

多效唑对高羊茅扩展性和根系特性的调控效应

白小明^{1,2,3}, 相斐^{1,2,3}, 罗仁峰⁴, 孙吉雄^{1,2,3}

(1. 甘肃农业大学草业学院, 甘肃 兰州 730070; 2. 草业生态系统教育部重点实验室(甘肃农业大学), 甘肃 兰州 730070; 3. 中一美草地畜牧业可持续发展研究中心, 甘肃 兰州 730070; 4. 江苏省常熟市山水园林景观艺术有限公司, 江苏 常熟 215500)

摘要:在盆栽条件下,研究了喷施多效唑对高羊茅 *Festuca arundinacea* 单株扩展性和根系生态特性的影响,结果表明:在 1001 900 mg/L 质量浓度范围内,多效唑能有效抑制高羊茅植株的生长速度、地上枝叶的水平扩展、地上植物量的积累和根系生长,提高根系的表面积、体积和根冠比,促进分蘖和地下植物量的积累,质量浓度越高,调控效应越明显。质量浓度大于 1 000 mg/L 时,对分蘖的影响趋缓;大于 1 300 mg/L 时,对地上最大扩展距离、覆盖面积和地上植物量的影响趋缓。质量浓度为 1 300 mg/L 时,地下植物量、根系体积最大,根冠比最高。

关键词:多效唑;高羊茅;扩展性;根系特性

中图分类号: S688.4;S482.8

文献标识码:A

文章编号:1001-0629(2009)10-0171-06

*¹ 高羊茅 *Festuca arundinacea* 是生长在欧洲的一种冷季型草坪草,由于它耐旱、耐践踏、耐高温,生活力强,建坪速度快,根系深,适应多种土壤和气候条件,广泛用于寒冷潮湿和温暖潮湿过渡地带的足球场、橄榄球场、赛马场、田径场、高尔夫球场高草区等运动场草坪及绿地草坪的建植和斜坡水土保持^[1]。但是,由于高羊茅生长速度快,特别是在春秋两季生长高峰期,过快的生长既影响了草坪质量,又增加了修剪频率,增加了草坪养护管理费用。为了降低草坪养护管理成本,提高草坪质量,人们通过采用植物生长调节剂等调控措施,对草坪草的营养生长加以调控,降低株高,不仅减少了草坪修剪次数,降低了养护管理费用,而且避免了由于修剪造成的草坪草抗逆性降低、草坪使用年限缩短等弊端,在一定程度上提高了草坪质量^[2-3]。

多效唑作为一种植物生长抑制剂,由于它能够抑制赤霉素在植物体内的合成,有效延缓植物地上部分的生长速度,促进植物横向生长,增强植物的抗逆性^[4],已广泛运用于草坪生产实践。尽管有关多效唑对高羊茅生长发育的影响已有研究报告,但主要集中在对草坪质量、草坪抗逆性等方

面,且结果也差异较大。通过研究多效唑对高羊茅单株扩展性和根系生态特性的影响,揭示多效唑对高羊茅单株的调控规律,为多效唑在草坪实践中的广泛、合理利用和高羊茅草坪的养护管理提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试草坪草:高羊茅品种凌志(Barlexus),产自美国,从甘肃百绿(草业发展有限公司)购入。

供试药剂:95%多效唑粉剂,由上海源聚生物科技有限公司生产。

1.2 试验设计 试验采用盆栽方式进行,花盆直径 30 cm,高 23 cm。土壤由田园土(沙壤土)、羊粪、营养土按 36:9:1 体积比配制,每盆装 14.5 kg,土壤 pH 值为 7.4。

试验共设 100、400、700、1 000、1 300 和 1 900 mg/L 6 个质量浓度处理(分别记为处理 1、2、3、

。收稿日期:2009-05-18

基金项目:甘肃省高等学校研究生导师科研计划课题“网草皮生产技术研究与应用推广”(0502-14)

作者简介:白小明(1970-),男,甘肃灵台人,在读博士生,副教授,主要从事草坪学方面的教学和研究工作。

E-mail:baixm@gsau.edu.cn

4、5、6)和1个对照(CK)。每个处理设6次重复,多效唑喷施量为750 mL/m²。

试验在甘肃农业大学草业学院组培室进行,室内温度19±3℃,光照充足。2008年11月15日播种,穴播,每穴播1520粒种子。12月5日开始间苗,12月25日挑选生长一致的植株定苗,每盆留苗1株并进行修剪,2009年1月22日将每株修剪至6 cm,然后挑选分蘖、覆盖面积等生长特性基本一致的植株,每个处理6盆,均匀喷施多效唑。

