

# 草坪种子生产的氮肥技术研究进展

熊春梅, 庄国梁, 章彪雄, 周欢胜, 江生泉

(1. 江西生物科技职业学院, 江西南昌 330200; 2. 江西省红壤研究所, 江西进贤 331717)

**摘要** 从氮肥施用浓度、施用时间、氮肥利用率和影响氮肥效应等方面阐述了氮肥对草坪草种子产量的影响, 分析了施氮肥与大田其他管理措施对种子产量的相互影响, 从氮肥营养诊断方法方面讨论了合理施肥技术。这些理论将对我国草坪草种子生产中的施氮肥技术提供有力的理论依据。

**关键词** 种子产量; 草坪草; 氮肥; 营养诊断

中图分类号 S688.4 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2009)12-05463-03

## Progress in Nitrogen Application on Turf Grass Seed Production

XI ONG Chun-mei et al (Jiangxi Biological Science and Technological Vocational College, Nanchang, Jiangxi 330200)

**Abstract** The study discusses the effect of nitrogen on turf grass seed from nitrogen concentration, time, using rate and effects angles. It analyses the interactions between nitrogen and field managements and discusses the fertilization technique from nitrogen nutrition diagnosis aspect. These theories provide significant theoretical basis for fertilization technique in the process of turf grass seed production in China.

**Key words** Seed yield; Turf grass; Nitrogen; Nutrition diagnosis

氮肥是影响草坪种子产量的一个重要因素, 氮肥施用不合理会影响种子产量、降低氮肥利用率, 甚至会由于氮肥施用不当导致肥料大量浪费和给生态环境带来负面影响。众多研究表明, 合理施氮肥能够显著提高种子产量和产量构成因素<sup>[1-17]</sup>。同时禾本科草坪草整个发育过程和植株碳氮代谢、植株的“源-库”等都受到氮素的调控, 因此深入研究草坪草种子生产的氮肥施用技术很有必要。笔者主要从氮肥施用量、施用时间、氮肥利用率和影响氮肥效应的因素来阐述氮肥对草坪草种子产量的效应。

### 1 施氮肥对草坪草种子生产的影响

**1.1 施氮量对种子产量的影响** 对于种子生产来说, 适宜氮肥浓度对种子产量有着关键指导作用。当施用浓度过低, 不能满足植株的需求, 植株处于氮素胁迫状态下, 会引起生长发育不良导致种子产量相应下降; 当浓度过高, 植株倒伏加重, 种子产量也会下降。总的来说, 在一定的范围内, 随着施氮量的增加, 种子产量增加, 达到某一施氮水平之后, 种子产量不再随施氮量的增加而增加, 甚至会导致种子产量的下降。Loepky 等连续3年的施肥试验表明, 冰草种子产量与氮肥的效应是二次回归方程的关系, 即施肥量在 100~150 kg N/hm<sup>2</sup> 时, 冰草种子的产量最高, 当氮肥浓度再增长产量会有所降低<sup>[1]</sup>。当氮肥施用量足够时, 再增施氮肥种子产量不再增加甚至减少, 其原因可能有2个: 一是氮量增加会增加植株的倒伏, 从而出现花粉授粉不良, 导致种子败育; 二是会出现大量新的营养枝条, 这些营养枝条会与生殖枝之间存在养分的竞争。对于同一草坪草, 在不同的地方也会出现差异, 在我国大连普兰店地区施氮量 120 kg/hm<sup>2</sup> 时高羊茅的产量最高。在银川, 施氮量为 90 kg/hm<sup>2</sup> 时, 高羊茅的产量最高。这主要是由于地域的差异所造成。因此, 具体在某地的施肥量应该根据当地土壤情况和施肥试验来确定范围。

