

四种园林花卉苗期抗旱特征分析及抗旱能力评价

魏 鹏

(宁夏职业技术学院 生物与制药技术系/宁夏现代农业职业技能公共实训中心,宁夏 银川 750002)

摘要:为了促进园林花卉的科学养护,以4种北方园林草本花卉马蔺(*Iris lactea* Pall. var. *Chinensis* (Fisch.) Koidz)、金娃娃萱草(*Hemerocallis fulva* cv. 'Golden Doll')、美国石竹(*Dianthus barbatus* f. *American*)和荷兰菊(*Aster novi-belgii*)为研究对象,通过室内条件下控制土壤相对含水量,研究3个不同土壤相对含水量水平下(正常含水(CK)、中度干旱(MS)、重度干旱(SS))4种园林花卉植物种苗生长过程中地上地下部分器官的抗旱特征,并采用隶属函数法评价这4种植物的抗旱能力。结果表明:(1)随着土壤相对含水量减少,马蔺的茎叶(含功能叶)和根系含水量均降低,根干重、根系长度均升高,根表面积随之升高;(2)金娃娃萱草在MS处理下根长、平均根直径、根表面积、根干重、根含水量、比叶重、茎叶干重、茎叶含水量均最高,表明金娃娃萱草苗期水分需求较低,根叶水分利用统一高效;(3)美国石竹根干重CK最高,MS与SS两处理差别不大,地上干重3种处理无明显差异。根含水与地上茎叶含水变化一致,先升高后降低,其它指标在不同水分处理下变化规律不明显;(4)荷兰菊在各土壤含水量处理下,根系生长变化与吸水特征不明显;(5)利用隶属函数综合评价4种植物抗旱能力的结果表明,金娃娃萱草的抗旱能力最强,马蔺和美国石竹次之,荷兰菊的抗旱能力较弱。

关键词:园林草本;WinRHIZO根系分析系统;比叶重;抗旱性;隶属函数

中图分类号:Q94 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-2767(2017)04-0066-06 DOI:10.11942/j.issn1002-2767.2017.04.0066

植物抗旱特征是受多因素影响的复杂数量性状^[1]。从植物生理生态学角度来讲,植物对干旱的适应从遗传基因、生理生化、形态解剖、器官功能等方面表现出多样性^[2],如植物体内脱落酸分泌增加,同步叶片气孔关闭^[3];主根伸长,以利于吸收深层土壤水分^[4]。同时,由于植物地上地下部分生长的相关性,植物在干旱胁迫下地上器官与地下器官表现出一定的协同性^[5]。因此,单一干旱胁迫下,单一器官、单一指标均难以准确反映植株抗旱性强弱^[6]。

马蔺(*Iris lactea* Pall. var. *chinensis*(Fisch.) Koidz)、金娃娃萱草(*Hemerocallis fulva* cv. 'Golden Doll')、美国石竹(*Dianthus barbatus* f. *American*)、荷兰菊(*Aster novi-belgii*)4种植物抗旱性明显、观赏性较高,是北方城市园林绿化中使用频率较高的园林植物^[7-10]。针对目前银川严重缺水、园林养护水分利用率较低的现状,亟需开展4种植物的抗旱能力研究并对其耐旱性进行综

合评价。

隶属函数法是目前研究植物抗旱能力的常用方法^[11],它集成测量指标的抗旱信息,最大程度反映植物抗旱的真实能力。本文筛选相关测量指标,以银川市区栽植的马蔺、金娃娃萱草、美国石竹、荷兰菊为试验材料,利用隶属函数法分析比较4种植物苗期的抗旱能力,为后续绿化设计、养护提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料

于2014年秋末在宁夏职业技术学院新校区(N 38°31', E 106°08')内采集马蔺(*Iris lactea* Pall. var. *Chinensis* (Fisch.) Koidz)、金娃娃萱草(*Hemerocallis fulva* cv. 'Golden Doll')、美国石竹(*Dianthus barbatus* f. *American*)、荷兰菊(*Aster novi-belgii*)4种植物种子,于冰箱-1℃冷藏保存。

1.2 方法

1.2.1 种子播种 2015年3月在实验室使用育苗槽播种,选取饱满和表皮未损伤的种子用清水浸泡,待最大吸水软化后播种。所有育苗槽覆盖塑料薄膜并用铅笔在顶部戳洞,以减少水分蒸散