配制溶液时,先将多效唑粉剂溶解于10 mL甲醇溶液,然后用清水配制成一定质量浓度。喷施多效唑后每隔7 d测定株高、分蘖数和最大扩展距离,6周后测定所有指标。

1.3 测定指标及方法

株高:测定植株绝对高度,用cm表示。

分蘖数:测定每株的枝条数,用蘖/株表示。

最大扩展距离:单株分蘖株所伸展的最大距离,用cm/株表示^[5]。

覆盖面积:单株覆盖地面的面积,按椭圆计算(以最大扩展距离为长轴、与最大扩展距离方向垂直的距离为短轴),用cm²/株表示。

地上、地下植物量:在70℃下烘至恒量,用电

子天平称其干质量,用g/株表示。

根系长度:将整个植株挖出,根系洗干净,测其绝对长度,用cm/株表示。

根系表面积、根系体积:用WinRHIZO Pro V2007d根系分析系统测定,分别用cm²/株、cm³/株表示。

1.4 数据分析方法 运用Excel统计分析程序,对数据进行LSR显著性检验。

2 结果与分析

2.1 喷施多效唑对高羊茅地上扩展性的影响

2.1.1 对高羊茅生长速度的影响 喷施多效唑对高羊茅的生长有明显的抑制作用(图1),且质量浓度越高抑制作用越明显,植株越低。各处理株高均明显低于对照($P < 0.05$),且1300和1900 mg/L 2个处理与对照存在极显著差异($P < 0.01$)。

由图1可以看出,在处理7 d后,多效唑对高羊茅生长的抑制作用开始显现,且随处理时间的延长,抑制效果越明显,处理42 d,对照的株高为27.67 cm,各处理株高按质量浓度从低到高分别是对照的76%、61.2%、55%、52.7%、48.8%和45.3%。因此,施用多效唑能够抑制高羊茅植株的生长速度,减少修剪频率,从而降低草坪的养护成本。

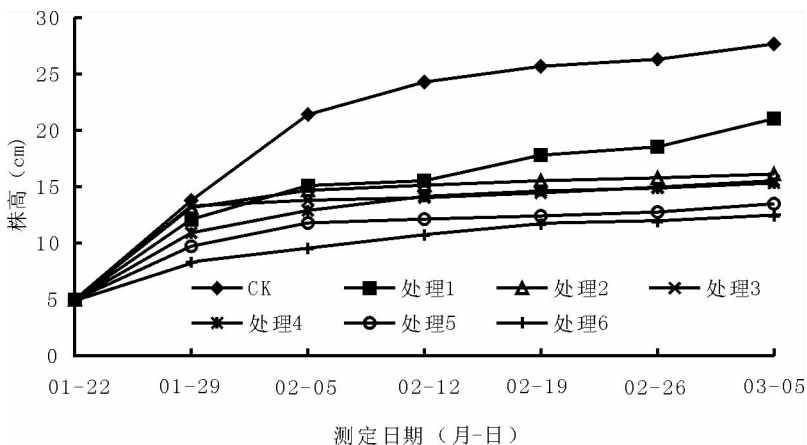


图1 不同质量浓度多效唑对高羊茅株高的影响

2.1.2 对高羊茅分蘖的影响 从图2可以看出,喷施多效唑,可以促进高羊茅分蘖。处理14 d后,经过多效唑处理的植株分蘖数均有明显增加,且高于对照。质量浓度越高,分蘖数增加越快。

处理42 d,100、400和700 mg/L 3个处理与对照的分蘖数相差较小,而1000、1300和1900 mg/L 3个处理的分蘖数明显高于对照。各处理高羊茅的平均分蘖数分别为21、23、24、30、32和

