

施 N 量与西藏野生垂穗披碱草种子产量及 产量因子的相关性分析

宋江湖¹, 呼天明¹, 王隼珍¹, 胡晓宁¹, 朱 勇¹, 郑红梅¹,
曹仲华^{1,2}, 边巴卓玛², 苗彦军³

(1 西北农林科技大学 动物科技学院, 陕西 杨凌 712100; 2 西藏自治区农牧厅, 西藏 拉萨 850000;

3 西藏农牧学院 植物科学与技术系, 西藏 林芝 860000)

【摘 要】 【目的】探讨施 N 量对西藏野生垂穗披碱草种子产量及产量因子的影响。【方法】采用随机区组设计, 分别设施 N 量为 0(CK), 50, 90, 130, 170, 210, 250, 290 和 330 kg/hm² 共 9 个处理, 在不同时期观察并记录各处理垂穗披碱草的每 m² 生殖枝数(X₁)、每生殖枝小穗数(X₂)、每小穗小花数(X₃)、每小穗种子粒数(X₄)、种子千粒重(X₅)和每公顷种子产量(Z), 分析施 N 量与种子产量及产量因子间的相关性。【结果】施 N 量与西藏野生垂穗披碱草的种子产量、每 m² 生殖枝数和种子千粒重间极显著相关; 每 m² 生殖枝数和种子千粒重均与种子产量间极显著相关, 每 m² 生殖枝数与种子千粒重极显著相关, 每小穗种子粒数与种子产量、每 m² 生殖枝数、种子千粒重间均达显著相关。【结论】施氮能够显著促进生殖枝和每小穗种子粒数的形成, 千粒重也随之增加, 但对每生殖枝小穗数、每小穗小花数无显著影响; 施氮还可提高西藏野生垂穗披碱草的实际种子产量, 其中以施 N 250 kg/hm² 的效果最好, 产量可达 2 016.5 kg/hm²。

【关键词】 野生垂穗披碱草; 种子产量; 氮肥; 相关分析; 西藏

【中图分类号】 S543⁺.906.2

【文献标识码】 A

【文章编号】 1671-9387(2008)05-0022-05

Correlation analysis of nitrogen application rate and Tibetan wild *Elymus nutans* seed yield and its yield factors

SONG Jiang-hu¹, HU Tian-ming¹, WANG Quan-zhen¹, HU Xiao-ning¹, ZHU Yong¹,
ZHENG Hong-mei¹, CAO Zhong-hua^{1,2}, Bianbadroma², MIAO Yan-jun³

(1 College of Animal Science and Technology, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2 Department of Agriculture and Animal Husbandry of Autonomous Region of Tibet, Lasa, Tibet 850000, China;

3 Department of Plant Science and Technology, Tibet Agriculture and Animal Husbandry College, Linzhi, Tibet 860000, China)

Abstract: 【Objective】The study discussed the correlation of Nitrogen application rate and Tibetan wild *Elymus nutans* seed yield and its yield factors. 【Method】The field experiment was arranged in a randomized complete block design. The *Elymus* was grown at nine rates of N fertilization (0, 50, 90, 130, 170, 210, 250, 290 or 330 kg/hm²). In each plot, the number of fertile tillers per square meter(X₁), spikelets per fertile tiller(X₂), florets per spikelet(X₃) and fertile florets per spikelet(X₄) were counted at different growth stages, and the thousand-seed weight(X₅) and seed yield (Z) were noted. Correlations of nitrogens applica-

* 【收稿日期】 2007-10-15

【基金项目】 科技部国际科技合作项目(2006DFA33630); 西藏重大科技项目(2005011)

【作者简介】 宋江湖(1981—), 男, 贵州贵阳人, 在读硕士, 主要从事野生牧草种质资源、遗传育种及天然草地生态研究。
E-mail: mtsjh@163.com