**1.2 施氮肥时间对草坪草种子生产的影响** 草坪草在生长过程中, 存在着需要氮肥的阶段。因此合理的施氮肥时间对

草坪草高产有着重要的作用。Hebblethwaite 认为, 春季施氮过早和浓度过高, 会导致产生许多营养枝与种子竞争养分; 但施氮肥过晚至花序出现时, 会导致生殖枝数量的下降, 致使种子产量降低<sup>[2]</sup>。在国内, 草坪施氮肥时间通常在秋季和次年早春。许多研究发现, 秋季形成的分蘖大部分发育成生殖枝和促进分蘖形成, 所以秋季对于禾草种子生产是一个重要的过程。春季施肥是为分蘖的继续发育提供营养, 使其完全成熟并最终形成良好的花序。许多研究表明, 在春季和秋季氮肥的分施对种子产量的影响不大。如 Lamb 在对草地早熟禾分施秋季氮肥时, 发现 70%(9月)+30%(10月)、30%(9月)+70%(10月)、100%(10月)3个处理的种子产量差异不显著<sup>[3]</sup>。同样春季施氮肥中, William 通过对草坪型高羊茅在双棱期、小穗萌发期以及2个时期平均施氮肥, 结果种子产量差异不显著<sup>[4]</sup>。William 通过对紫羊茅、高羊茅、鸭茅进行了同样试验, 结果是3种草坪草在双棱期施肥种子产量最高, 使用量分别是 90、90、120 kg/hm<sup>2</sup>, 而在2个时期分施对种子产量没有影响<sup>[5]</sup>。Hebblethwaite 研究表明, 施肥试验从茎尖开始到 70%~80% 花序出现时, 发现有 30% 花序之后施氮肥种子产量显著下降<sup>[2]</sup>。国外关于施肥时间的说法比较多, Hill 认为不管在秋季还是冬季施肥, 应该考虑土壤的温度, 在氮肥施用, 土壤温度应在 8℃ (在 0~10 cm 土层) 以上施用, 如果低于此温度, 植株就不能很好吸收营养<sup>[6]</sup>。新西兰 Cookson 通过试验发现, 晚冬施氮肥能够显著提高多年生黑麦草种子产量(不存在水分胁迫下), (秋季 0 N/kg/hm<sup>2</sup>+晚冬 50 N/kg/hm<sup>2</sup>+春季 150 N/kg/hm<sup>2</sup>) 处理的产量要比(秋季 50 N/kg/hm<sup>2</sup>+晚冬 0 N/kg/hm<sup>2</sup>+春季 150 N/kg/hm<sup>2</sup>) 要高, 两者差异达到显著水平<sup>[7]</sup>。Hill 研究表明, 秋季施氮 50 kg N/hm<sup>2</sup> 能促进黑麦草大量形成分蘖, 春季返青时, 植株氮含量会迅速下降到 1% 左右, 所以在晚冬施入 50~100 kg N/hm<sup>2</sup>, 接着在穗萌动开始分化期追施 50~75 kg N/hm<sup>2</sup>, 会有最高种子产量。因为春季施肥可保证植物有充足的养分供其生长发育, 能促进花序的分化, 提高种子的潜在产量, 进而提高种子的实际产量。进入抽穗期后, 植物由营养生长转入生殖生长, 进入另一养分需求高峰, 此时施氮可充分满足植物生殖生长的需要, 提高种子的结实率, 从而达到增产的结果<sup>[6]</sup>。施肥

