

几种狼尾草属观赏植物在北京地区的生长特性

武菊英, 滕文军, 袁小环, 杨学军

(北京草业与环境研究发展中心, 北京 100097)

摘 要: 在北京地区气候条件下评价了狼尾草‘紫光’(*Pennisetum alopecuroides* (L.) Spreng ‘Ziguang’)、绒毛狼尾草(*Pennisetum setaceum* (Forssk.) Chiov.)、羽绒狼尾草(*Pennisetum villosum* R. Br. ex Fresen)、狼尾草‘小兔子’(*Pennisetum alopecuroides* Desv. ex Ham ‘Little Bunny’)和东方狼尾草(*Pennisetum orientale* Willd. ex Rich.)的田间生长状况、越冬存活率、根系生物量分布和繁殖特性。结果表明,这5种植物在北京地区气候条件下,能正常发芽、生长、抽穗、开花和结实。其中狼尾草‘紫光’、绒毛狼尾草植株高大,分蘖旺盛,盛花期花序高度达135 cm和156 cm,植株茎数达156和217个/株,地上生物量达608.7和535.3 g/株,根系密集分布空间在距地表10~40 cm,距茎秆0~30 cm。狼尾草‘小兔子’和东方狼尾草株型矮小,株高为40 cm,植株茎数分别为162和108个/株,地上生物量分别为124.2和39.8 g/株,根系密集分布空间为距地表10~30 cm,距茎秆15~30 cm。羽绒狼尾草的茎秆半匍匐生长,分蘖能力强,盛花期花序高为79 cm,植株茎数为389个/株,地上生物量高达619.9 g/株,根系密集区为距地表0~30 cm,距茎秆0~30 cm。狼尾草‘紫光’、狼尾草‘小兔子’和东方狼尾草在北京地区能安全越冬,成活率为100%,羽绒狼尾草和绒毛狼尾草在自然条件下不能越冬,成活率为0。5种狼尾草都可以播种和分株的方式扩繁。

关键词: 观赏草; 狼尾草; 生长特性; 越冬性; 根系分布; 繁殖

中图分类号: Q945; S682.39

文献标识码: A

文章编号: 1000-470X(2009)06-0661-06

Evaluation of Five Ornamental Grasses from *Pennisetum* Rich. Grown in Beijing

WU Ju-Ying, TENG Wen-Jun, YUAN Xiao-Huan, YANG Xue-Jun

(Beijing Research and Development Center for Grasses and Environment, Beijing 100097, China)

Abstract: Field experiments conducted in Beijing to evaluate growth, overwintering, root distribution and propagation of 5 *Pennisetum* plants- *Pennisetum alopecuroides* (L.) Spreng ‘Ziguang’, *Pennisetum setaceum* (Forssk.) Chiov., *Pennisetum villosum* R. Br. ex Fresen, *Pennisetum alopecuroides* Desv. ex Ham ‘Little Bunny’ and *Pennisetum orientale*. Willd. ex Rich. All of the 5 species grown in Beijing region could germinate, well grow, bloom and produce seeds. *P. alopecuroides* ‘Ziguang’ and *P. setaceum* grew up to 135 cm and 156 cm of inflorescences height, with 156 and 217 shoots per plant, and with 608.7 and 535.3 g/plant shoot dry biomass, respectively. Their root system mainly distributed from 10 – 40 cm to soil surface and 0 – 30 cm to the stem. Compare to above two, *P. alopecuroides* ‘Little Bunny’ and *P. orientale* were relatively shorter, the maximum inflorescences height of them were 40 cm, with 162 and 108 shoots per plant and with 124.2 and 39.8 g/plant shoot dry biomass, respectively. While *P. villosum* with horizontal stems were 79 cm of foliage height, but with up to 389 shoots per plant, and the shoot dry biomass was 619.9 g/plant. Its root system mainly distributed 0 – 30 cm to soil surface and 0 – 30 cm to stem. Among all of them *P. alopecuroides* ‘Ziguang’, *P. alopecuroides* ‘Little Bunny’ and *P. orientale* overwintering survival were 100%, while the overwintering survival of *P. setaceum* and *P. villosum* were 0% which indicate these two species could only be planted as annual plant. Moreover, results showed that all of them could be propagated both by sowing and division.