【通讯作者】 呼天明(1958—), 男, 内蒙古鄂尔多斯人, 教授, 博士生导师, 主要从事牧草、草坪草的繁育及草畜一体化研究。
E-mail: hutianming@126.com

tion rate, seed yield and its yield factor were analyzed. 【Result】 Nitrogen application rate and seed yield, and fertile tiller per m², and thousand-seed weight were very significantly correlated. Seed yield and Fertile tiller per m², and thousand-seed weight were very significantly positive-correlated. Fertile tiller per m² and thousand-seed weight achieved a very significant level. Fertile florets per spikelet and seed yield, and fertile tiller per m², and thousand-seed weight reached significant levels. 【Conclusion】 Nitrogen could contribute significantly to the promotion of fertile tiller and fertile florets. With the increase of N thousand-seed weight also increased, but there was no significant effect on Spikelets per fertile tiller and florets per spikelet. Nitrogen could increase the actual seed yield of Tibetan wild *Elymus nutans*. The result indicated that N 250 kg/hm² produced the optimal effect, producing 2 016.5 kg/hm² seed yield.

key words: wild *Elymus nutans*; seed yield; Nitrogen; correlation analysis; Tibet

西藏位于我国西南边陲,平均海拔 4 000 m 以上,高寒缺氧,气候条件恶劣,有天然草地 8 100 万 hm²,近些年由于人类不合理的利用和气候变化等原因,天然草地退化较为严重。据统计,西藏天然草地退化面积高达 1 142.8 万 hm²^[1-2]。为了保护西藏日益恶化的天然草地生态环境和发展草地畜牧业,选育在西藏适应性好的优良牧草尤为迫切。垂穗披碱草(*Elymus nutans*)是青藏高原常见的禾本科牧草,具有利用临时生境的特性和较高的种子繁殖能力^[3-4]。在经过扰动的地段,如翻动过的土壤、家畜座圈迹地或由于其他原因使土壤变松的地段,可成为群落建群种,因此其一直是青藏高原地区建立人工草地的首选草种^[5]。乔安海等^[6]认为,施氮能够显著增加垂穗披碱草生殖枝数,促进生殖枝的形成,为潜在种子产量和实际种子产量的形成奠定基础。目前国内外有关西藏野生垂穗披碱草种子生产的研究尚未见报道。本研究采用随机区组试验,在西藏拉萨连续 2 年对采自青藏高原的野生垂穗披碱草种子进行生产试验,探讨施 N 量对其种子产量及产量因子的影响,以期对垂穗披碱草种子生产技术的改进提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材 料

西藏野生垂穗披碱草(The Tibetan wild *Elymus nutans*)种子,由西藏自治区动物疫病预防控制中心(自治区畜牧总站)提供。

1.2 试验地概况

试验地设在西藏拉萨曲水县才纳乡百堆村弃耕 6 年的农田。该地地理坐标为北纬 29°28′09″,东经 90°56′45″,海拔 3 602 m,属暖温带大陆性季风气候区,四季分明,春季干燥少雨多风,夏季炎热多雨,秋季天高气爽,冬季严寒干燥。历年平均气温 13.3℃,极端最高气温 40.8℃,极端最低气温-20.7℃,多年平均降水量 582.1 mm,历年最大降水量 985.8 mm,最小降水量 309.6 mm,多年平均蒸发量约 1 600 mm,区域最大冻土深度 0.5 m,结冰期一般在 1 月初至 2 月底^[7]。2006 年播种前在试验地随机选取样点,用土钻按 0~20,20~40,40~60 cm 分层取样,重复 4 次,根据《土壤农化分析》^[8]分析化验得土壤养分基本状况(表 1)。由表 1 可知,试验地土壤贫瘠。

表 1 试验地土壤的基本养分状况

Table 1 Basic nutrient of experimental soils

土层深度/cm Soil depth	pH	有机质/ (g · kg ⁻¹) OC	全氮/ (g · kg ⁻¹) TN	全磷/ (g · kg ⁻¹) TP	全钾 (g · kg ⁻¹) TK	速效氮/ (mg · kg ⁻¹) AN	速效磷/ (mg · kg ⁻¹) AP	速效钾/ (mg · kg ⁻¹) AK
0~20	7.14	14.5	2.07	0.55	0.29	76.98	64.33	232.9
20~40	7.08	14.7	0.53	0.64	0.44	52.01	53.77	246.7
40~60	7.10	13.2	1.20	0.50	0.32	46.97	35.14	205.5