**作者简介** 熊春梅(1964-), 女, 江西星子人, 副教授, 从事农业生态环境与草坪绿化研究。

收稿日期 2009-02-09

时间说法较多,根据草坪草生长的需求进行施氮肥是今后施肥时间的发展方向。

## 2 影响氮肥效应的因素

氮素是影响草坪草种子产量的最重要因素,而这种效应会受到多种因素影响,如草坪草生长过程中的营养生长与生殖生长,土壤中不同形态氮含量,环境与气候等因素。

**2.1 禾本科草坪草的营养生长与生殖生长** Hampton、Thompson 等许多学者认为春季形成的营养枝与种子之间的养分竞争是造成草坪草种子产量下降与变化的主要原因。春季营养枝是从叶鞘中出现的,它必须完全依靠主枝的碳水化合物来维持生命,只有春季营养枝有自己的功能叶和独立的根系才能脱离主枝。根据禾本科草坪草生长习性,在开花前后会形成许多新枝条,在氮量和水分充足的条件下,这种现象会更加明显,春季营养枝越多也会增加倒伏程度,养分竞争和倒伏会使种子产量明显下降<sup>[8-9]</sup>。Waringa 通过黑麦草营养生长与生殖生长试验得出,当春季新形成的营养枝从 30 枝/株减少到 4 枝/株(在开花之前),主生殖枝上穗的种子产量会提高 11%(这个增长幅度主要来自于种子重量从 1.4 ng 增加到 1.5 ng 和种子结实率从 75% 增加到 78%),次级生殖枝产量会提高 19%(主要来自于种子重量增加),而且它们关系呈现出线性递减。但在植株开花之后,这种竞争不会影响种子的产量,因为此时生殖枝茎中已有大量氮和碳水化合物存在,关于花序和生殖枝自身如何限制种子产量的机理尚不清楚,有待于研究<sup>[10]</sup>。

秋季营养再生的特性与第 2 年的种子产量和产量构成因素也有着相关性。Thomas 发现对于新建植的鸭茅和高羊茅种子田,其在冬季诱导之前营养枝的数目和大小与种子产量呈正相关性,如草地早熟禾的秋季营养枝底部直径与开花数、种子产量也呈正相关,而秋季营养生长枝停止时的高度与种子产量呈负相关<sup>[11]</sup>。

**2.2 土壤氮形式** 氮在土壤中主要有铵态氮和硝态氮。其含量通常受到许多因素影响,如土壤温度、pH 值、微生物、水分等。植物根系可以吸收铵态氮和硝态氮。吸收的硝态氮以硝酸根形式或在根系中同化为氨基酸向上运输。作物种类不同,吸收铵态氮和硝态氮的比例不同,水稻以吸收铵态氮为主。旱地作物在幼苗期大多吸收铵态氮,而主要生育期以吸收硝态氮为主。在温暖、湿润、通气良好的土壤上,旱地作物主要吸收硝态氮。但在温度过高过低、土壤湿度过大过小、通气不良,旱地作物被迫吸收利用铵态氮。Stephen、Young 的黑麦草试验结果与上面说法一致,发现在冬季和早春黑麦草种子田土壤中铵态氮是氮的主要形式,因此铵态氮含量可能是黑麦草在早春生长吸收的主要形式。在早春生长季节,铵态氮/硝态氮的值高达 10,直到在生殖枝的节间开始伸长时,比值变为 1,之后继续下降(图 1)<sup>[12-13]</sup>。因此根据草坪草植株在生育期对氮肥吸收形式,及时补充氮肥,有利于提高草坪草种子产量。

## 2.3 其他因素

**2.3.1 倒伏。**当施氮量超过一定范围后,高氮量会导致倒伏现象大量出现,同时会有大量营养枝出现,这些营养枝也会倒伏,从而使倒伏危害指数变大,导致草坪草种子减产。

Hebl et al. 在大田黑麦草试验中发现,推迟氮肥施用时间到 70%~80% 花序出现时,倒伏率仅 0%~30%,倒伏程度比较平缓,且以一个方向倒<sup>[2]</sup>。而高氮肥浓度提前到穗开始分化时,倒伏不平缓,且以多个方向倒伏,不宜于收获。

