

# 烯效唑对高羊茅草坪生长及光合作用的影响

钱云妹, 朱昌华, 夏凯, 甘立军\* (南京农业大学生命科学学院, 江苏南京210095)

**摘要** [目的] 探索烯效唑延缓草坪生长的效果。[方法] 以清水处理为对照(CK), 高羊茅(美洲虎3号)留茬7 cm修剪后, 用50(A)、100(B) ng/L 烯效唑、CK0(Ri no MAXX 原药的200倍稀释液)处理, 研究不同处理对高羊茅生长发育的影响。[结果] 烯效唑(A、B)和CK0处理在第20天时的株高分别为对照的61.05%、89.46%、71.82%。在第40天时倒2叶的长度分别为对照的50.91%、57.94%、57.37%, A处理对高羊茅的矮化作用最明显。处理后高羊茅倒第2叶和倒第3叶间距离显著缩短, 其中A、B和CK0处理分别为对照的5.78%、6.38%和6.08%。在第20天时A、B和CK0处理的高羊茅叶绿素含量分别为对照的124.34%、123.11%、123.52%。A处理的叶片净光合速率受到显著抑制, 仅为对照的71.20%。[结论] 100 ng/L的烯效唑处理对高羊茅草坪生长的作用效果最好。

**关键词** 高羊茅; 烯效唑; 净光合速率; 气孔导度

中图分类号 S688.4 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2008)24-10332-02

## Effects of Uiconazole on the Growth and Photosynthesis of Tall Fescue Turf

QIAN Yun-mei et al (College of Life Sciences, Nanjing Agricultural University, Nanjing, Jiangsu 210095)

**Abstract** [Objective] The study was to explore the effect of Uiconazole on delaying turf growth. [Method] With water as CK, after tall fescue (Mizhouhu 3) was cut with 7 cm stubble, they were treated by 50, 100 ng/L Uiconazole, CK0 (200 times dilution of Ri no MAXX original drug) to study their effects on the growth and development of tall fescue. [Result] At 20 d after treatment, the plant height of tall fescue in treatments with Uiconazole (A, B) and CK0 was 61.05%, 89.46%, 71.82% of CK, and the length of the last 2nd leaf was 50.91%, 57.94%, 57.37% of CK. Treatment A had the most obvious dwarfing effect on tall fescue. After being treated, the distance between the last 2nd and 3rd at 40 d was shortened significantly, and that of treatment A, B and CK0 was 5.78%, 6.38% and 6.08% of CK. At 20 d after treatment, the chlorophyll content of tall fescue in treatments with treatment A, B and CK0 was 124.34%, 123.11%, 123.52% of CK. The leaf net photosynthetic rate of treatment A was suppressed significantly, only being 71.20% of CK. [Conclusion] The effect of treatment with 100 ng/L Uiconazole was best.

**Key words** Tall fescue; Uiconazole; Net photosynthetic rate; Stomatal conductance

高羊茅(*Festuca arundinacea* Schreb.)是禾本科早熟禾亚科羊茅属的一种多年生草本植物,是一种优良的冷季型草坪草,近年来在我国园林绿化和运动场建植中得到广泛的应用<sup>[1]</sup>。但高羊茅生长速度快,易出现草坪修剪的工作量大、管理成本高等问题。据报道,高羊茅草坪养护费用中修剪费就占了60%<sup>[2]</sup>。烯效唑(S3307)是一种比多效唑活性更高、更易降解且对环境安全的植物生长延缓剂。近年来,有关烯效唑在农业上应用的研究很多,如降低植株高度、促进分蘖、提高抗逆性等<sup>[3-8]</sup>。笔者通过比较烯效唑和美国Syngenta公司的Ri no MAXX产品对草坪草高羊茅生长和光合作用的影响,来探索烯效唑在延缓草坪生长、增加草坪草覆盖度及减少修剪所耗人力的可行性。