1.3 试验方法

1.3.1 试验设计 本试验分别设施 N 量为 0 (CK),50,90,130,170,210,250,290 和 330 kg/hm² 共 9 个处理,每处理重复 3 次,每小区为一个重复,小区面积 20 m²(5 m×4 m),随机区组排列。

2006-06-10 条播,行距 45 cm,播深 1~2 cm,播

量 30 kg/hm²。根据试验设计,播前各小区将氮肥作为底肥一次性施入。出苗后,采用小区漫灌方式灌溉 3 次,锄草 2 次。2006 年末收获种子。

2007 年,各小区氮肥按试验设计用量于春季灌水前人工开沟施入,中耕锄草 2 次,生长季灌水 5 次,分别在返青期、分蘖期、孕穗-拔节期、抽穗-开花

期和灌浆期,各小区每次灌水量以灌透为止。

1.3.2 产量因子的测定方法 2007-08-07 分小区测产收获,得各处理平均种子产量,再折算成每公顷种子产量 Z 。

田间产量因子测定方法是在顺序取样的基础上随机取样:每小区共播 10 行,除去第 1,2 和 9,10 行;每行长 4 m,两边各除去 1 m,然后以 1 m 行长为 1 个取样单位,每小区共有 12 个取样单位(6 行 $\times$ 2 m);所有产量因子的测定均在这 12 个取样单位内进行(包括种子产量测定)。在 12 个取样单位内,无重复随机取 10 个取样单位,统计生植枝数,折算得产量因子 X_1 (每 m^2 生植枝数);在每个取样单位内随机取 3 个生殖枝,统计小穗数得产量因子 X_2 (每生植枝小穗数,样本容量为 30);在每个取样单位内随机取 3 个小穗,统计小花数得产量因子 X_3 (每小穗小花数,样本容量为 30);在每个取样单位内随机取 3 个小穗,统计种子粒数得产量因子 X_4 (每小穗种子粒数,样本容量为 30);各小区种子自然风干到

含水量为 7%~10%时,以 200 粒种子为一个样本,样本量取 5,用 1/1 000 天平对各样本称重,求得各小区产量因子 X_5 (种子千粒重)。建立数据库,分别对以上测定数据按小区进行统计,求平均得各小区的产量因子 X_1 、 X_2 、 X_3 、 X_4 、 X_5 和 Z 。

1.4 数据处理

对所有试验数据的统计分析均在 SAS V8 软件包中进行。

2 结果与分析

2.1 不同施 N 量对西藏野生垂穗披碱草种子产量的影响

由表 2 可知,各施 N 处理的垂穗披碱草种子产量间有极显著差异,除施 N 量为 130,210 和 330 kg/hm^2 3 个处理间差异不显著外,其余施 N 处理间均达到显著差异水平,其中以施 N 量为 250 kg/hm^2 的产量最高,效果最好,其次是施 N 量为 290 kg/hm^2 处理。

表 2 不同施 N 量对西藏野生垂穗披碱草种子产量及其产量因子的影响

Table 2 Effect of different nitrogen application rates on the Tibetan wild *Elymus nutans* seed yield and its yield factors

施 N 量/ ($kg \cdot hm^2$) Nitrogen application rate	每 m^2 生殖枝数 Fertile tiller per m^2	每生殖枝小穗数 Spikelets per fertile tiller	每小穗小花数 Florets per Spikelet	每小穗种子粒数 Fertile Florets per Spikelet	千粒重/g Thousand-seed weight	折算种子产量/ ($kg \cdot hm^{-2}$) Seed yield
250.0	1 640.0	37.9	3.9	3.0	3.8	2 016.5 A
290.0	1 544.4	37.5	3.9	3.1	3.9	1 631.3 B
210.0	1 158.9	40.9	3.6	3.0	3.2	1 379.5 C
130.0	1 343.3	32.6	3.8	3.1	3.2	1 367.5 C
330.0	1 245.6	40.8	4.2	2.5	3.2	1 460.3 C
170.0	992.2	42.4	4.1	3.4	3.4	1 153.5 D
90.0	414.4	37.8	4.5	2.6	2.3	516.0 E
50.0	150.0	42.6	4.3	2.2	2.2	171.5 F
0.0	71.0	35.0	3.5	2.2	2.2	21.0 G

注:同列数据后标不同大写字母者差异极显著($P<0.01$)。

Note:Different superscript capital letters on figures of the same column show significant differences at 0.01 level.