Key words: Ornamental grasses; *Pennisetum* Rich.; Growth characters; Overwintering survival; Root distribution; Propagation

收稿日期: 2008-12-31, 修回日期: 2009-05-03。

基金项目: 北京市科委项目‘观赏草选育及其产业化开发研究’(D08050600120802); 科技部科技支撑项目‘节水抗旱绿化草品种筛选研究与示范’(2007BAD88B09-04)。

作者简介: 武菊英(1961-), 女, 河北保定人, 硕士研究生, 主要从事观赏草资源及利用研究(Email: wujuying@grass-env.com)。

狼尾草属(*Pennisetum* Rich.) 分类上隶属禾本科、黍亚科、黍族、蒺藜草亚族。该属约有 80 余种,是世界性大属,广泛分布于热带、亚热带和部分温带地区^[1]。该属植物中有许多是重要的饲草资源,我国目前已开发或引进了许多该属植物作为饲草种植,并在生物学特性、适应性、产量和品质方面展开了研究^[2-4]。同时该属中许多种还是重要的观赏植物,如近几年在景观园林中大量应用的狼尾草‘紫光’(*P. alopecuroides* (L.) Spreng ‘Ziguang’)、羽绒狼尾草(*P. villosum* R. Br. ex Fresen)、绒毛狼尾草(*Pennisetum setaceum* (Forssk.) Chiov.)、东方狼尾草(*P. orientale* Rich.)和狼尾草‘小兔子’(*P. alopecuroides* Ham ‘Little Bunny’)就是较好的几种观赏型狼尾草。由于狼尾草具有耐干旱、耐瘠薄、管护简单、景观效果自然质朴等特性,很受园艺学家和园林设计师的青睐,应用数量迅速增加^[5-7]。我国目前对这几种观赏型狼尾草已经在资源引进和配置应用方面开展了一些工作,如武菊英评价了狼尾草在北京地区的适应性和观赏性^[8,9],并介绍了如何在园林绿地中的应用^[10],但关于这 5 种狼尾草的生物学特性,特别是根系的生长分布状况,目前还未见报道。因此,研究其生物学特性和根系分布特点,为其合理的配置应用、充分发挥其生态和景观效果都有着重要的意义。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地设在北京市昌平区小汤山镇北京草业与环境研究发展中心草圃基地,位于北纬 40°10′33″,东经 116°26′12″,属半湿润大陆性季风气候。年均气温 11.8℃,2006 年降水量 439.73 mm,2006 年蒸

发量 1768.5 mm;2006 年最高气温 39℃,2007 年最低气温 -17℃。试验区土壤为壤土,基本理化性质如表 1。

1.2 试验材料

供试材料共有 5 种观赏型狼尾草,来自不同国家(见表 2),其中狼尾草‘紫光’是由北京草业与环境研究发展中心选育的新品种,其他 4 种均购于相应国家的植物园或苗圃。

1.3 试验方法

1.3.1 地上部生长特性

2006 年 1 月 22 日在温室中将 5 份狼尾草材料的种子分别播种在育苗穴盘中,3 叶期后移栽至 8 cm×8 cm 的营养钵中,内填基质为:园土:草炭=1:1。幼苗长到 6 叶期时,移栽至田间小区。小区的面积为 5 m×6 m,狼尾草‘紫光’、绒毛狼尾草和羽绒狼尾草的植株行距为 1.5 m,东方狼尾草和狼尾草‘小兔子’的植株行距为 1.0 m。移栽后浇透水,定植后依靠自然降水,必要时人工锄草。当 5 种狼尾草生长到盛花期时,观察记载各个种的基本植物学特征,测量鞘高、花序高和冠幅,记录花序数、茎数、花序长以及地上生物量。鞘高指最上部叶片的叶鞘到栽培基质表面的垂直高度,花序高是指盛花期花序顶端距基质表面的高度,冠幅指盛花期植株冠层宽度,为 2 次垂直方向测量的平均值。

