

乙烯利对两种草坪草种子萌发及幼苗生长的影响

程锦,单旭东,李丽菁,高娅楠,张智韦,许立新

(北京林业大学 草业与草原学院,北京 100083)

摘要:以多年生黑麦草品种 Neruda 和日本结缕草品种 Zenith 的种子为材料,用 0、150、250 和 350 mg/L 4 种浓度乙烯利溶液进行浸种处理后,测定了种子萌发指标(发芽率、发芽势、发芽指数、活力指数)和幼苗生长指标(根鲜重、苗鲜重、苗长、根长、根冠比)。结果表明:两种草坪草对乙烯利处理浓度的响应模式不同,能够提高多年生黑麦草和日本结缕草种子发芽率、发芽势、发芽指数和活力指数的乙烯利浓度分别是 250、350 mg/L。与对照相比,250 mg/L 乙烯利处理可促进多年生黑麦草苗、根的平均长度,并提高多年生黑麦草幼苗的根冠比;150 mg/L 乙烯利处理可以提高日本结缕草幼苗的根冠比;350 mg/L 处理可提高多年生黑麦草与日本结缕草的苗长。

关键词:草坪草;乙烯利;浸种;种子萌发;幼苗生长

中图分类号:S767.3 **文献标志码:**A **文章编号:**1009-5500(2020)04-0061-06

DOI: 10.13817/j.cnki.cyyep.2020.04.010

乙烯利(2-氯乙基膦酸),在生产实践中常用于果实催熟^[1],也有研究表明,乙烯利可以促进多种植物种子萌发及幼苗生长,如玉米(*Zea mays*)、黄瓜(*Cucumis sativus*)、生姜(*Zingiber officinale*)等^[2-7]。种子萌发和幼苗生长情况对草坪建植的速度和质量起到关键性作用。然而,利用乙烯利提高草坪草种子萌发和幼苗生长的研究报道相对较少^[2,8]。

日本结缕草(*Zoysia japonica*)具有耐践踏、耐旱、耐盐碱等优良特性^[9],是一种优质的暖季型草坪草,但其种子外壳致密并具有蜡质保护层,自然状况下发芽率很低^[10-11],难以满足利用种子直播方式迅速建植高质量草坪的需要。多年生黑麦草(*Lolium perenne*)为冷季型草坪草,其种子发芽率和发芽势都相对较高,常常被用作建植草坪的先锋草种,但也有因种子陈旧被

直接弃用而造成浪费的现象发生。种子随着贮藏年限的增加老化程度加剧,发芽率、发芽势、发芽指数、活力指数均呈现下降趋势^[12],因此如何利用乙烯利促进和改善草坪草种子的萌发及幼苗生长是一个颇具实践意义的研究课题。

本试验以多年生黑麦草品种 Neruda 和日本结缕草品种 Zenith 的种子为材料,通过研究乙烯利浸种处理对两种草坪草种子萌发及幼苗生长的影响,为草坪建植管理实践中利用乙烯利提供指导。

1 材料和方法

1.1 试验材料

多年生黑麦草 Neruda 种子,2016 年购买于北京正道生态科技有限公司,贮存于北京林业大学种子贮藏室(冰箱 4℃贮藏);日本结缕草 Zenith 种子,2018 年购买于 Super sod 公司(冰箱 4℃贮藏)。

1.2 试验方法

种子发芽试验于 2018 年 12 月进行。选取均匀一致且饱满的种子,3% NaClO 溶液消毒 30 min 后蒸馏水冲洗数次。配制 50 mL 浓度为 150、250、350 mg/L 的乙烯利溶液,蒸馏水作对照(CK),室温浸种 24 h。每个处理重复 5 次,每个重复 50 粒种子。种子置于双

收稿日期:2020-05-28;修回日期:2020-06-28

基金项目:中央高校基本科研业务费专项资金资助(2020CX001)

作者简介:程锦(1994-),女,山西省忻州市人,在读硕士。

E-mail:864818388@qq.com

许立新为通讯作者。

E-mail:lixinxu@bjfu.edu.cn

层发芽纸上,水培法进行种子萌发和幼苗生长实验,变温光照培养箱培养。培养条件参照国家标准 GB/T 2930.4-2017,日本结缕草培养条件为温度 35℃/20℃、光照 8 h/黑暗 16 h;多年生黑麦草培养条件为温度 25℃/15℃、光照 8h/黑暗 16 h。种子萌发以胚根长达到种子长度的 1/2 为标准^[13]。每天对水培盒称重,以注射器补充散失水分^[14]。