2.2 施 N 量与西藏野生垂穗披碱草种子产量及产量因子的相关性分析

表 3 表明,施 N 量与西藏野生垂穗披碱草种子产量间呈极显著正相关,Pearson 相关系数为 0.877 20,说明施 N 肥可以显著提高西藏野生垂穗披碱草的种子产量;施 N 量与西藏野生垂穗披碱草每 m^2 生殖枝数、种子千粒重呈极显著正相关,相关系数分别为 0.859 92 和 0.846 58。

2.3 西藏野生垂穗披碱草各种子产量因子与种子产量的相关性分析

由表 3 可以看出,西藏野生垂穗披碱草每 m^2 生殖枝数和种子千粒重均与种子产量间呈极显著正

相关,每小穗上的种子粒数与种子产量呈显著相关,Pearson 相关系数分别为 0.989 87,0.950 14 和 0.721 49。

2.4 西藏野生垂穗披碱草各种子产量因子之间的相关性分析

由表 3 可以看出,西藏野生垂穗披碱草每 m^2 生殖枝数与种子千粒重间的相关系数为 0.957 18,达到极显著水平,与每小穗种子粒数间的相关系数为 0.735 57,达到显著水平;每小穗种子粒数与种子千粒重间的相关系数为 0.780 36,达到显著水平;其他产量因子间的相互关系不显著。

表 3 施 N 量与西藏野生垂穗披碱草种子产量因子间的相关性分析

Table 3 Correlation Analysis of Nitrogen application rate and Tibetan wild *Elymus nutans* seed yield factors

因子 Factor	施 N 量 Nitrogen application rate	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	Z
施 N 量 Nitrogen application rate	1.000 00	0.859 92**	0.230 71	0.015 72	0.496 87	0.846 58**	0.877 20**
X ₁		1.000 00	−0.111 25	−0.213 75	0.735 57*	0.957 18***	0.989 87***
X ₂			1.000 00	0.441 56	0.016 35	0.021 78	−0.028 26
X ₃				1.000 00	−0.123 90	−0.228 90	−0.173 99
X ₄					1.000 00	0.780 36*	0.721 49*
X ₅						1.000 00	0.950 14***
Z							1.000 00

注:采用皮尔逊相关性分析,N=9;*表示 P=0.05 水平;**表示 P=0.01 水平;***表示 P=0.001 水平。
Note: Pearson Correlation Coefficients,N = 9;*Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).**Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).***Correlation is significant at the 0.001 level (2-tailed).

3 讨 论

牧草种子的潜在产量在很大程度上依赖于环境条件和管理水平,通过对种植区的认真选择以及对各项农业技术措施的改进,可使牧草种子产量获得不同幅度的提高。Hare 等^[9]在紫羊茅种子生产试验中指出,提高施氮量可以增加种子的产量。Thompson 等^[10]在两块 5 年生早熟禾草地和 1 块 3 年生早熟禾草地上收获种子后发现,施氮肥可以提高种子产量并增加生殖枝密度、穗重和植株高度。Mahler 等^[11]对 *Argyle* 和 *South Dakota* 品种草地早熟禾进行的一系列田间施肥试验表明,最高种子产量与土壤所含无机氮和所施氮的总和具有极好的关系。Hoyos 等^[12]研究表明,氮肥施用量是决定种子产量的主要因素;不管是否施用其他肥料,在一定范围内,氮肥施用量越大,种子产量就越高。施氮肥可以增加禾草种子产量,氮素的施用效果主要与单位面积生殖枝数、每小穗种子数以及单位面积种子数的增加有关^[13-15]。本研究与上述研究结果一致。

乔安海等^[6]认为,施氮能够显著增加生殖枝数,促进生殖枝的形成,为潜在种子产量和实际种子产量的形成奠定基础;增加施氮量可提高垂穗披碱草种子千粒重;施氮肥能够降低垂穗披碱草种子的败育率,显著增加每小穗可育小花数;但对垂穗披碱草每生殖枝小穗数无显著影响。Xiao^[16]对垂穗披碱草生物-生态学特性的研究表明,土壤肥力越高,单株分蘖数越多,单位面积生殖枝数就越多。盘朝邦等^[17]认为,施肥可以提高老芒麦植株内营养物质的供给能力,增加可育小花数量,从而增加单位面积的种子数,获得较高的产量。周玉香等^[18]在研究施肥对草地早熟禾种子生产性能的影响中提出,春季返青期加强施肥管理可以增加早熟禾植株的有效分蘖