收稿日期:2017-02-27

基金项目:宁夏高等学校科学研究资助项目(NGY2014188)

作者简介:魏鹏(1981-),男,宁夏回族自治区银川市人,硕士,讲师,从事植物生理生态学研究。E-mail: weipeng135@126.com。

并保持透气性。槽内基质湿度保持在 85% 以上。

待子叶长出 30 d 后,将生长均一的幼苗单株移入直径 15.5 cm×15.5 cm,高 16 cm 的塑料花盆。每个花盆中装 1.1 kg 晒干土,土壤取自宁夏职业技术学院新校区东北部草坪甸 10 cm 下沙壤土,盆栽土壤最大持水量 31.38%。

1.2.2 干旱处理 适应盆栽环境 30 d 后,选取无黄化叶片、无病害的健康植株进行干旱处理,每种植物设 3 个水分梯度,以盆栽土壤相对含水量为 75%~80% 为对照(CK),50%~55% 为中度干旱胁迫(MS),20%~25% 为重度干旱胁迫(SS)。

每天 18:00 用电子天平(0.001 g)称取花盆重量,用烧杯补水,严格控制各处理的相对含水量,每处理设 20 个重复。采用昼夜日光灯提供光照。

1.2.3 指标测量 待干旱处理 25 d 后,测定叶片大小、干鲜重、叶片内含物(通过比叶重显示)、根系生长发育等相关指标。

使用叶面积仪 AM350 测量各植物功能叶片长(0.01 cm)、宽(0.01 cm)、叶形指数(叶片长/宽)、叶面积(0.1 cm²)后计算比叶重[叶片鲜重除以叶片面积(0.000 1 g·cm⁻²),它能反映出叶片薄厚、内含物多少等信息]。

利用 REGENT 根系分析仪^[12]对各水平处理下根系生长深度分析,利用 WinRHIZO 根系分析系统测量总根长(Length)、平均根系直径(Avg-Diam)、总根表面积(SurfArea)、总根体积(RootVolume)、根尖数(Tips)5 项与根系水分吸收密切相关的指标。每种处理测量 15 株。利用隶属函数法对 4 种植物的抗旱性进行综合评价。

1.2.4 抗旱性综合评价 模糊数学中的隶属函数法的计算公式为:

$$X_{(i)} = \frac{\bar{X} - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}}$$

先计算每种植物每种处理测量指标平均值,对这些平均值排序,最大值即为 X_{\max} ,最小值即为 X_{\min} ,对每种植物 3 个干旱水平之间计算平均值,得 \bar{X} ,利用公式计算得该指标的隶属值 $X_{(i)}$ 。如果 $X_{(i)} < 0$,则计算公式为:

$$X_{(i)} = 1 - \frac{\bar{X} - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}}$$

分别计算 4 种植物 3 种干旱水平地上茎叶干

重、地上茎叶含水量、比叶重、根干重、根含水量、总根长、根尖数、平均根系直径 8 项指标的隶属值,然后计算每种植物 8 个隶属值平均值,并对 4 种植物对应的 4 个平均值排序,根据数值大小评判抗旱性强弱。

1.2.5 数据分析 同一植物不同干旱处理之间利用 SPSS19.0 进行 ANOVA 分析,显著性水平均为 $P < 0.05$,图表通过 Origin9.0 结合 Excel 制作。

2 结果与分析

2.1 4 种植物不同水分处理下地上部分含水量和干重变化

从图 1 可知,与 CK 相比,中度干旱下,美国石竹、荷兰菊和金娃娃萱草的地上部分含水量呈上升趋势,重度干旱下,地上部分含水量急剧下降,地上部分干重的变化趋势相同;马蔺地上部分含水量和干重随着干旱程度加剧而显著减少,马蔺营养生长期对水分需求较多。MS 处理下,美国石竹、荷兰菊、金娃娃萱草这 3 种植物能够在体内贮存水分以适应外界土壤水分的降低。

