蒲公英(*Taraxaum mongolicun* Hand.-Mazz.)、短穗兔耳草(*Lagotis brachyatachya* Maxim)、多裂萎陵菜(*Potentilla multi fda*),测定这 9 个物种的高度。研究结果表明,9 个物种的高度对添加不同形态氮素及配比处理的响应表现出多元特征,添加不同形态的氮素对高山嵩草、早熟禾、短穗兔耳草、多裂萎陵菜、柔软紫菀的高度影响较大,与对照相比差异显著($P<0.05$),但不同配比之间差异不显著。而对异针茅、甘肃棘豆、蒲公英、高山唐松草的高度影响不大。

表 1 添加不同形态及配比的氮素对物种高度的影响
Table 1 Effects of different forms and proportions of nitrogen on plant height

处理 Treatment	高山嵩草 <i>Kobresia pygmaea</i>	早熟禾 <i>Poa annua</i>	异针茅 <i>stipa aliena</i> Keng	甘肃棘豆 <i>Oxytropis kansuensis</i> Bunge	短穗兔耳草 <i>Lagotis brachyatachya</i> Maxim	多裂萎陵菜 <i>Potentilla multi fda</i>	柔软紫菀 <i>Aster flaccidus</i> Bunge	蒲公英 <i>Taraxaum mongolicun</i> Hand.-Mazz.	高山唐松草 <i>Thalictrum alpinum</i> L.
A	8.30±0.80 ^a	15.83±1.34 ^{ab}	16.13±1.19 ^a	6.84±0.47 ^a	4.96±0.66 ^{ab}	3.93±0.29 ^{ab}	4.76±0.09 ^a	7.82±1.65 ^{ab}	3.45±0.61 ^a
B	7.87±0.71 ^a	15.18±3.29 ^{ab}	16.09±2.03 ^a	7.51±0.34 ^a	5.36±0.61 ^a	4.08±0.22 ^a	4.54±0.24 ^a	5.81±0.24 ^{ab}	4.19±0.30 ^a
C	6.38±0.51 ^a	12.42±0.82 ^b	15.74±1.41 ^a	7.76±0.39 ^a	4.46±1.10 ^{ab}	3.37±0.30 ^{ab}	3.77±0.48 ^{ab}	5.4±0.33 ^{ab}	3.47±0.35 ^a
D	6.20±0.49 ^a	15.38±0.88 ^{ab}	15.56±1.26 ^a	6.94±0.30 ^a	4.99±0.09 ^{ab}	3.11±0.18 ^{ab}	4.42±0.29 ^a	3.70±0.35 ^b	3.91±0.66 ^a
E	6.45±0.81 ^a	14.93±0.97 ^{ab}	13.72±0.50 ^a	6.08±0.80 ^a	4.77±0.62 ^{ab}	3.65±0.48 ^{ab}	4.82±1.07 ^a	5.80±1.36 ^{ab}	3.10±0.14 ^a
F	6.68±1.11 ^a	18.37±2.16 ^a	16.69±0.47 ^a	11.00±3.86 ^a	5.05±0.60 ^{ab}	3.83±0.24 ^{ab}	4.93±0.55 ^a	9.80±3.68 ^a	4.05±0.12 ^a
G	2.80±0.40 ^b	15.42±1.83 ^{ab}	16.09±2.27 ^a	8.75±2.00 ^a	4.27±0.26 ^{ab}	3.47±0.80 ^{ab}	4.64±0.41 ^a	9.90±1.51 ^a	3.51±0.28 ^a
CK	2.83±0.23 ^b	11.88±0.95 ^b	13.81±0.72 ^a	5.75±0.61 ^a	3.13±0.29 ^b	2.75±0.12 ^b	2.45±0.30 ^b	7.8±0.32 ^{ab}	3.28±0.46 ^a

注：同列不同字母表示处理间差异显著 ($P<0.05$)
Note: different lowercase letters in the same column indicate significant difference at the 0.05 level

2.2 添加不同形态及配比的氮素对植物功能群高度的影响

通过测定不同处理中 3 种植物功能群的高度,发现添加不同形态及配比的氮素,对群落中不同植物功能群的高度有影响(图 1)。对禾本科植物而言,所有添加氮素处理中的平均高度与对照相比,差异显著($P<0.05$),其中酰胺态氮影响最大,其次是铵态氮和硝态氮,有机肥氮的影响最小;但铵态氮、硝态氮和有机肥氮处理间差异不显著。铵态氮和硝态氮的不同配比间差异不显著。对莎草科植物而言,添加酰胺态氮、铵