1.3.2 繁殖特性

本试验主要研究了播种和分株 2 种繁殖方式。播种繁殖:成熟期采集 5 种狼尾草的种子,于尼龙纱网中自然晾干后脱粒,装入种子瓶中,置于 4℃ 冰箱中保存。第二年 2 月初将种子分别播种在 20 cm×20 cm 育苗盘中,每盘播种 50 粒,在温室条件下(昼夜温度为 30℃/15℃)发芽,20d 后调查发芽率。当

表 1 试验小区土壤基本理化性质
Table 1 Chemical properties of the soil for field trials

有机质(%) Organic matter	全氮(%) Total N	全磷(%) Total P	全钾(%) Total K	速氮(mg/kg) Available N	速磷(mg/kg) Available P	速钾(mg/kg) Available K	电导率(ms/cm) Electricity conduct	pH	土壤容重(g/cm ³) Soil density
2.366	0.087	0.094	1.992	53.48	40.65	286.65	0.272	7.61	1.18

表 2 供试植物名称和来源
Table 2 Names and originals of plants for field trials

中文名 Chinese name	英文名 Common name	拉丁名 Scientific name	来源 Original
狼尾草‘紫光’	Chinese fountain grass	<i>Pennisetum alopecuroides</i> (L.) Spreng ‘Ziguang’	中国北京
绒毛狼尾草	African fountain grass	<i>Pennisetum setaceum</i> (Forssk.) Chiov.	意大利卡塔尼亚
羽绒狼尾草	Feathertop fountain grass	<i>Pennisetum villosum</i> R. Br. ex Fresen	西班牙巴塞罗那
狼尾草‘小兔子’	Minature(dwarf) fountain grass	<i>Pennisetum alopecuroides</i> Desv. ex Ham ‘Little Bunny’	美国明尼苏达
东方狼尾草	Oriental fountain grass	<i>Pennisetum orientale</i> Willd. ex Rich.	加拿大温哥华

幼苗生长到3叶1蘖时移栽至15 cm×15 cm的营养钵中观察生长情况,统计幼苗成活率。

分株繁殖:植株生长进入枯黄期后,每个种选取3株,将地上部沿地表剪掉,挖出根系,去掉泥土,剪掉3/4须根,以10个蘖为一丛进行分根,新分的根系移栽至25 cm×25 cm的营养钵中,浇透水后置于温室(昼夜温度为25℃/15℃)中观察生长情况,30 d后统计成活率。

1.3.3 越冬特性

当植株生长进入到枯黄期时,进行越冬处理。分别是:(A)在齐地面处将地上部剪掉,留地下根系越冬;(B)将地上部剪掉,根茬上面覆盖约10 cm的土层,第二年春天返青前将覆盖土层去掉;(C)保留地上部枯黄植株,直至第二年春季返青前。第二年春天返青后调查各个种的成活率。

1.3.4 根系生物量分布特征

根系测量采用根钻法,根钻直径为0.1 m,深度为0.1 m。以狼尾草茎秆为中心,按0~15 cm、15~30 cm、30~45 cm、45~60 cm水平间隔在南、北2个方向上取样,每个水平距离取6个深度,分别是0~10 cm、10~20 cm、20~30 cm、30~40 cm、40~50 cm和50~60 cm。将土样在RWC带泵冲根系统(英国,Delta-T公司)中冲洗约20 min,沥干水后去掉杂质,称根系鲜重,然后在80℃烘箱中烘至恒重后称重。将同一种植物的不同区组、不同植株、不同方位以及不同距离的根系生物量分布按照下列公式进行合并计算^[11,12]。

某特定土层(距茎秆距离)根系的密度(g/m³)

$$\frac{\sum_{g=1}^l \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k m}{l \cdot n \cdot k} \cdot \frac{1}{\pi r^2 h}$$