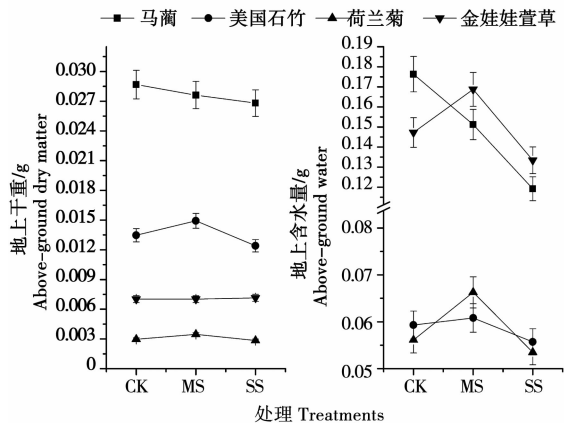


图 1 4 种植物不同干旱处理地上器官含水与干重的变化

Fig. 1 Change of above-ground water content and dry weight of four plants under dry treatment

2.2 4 种植物不同干旱处理对功能叶片生长的影响

随着土壤相对含水量减少,荷兰菊和金娃娃萱草的叶形指数呈现减少趋势。美国石竹的叶形指数 MS 最低;马蔺叶形指数变化特殊,MS 最高,高于正常土壤含水量 CK 21.5%,随着干旱程度加剧,叶形指数下降,但仍然高于正常土壤含水量 CK。

4 种植物叶片面积变化趋势基本一致,均随

着供水减少呈现降低趋势,功能型叶片面积逐渐降低,表明水分缺乏抑制叶片生长和干物质积累。其中,金娃娃萱草最为明显,SS 与 CK 两处理之间相差 0.44。

随着土壤相对含水量的降低,马蔺的比叶重呈降低趋势,结合叶面积变化可知,干旱致使马蔺叶片变小、变瘦。美国石竹跟金娃娃萱草在土壤干旱加剧下,物质的合成和积累加速。荷兰菊比叶重在中度干旱处理下最高。

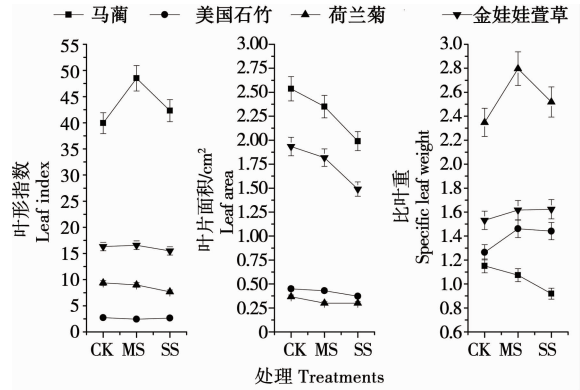


图2 4种植物不同干旱处理功能型叶片生长变化的比较

Fig. 2 Comparison of growth change of functional leaf of four plants under dry treatment

2.3 4种植物不同干旱处理根系干重与含水量的变化

马蔺随着缺水严重根干重逐渐升高,SS 明显高于 MS 处理,结合图 1 和图 3,表明马蔺在干旱环境下快速吸收水分,主要用于根的生长,地上茎

叶生长萎缩。
金娃娃萱草根干重、根含水与地上干重、茎叶含水量变化规律一致,MS 处理均最高,表明干旱环境下金娃娃萱草对水的吸收、分配、使用各器官整体统一的抗旱特征。

美国石竹根干重 CK 最高,MS 与 SS 处理差别不大,地上干重 3 种处理无明显差异。美国石竹根含水与地上茎叶含水变化一致,先升高后降低。

荷兰菊需水与抗旱特征不明显。

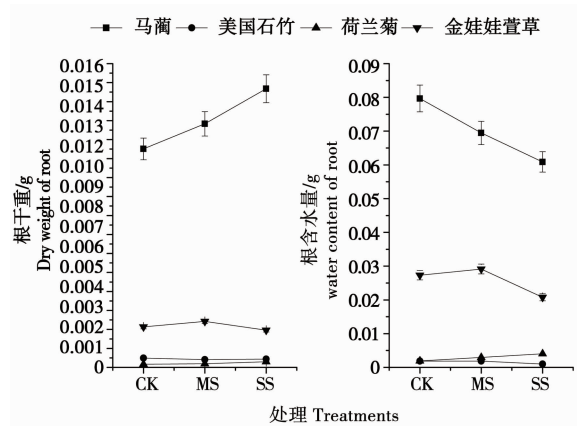


图3 4种植物不同干旱处理地下根干重与根含水量的比较

Fig. 3 Comparison of dry weight and water content of root of four plants under dry treatment