## 1 材料与方 法

**1.1 试验材料** 供试草种为高羊茅(美洲虎3号),草种购自南京祥盛有限公司。烯效唑用少量酒精溶解,配制成2%的母液;参比药品Ri no MAXX, Syngenta Group Company生产。

**1.2 试验方法** 试验于2007年10月14日开始,将高羊茅草种播种于南京农业大学位于牌楼的露天试验地。播种量40 g/m<sup>2</sup>。2008年2月29日留茬7 cm修剪,修剪后的第2天开始处理。

喷施烯效唑和Ri no MAXX前,将草坪划出16个80 cm × 100 cm的小区。喷施时不同处理随机分布。不同的处理分别为CK(清水)、A(烯效唑母液稀释200倍,浓度为100 ng/L)、B(烯效唑母液稀释400倍,浓度为50 ng/L)、CK0(Ri no MAXX原药的200倍稀释液)。每小区喷施120 ml处理液,每个处理4次重复。

**1.3 测定方法** 在处理后的第20天,每小区挖取长15 cm × 宽15 cm的草坪,测定植株的株高、根长、地上部和地下部重量、倒数第2叶长度、倒数第2叶和倒数第3叶的间距离。采用丙酮乙醇混合液法测定叶绿素含量<sup>[9]</sup>。用美国LI-COR公司的LI-6400型便携式光合测定系统,在晴天上午10:00~11:00时测定第2片叶子的净光合速率、气孔导度、胞间CO<sub>2</sub>浓度及蒸腾速率。

## 2 结果与分析

**2.1 不同处理对株高、根长、根冠比、分蘖数的影响** 由表1可见,烯效唑(A、B)和Ri no MAXX(CK0)显著抑制高羊茅植株的生长,在第20天时的株高分别为对照的61.05%、89.46%和71.82%,而到第40天时,株高分别为对照的42.91%、54.18%和51.09%。其中A处理对高羊茅的矮化作用最明显,效果最好。CK0处理在第20天时的矮化效果比B处理的好,但在第40天时效果和B处理差不多。在第20天时,A、B和CK0处理都显著抑制根的生长;在第40天时,B处理对根的生长影响不大。在第20天时,CK0处理显著提高根冠比,而A、B处理对其无影响。但在第40天时,A、B和CK0处理的根冠比显著提高,分别为对照的2.61倍、2.44倍和2.17倍。A、B和CK0处理影响高羊茅分蘖,在第20天时显著提高其分蘖数,但3个不同处理之间无显著差异,在第40天时只有B处理分蘖数显著高于对照。

**2.2 不同处理对倒第2叶长度及倒第2叶和倒第3叶间距离的影响** 高羊茅倒第2叶的伸长受烯效唑和Ri no MAXX的抑制,在第40天时,倒第2叶的长度分别为对照的50.91%、57.94%和57.37%,其中100 ng/L烯效唑的抑制效果最为明显。烯效唑和Ri no MAXX处理有使植株紧凑的作用。处理后高羊茅倒第2叶和倒第3叶间距离显著缩短,其中A处理的最显著,为对照的5.78%,B和CK0处理的分别为对照的6.38%和6.08%(表2)。

表1 不同处理对高羊茅株高、根长、根冠比、分蘖数的影响

Table 1 Effects of different treatments on the plant height, root length, root-shoot ratio and tiller number of tall fescue

时间 Time	处理 Treatment	株高 cm Plant height	根长 cm Root length	根冠比 Root-shoot ratio	分蘖数 个/株 Tiller number
第20天 Day 20	CK	17.46 ±1.31 a	9.27 ±0.93 a	0.27 ±0.03 b	1.90 ±0.64 b
	A	10.66 ±1.59 d	8.55 ±0.84 b	0.28 ±0.02 ab	2.50 ±0.89 a
	B	15.62 ±1.84 b	8.63 ±0.98 b	0.26 ±0.01 b	2.40 ±0.60 a
	CK0	12.54 ±1.68 c	8.56 ±0.97 b	0.31 ±0.02 a	2.40 ±0.68 a
第40天 Day 40	CK	32.02 ±1.98 a	9.43 ±0.89 a	0.18 ±0.00 b	2.15 ±0.67 b
	A	13.74 ±1.21 c	8.61 ±0.68 b	0.47 ±0.02 a	2.75 ±0.79 a
	B	17.35 ±1.41 b	8.96 ±0.93 ab	0.44 ±0.09 a	2.65 ±0.75 ab
	CK0	16.36 ±1.20 b	8.80 ±0.73 b	0.39 ±0.02 a	2.65 ±0.88 ab

注:表中同列不同小写字母表示差异显著。下表同。

Note: Different lowercases in the table mean significant differences. The same as follows.