相关指标计算方法如下:

发芽势(%) = 指定天数的发芽种子数/N × 100%^[15]

发芽率(%) = 最终发芽种子数/N × 100%^[15-17]

发芽指数 = $\sum(Gt/Dt)$ ^[15]

活力指数 = 发芽指数 × S^[16]

根冠比 = 根鲜重/苗鲜重^[17]

式中:Gt 为 t 日的发芽总数,N 为种子总数,Dt 为相应的发芽天数,S 为种苗生长量(即主根长和苗长之和)。

多年生黑麦草于播种后第 8 d 统计发芽势,第 14 d 统计发芽率^[18];日本结缕草于播种后第 10 d 统计发芽势,第 28 d 统计发芽率^[17]。统计发芽率时在每个重复中随机选取 20 株幼苗测量根长(测其主根长)、苗长,称 20 株幼苗的总根鲜重、总苗鲜重。

1.3 数据分析

采用 SPSS 21.0 软件对所测数据进行方差分析,使用 Excel 2010 制图。

2 结果与分析

2.1 乙烯利处理对两种草坪草发芽率的影响

贮存了 2 年多的多年生黑麦草种子发芽率仅为 64.80%。与对照相比,250 mg/L 乙烯利处理显著提高了多年生黑麦草种子的发芽率($P < 0.05$),增幅为 12.35%。350 mg/L 乙烯利处理显著提高了日本结缕草的发芽率($P < 0.05$),与对照相比增加 8.65% (图 1)。

2.2 乙烯利处理对两种草坪草种子发芽势的影响

250 mg/L 处理下多年生黑麦草种子的发芽势为 70.40%,显著高于对照组($P < 0.05$)。350 mg/L 处理下日本结缕草的发芽势显著高于对照($P < 0.05$),为 71.20%。150 和 250 mg/L 处理下日本结缕草种子的发芽势分别为 66.40%和 70.40%,与对照组发芽势 65.20%相比无显著差异(图 2)。

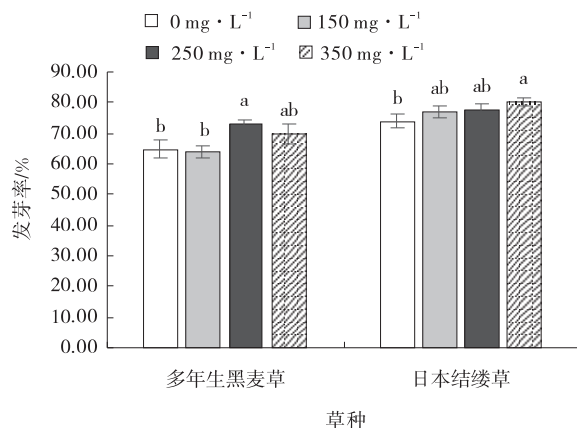


图 1 乙烯利处理下两种草坪草种子的发芽率

Fig. 1 Effects of ethephon treatment on germination rate of two species of turfgrass

注:不同小写字母表示种内不同乙烯利浓度间差异显著($P < 0.05$),下同

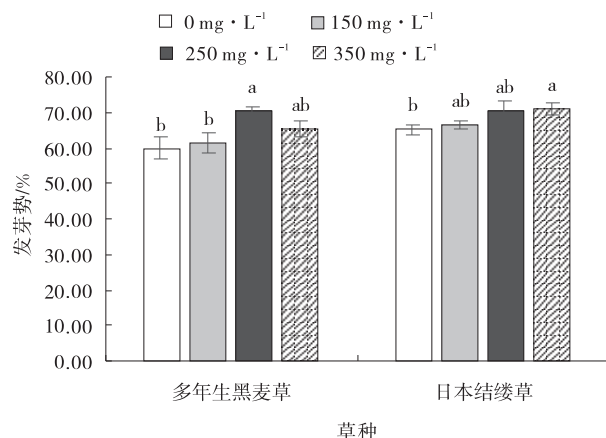


图 2 乙烯利处理下两种草坪草种子的发芽率

Fig. 2 Effects of ethephon treatment on germination potential of two species of turfgrass