式中: r 为根钻半径(0.05 m), h 为土层厚度(0.1 m), m 为根重(g), l 为小区数, n 为植株总数, k 为样点总数。

1.3.5 试验设计

实验采用完全随机区组排列,每种处理重复3

次。每个小区内随机抽取3株调查生长特性,取平均值;每个小区抽取2株测定根系生物量分布特征;越冬率为3个重复所有植株的数据。

2 结果与分析

2.1 生长特性

从表3可看出,5种狼尾草在株高、冠幅、茎数以及花序等生长特性方面都表现出了明显的不同。狼尾草‘紫光’和绒毛狼尾草植株较高,花序高分别达到了135.6 cm和156.0 cm;这两种草的分蘖能力也较强,一个生长季的分蘖数就分别达到了156个/株和217个/株,其冠幅分别达到了121.5 cm和109.3 cm,适合在较开阔的地方种植。相比之下,狼尾草‘小兔子’和东方狼尾草的植株较矮,株高只有45.7 cm和41.6 cm,花序高只有73.4 cm和60.4 cm;但狼尾草‘小兔子’的茎数较多,达到了162个/株,因而适合在较小的空间条件下丛植或片植。羽绒狼尾草具有半匍匐生长的特性,其茎秆平铺生长,所以株高较矮,只有79.3 cm;该草种分蘖能力较强,一年生植株的茎数达到了389个/株,其冠幅达到了121.8 cm,所以该草种适合做覆盖种植。

从花序的特性看,狼尾草‘紫光’和狼尾草‘小兔子’的花序较多,分别为111个/株和114个/株,花序率也较高,都达到了70%。绒毛狼尾草花序数较少,花序率只有16%,但其花序较长,平均花序长度达到了27.7 cm,具有较高的观赏价值。而羽绒狼尾草和东方狼尾草花序数少,平均花序数只有48个/株和34个/株,且花序短,只有11 cm。所以从观赏的角度看,狼尾草‘紫光’、绒毛狼尾草和狼尾草‘小兔子’适合做观花型植物。

5种狼尾草地上生物量也有明显的不同。狼尾草‘紫光’、绒毛狼尾草和羽绒狼尾草的地上生物量明显高于另外2种,其中羽绒狼尾草和狼尾草‘紫光’的地上部干重超过了600 g/株,而东方狼尾草的地上部干重只有39.8 g/株。地上生物量的差异主

表3 5种观赏型狼尾草一个生长季节后株高、冠幅、茎数、花序数、花序长、地上生物量和穗粒数
Table 3 Means of plant height, width, number of shoots and inflorescences, shoot biomass and seeds of 5 *Pennisetum* plants

种类* Species	花序高(cm) Inflorescences	鞘高(cm) Foliage height	冠幅(cm) Width	茎数 No. of shoots	花序数 No. of inflorescences	花序率(%) Percentage of inflorescences	花序长(cm) Length of inflorescences	地上部干重(g/P) Shoot biomass	穗粒数 No. of seeds/F
狼尾草‘紫光’	135.6	93.4	121.5	156	111	71.5	19.2	608.7	212.3
绒毛狼尾草	156.0	122.5	109.3	217	35	16.1	27.7	535.3	81.3
羽绒狼尾草	79.3	79.3	121.8	389	48	12.5	11.1	619.9	13.0
狼尾草‘小兔子’	73.4	45.7	82.1	162	114	70.9	9.1	124.2	77.2
东方狼尾草	60.4	41.6	66.0	108	34	32.1	11.2	39.8	4.1

Notes: * The scientific names of plant refer to Table 2; P - Plant; F - Florescence.

要由株高和茎数的不同所致,东方狼尾草在株高、茎数方面都明显低于其他4个品种,所以其地上生物量也表现出了比其他4个品种低的结果。

2.2 越冬特性

越冬性是评价一种引进植物能否在当地成功应用的重要指标,也是其生态适应性的重要指标。由于狼尾草属的起源中心在非洲,其许多种具有喜温好湿且耐干旱的特性,而冬季低温是影响其生长的重要因素。本试验的结果表明:狼尾草‘紫光’、狼尾草‘小兔子’和东方狼尾草在自然生长条件下能正常越冬,第二年春季的成活率均为100%(见表4)。而绒毛狼尾草和羽绒狼尾草在本试验条件下

表4 不同越冬处理条件下狼尾草*的越冬成活率(%)

Table 4 Overwintering survival (%) of 5 *Pennisetum* plants under 3 overwintering treatments

处理 Treatment	狼尾草 ‘紫光’	绒毛狼 尾草	羽绒狼 尾草	狼尾草 ‘小兔子’	东方狼 尾草
修剪不覆盖 Cutting back early winter	100	0	0	100	100
后覆盖 Cutting back and covered by soil	100	0	0	100	100
不修剪 No cutting back	100	0	0	100	100