数,而且穗粒数、穗粒重和结实率均明显增加。本研究在西藏野生垂穗披碱草上的研究结果,与上述研究结果一致。

王仨珍等^[19]对高羊茅种子产量因子与产量的研究表明,高羊茅 5 个产量因子对种子产量的影响排序为:每 m² 生植枝数>每小穗小花数>每小穗种子粒数>单粒种子重>每生植枝小穗数,说明提高单位面积生植枝数、每小穗小花数和每小穗种子粒数可直接提高其种子产量。William 等^[20]对多年生黑麦草的大田试验结果表明,多年生黑麦草种子产量与每小穗种子数及种子千粒重相关性显著。本研究在西藏野生垂穗披碱草上的试验表明,垂穗披碱草种子产量的增加,只与单位面积生植枝数和每小穗种子粒数以及种子千粒重显著正相关,原因可能是由于本试验在记录每小穗小花数期间的天气等因素影响了测量结果,所以造成垂穗披碱草种子产量与每小穗小花数的相关性不显著。

本研究发现,西藏野生垂穗披碱草单位面积生殖枝数与种子千粒重呈正相关;每个小穗种子粒数与种子千粒重也呈正相关,此结果与毛培胜等^[21]对老芒麦种子产量因子的研究结果一致。

4 结 论

随着西藏野生垂穗碱草单位面积生殖枝数的增加,每小穗上的种子粒数以及种子千粒重也会随之增加,在本试验范围内,每个小穗上的种子粒数越多,种子千粒重越重。垂穗披碱草单位面积生殖枝数越多种子产量越高,因此建议在西藏野生垂穗披碱草种子生产管理上,应注重考虑通过增加有效分蘖数和生植枝数来提高种子产量。

在本试验范围内,施氮能够显著增加西藏野生垂穗披碱草的生殖枝数,提高种子千粒重,显著增加

每小穗种子数,但对每生殖枝小穗数、每小穗小花数无显著影响。施氮还可提高西藏野生垂穗披碱草的种子实际产量,本试验发现,施 N 250 kg/hm² 的效果最好,种子产量可达到 2 016.5 kg/hm²。

[参考文献]