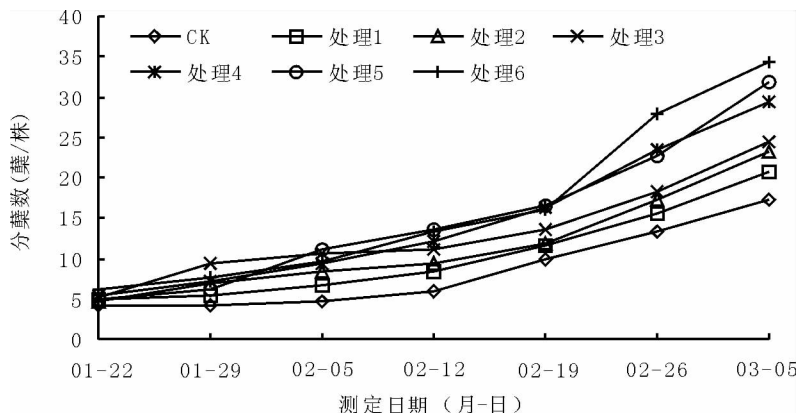


图2 不同质量浓度多效唑对高羊茅分蘖的影响

34 蘖/株, 是对照的 1.23、1.35、1.41、1.76、1.88 和 2 倍。

2.1.3 对最大扩展距离和覆盖面积的影响 喷施多效唑, 高羊茅地上最大扩展距离和覆盖面积均受到影响(表 1), 随质量浓度增加, 高羊茅单株的最大扩展距离和覆盖面积均呈减小趋势。低质量浓度处理对最大扩展距离的影响较小, 100、400、700 和 1 000 mg/L 4 个处理与对照之间的差异不显著($P>0.05$), 1 300 和 1 900 mg/L 处理与对照之间的差异显著($P<0.05$)。对覆盖面积的影响, 100 和 400 mg/L 2 个处理与对照之间差异不显著($P>0.05$), 其余 4 个处理均显著大于对照($P<0.05$), 但当多效唑浓度大于 1 300 mg/L 时, 对覆盖面积的影响趋缓。

2.1.4 对地上植物量的影响 喷施多效唑, 在影

表 1 多效唑对高羊茅地上扩展性的影响

处理编号	最大扩展距离 (cm/株)	覆盖面积 (cm ² /株)	地上植物量 (g/株)
CK	27.00 ^a	564.07 ^a	1.042 ^a
1	25.83 ^a	506.36 ^{ab}	0.664 ^b
2	24.56 ^a	465.26 ^{ab}	0.587 ^{bc}
3	23.71 ^a	429.42 ^{bc}	0.475 ^{cd}
4	22.35 ^{ab}	381.26 ^c	0.389 ^d
5	18.92 ^b	269.41 ^d	0.336 ^d
6	18.67 ^b	261.59 ^d	0.325 ^{dc}

注: 同列不同字母表示差异显著($P<0.05$)。下表同。

响高羊茅分蘖和植株生长速度的同时, 也影响地上植物量的积累。由表 1 可以看出, 各处理地上植物量均明显小于对照($P<0.05$), 表明施用多效唑不利于高羊茅地上植物量的积累, 且随多效唑质量浓度增加而减小。

2.2 喷施多效唑对高羊茅地下扩展性的影响

2.2.1 对根系长度的影响 多效唑对高羊茅根系的生长有明显的抑制作用, 质量浓度越大, 根系越短(表 2)。100 和 400 mg/L 处理的根系长度与对照差异不显著($P>0.05$), 700、1 000、1 300 和 1 900 mg/L 4 个处理的根系长度显著小于对照($P<0.05$), 但从 1 000 mg/L 处理开始, 随多效唑质量浓度的增加, 根系长度降低趋势逐渐减缓。这说明, 低质量浓度处理对高羊茅根系的生长抑制作用较小, 高质量浓度处理抑制作用较大, 当质

表 2 多效唑对高羊茅地下扩展性的影响

处理编号	根系长度 (cm)	地下植物量 (g/株)	根系表面积 (cm ² /株)	根系体积 (cm ³ /株)
CK	16.73 ^a	0.104 ^b	44.91 ^d	0.34 ^b
1	16.45 ^a	0.110 ^{ab}	49.07 ^{cd}	0.43 ^{ab}
2	15.43 ^{ab}	0.115 ^{ab}	62.59 ^{cd}	0.52 ^{ab}
3	13.82 ^b	0.138 ^{ab}	72.91 ^{bc}	0.58 ^{ab}
4	12.57 ^{bc}	0.187 ^a	77.32 ^{ab}	0.65 ^{ab}
5	10.94 ^c	0.192 ^a	82.36 ^a	0.85 ^a
6	9.59 ^c	0.065 ^b	93.58 ^a	0.57 ^{ab}