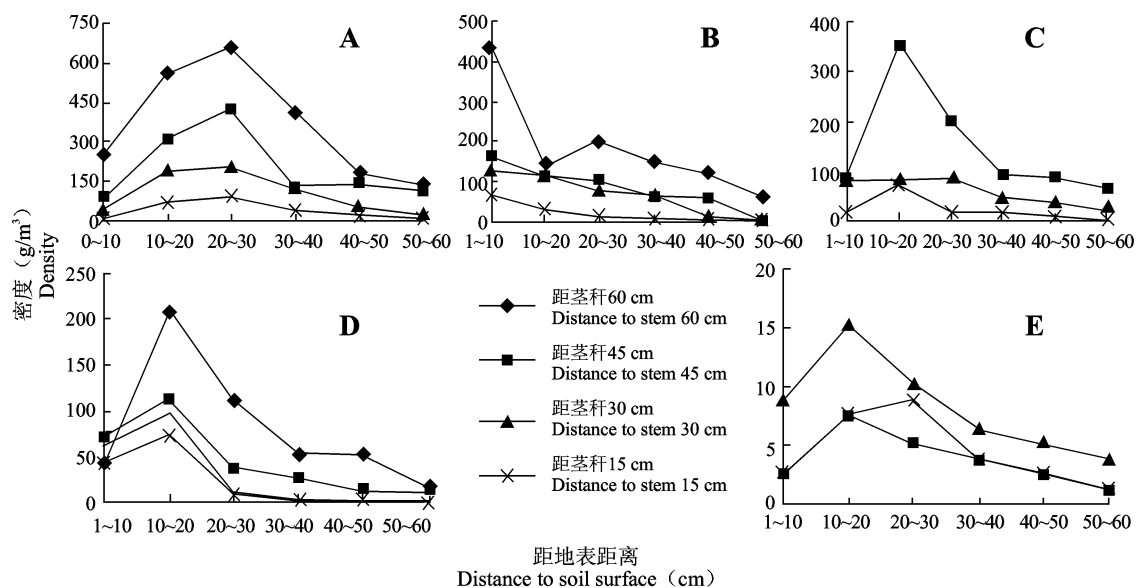
* The scientific names of plant refer to Table 2.

不能安全越冬,越冬成活率为0。至4月下旬,将根系挖出观察,2种狼尾草的根系均已腐烂,没有发芽的可能。狼尾草‘紫光’系北京本地野生驯化种,经

过多年多代的生长,已经完全适应当地的气候特点,所以在自然条件下能安全越冬;狼尾草‘小兔子’与狼尾草‘紫光’属同一种中的不同品种,在适应性等许多方面与‘紫光’相似,因而其在本试验条件下也能安全越冬。同样地,东方狼尾草的原产地在亚洲西北部,对冬季低温有一定的适应性,故越冬成活率也达到了100%。绒毛狼尾草和羽绒狼尾草起源地在地中海地区,喜光喜温,但不耐低温,最低忍耐温度只有 $-1.1 \sim 4.4^{\circ}\text{C}$ ^[13],而北京地区冬季平均最低温度为 -9.4°C ,所以这2种狼尾草在北京地区自然条件下不能安全越冬。卢欣石等^[14]的研究结果表明:原产地在亚热带中型狼尾草(*P. longissium* var. *intermedium*) 在温带气候条件下(兰州,年均温度 9.3°C)很难越冬,第二年返青率为0。与本试验的结果相似。

2.3 根系生物量分布特征

从根系生物量的测定结果看,狼尾草‘紫光’的根系生物量最大,分布最密集的地方在距离茎秆45 cm、距离地表20~40 cm的区域,最高密度达到了 660 g/m^3 ,而在距地表10 cm以上和40 cm以下根系生物量明显减少(见图1:A);根系生物量次之的是羽绒狼尾草,其根系分布的密集区在距茎秆1~30 cm、距地表1~30 cm的区域(见图1:B)。这与地上部生长特性的表现是一致的(见表3),这2种狼尾草植株分蘖能力强,冠幅大,地上部生物产量高,所以其根系生长发育也相应地强壮。与地上部