- [1] 西藏自治区土地管理局. 西藏自治区草地资源 [M]. 北京:科学出版社,1994:177-241.
The Bureau of land management of Tibet Autonomous Region. Grassland resources of Tibet [M]. Beijing: Science press, 1994: 177-241. (in Chinese)
- [2] 刘淑珍,范建容,周麟. 西藏自治区草地退化及防治对策 [J]. 中国生态农业学报, 2002, 10(1): 1-3.
Liu S Z, Fan J R, Zhou L. Degradation of grass lands and its preventive countermeasures in Tibet Autonomous Region [J]. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 2002, 10(1): 1-3. (in Chinese)
- [3] Du G Z, Wang G. Succession and changes of grassland quality of the artificial grassland communities in subalpine meadow in Gannan [J]. Acta Botanica Sinica, 1995, 37(4): 306-313.
- [4] Wang Q J, Zhang S L. A study on growth rhythm and ecological adaptability of natural *Elymus nutans* population [J]. Grassland of China, 1990(1): 18-25.
- [5] 朱志红,刘建秀,郑伟,等. 资源获得性和种内竞争对垂穗披碱草生长繁殖的影响 [J]. 西北植物学报, 2005, 25(10): 2056-2061.
Zhu Z H, Liu J X, Zheng W, et al. Influences of resource availability and intraspecific competition on *Elymus nutans* growth and reproduction [J]. Acta Botanica Boreali-occidentalia Sinica, 2005, 25(10): 2056-2061. (in Chinese)
- [6] 乔安海,韩建国,巩爱岐,等. 氮肥对垂穗披碱草种子产量和质量的影响 [J]. 草地学报, 2006(1): 49-53.
Qiao A H, Han J G, Gong A Q, et al. Effect of nitrogen fertilizer application on *Elymus nutans* seed quality and yield in Qinghai-Tibet Plateau [J]. Acta Agrestia Sinica, 2006(1): 49-53. (in Chinese)
- [7] 赵彩虹. 西藏曲水至浪卡子公路路基病害防治措施探讨 [J]. 西藏科技, 2006(2): 40-44.
Zhao C H. The discussion of Tibetan poetry to nagarze roadbed disease control measures Tibet's [J]. Science and Technology, 2006(2): 40-44. (in Chinese)
- [8] 鲍士旦. 土壤农化分析 [M]. 3 版. 北京: 中国农业出版社, 2000: 263-275.
Bao S D. Soil analysis in agricultural chemistry [M]. 3rd edition. Beijing: China Agriculture Press, 2000: 263-275. (in Chinese)
- [9] Hare M D, Archie W J. Red fescue seed production, post-harvest management, nitrogen and closing date [J]. Proceedings of the New Zealand Grassland Association, 1990, 52: 81-85.
- [10] Thompson D J, Clark K W. Influence of nitrogen fertilization and mechanical stubble removal on seed production of *Kentucky bluegrass* in Manitoba [J]. Canadian Journal of Plant Science, 1989, 63: 939-943.
- [11] Mahler R L, Ensign R D. Evaluation of N, P, S and B fertilization of *Kentucky bluegrass* seed in northern Idaho [J]. Communications in Science and Plant Analysis, 1989, 20: 98-100.
- [12] Hoyos P, Molina D L, Vera R R. Effect of fertilizers on seed yield of *brachiaria dictyoneura cv lianero* in highlands of Colombia [J]. Pasturas Tropicales, 1997, 19(2): 35-39.
- [13] Kalton R R, Barker R E, Welty R R. Seed production [M]. Wisconsin, USA: Madison J, 1996: 457-459.
- [14] Fairey N A, Lefkovitch L P. Effect of method, rate and time of application of nitrogen fertilizer on seed production of tall fescue [J]. Canada J of Plant Science, 1998, 78: 453-458.
- [15] Aamid T S. Potassium inputs to grass seed crops [J]. Journal of Applied Seed Production, 1998, 16: 93-100.
- [16] Xiao D Z. Study on the biological-ecological characters of *Elymus nutans* [J]. Grassland of China, 1984(4): 50-54.
- [17] 盘朝帮,胡启元. 川西北高原栽培牧草育种研究 II: 老芒麦产草量随生长年限下降的品系间差异及育种改良可行性探讨 [J]. 四川草原, 1987(4): 49-52.
Pan C B, Hu Q Y. The study on Northwestern cultivation forage breeding II: Evaluation of ecological adaptability and productivity of two species of *Elymus* in alpine region [J]. Journal of Sichuan Grassland, 1987(4): 49-52. (in Chinese)
- [18] 周玉香,兰剑,邵生荣,等. 施肥对草地早熟禾种子生产性能的影响 [J]. 草地学报, 1999, 7(1): 81-83.
Zhou Y X, Lan J, Shao S R, et al. Effects of fertilization on seed production performance of *Kentucky bluegrass* [J]. Acta Agrestia Sinica, 1999, 7(1): 81-83. (in Chinese)
- [19] 王俭珍,周禾,韩建国,等. 高羊茅种子产量因子与产量的通径分析 [J]. 种子, 2005, 5(5): 9-11.
Wang Q Z, Zhou H, Han J G, et al. Path coefficient analysis between seed yield and seed yield components of *Festuca arundinacea* L [J]. Seed, 2005, 5(5): 9-11. (in Chinese)
- [20] William C, Young M, David O, et al. Spring-applied nitrogen and production of Cool-season grass seed crops [J]. Agron J, 1999, 91: 339-343.
- [21] 毛培胜,韩建国,王颖. 施肥处理对老芒麦种子质量和产量的影响 [J]. 草业科学, 2001, 8(4): 7-13.
Mao P S, Han J G, Wang Y. Effects of fertilization on seed yield and seed quality of *Elymus sibiricus* [J]. Pratacultural Science, 2001, 8(4): 7-13. (in Chinese)