2.3 乙烯利处理对两种草坪草发芽指数与活力指数的影响

与对照相比,250 mg/L 乙烯利处理可显著提高多年生黑麦草种子的发芽指数($P < 0.05$)(图 3A),250、350 mg/L 乙烯利处理均可显著提高其活力指数(图 3B)($P < 0.05$)。250、350 mg/L 乙烯利处理下,日本结缕草的发芽指数较对照均显著提高(图 3A)($P < 0.05$);350 mg/L 乙烯利处理下,日本结缕草活力指数较对照显著增加 33.05%($P < 0.05$)(图 3B)。

2.4 乙烯利处理对两种草坪草根生长的影响

与对照相比,250 mg/L 处理能明显促进多年生黑麦草根的生长(图 4A);150 mg/L 处理下日本结缕草的根长明显增加(图 4B)。250 mg/L 处理下多年生黑

麦草根长为 3.75 cm,与对照相比显著增加 44.79% ($P < 0.05$) (图 5A)。250、350 mg/L 乙烯利处理下,多年生黑麦草根鲜重较对照显著增加 ($P < 0.05$) (图

5B)。与对照相比,各浓度乙烯利处理对日本结缕草根长无显著影响,但 150、350 mg/L 处理显著提高了日本结缕草的根鲜重 ($P < 0.05$) (图 5)。

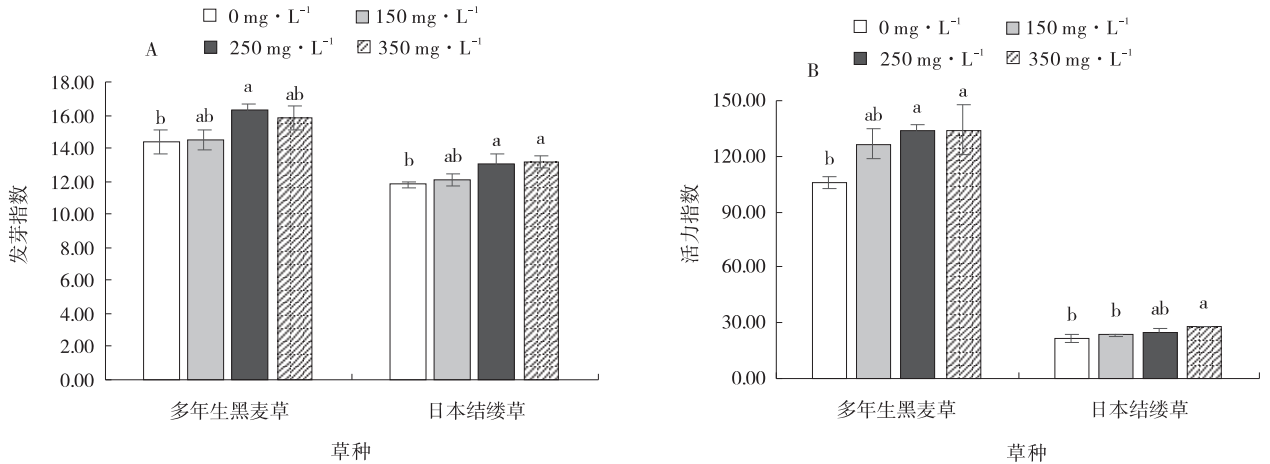


图 3 乙烯利处理下两种草坪草种子的发芽指数与活力指数

Fig. 3 Effects of ethephon treatment on germination index and vigor index of two species of turfgrass