表2 不同处理对倒第2叶长度及倒第2叶和倒第3叶间距离的影响

Table 2 Effects of different treatments on the length of inverted second leaf and the length between the inverted second and third leaves

处理 Treatment	倒2叶长度 cm Length of inverted second leaf	倒2~3叶间距 cm Length between the inverted second and third leaves
CK	19.21 ±0.67 a	3.29 ±0.19 a
A	9.78 ±0.61 c	0.19 ±0.07 b
B	11.13 ±0.91 b	0.21 ±0.09 b
CK0	11.02 ±0.86 b	0.20 ±0.09 b

2.3 不同处理对高羊茅叶绿素含量的影响 由图1可见,烯效唑复合剂和Pirimo MAXX处理提高了叶片的叶绿素含量。在第20天时,A、B和CK0处理的高羊茅叶绿素含量分别为对照的124.34%、123.11%和123.52%。而A、B和CK0间无显著差异。

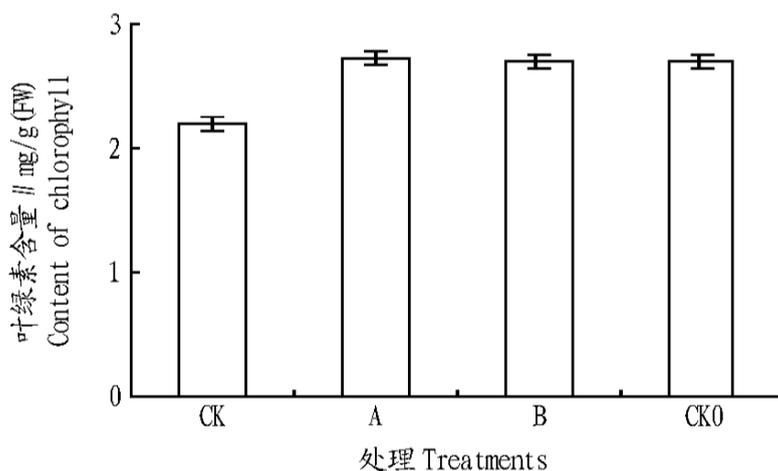


图1 不同处理对高羊茅叶绿素含量的影响

Fig.1 Effect of different treatments on the content of chlorophyll in tall fescue leaves

2.4 不同处理对净光合速率、气孔导度、胞间CO<sub>2</sub>浓度及蒸腾速率的影响 烯效唑和Pirimo MAXX处理影响高羊茅叶片的净光合速率,其中A处理的叶片净光合速率受显著抑制,仅为对照的71.20%;B和CK0处理对叶片净光合速率的影响不显著(图2)。图3显示,烯效唑显著抑制气孔的张开,A和B处理的气孔导度分别为对照的40.91%和59.10%,而CK0对气孔导度无显著影响。烯效唑还可降低胞间CO<sub>2</sub>的浓度。A和B处理的胞间CO<sub>2</sub>的浓度分别为对照的77.14%和88.53%,而CK0对胞间CO<sub>2</sub>的浓度无显著影响(图4)。由图5可见,烯效唑影响高羊茅叶片的蒸腾速率,A和B处理显著降低高羊茅的蒸腾速率,Pirimo MAXX对高羊茅的蒸腾速率无显著影响。

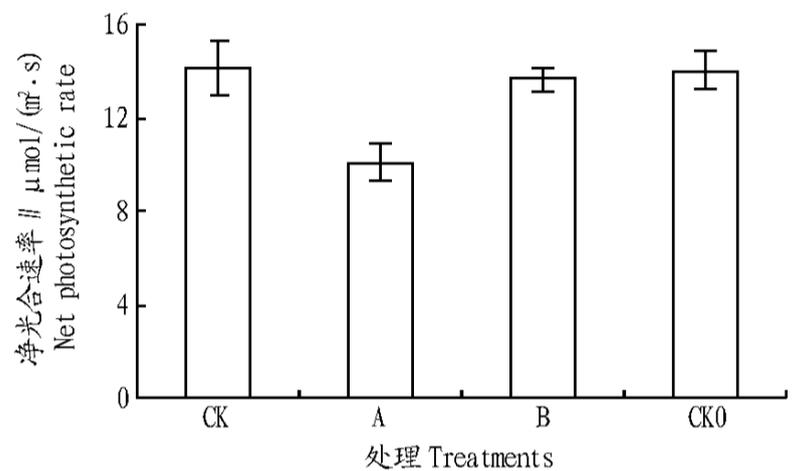


图2 不同处理对高羊茅净光合速率的影响

Fig.2 Effect of different treatments on the net photosynthetic rate in tall fescue leaves