态氮和硝态氮 3 种氮素对植物的高度影响大,与对照相比差异显著($P<0.05$),但 3 者之间的效果差异不显著;添加有机氮肥后,植物高度与对照无显著差异。铵态氮和硝态氮的不同配比对植物高度的影响差异不显著。针对杂类草植物添加酰胺态氮、铵态氮、硝态氮以及有机氮肥后,与对照相比,功能群植物平均高度显著增加($P<0.05$),酰胺态氮、铵态氮、硝态氮对植物高度的影响较有机氮肥差异显著($P<0.05$),但酰胺态氮、铵态氮、硝态氮 3 者之间差异不显著,铵态氮和硝态氮的不同配比间差异不显著。

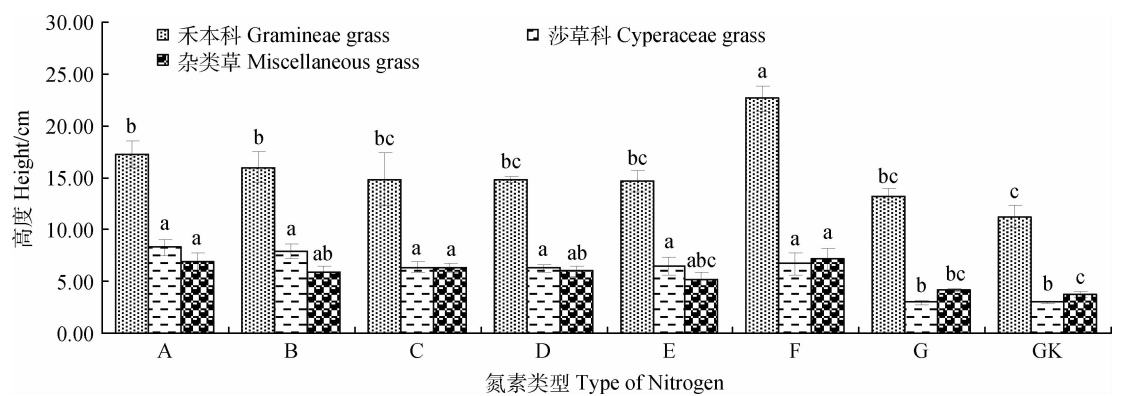


图 1 添加不同形态及配比的氮素对植物功能群高度的影响

Fig. 1 Effects of different forms and proportions of nitrogen on the height of plant functional groups

添加不同形态及配比的氮素,对群落中不同植物功能群的生物量有影响(图 2)。对禾本科植物而言,添加铵态氮、硝态氮和酰胺态氮后地上生物量增加,其中添加酰胺态氮后,生物量增加效果显著($P<0.05$),而添加有机肥氮后,地上生物量与对照相比无显著增加;铵态氮和硝态氮的不同配比间差异不显著。对莎草科植物而言,添加 4 种不同形态的氮素后,地上生物量与对照相比均显著增加($P<0.05$);4 种形态的氮素中,铵态氮影响最大,其次是硝态氮,再

次是酰胺态氮,有机肥氮影响最小。铵态氮和硝态氮的不同配比对地上生物量的影响不同,生物量与铵态氮的比例的变化趋势一致,其中 C($N_1^{15}N_2^{15}$)影响最大,其次是 B ($N_1^{21}N_2^9$),再次是 D($N_1^9N_2^{21}$)。对杂类草植物而言,添加 4 种不同形态的氮素后,地上生物量与对照相比均显著增加($P<0.05$);但 4 种形态的氮素之间差异不显著;铵态氮和硝态氮的不同配比对地上生物量影响差异不显著,但 D($N_1^9N_2^{21}$)影响最大,其次是 B ($N_1^{21}N_2^9$),再次是 C($N_1^{15}N_2^{15}$)。