A:狼尾草‘紫光’; B:羽绒狼尾草; C:狼尾草‘小兔子’; D:绒毛狼尾草; E:东方狼尾草
A: *P. alopecuroides* ‘Ziguang’; B: *P. villosum*; C: *P. alopecuroides*; D: *P. setaceum*; E: *P. orientale*

图1 五种狼尾草属观赏植物根系垂直和水平方向密度分布(g/m^3)

Fig. 1 Root density distribution of five *Pennisetum* in vertical and horizontal (g/m^3)

生长特性相比,绒毛狼尾草的根系生物量相对较低,最高根系密度只有 200 g/m^3 ,根系分布空间较小,密集分布区为距茎秆 30 cm、距地表 20 ~ 30 cm 的区域内(见图 1: D)。根系生物量少、分布空间小,势必导致其营养、水分等吸收量低,从而使地上部生长不能得到充分的营养。从表 3 可看出,该种植物的花序很少,花序率只有 16%,可能是由于营养不足所致。从 2 种株型矮小的狼尾草看,狼尾草‘小兔子’根系发达,最高根系密度达到了 350 g/m^3 (见图 1: C),而东方狼尾草根系弱,最高密度只有 15 g/m^3 (见图 1: E)。这与地上部的生长表现完全一致(见表 3):狼尾草‘小兔子’分蘖数多,花序率高达 70%,地上部生物量高,而东方狼尾草在分蘖数、花序率和生物量方面都明显低于前者的。

在水平方向上几种狼尾草的根系分布都与其冠幅大小相关,3 种高大型种的根系在水平方向上都超过了 60 cm,相应的冠幅直径都在 110 cm 左右,所以这 3 种草种植时植株行距应在 120 cm 以上。2 种矮小型狼尾草的根系水平分布在 30 cm 以上,与它们 60 ~ 80 cm 的冠幅相关,其适宜的植株行距应在 60 cm 左右。从图 1:A 还可看出:狼尾草‘紫光’的根系在 20 ~ 30 cm 土层出现了一个高峰,无论距离茎秆多远,该层的根系都是所有土层中密度最高的,这表明该土层是狼尾草‘紫光’根系生长和吸收的中心。

2.4 繁殖特性

本试验条件下 5 种狼尾草都能正常生长、开花和结实,完成其生活史(见表 3),并且成熟的种子除东方狼尾草外,其他 4 种的发芽率都在 80% 以上(见表 5)。相比之下,东方狼尾草的种子发芽率较低,为 67.3%,但正是该种植物具有地下根茎,因而在繁殖特性上可以与种子繁殖协同互补。发芽后的幼苗在没有其他植物竞争的条件下,成活率都在 92% 以上,这样可使 5 种狼尾草在生态对策上表现

出较高的繁殖性能以及较快的生长速度,因而对生存空间必然表现出较强的侵占性。

3 讨论

(1)本试验结果表明,5 种狼尾草属植物都能产生相当数量的种子,且种子的发芽率较高。这种繁殖特征将可能导致其通过落粒自繁的方式在周围环境中扩散,一旦失控,将产生入侵风险。关于狼尾草作为入侵植物的报道已有很多^[15,16],绝大部分都是作为观赏植物引入到入侵地,其中最严重的是绒毛狼尾草,该种植物已经在夏威夷、澳大利亚等国家产生了环境入侵。其原因是这些国家或地区的气候条件非常适合该植物的生长繁殖,并且能安全越冬使其成为多年生植物。在我国作为饲草作物引进了许多狼尾草属植物,尽管其生长健壮,产量很高^[3,17],目前还未见有环境入侵风险的报道。据第二年观察,在本试验地周边环境,只发现了狼尾草‘紫光’的自繁苗,未见有其他 4 种植物。进一步研究表明,狼尾草‘紫光’的幼苗在自然条件下与周围物种的竞争力很弱,通过农艺措施很容易将其除掉^[17]。但这些结果只是初步的,评价指标也还不完善,因此在北京气候条件下,这几种狼尾草是否具有入侵风险,还应开展全面系统的研究。