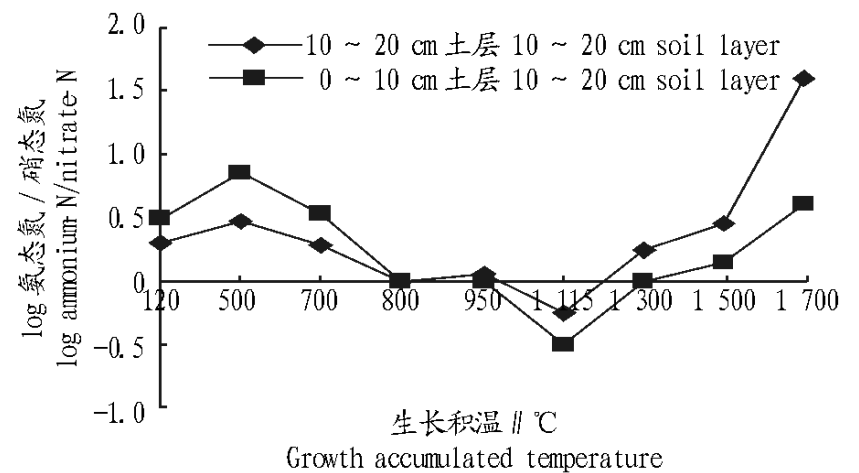


图 1 黑麦草种子田土壤中不同氮含量的变化

Fig. 1 Changes of different N content in field of Ryegrass seed

**2.3.2 种子田建植年龄、种子田营养状况、气候等。**一般情况下,氮肥对多年种子田产量有较大影响。种子田土壤含氮量较高时,施用量可少些。气候因素主要是水分和温度对氮肥效应的影响。

## 3 施氮肥与其他管理措施的关系

**3.1 施氮肥与火烧** 国内外许多研究结果表明,在残渣处理中火烧能够显著提高种子产量<sup>[14]</sup>。Canode 认为秋季火烧能够增加种子产量,其主要是增加了秋季再生的活性,主要体现在叶片更宽、更多大分蘖出现(大分蘖能形成更多种子)。但是氮肥量与火烧之间效应不显著,它们只是各自起作用<sup>[15]</sup>。Lamb 对草地早熟禾进行了火烧与施氮肥时间的试验,结果两者之间效应不显著,只是对根生物量有显著影响。大多学者证明,火烧能够显著提高种子产量(与火烧、机械化处理、不处理相比),但它会对空气和生态环境有一定影响<sup>[3]</sup>。

**3.2 施氮肥与灌溉** 尽管施氮肥与灌溉都能影响种子产量和构成因素,但氮肥的作用更明显。Hebl et al. 认为在缺氮条件下,水分增加不能显著增加种子产量,氮肥更应是限制因子。灌溉和施氮肥都能影响种子产量,在有一定灌溉基础上,增加氮肥施用能够显著提高种子产量<sup>[2]</sup>。Cookson 也认为只有在不存在水分胁迫下,氮肥能显著增加黑麦草的种子产量<sup>[7]</sup>。在有氮肥条件下,灌溉能显著提高种子产量。产量与植株水分蒸发量间是线性关系,水分蒸发量大,意味植物叶面积大,光合作用强,种子产量高。施肥后灌溉还可以降低氮肥的挥发,但超过 50 mm 的灌溉可以将施入的氮肥淋溶到土层 20 cm 以下,造成氮肥无法被吸收。有人假设氮肥合理施用和水分合理供应可能会使种子产量远远超过目前实际收获的产量,Hebl et al. 认为在最佳灌溉和施肥管理条件下其种子结实率也只有 65%,这可能与植株本身“源-库”运转有关系<sup>[2]</sup>。

**3.3 施氮肥与生长调节剂** 生长调节剂通过缩短节间和植株高度,对防止倒伏有一定作用,从而提高种子产量。这两者之间不存在叠加效应。如果倒伏能够通过生长调节剂来防止,那么氮肥和生长调节剂会使产量提高。Hebl et al. 的试验表明,使用生长调节剂确实能够增加种子产量,其中

最高产量是施氮肥和生长调节剂一起使用。有人认为高浓度氮肥与生长调节剂一起使用会有很高的种子产量,但在大田试验中并没有这种结果出现。原因可能是生长调节剂的增产效果与氮肥使用不存在明显相关性,其次是没有倒伏植株的种子在发育过程中受到一些激素和营养竞争导致种子发育过程中败育,所以种子产量不会有很大提高<sup>[2]</sup>。

#### 4 合理施氮肥的营养诊断

营养诊断通常以化学方法进行,而且大多都以分析全氮量来判断是否处于氮肥缺乏阶段,诊断部位有整个植株、植株各个器官。对于任何种作物都存在着对施氮量变化比较敏感的部位,也叫高产诊断部位。如水稻顶4叶含氮量变化敏感,因此顶4叶含氮量能够很好反映营养丰缺状况。此外还要确定其临界浓度,如果低于临界浓度,植株就处于氮胁迫下。关于确定临界浓度最简单的方法是相对产量法(一般最高产量的80%~90%为临界浓度)。目前在草坪草种子营养诊断方面国内外研究都较少。Hill曾研究过多年生黑麦草的营养诊断,其高产诊断部位是植株(小穗开始萌动后2周),通过对此时不同含氮百分比分析得出,多年生黑麦草植株含氮百分比在4%以下,就处于氮素胁迫下,此时追施氮肥种子产量会显著增加<sup>[6]</sup>。