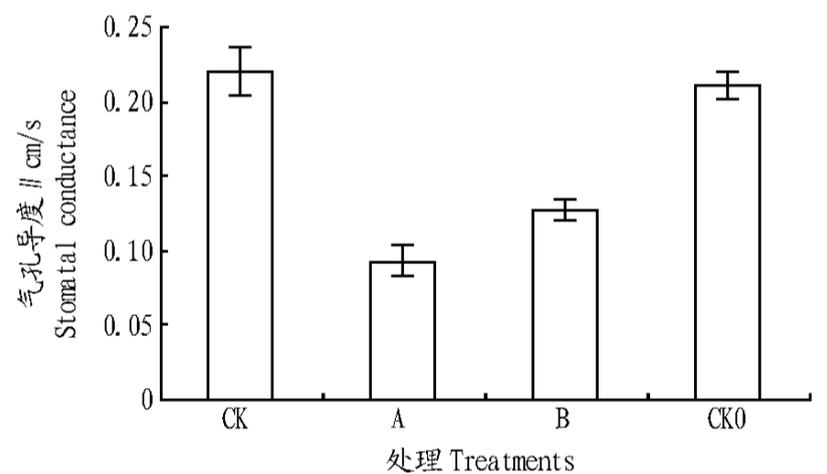
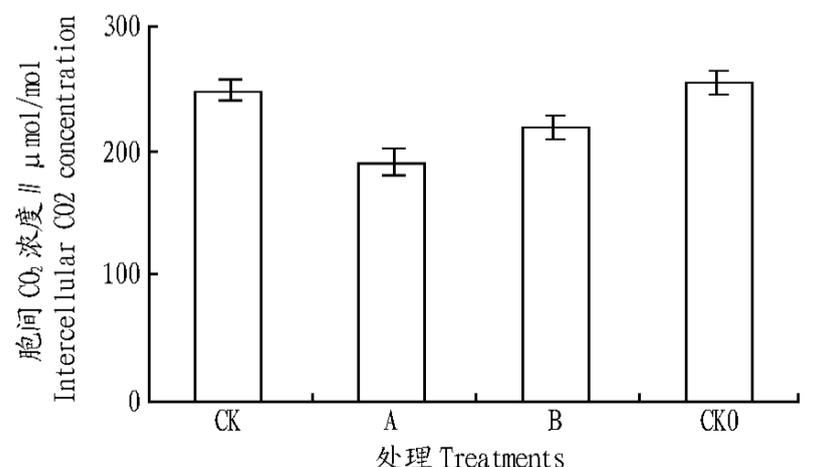


图3 不同处理对高羊茅气孔导度的影响

Fig.3 Effect of different treatments on the stomatal conductance in tall fescue leaves

图4 不同处理对高羊茅胞间CO<sub>2</sub>浓度影响Fig.4 Effect of different treatments on the intercellular CO<sub>2</sub> concentration in tall fescue leaves

对于超级稻育种与栽培具有重要意义。

但超级稻毕竟属于栽培水稻,其光合作用的特点表现出的一般规律应该与普通水稻相同,只是在量上有高有低。从现有的研究结果来看,超级稻与其亲本及以往的普通栽培水稻相比,表现为具有较高的叶绿素含量、PS 活性和光合速率且具有较长的光合速率高值持续期、叶绿素含量相对稳定期长并有较高的叶源量,光合电子传递和 RuBPCase 活性衰退慢、平衡状态较好。