(2)从应用的角度看,狼尾草‘紫光’、狼尾草‘小兔子’和东方狼尾草在北京地区能正常越冬,可以作为多年生观赏草植物应用,而绒毛狼尾草和羽绒狼尾草只能作为一年生植物应用,与国外文献中介绍的应用方式有些不同^[6,7],在地中海、南美等一些温暖地区,绒毛狼尾草和羽绒狼尾草都作为多年生观赏草种植,这主要是气候不同所造成的。分根是狼尾草扩繁的常用技术,该方法一方面可以保持品种的观赏特性,另一方面可以保持植株旺盛的生长活力,避免生长时间过长时老植株中心部分的枯干和衰退。在本试验条件下,5 种植物分根幼苗的成活率都达到了 95% 以上,可以作为种苗扩繁的技术在生产中应用。

(3)不同土壤深度的根系生物量,可以反映该植物在某一土层深度的生长能力,积累的生物量越多,表明在该层中利用土壤养分、水分及微量元素的能力越强。在垂直分布特征上,狼尾草‘紫光’、绒毛狼尾草、狼尾草‘小兔子’和东方狼尾草都表现出了相似的分布特征,即在 1 ~ 10 cm 根系相对较少,10 ~ 30 cm 根系密度最高,之后随着深度增加而减少。

表 5 播种和分根条件下 5 种狼尾草的幼苗成活率(%)

Table 5 Seedling survival of 5 *Pennisetum* species by sowing and division (%)

种类 Specie	播种 Sowing		分根 Division	
	发芽率(%) Germination rate	幼苗成活率(%) Survival	分根数 Total pot	成活率(%) Survival
狼尾草‘紫光’	92.8	97.1	150	96.7
绒毛狼尾草	87.1	92.4	150	95.3
羽绒狼尾草	85.3	93.0	150	96.0
狼尾草‘小兔子’	81.1	95.8	100	96.0
东方狼尾草	67.3	94.3	100	97.1

* The scientific names of plant refer to Table 2.

从目前对狼尾草属植物根系研究的报道看,其根系大都集中分布在土壤表层1~20 cm,而在20 cm以下则逐渐减少^[13,18]。本试验的结果与此不同,这可能与种植和管理方式有关。狼尾草属植物做牧草种植时,都是采取播种的种植方式,密度远远高于本试验条件下的密度,另外,当牧草型狼尾草生长到一定生育期时,地上部即被刈割。这种管理模式将促使其根系在耕层即1~20 cm处生长发育,吸收营养,而不是向深层发展。Mickovski^[19]对固土护坡禾本科植物香根草(*Vetiveria zizanioides*)的根系研究表明,其根系的垂直密集分布范围在11~27 cm,水平密集分布范围为15~29 cm,与本试验的结果相似。朱钟麟等^[20]对一株3年生蓼草(*Eulaliopsis binata*)在自然生长条件下根系分布特征的研究结果表明,其根系密度在距地表1~10 cm土层最高,之后随土层深度递减。本试验中只有绒毛狼尾草表现出了相似的分布特征,其他4种均表现为1~10 cm根系密度较低,10~30 cm根系密度较高。根系的分布特征因植物种类不同而表现很大的差异,即使同一属的植物其根系分布也有明显的不同^[21]。而且根系的分布特征也随土质、水分等条件的变化而变化^[22]。

4 结论

(1)狼尾草‘紫光’、羽绒狼尾草、绒毛狼尾草、狼尾草‘小兔子’和东方狼尾草在本试验条件下都能在北京地区发芽、生长、抽穗、开花和结实,完成生活史。其中狼尾草‘紫光’、东方狼尾草和狼尾草‘小兔子’在自然条件下能安全越冬,可以作为多年生植物种植,而羽绒狼尾草和绒毛狼尾草不能在自然条件下越冬,只能作为一年生植物种植。

(2)狼尾草‘紫光’和绒毛狼尾草植株高大,根系发达,花序率高,花序长,适合在开阔地作为观花植物种植,狼尾草‘小兔子’和东方狼尾草植株相对矮小,花序小,适合在窄小地方作花镜,而羽绒狼尾草茎秆平铺,适合做地被覆盖植物。

(3)5种狼尾草都能以播种和分根的方式扩繁,分根繁殖植株的成活率都在95%以上,可作为种苗扩繁技术应用于生产中。

参考文献:

- [1] 徐柱. 中国禾草属志[M]. 呼和浩特: 内蒙古人民出版社, 1997: 299-301.
- [2] 同文轩, 何咏松, 张林海. 国产狼尾草属野生种比较研究初报[J]. 草业科学, 1990, 7(4): 51-53.