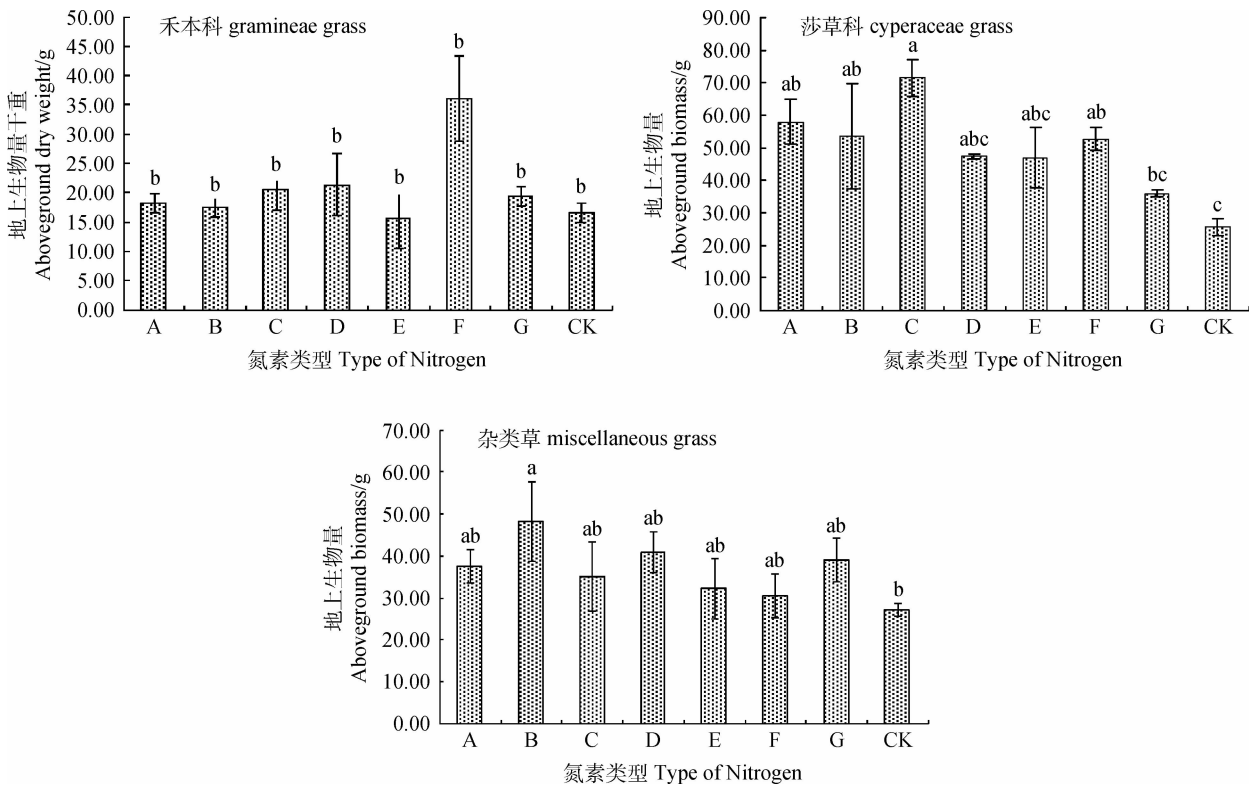


图 2 添加不同形态及配比的氮素对植物功能群生物量干重的影响

Fig. 2 Effects of different forms and proportions of nitrogen on dry aboveground biomass of plant functional groups

2.3 添加不同形态及配比的氮素对植物群落高度和生物量的影响

由图 3 与图 4 可知,添加 4 种形态的氮素后,群落草丛平均高度和地上生物量干重增加,与对照相比,差异显著($P<0.05$);其中酰胺态氮对群落草丛生长高度和地上生物量的增加效果最明显($P<0.05$),其次是铵态氮($P<0.05$),有机氮肥和硝态氮的影响最小。铵态氮和硝态氮的不同配比对群落高度影响差异不显著。

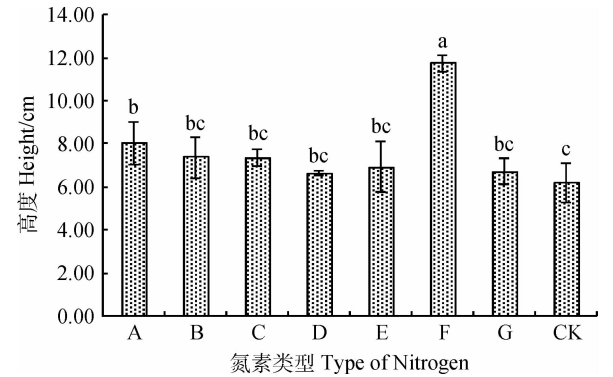


图 3 添加不同形态及配比的氮素对群落高度的影响
Fig. 3 Effects of different forms and proportions of nitrogen on height of plant community