我国在超级稻光合作用研究方面取得了一些成就。这些研究涉及光合作用的诸多方面。但现有研究多为盆栽试验,一方面种植数量少,所选植株代表性较差;另一方面,无法进行统计学研究,难以揭示超级稻在正常栽培条件下的光合特性。同时,对与光合作用有关的组织结构、分子机理等方面的研究较少,而集中在光合指标的观测上。针对这种情况,笔者正在对海南的4个超级稻及其亲本在大田自然条件下进行光合特性研究,比较超级稻与其亲本及对照光合作用的差异。通过2007年观测研究,发现在相同的外部环境条件下,超级稻光合速率明显高于亲本,单日的高值持续期也较长;从整个生育期角度来看,超级稻的光合作用高值持续期也比其亲本要长。对此,应进行更为深入的探索,为进一步提高超级稻产量和育种提出一些有价值的建议。

#### 参考文献

- [1] 杜士云,王守海,李成荃,等.超级稻育种进展及存在的问题[J].中国农学通报,2006,22(8):195-198.
- [2] 邓志瑞,翟虎渠,曹树青,等.高产与具有超高产潜力水稻品种光合功能衰退的比较[J].华北农学报,2001,16(3):140-144.
- [3] 姚克敏,胡雪琼,顾显跃,等.两系法杂交稻两优培九和65396的光合特性与株型优势[J].苏农业科学,2000,1(1):8-12.

- [4] 李荣改,孟祥祯,王玉珍,等.不同类型的水稻组合(品种)干物质生产和光合特性与籽粒充实度的比较[J].华北农学报,1998,13(3):36-40.
- [5] 屠曾平.水稻光合特性研究与高光效育种[J].中国农业科学,1996(3):29-35.
- [6] 许晓明,陆巍,张荣铨,等.超高产水稻协优9308的高效光合功能[J].南京师范大学学报,2004,27(1):78-81.
- [7] 刘建丰,袁隆平,邓启云,等.超高产杂交稻的光合特性研究[J].中国农业科学,2005,38(2):258-264.
- [8] 欧志英,彭长连,阳成伟,等.超高产水稻剑叶的高效光合特性[J].热带亚热带植物学报,2003,11(1):1-6.
- [9] 刘彦卓,黄农荣,陈钊明,等.高产水稻光合速率的变化[J].热带亚热带植物学报,1999,(S):49-53.
- [10] 张其德,卢从明,林世青,等.杂交稻汕优63及其亲本光合特性的比较[J].杂交水稻,1994(1):22-26.
- [11] 余辉,卢荣禾,唐崇钦,等.杂种稻Ie/Q及其亲本光合特性的比较研究[J].生物物理学报,1997,13(4):671-676.
- [12] 翁晓燕,蒋德安,郑柄松,等.超级稻培矮64s/E32生长和光合特性研究初探[J].浙江大学学报,2001,27(4):424-426.
- [13] 王强,温晓刚,卢从明,等.超高产杂交稻“华安3号”冠层不同衰老程度叶片的光合功能[J].植物生态学报,2004,28(1):39-46.
- [14] 王学华.超级稻上部叶片光合能力的研究[J].作物研究,2004(2):68-71.
- [15] 陈炳松,张云华,李霞,等.超级杂交稻两优培九生育后期的光合特性和同化产物的分配[J].作物学报,2002,28(6):777-782.
- [16] 刘辉,徐孟亮,吴厚雄,等.高产杂交稻两优培九生育后期光合性能的研究[J].农业现代化研究,2004,3(5):225-227.
- [17] 李霞,焦德茂.超级杂交稻“两优培九”的光合生理特性[J].江苏农业学报,2002,18(1):9-13.
- [18] 王荣富,黄正来,王建华,等.两系杂交稻两优培九苗期若干光合特性初探[J].安徽农业大学学报,2003,30(2):113-116.
- [19] 王强,张其德,卢从明,等.超高产杂交稻不同生育期的光合色素含量、净光合速率和水分利用效率[J].植物生态学报,2002,26(6):647-651.
- [20] 王仁雷,华春.杂交稻汕优63剑叶光合特性的研究[J].南京师范大学学报,2001,24(4):111-115.
- [21] 沈允钢.光合作用在世纪之交的研究动向[J].生物学通报,1999,34(6):1-4.
- [22] 匡廷云.光合作用高效光能转化的机理及其在农业中的应用[J].中国科学,2000(1):34-34.