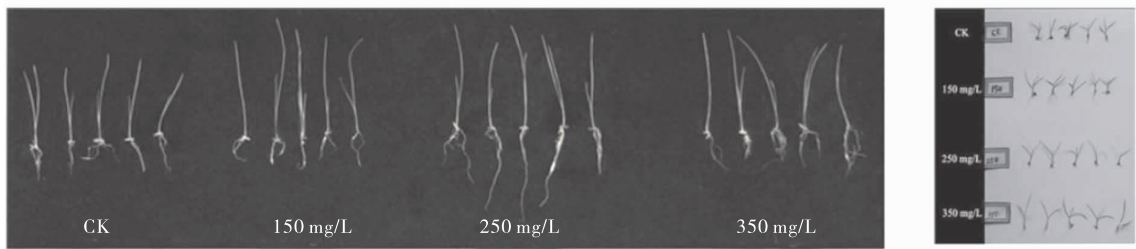


图 4 乙烯利处理对两种草坪草根与苗生长的影响

Fig. 4 Effects of ethephon treatment on growth of root and seeding of two species of turfgrass

注:图 A 表示播种 14 d 后多年生黑麦草根与苗生长情况;图 B 表示播种 28 d 后日本结缕草根与苗生长情况

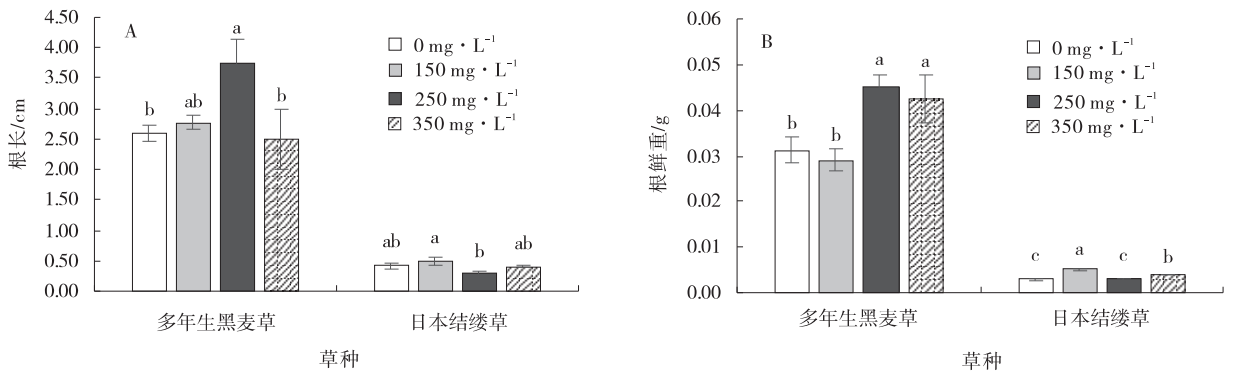


图 5 乙烯利处理下两种草坪草幼苗的根长和根鲜重

Fig. 5 Effects of ethephon treatment on root growth of two species of turfgrass

2.5 乙烯利处理对两种草坪草幼苗生长的影响

250、350 mg/L 乙烯利处理下多年生黑麦草及日本结缕草的苗长较对照均明显增加。与对照相比,250、350 mg/L 处理均可显著提高多年生黑麦草苗长 ($P < 0.05$),且 250 mg/L 处理的促进作用更大(图

6A)。350 mg/L 处理下日本结缕草的苗长和对照相比差异显著 ($P < 0.05$),较对照组提高 19.72% (图 6A)。乙烯利处理对多年生黑麦草及日本结缕草苗鲜重均无显著影响(图 6B)。