量浓度大于 1 000 mg/L 时,再增大质量浓度,对高羊茅根系生长的抑制作用减缓。

2.2.2 对根系表面积和体积的影响 尽管多效唑对高羊茅根系的生长有明显的抑制作用,但其表面积却随多效唑质量浓度的增加而增加,体积随多效唑质量浓度的增加呈先增大后减少的趋势。由表 2 可以看出,100 和 400 mg/L 处理的根系表面积与对照差异不显著($P>0.05$),其余 4 个处理均显著大于对照($P<0.05$),1 900 mg/L 处理的根系表面积最大,为 93.58 cm²/株,是对照的 2.08 倍。根系体积以 1 300 mg/L 处理的最大,为 0.85 cm³/株,显著大于对照($P<0.05$),是对照的 2.5 倍,其余处理与对照差异不显著($P>0.05$)。这说明低质量浓度多效唑对高羊茅根系表面积和根系体积的影响小,而高质量浓度的影响较大。

2.2.3 对地下植物量的影响 从表 2 可见,地下植物量随多效唑质量浓度的增加呈先增加后减少的趋势,1 300 mg/L 处理的地下植物量最大,达 0.192 g/株,显著大于对照($P<0.05$)。1 900 mg/L 处理的地下植物量反而急剧减小到 0.065 g/株,仅为前者的 1/3,且小于其他处理。这可能是由于多效唑质量浓度太高对地下植物量的积累有一定的抑制作用,或由于质量浓度过高对根系有伤害,造成了地下植物量的减小。

2.2.4 对根冠比的影响 如图 3 所示,喷施多效唑,可提高高羊茅根冠比。与地下植物量一样,随多效唑质量浓度的增加根冠比呈先增大后减少的趋势,1300mg/L处理的根冠比最大,为0.57,

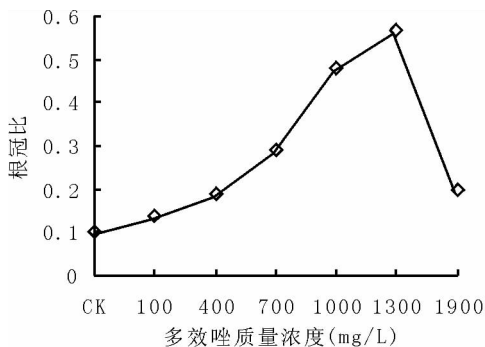


图 3 不同质量浓度多效唑对高羊茅根冠比的影响

1 900 mg/L 处理的根冠比反而下降到 0.2。100 和 400 mg/L 处理与对照差异不显著($P>0.05$),其余处理与对照均存在显著性差异($P<0.05$)。

3 讨论和结论

3.1 多效唑能抑制赤霉素在植物体内的合成,降低生长素的含量,增加细胞分裂素的含量,从而打破植物的顶端优势,延缓植物地上部分的生长速度,促进植物横向生长和分蘖^[6-8]。另外,草坪草经多效唑处理,植株的降低,节间缩短变粗,减少了营养消耗,叶绿素含量的增加使叶片的光合作用增强,为分蘖的形成提供了足够的物质基础^[4]。杨志明等^[9]研究认为,用 0.8、1.0 和 1.3 mg/g 3 种多效唑处理高羊茅,其修剪量均比对照低,1.3 mg/g 处理对高羊茅株高抑制效果最明显,1.0 mg/g 处理对高羊茅分蘖效果显著。本试验表明,多效唑能够有效抑制高羊茅的生长,促进分蘖,且随质量浓度的增加调控作用越明显。当多效唑质量浓度大于 1 300 mg/L 时,随质量浓度的增加,对高羊茅生长速度的影响趋于减弱。质量浓度大于 1 000 mg/L 时,分蘖数增加趋缓。

3.2 地上植物量是草坪草生长速度和再生能力的数量指标^[1],最大扩展距离和覆盖面积是草坪草地上茎叶水平扩展性的具体反映,它们与成坪速度、耐践踏性和竞争能力密切相关^[5]。由于多效唑抑制了高羊茅植株的生长速度,使地上植物量的积累降低、地上水平最大扩展距离和覆盖面积减小。