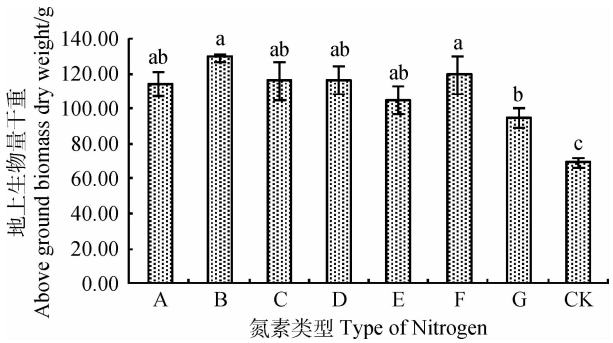


图 4 添加不同形态及配比的氮素对群落地上生物量干重的影响
Fig. 4 Effects of different forms and proportions of nitrogen on dry aboveground biomass

3 讨论

当一个必需元素以生物可利用形式添加引起初级生产力增加或生态系统生物量转化时,意味着生态系统中具有元素限制性^[22]。研究表明,对于高寒草甸而言,N 添加提高了草地的生产力^[23],本试验中,添加不同形态的氮素后,与对照相比,无论是植物功能群还是群落的生物量均有不同程度地增加,说明作为高寒草甸限制因子的氮素对高寒草甸生态

系统草地生产力起了决定性的作用,添加氮素在一定程度上提高了草地的初级生产力。从试验结果来看,无机氮的添加在当年对植物功能群及群落的高度及生物量的作用效果更为明显,而有机肥氮的添加对植物高度和生物量作用效果比较微弱,这可能与不同形态氮素肥效的快慢有关,无机态氮很快成为土壤环境获得性资源,并且很快被植物吸收利用,而有机肥是一种缓释肥,肥效较慢,只有少部分进入土壤,被植物利用^[24]。可知,群落中植物的高度和生物量没有表现出一定的相关性,因此,研究添加不同氮素对生物量的影响,还需考察植物的其他生物学性状,如叶面积、叶片数、分蘖数、叶片重等指标。试验中酰胺态氮对禾本科的高度和生物量影响最明显,这可能与不同植物对不同形态氮素的吸收能力有关。

对于群落中出现的不同物种,不同形态及配比的氮素对植物高度的影响没有表现出规律性的变化,可能的原因是,以氮素为主导对生态系统的添加行为对植物高度的影响受制于多种因素,如物种本身的生物学性状的差异而导致的对环境资源获得性的竞争能力不同。因此有必要从物种多样性及群落结构特征变化方面研究草地生产力对氮素添加的响应特征。

在高寒草地天然草场施用氮肥可以提高第一性生产力已为许多研究所证实^[25-29],通过增加施氮用量,可以提高生物量。根据本试验的研究结果,不同形态的氮素对植物生长的影响途径不同,因此,制定高寒草地科学的施肥措施时,在考虑氮素形态、施肥量、施肥时间及施肥的方法的同时,还应该考虑当地植物群落的立地条件和群落结构特征,从维持群落的稳定性和提高生产力两个方面研究施肥措施,具有实际重要的意义。

4 结论

添加不同形态的氮素对草地不同植物生长高度影响较大,但植物种类对添加的氮素的类型和形态的响应不同。添加铵态氮、硝态氮和酰胺态氮,对莎草科、禾本科和杂类草 3 种功能群以及整个群落的平均草丛高度及生物量影响较大($P<0.05$),但铵态氮和硝态氮的不同配比间差异不显著($P<0.05$)。有机氮肥施用当年,对草地植物生长的作用不明显。

参考文献

[1] 曹翠玲,李生秀. 氮素形态对作物生理特性及生长的影响[J]. 华中农业大学学报,2004,23(5):581-586

[2] 田霄鸿,王朝辉,李生秀. 不同氮素形态及配比对蔬菜生长和品质的影响[J]. 西北农业大学学报,1999,27(2):6-10

[3] 张金霞,曹广民. 高寒草甸生态系统氮素循环[J]. 生态学报,1999,19(4):509-512

[4] Burke I C,Lauenroth W K,Parton W J. Regional and temporal variation in net primary production and nitrogen mineralization in grasslands[J]. Ecology,1997,78(5):1330-1340