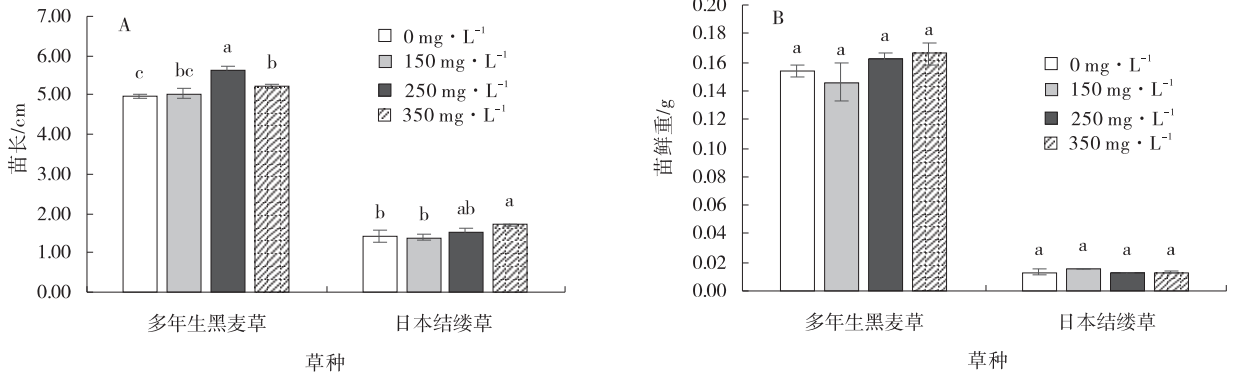


图 6 乙烯利处理下两种草坪草的苗长和苗鲜重

Fig. 6 Effects of ethephon treatment on seeding growth of two species of turfgrass

2.6 乙烯利处理对两种草坪草根冠比的影响

与对照相比,250 mg/L 处理显著提高了多年生黑麦草的根冠比($P < 0.05$),为 0.28。150、350 mg/L 处理下多年生黑麦草的根冠比与对照相比差异不显著。150 mg/L 处理下日本结缕草的根冠比和对照相比显著增加($P < 0.05$),为 0.33(图 7)。

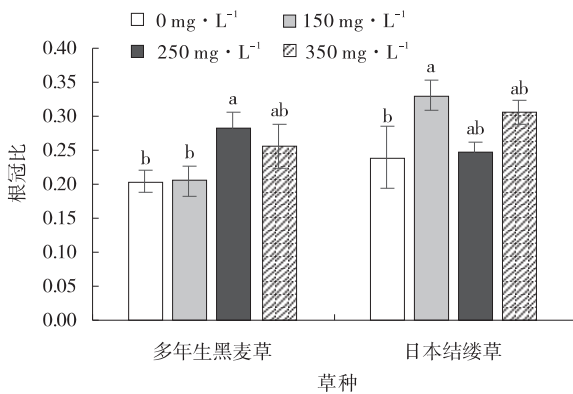


图 7 乙烯利处理下两种草坪草的根冠比

Fig. 7 Effects of ethephon treatment on root-shoot ratio of two species of turfgrass

3 讨论

3.1 乙烯利处理对两种草坪草种子萌发的影响

发芽率及发芽势分别可以衡量胚活性及种子发芽整齐度^[19];发芽指数及活力指数是反映种子活力的综合指标^[20]。适宜浓度乙烯利能够促进种子萌发,4 000 mg/L 与 5 000 mg/L 乙烯利浸种都可以极显著提高黄瓜种子发芽率和发芽势($P < 0.01$)^[21];150 mg/L 乙烯利浸种能显著提高苦瓜(*Momordica charantia*)^[22]和美女樱^[23]种子的发芽率($P < 0.05$)。本研究结果表明,250、350 mg/L 乙烯利处理均提高了多年生黑麦草和日本结缕草种子的发芽率、发芽势、发芽指数和活力

指数。更高浓度的乙烯利处理对草坪草种子萌发的影响需进一步研究确定。乙烯利处理可以促进多年生黑麦草及日本结缕草种子萌发,原因可能为种子在进行吸胀时吸收的乙烯利溶液在植物细胞液中缓慢分解释放出乙烯^[24],乙烯参与乙烯-ABA-GAs 的交叉互动,并通过复杂的信号传导网络途径调控植物种子的萌发^[25]。

3.2 乙烯利处理对两种草坪草幼苗生长的影响

本研究结果表明,3 个乙烯利浓度处理对多年生黑麦草和日本结缕草苗鲜重均无显著影响,但适宜浓度的乙烯利处理能够提升两种草坪草的根鲜重。250、350 mg/L 乙烯利处理能够提高多年生黑麦草根鲜重,150、350 mg/L 能够提高日本结缕草根鲜重。张凤银等^[22]的研究也发现,150 mg/L 乙烯利浸种处理可以促进苦瓜种苗根伸长生长并使根毛增多。有学者指出,乙烯可通过提高生根组织对生长素的敏感性、促进细胞周期蛋白基因的表达、加速细胞分裂素类物质分解促进非生毛细胞发育为生毛细胞^[26],进而促进根毛及侧根的形成^[27]。