#### 5 研究展望

草坪草种子大田生产的施肥技术仍然是个薄弱环节,国内草坪草种子生产在施肥技术上主要依照传统方式进行,经常出现施用量不合适、施肥时间不合理等现象,这些都会影响种子产量、降低氮肥利用率,甚至会由于氮肥施用不当导致肥料大量浪费和对生态环境带来负面影响<sup>[16-18]</sup>。今后草坪草种子生产施肥技术主要集中在:施用量应根据当地土壤氮状况,结合测土诊断方式以及简单施肥试验来确定肥料用量。在施用时间上,应根据草坪草生长过程中的需N时期进行施肥。合理施氮肥的营养诊断会越来越受到关注,在这方面草坪草研究甚少,今后有意义的研究是确定高产草坪草种子的营养诊断部位和其对应的浓度。在氮肥种类上,今后施用氮肥应该根据草坪草生育过程中对不同形式氮的需求进行氮肥施用。施肥确实一定程度上能够影响种子产量,但对种子产量提高有限。如何将施肥与其他管理措施(灌溉、残渣处理、生长调节剂使用、控制非生殖枝生长等)

结合起来以较大幅度提高种子产量,这也是今后需要进一步研究的。

#### 参考文献

- [1] LOEPKY H A. Forage seed yield response to N and P fertilizers and soil nutrients in northeastern Saskatchewan[J]. Canadian Journal of Plant Science, 1999, 79: 265-271.
- [2] HEBBLETHWAITE P D. Nitrogen studies in *Lolium perenne* grown for seed - [J]. Journal of the British Grassland Society, 1977, 32: 195-204.
- [3] LAMB P F. Kentucky bluegrass seed and vegetative responses to residue management and fall nitrogen[J]. Crop Science, 1999, 39: 1416-1423.
- [4] WILLIAMS, YOUNG. Management studies on seed production of turf-type tall fescue: seed yield[J]. Agron J, 1998, 90: 474-477.
- [5] WILLIAMS, YOUNG. Spring-applied nitrogen and productivity of cool-season grass seed crops[J]. Agronomy Journal, 1999, 91: 339-343.
- [6] HILL MJ, HAMPTON J G, ROWARTH J S. Herbage seeds [M] // New Zealand pasture and crop science. Auckland, New Zealand: Oxford University Press, 1999: 249-262.
- [7] COOKSON WR, ROWARTH J S, CAMERON K C. The response of a perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) seed crop to nitrogen fertilizer application in the absence of moisture stress[J]. Grass and Forage Science, 2000, 55: 314-325.
- [8] HAMPTON J G. Effect of nitrogen rate and time of application on seed yield in perennial ryegrass cv. Grasslands Ni[J]. New Zealand Journal of Experimental Agriculture, 1987, 15: 9-16.
- [9] THOMPSON D J. Effects of dipping and nitrogen fertilization on tiller development and flowering in Kentucky bluegrass[J]. Can J Plant Sci, 1993, 73: 569-575.
- [10] WARRINGA J W. The effect of new tiller growth on carbohydrates, nitrogen and seed yield per ear in *Lolium perenne* L. [J]. Annals of Botany, 1996, 78: 749-757.
- [11] CHASTAIN THOMAS G. Vegetative plant development and seed production in cool-season perennial grasses[J]. Seed Science Research, 1998, 8: 295-301.
- [12] GRIFFITH STEPHEN M. Italian ryegrass and nitrogen source fertilization in Western Oregon in two contrasting diurnal years. Part nitrogen accumulation and soil nitrogen status[J]. Journal of Plant Nutrition, 1997, 20(4/5): 419-439.