3.3 草坪草根发育状况对草坪草生活力影响较大,根系发育好,草坪草吸收水分、养分能力强,耐瘠薄^[8,10]。草坪草根不仅与草坪耐践踏、抗旱、抗寒和草坪恢复有关,而且根系中的碳水化合物和蛋白质等养分在一定程度上使草坪草忍受、减缓或抵抗不适环境的胁迫,从而提高草坪的抗性^[11]。关于植物生长调节剂对草坪根系的影响有 2 种相反的观点。一种认为,由于地上茎叶生长受到抑制而使合成物质向地下转移,促进根系的生长;另一种则认为,某些植物生长调节剂对植物细胞有潜在的毒性,降低了光合作用,碳水化合物供应减少,从而使根系生长发育受到抑

制^[7,9,12-13]。

喷施中等质量浓度的多效唑可以抑制高羊茅生长,促进须根的发生,提高根冠比,提高根系活力,促进高羊茅地下植物量的积累^[6-7,14-15]。杨烈^[16]研究认为,质量浓度 600 mg/kg 的多效唑处理高羊茅,地下生长较好,地上部生长低矮,持效期长,为最佳处理方案。张洪荣^[17]用多效唑处理结缕草 *Zoysia japonica* 后,根长受到抑制,但是根系密集,植株的根冠比增大。夏宁^[18]在对高羊茅施用 1.0 g/m² 的多效唑时发现,高羊茅根系长度有所增加,但与对照差异不显著。

本研究表明,喷施多效唑能提高根系的表面积、体积和根冠比,抑制根系下扎,促进地下植物量的积累,质量浓度越高,调控效应越明显。1 300 mg/L 时,地下植物量、根系体积最大,根冠比最高。这可能是喷施多效唑后,根系变粗,数量增加,从而使根质量增加。由于根质量的显著增加,地上植物量降低,根冠比增大。根系表面积与体积的增加,有利于根系对营养物质的吸收和积累,从而增强高羊茅的耐践踏能力。本研究结果与朱永友等^[14]的研究结果相一致,而与夏宁^[18]的研究结果不完全一致。

3.4 由于多效唑抑制高羊茅的生长速度,地面扩展性和根系生长,影响草坪的成坪速度、耐践踏性、竞争力和恢复性,且关于多效唑的适宜使用质量浓度和用量的研究报道差异较大,因此,在生产实践中应根据产品种类和草坪的用途具体选用。高尔夫球场高草区、道路两侧、公路铁路护坡、水土保持、树下等低养护管理水平的高羊茅草坪可用多效唑调控其生长速度^[8],对于以高羊茅为主的新建草坪和足球场草坪等运动强度较大的运动场草坪应慎用或不用多效唑。同时由于受到多效唑种类、草坪草品种、使用时期、使用方法等多种因素的影响,有关多效唑对高羊茅扩展性的调控效应还有待进一步研究。

参考文献

- [1] 孙吉雄. 草坪学[M]. 北京:中国农业出版社,2004: 89-90.
- [2] 丁成龙,沈益新,顾洪如. 春施多效唑对高羊茅生长

及种子生产的影响[J]. 草业学报,2002,11(4):88-93.