(上接第10333页)

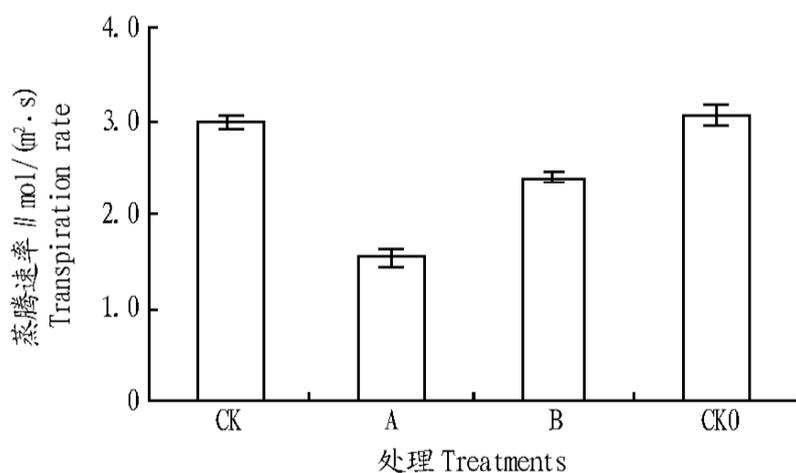


图5 不同处理对高羊茅蒸腾速率的影响

Fig.5 Effect of different treatments on the transpiration rate in tall fescue leaves

### 3 讨论

高羊茅草坪生长速度快,修剪频率高。该试验表明,烯效唑和Pirimor MAXX显著抑制了高羊茅的垂直生长,使倒2叶生长受抑制及倒2叶和倒3叶间距离缩短,促进了高羊茅分蘖,提高了高羊茅植株的根冠比和叶绿素含量,而且烯效唑浓度为100 ng/L的处理效果比Pirimor MAXX更好,从而可以很好地延缓高羊茅的生长速度,减少修剪次数,节约成本。叶绿素含量和分蘖能力的提高有利于提高草坪的观赏价值和坪用价值。烯效唑影响气孔的张开和胞间CO<sub>2</sub>浓度,使气

孔导度变小、胞间CO<sub>2</sub>浓度变低,而且浓度越高影响越大。烯效唑浓度为100 ng/L的处理降低了高羊茅叶片的净光合速率。烯效唑浓度为50 ng/L的处理和Pirimor MAXX处理对净光合速率没有影响。高浓度烯效唑处理使高羊茅净光合速率降低,可能是由于其影响了气孔导度和胞间CO<sub>2</sub>浓度的关系。随着人们安全和环保意识的不断增强,烯效唑因其功效高、污染小、无药残及无毒副作用等优点也将在农业中具有更加广阔的应用前景。

#### 参考文献

- [1] 王小利,刘正书,牟琼,等.高羊茅遗传多样性RAPD分析[J].草业学报,2007,16(4):82-86.
- [2] 胡树良,赖明洲.高尔夫球及运动草坪设计建植与管理[M].北京:中国林业出版社,1999:209-217.
- [3] 程晶,蔡明才,王虎,等.烯效唑对高羊茅生长的影响[J].草业科学,2004,21(11):90-93.
- [4] 徐新娟,黄中文,孙海燕.烯效唑在现代植物生产中的应用[J].河南科技学院学报:自然科学版,2007,35(4):47-49.
- [5] 何霞,杨志民,徐迎春.烯效唑浸种对高羊茅幼苗生长及生理特性的影响[J].中国草地学报,2006,28(5):54-59.
- [6] 刘英,李邦发,韩海波.烯效唑浸种对小麦幼苗形态及生理指标的影响[J].安徽农业科学,2007,35(23):7125-7126.
- [7] 刘晓静,柳小妮.多效唑和烯效唑对草地早熟禾一些生化指标及其抗性的影响[J].草业学报,2006,15(2):48-53.
- [8] ANDREW D B, DAVID B S. Effect of the growth regulator uniconazole on biomass allocation of bare-root loblolly pine seedlings[J]. Southern Journal of Applied Forestry, 2004, 28(1): 41-47.
- [9] 郝建军,康宗利,于洋.植物生理学实验技术[M].北京:化学工业出版社,2007.