本研究结果显示,250 mg/L 乙烯利处理能够显著促进多年生黑麦草根和苗的伸长生长,而 350 mg/L 处理只能促进苗的伸长生长。各浓度乙烯利处理对日本结缕草根的伸长生长无显著影响,但 350 mg/L 处理提高了日本结缕草的苗长。李晓冰^[28]研究表明,大豆(*Glycine max*)不同部位对乙烯利的敏感程度存在差异,这与本研究结果相似。说明,相同浓度乙烯利处理对同一植物的不同组织和器官生长的影响不同,原因可能是不同组织对乙烯利响应的敏感程度存在差异。

草坪草的根冠比能够反映草坪草对土壤中水分和

养分的吸收能力,是衡量草坪草生长状况和抗性的指标^[29]。乙烯利能够提高多种作物例如樱桃番茄(*Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme*)^[30]和甜椒(*Capsicum frutescens* var. *grossum*)^[31]幼苗的根冠比。此外,刘琳^[32]应用不同浓度乙烯利对高羊茅(*Festuca elata*)种子浸种后发现随着乙烯利浓度的升高,高羊茅幼苗的根冠比逐渐增大。本研究发现250 mg/L处理显著提高多年生黑麦草的根冠比($P < 0.05$);150 mg/L处理显著提高日本结缕草的根冠比($P < 0.05$)。

4 结论

不同浓度乙烯利处理对两种草坪草种子萌发和幼苗生长的影响不同。与对照相比,250、350 mg/L处理分别显著提高了多年生黑麦草和日本结缕草的发芽率、发芽势、发芽指数、活力指数,促进了种子萌发。150 mg/L乙烯利处理能显著提高日本结缕草根冠比;250 mg/L处理可促进多年生黑麦草根与苗的伸长生长,并能明显提高多年生黑麦草根冠比;350 mg/L处理可显著提高多年生黑麦草与日本结缕草的苗长。

参考文献:

[1] 马玉林,谢彦敏.植物生长调节剂在种子处理中的应用[J].种子世界,2015(3):18-19.

[2] 韩露.乙烯利对草地早熟禾抗旱性的影响[D].北京:北京林业大学,2014.

[3] 田文杰.乙烯利浸种对玉米种子萌发的影响[J].现代农业科技,2018(15):1-2.

[4] 裴玉贺,郝卫艳,郭新梅,等.植物生长调节剂浸种对玉米种子萌发及幼苗生长的影响[J].湖北农业科学,2016,55(12):3009-3012.

[5] 闫秋洁,刘再婕,杨欣.乙烯利浸种对聚乙二醇胁迫下玉米种子萌发的影响[J].中国农学通报,2013,29(3):53-58.

[6] 但忠,麻继仙,木万福,等.乙烯利浸种对制种黄瓜生长发育的影响[J].云南农业科技,2012(6):10-11.

[7] 李润根,黄艳.乙烯利浸种对不同品种生姜生长及产量的影响[J].湖北农业科学,2010,49(6):1396-1397.

[8] 刘子记,牛玉,杨衍,等.乙烯利对甜椒幼苗植物学性状及生理指标的影响[J].广东农业科学,2013,39(23):25-26.

[9] 张春梅.化学处理对结缕草种子发芽率的影响[J].草业与畜牧,2010(6):16-41.

[10] 陈双燕,韩建国,王贇文,等.蛭石引发对结缕草种子发

芽率和发芽速度的影响[J].草地学报,2007,15(3):254-258.

[11] 张巨明,赵鸣.兰引3号草坪型结缕草与日本结缕草的比较研究[J].草业科学,1996,13(2):47-50.

[12] 李玉荣.新麦草和蓝茎冰草种子的劣变与生理生化变化的研究[D].北京:中国农业大学,2004.

[13] 汪霞,马啸,张新全,等.四种不同钠盐胁迫对多花黑麦草种子萌发的影响[J].中国草地学报,2014,36(4):44-51.

[14] 单旭东,张睿,麦吾丽代·卡哈尔,等.赤霉素浸种对PEG模拟干旱条件下多年生黑麦草种子萌发的影响[J].草业科学,2019,36(9):2304-2311.

[15] 王秀香,刘庭玉,李雪松,等.NaCl对两种黑麦草发芽的影响[J].内蒙古民族大学学报(自然科学版),2007(4):412-416.