- [13] YOUNG WC, YOUNGBERG H W, SILBERSTEIN T B. Management studies on seed production of turf-type tall fescue. Seed yield[J]. Agronomy Journal, 1998, 90: 474-477.
- [14] LOEPKY HEATHER A. Crop residue removal and nitrogen fertilization affects seed production in meadow bromegrass[J]. Agron J, 2002, 94: 450-454.
- [15] CANODE C L. Influence of fertilizer and residue management on grass seed production[J]. Agronomy Journal, 1978, 70: 543-546.
- [16] ZEMENCHIK ROBERT A. Nitrogen use efficiency and apparent nitrogen recovery of Kentucky bluegrass, smooth bromegrass, and orchardgrass[J]. Agronomy Journal, 2002, 94: 421-428.
- [17] FAIREY N A. Effects of method, rate and time of application of nitrogen fertilizer on seed production of tall fescue[J]. Canadian Journal of Plant Science, 1998, 78: 453-458.
- [18] NORDESTGAARD A. Investigations on the interaction between level of nitrogen application in the autumn and time of nitrogen application in the spring various grasses[J]. Journal of Applied Seed Production, 1986, 4: 16-25.
- [19] 李兆光, 解玮佳, 和加卫, 等. 滇北球花报春种子特性研究[J]. 种子, 2008, 27(4): 81-83.
- [20] 张艳丽. 小报春生物学特性初步研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2003.
- [21] 周涛. 粉背灯台报春引种栽培试验研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2003.
- [22] 梁树乐. 我国西南地区部分野生报春的引种与杂交育种研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2006.
- [23] 幸宏伟, 赖力. 报春花属植物种子萌发的研究. 植物引种驯化集刊, 1997(11): 139-143.
- [24] 徐振华, 赵少坡, 钱金娥, 等. ABT生根粉提高报春花种子活力的研究[J]. 河北林果研究, 1999, 14(3): 234-237.
- [25] 潘会堂, 张玉刚, 张启翔. 胭脂花种子萌发特性的研究[M] // 中国观赏园艺研究进展. 北京: 中国林业出版社, 2004: 230-236.
- [26] 李伟. 多花报春的种植[J]. 中国花卉园艺, 2002(15): 22.
- [27] 张晓曼, 孙晓光, 张启翔. 小报春种子萌发生物学特性研究[J]. 河北农业大学学报, 2005, 28(4): 58-60.
- [28] 李春玲, 蒋钟仁, 熊佑清. 早春野生花卉组织培养研究初报[J]. 园艺学报, 1992, 19(3): 277-278.
- [29] 侯云屏, 古志渊. 报春花的组织培养与快速繁殖[J]. 植物生理学通讯, 2001, 37(3): 234-235.
- [30] 张淑娟, 刘与明, 罗智明, 等. 四季樱草的组织培养和快速繁殖[J]. 植物生理学通讯, 2002, 38(4): 354.
- [31] 姜和林, 李世录, 韩阳, 等. 四季樱草叶肉原生质体植株再生[J]. 辽宁大学学报: 自然科学版, 1996, 23(4): 88-91.
- [32] 李燕, 解玮佳, 和文佳, 等. 高穗花报春的组织培养和快速繁殖[J]. 植物生理学通讯, 2005, 41(6): 796.
- [33] 金晓霞, 潘会堂, 张启翔. 小报春的组织培养和植株再生[J]. 植物生理学通讯, 2005, 41(6): 794.
- [34] 查帅兵. 安徽羽叶报春愈伤组织的诱导和培养[J]. 生物学杂志, 2006, 23(5): 43-46.
- [35] 宋建英, 叶建仁, 陈剑勇. 鄂报春的组培技术研究[J]. 西南林学院学报, 2007, 27(2): 53-56.
- [36] 和文佳, 徐中志, 和加卫, 等. 灰岩皱叶报春的组织培养与快速繁殖[J]. 植物生理学通讯, 2007, 43(2): 323.
- [37] 吴之坤, 张长芹, 程治英. 不同培养基质及条件对三种报春花种子萌发及幼苗生长的影响[J]. 种子, 2005, 24(4): 1-5.

(上接第5458页)