- [3] 吴晓玲,邵生荣,姚爱兴,等. 植物生长抑制剂在草坪上的应用研究进展[J]. 草业科学,2000,17(2): 34-38.
- [4] 周秀梅,李保印,汪家哲. 多效唑在冷季型草坪上的应用效果[J]. 河南农业科学,2004(4):59-60.
- [5] 柴琦,王彦荣,孙建华. 坪用草地早熟禾 28 个品种扩展性的比较研究[J]. 草业学报,2002,11(4):81-87.
- [6] 于明礼,孙丽萍. 多效唑对高羊茅草坪草生长和抗旱性的影响[J]. 山东农业科学,2007(1):52-56.
- [7] 霍成君,韩建国,蔡卫国,等. 植物生长调节剂对高羊茅草坪质量的影响[J]. 中国草地,1999(6):46-51.
- [8] 刘国勇,李会彬,边秀举,等. 植物生长延缓剂在草坪上的应用[J]. 草业科学,2007,24(2):100-104.
- [9] 杨志民,李志华,沈益新. 多效唑对高羊茅草坪草生长特性的影响[J]. 草业科学,2002,19(7):43-45.
- [10] 成文竞,崔建宇,闵凡华,等. 三种草坪草的根系分布特征及其对土壤养分的影响[J]. 草业学报,2009,18(1):179-183.
- [11] 罗俊强,韩烈保,陈宝书. 草坪地下生物量与坪用性状的关系[J]. 北京林业大学学报,2000,22(2): 77-80.
- [12] 尚以顺,唐成斌,陈燕萍. 施用矮壮素对匍茎剪股颖草坪的影响[J]. 中国草地,1998(1):50-53.
- [13] 鄢燕,张新全,张新跃. 植物生长调节剂在牧草及草坪草上的应用研究进展[J]. 草原与草坪,2003(3):7-11.
- [14] 朱永友,王治. PP333 复合剂对高羊茅生长发育和生理效应的影响[J]. 草业科学,2000,17(4):70-73.
- [15] 杨文权,寇建村,刘勇,等. 多效唑对 2 种冷季型草坪草生长的影响[J]. 草业科学,2008,25(11):117-119.
- [16] 杨烈,沈国辉,钱振官,等. 多效唑对高羊茅草坪的控长促壮效应(简报)[J]. 上海农业学报,2000,16(增刊):46-48.
- [17] 张洪荣,周志宇. 结缕草生长抑制研究[J]. 草业科学,1996,13(2):32-34.
- [18] 夏宁. 多效唑对高羊茅叶片中淀粉酶和转化酶活性的影响[J]. 植物生理学通讯,2001,37(2):116-118.

Regulation effects of PP333 on extension of tall fescue(*Festuca arundinacea*)

BAI Xiao-ming^{1,2,3}, XIANG Fei^{1,2,3}, LUO Ren-feng⁴, SUN Ji-xiong^{1,2,3}

- (1. College of Pratacultural Science, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, China;
2. Key Laboratory of Grassland Ecosystem (Gansu Agricultural University), Ministry of Education, Lanzhou 730070, China; 3. Sino-U. S. Centers for Grazingland Ecosystem Sustainability, Lanzhou 730070, China; 4. Landscape Art Co., Ltd., Changshu 215500, China)

Abstract: Effects of PP333 on shoot extension and root feature of tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.) were conducted under inside-door pot condition. The results showed that, while the concentration of PP333 was from 100 to 1 900 mg/L, it suppressed growing speed, shoot extension, accumulation of aboveground biomass and root growth, elevated root area, volume, root-shoot ratio, tillering and accumulation of underground biomass of tall fescue; and significant correlations existed among these indexes and PP333 concentration. The tillering slowed when the concentration of PP333 over 1 000 mg/L; it had a little effects on extension distance of aboveground, coverage area and aboveground biomass when concentration of PP333 over 1 300 mg/L. The highest underground biomass, root volume and root-shoot ratio were obtained while the concentration of PP333 was 1 300 mg/L.

Key words: PP333; tall fescue; extension; root feature

中国科技核心期刊、全国优秀农业期刊

《植物遗传资源学报》征订启事

《植物遗传资源学报》是中国农业科学院作物科学研究所和中国农学会主办的学术期刊,为全国中文核心期刊、中国科技核心期刊、全国优秀农业期刊。该刊为中国科技论文统计源期刊、中国科学引文数据库来源期刊(核心期刊)、中国核心期刊(遴选)数据库收录期刊、中国学术期刊综合评价数据库统计源期刊,又被《中国生物学文摘》和中国生物学文献数据库、中文科技期刊数据库收录。据中国期刊引证研究报告统计,2007年度《植物遗传资源学报》影响因子达0.914。

报道内容为大田、园艺作物,观赏、药用植物,林用植物、草类植物及其一切经济植物的有关植物遗传资源基础理论研究、应用研究方面的研究成果、创新性学术论文和高水平综述或评论。诸如,种质资源的考察、收集、保存、评价、利用、创新,信息学、管理学等;起源、演化、分类等系统学;基因发掘、鉴定、克隆、基因文库建立、遗传多样性研究。

双月刊,大16开本,128页。定价20元,全年120元。各地邮局发行,邮发代号:82-643。国内刊号CN11-4996/S,国际统一刊号ISSN1672-1810。

本刊编辑部常年办理订阅手续,如需邮挂每期另加3元。

地址:北京市中关村南大街12号 中国农业科学院《植物遗传资源学报》编辑部

邮编:100081 电话:010-82105794 010-82105796(兼传真)

E-mail: zwyczyxb2003@163.com zwyczyxb2003@sina.com