- [3] 陈佳敏, 王金山, 张惠光, 等. 高粱属及狼尾草属饲草杂交种引种试验[J]. 草业科学, 2005, 22(5): 49-52.
- [4] 李保军, 吴仁润. 乾宁狼尾草和中序狼尾草的某些生物学特性初探与核型分析[J]. 草业科学, 1993, 10(3): 18-32.
- [5] Michael N D. Trends in New Crops and New uses[M]//Janick J, Whipkey A eds. Ornamental Grasses and Sedges as New Crops. Alexandria, VA, USA: ASHS Press, 2002: 473-478.
- [6] King M, Oudolf P. Gardening with Grasses[M]. Portland, Oregon, USA: Timber Press, 1998: 40-67.
- [7] Grounds R. Ornamental Grasses[M]. Portland, Oregon, USA: Timber Press, 1998: 12-54.
- [8] 武菊英, 滕文军, 王庆海. 狼尾草的生物学特性及在园林中的应用[J]. 中国园林, 2005, 21(12): 57-59.
- [9] 武菊英, 滕文军, 王庆海, 孙振元. 多年生观赏草在北京地区的生长状况与观赏价值评价[J]. 园艺学报, 2006, 33(5): 1145-1148.
- [10] 武菊英. 观赏草给花园设计注入新的活力[J]. 中国花卉园艺, 2003, 15: 34-35.
- [11] 李鹏, 李占斌, 赵忠, 等. 渭北黄土高原不同立地上刺槐根系分布特征研究[J]. 水土保持通报, 2002, 22(5): 16-20.
- [12] 成向荣, 黄明斌, 邵明安, 等. 紫花苜蓿和短花针茅根系分布与土壤水分研究[J]. 草地学报, 2008, 16(2): 171-175.
- [13] Darke R. The Color Encyclopedia of Ornamental Grasses[M]. Portland, Oregon, USA: Timber Press, 1999: 253-261.
- [14] 卢欣石, 申玉龙, 江玉林, 等. 狼尾草属野生种在黄土高原地区适应性观察与分析[J]. 草业科学, 1991, 8(3): 33-37.
- [15] Joubert D F, Cunningham P L. The distribution and invasive potential of fountain grass *Pennisetum setaceum* in Namibia[J]. *Diversity*, 2002, 27: 37-47.
- [16] Tunison J T. Ecology and control of fountain grass (*Pennisetum setaceum*) [EB/OL]. [2000-09-03] <http://www.hawaiiiforest.org/reports/EcolContoffountainGrass.pdf>, 1994.
- [17] 卢清, 王庆海, 武菊英, 等. 狼尾草的种子特征与扩散风险分析[J]. 武汉植物学研究, 2007, 25(6): 636-640.
- [18] 漆智平, Rao I M, Ricaurte J. 象草和壮丽草根系空间分布及养分吸收研究[J]. 草地学报, 1999, 7(1): 23-26.
- [19] Mickovski S B, Beek L P H, Salin F. Uprooting of vetiver uprooting resistance of vetiver grass[J]. *Plant and Soil*, 2005, 278: 33-41.
- [20] 朱钟麟, 卿明福, 刘定辉, 等. 蓼草根系特征及蓼草经济植物埂的水土保持功能[J]. 土壤学报, 2006, 43(1): 165-167.
- [21] Lavania S. Vetiver Root System: search for the ideotype[C]//Proceedings of the Third International Conference on Vetiver and Exhibition, Guangzhou, China, October 2003. Beijing: China Agriculture Press, 2003: 526-530.
- [22] Pothinam A. Vetiver Root and Soil Moisture Conservation from Vetiver Grass Establishment on Degraded Soils[C]//Proceedings of International Workshop on Sustained Management of the Soil-rhizosphere System for Efficient Crop Production and Fertilizer Use, Bangkok, Thailand, October 16-20, 2006. Taipei: FFTC Publication, 2006: 1-7.