[16] 徐玲玲,李巧玉,张红莲,等.3种草本植物种子萌发及幼苗初期对镉胁迫的生理响应[J].种子,2016,35(3):37-41.

[17] 王敏,张从宇,江文斌,等.7个玉米品种萌发和幼苗抗旱性研究[J].种子,2007,26(3):3-6.

[18] 钱俊芝,韩建国,倪小琴,等.贮藏期对结缕草种子生理生化的影响[J].草地学报,2000,8(3):177-185.

[19] 张硕,张婉婷,时东方,等.不同pH对星星草种子萌发特性的影响研究[J].长春师范大学学报,2019,38(2):184-187.

[20] James D, Maguire. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor[J]. Crop Science, 1962, 2(2):176-177.

[21] 秦立金,徐振军,袁树祥.乙烯利浸种对冬季日光温室黄瓜种子萌发与幼苗生长的影响[J].安徽农业科学,2007,35(33):10601-10602.

[22] 张凤银,陈禅友,张萍.乙烯利和赤霉素对苦瓜种子发芽力及幼苗生长的影响[J].安徽农业科学,2010,38(5):2304-2305.

[23] 徐小玉,张凤银,曹阳.赤霉素和乙烯利对美女樱种子萌发及幼苗生长的影响[J].种子,2014,33(6):72-74.

[24] 陈旭升,黄骏麒.乙烯利诱导棉子萌发效应[J].中国棉花,1998(3):12-13.

[25] 赵荣秋,杨湘虹.乙烯在种子休眠与萌发中的调控作用[J].长江大学学报(自科版),2016,13(33):47-51.

[26] Swarup R, Friml J, Marchant A, et al. Localization of the auxin permease AUX1 suggests two functionally distinct hormone transport pathways operate in the Arabidopsis root apex[J]. Genes and Development, 2001, 15(20):

- 2648—2653.
- [27] 高彬. 乙烯对低磷胁迫下大豆根形态和生理特性的影响[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2012.
- [28] 李晓冰. 生长素、乙烯利对大豆生根及茎伸长的调控作用[D]. 哈尔滨:东北农业大学,2018.
- [29] 尤扬,郝峰鸽,袁志良,等. 盐胁迫对草坪草种子发芽的影响[J]. 广东农业科学,2008,35(10):21—22.
- [30] 牛玉,戚志强,韩旭,等. 矮壮素和乙烯利对樱桃番茄幼苗生长的影响[J]. 热带作物学报,2013,34(12):2353—2357.
- [31] 刘子记,牛玉,杨衍,等. 乙烯利对甜椒幼苗植物学性状及生理指标的影响[J]. 广东农业科学,2012,39(23):25—26.
- [32] 刘琳. 乙烯利浸种对高羊茅耐旱性的影响[J]. 北方园艺,2009(12):205—206.

Effects of ethephon on seed germination and seedlings growth of two turfgrass species

CHENG Jin, SHAN Xu-dong, LI Li-jing, GAO Ya-nan,
ZHANG Zhi-wei, XU Li-xin

(College of Grassland Science, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

Abstract: In this study, seeds of perennial ryegrass cultivar 'Neruda' and zoysiagrass cultivar 'Zenith' were used as materials. After being soaked in four concentrations of ethephon solution: 0, 150, 250, and 350 mg/L, the seed germination indexes (germination rate, germination potential, germination index, and vigor index) and indexes of seedlings growth (root fresh weight, seedling fresh weight, seedling length, root length, and root-shoot ratio) were investigated and analyzed. The results showed that the response patterns of two turfgrass to ethephon treatment were different, 250 and 350 mg/L ethephon treatment increased the germination rate, germination potential, germination index, and vigor index of perennial ryegrass and zoysiagrass seeds respectively. Compared with the control, ethephon treatment at 250 mg/L could increase the average length of seedling and root in perennial ryegrass, and also the root-shoot ratio; ethephon treatment at 150 mg/L could increase the root-shoot ratio of zoysiagrass seedlings; 350 mg/L treatment increased the seedling length of perennial ryegrass and zoysiagrass. The effect of higher concentration of ethephon treatment on the related indexes of two turfgrass species needs further study.

Key words: turfgrass; ethephon; seed-soaking; seed germination; seedlings growth