[5] Clark F E. Internal cycling of ¹⁵N in short grass prairie[J]. Ecology,1977,58(6):1322-1333

[6] Tilman D. Productivity and sustainability influenced by biodiversity in grassland ecosystem[J]. Nature,1996,379(65-67):718-720

[7] Fen sham R J,Holmar J E,Cox M J. Plant species responses along a grazing disturbance gradien tin Australian grassland [J]. Journal of Vegetation Science, 1999, 10(1):77-86

[8] 侯宪宽,芦光新,董全民,等. 施肥对环青海湖地区草甸群落生长的影响[J]. 草地学报,2014,22(3):488-492

[9] 陈亚明,李自珍,杜国祯. 施肥对高寒草甸植物多样性和经济类群的影响[J]. 西北植物学报,2004,24(3):424-429

[10] 韩潼,牛得草,张永超,等. 施肥对玛曲县高寒草甸植物多样性及生产力的影响[J]. 草业科学,2011,28(6):926-930

[11] 孙斌. 三种改良措施对对高寒退化草地植被的影响[J]. 甘肃农业大学学报,2005,40(6):797-801

[12] 郑华平,陈子萱,王生荣,等. 施肥对玛曲高寒沙化草地植物多样性和生产力的影响[J]. 草业学报,2007,16(5):34-39

[13] 李小坤,鲁剑巍,陈防. 牧草施肥研究进展[J]. 草业学报,2008,17(2):136-142

[14] 德科加,周青平,徐成体,等. 施肥对青海省山地草原类草地上生物量的影响[J]. 中国土壤与肥料,2010(3):38-40

[15] 邱波,罗燕江,杜国祯. 施肥梯度对甘南高寒草甸植被特征的影响[J]. 草业学报,2004,13(6):65-68

[16] 周国英,陈桂琛,赵以莲,等. 施肥和围栏封育对青海湖地区高寒草原影响的比较研究:地上生物量季节动态[J]. 草业科学,2005,22(1):59-63

[17] 蔡晓布,钱成. 氮肥形态和用量对藏东南地区烤烟产量和质量的影响[J]. 应用生态学报,2003,14(1):66-70

[18] 王荣萍,蓝佩玲,李淑仪,等. 氮肥品种及施肥方式对小白菜产量与品质的影响[J]. 生态环境,2007,16(3):1040-1043

[19] 张永春,沈其荣,于杰,等. 不同形态氮肥对小白菜品质及产量的影响[J]. 江苏农业学报,2004,20(3):184-188

[20] 张建丽. 不同氮肥品种对结球甘蓝产量及硝酸盐含量的影响[J]. 中国食物与营养,2006,5:25-26

[21] 王长庭,龙瑞军,丁路明. 高寒草甸不同草地类型功能群多样性及组成对植物群落生产力的影响[J]. 生物多样性,2004,12(4):403-409

[22] Leps J,De Bello F,Lavorel S,*et al.* Quantifying and interpreting functional diversity of natural communities:practical considerations matter[J]. Preslia,2006,78:481-501

[23] 王奇,王金枝,姜丽丽,等. 氮和磷添加对草原群落特征及有关生态过程的影响[J]. 2017,25(5):914-919

[24] 奚振邦,王寓群,杨佩珍. 中国现代农业发展中的有机肥问题[J]. 中国农业科学,2004,37(12):1874-1878

[25] 周青平,金继运,德科加,等. 不同施氮水平对高寒草地牧草增产效益的研究[J]. 土壤肥料,2005(3):29-31

[26] 纪亚君. 青海高寒草甸施氮肥增产效应浅析[J]. 草业学报,2006,23(3):26-29

[27] 纪亚君,青海高寒天然草地施氮肥试验[J]. 中国草地,2005,27(6):67-69

[28] 德科加,周青平,徐成体. 不同施氮量对天然草场牧草产量的影响[J]. 青海畜牧兽医杂志,2001,31(3):12-13

[29] 车敦仁. 青海高寒牧区禾草施磷施氮的增产效应[J]. 草业科学,1990,7(5):15-20

(责任编辑 贾 婉)