2.4 4种植物不同干旱处理对功能根系生长发育的影响

由图 4 可知,马蔺总根长、根尖数与根干重变

表 1 4种植物各测量指标隶属函数值及抗旱性综合评价

Table 1 The membership function value of measurement index and drought-resistant evaluation of four plants

测量指标 Measurement index	马蔺 <i>Iris lactea</i> Pall. var. Chinensis(Fisch.) Koidz	美国石竹 <i>Dianthus barbatus</i> f. American	金娃娃萱草 <i>Hemerocallis fulva</i> cv. 'Golden Doll'	荷兰菊 <i>Aster</i> <i>novi-belgii</i>
地上干重/g Above-ground dry weight	0.4815	0.3333	0.4800	0.4286
地上含水量/g Above-ground water	0.5201	0.5686	0.4636	0.4010
比叶重/g Specific leaf weight	0.55	0.63	0.67	0.46
根干重/g Root dry weight	0.4688	0.3333	0.4167	0.3333
根含水 Root water content	0.4855	0.6667	0.5944	0.4921
根长/cm Root length	0.514	0.344	0.440	0.533
根尖数 Root tips	0.47	0.61	0.64	0.50
平均根直径/mm Root average diameter	0.538	0.359	0.556	0.433
平均值 Average	0.5040	0.4805	0.5325	0.4476
排名 Ranking	2	3	1	4

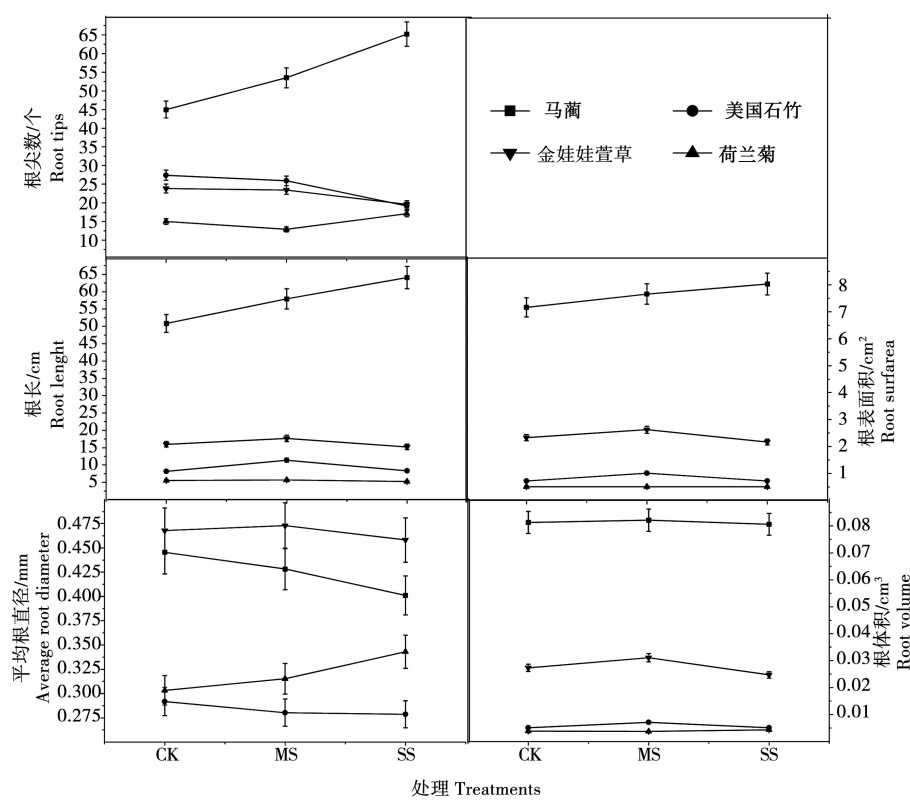


图 4 4 种植物不同干旱处理根系生长特征对比
Fig. 4 Growth characteristics of root of four plants under different soil water content treatments

化一致,平均根直径与根干重变化相反,表明随着干旱加重,马蔺分化出更多、更长的细根,通过增加吸收面积适应干旱环境。

美国石竹 MS 处理下根长、根表面积最高,MS 处理美国石竹根含水量也相对较高,之后,随着干旱加重,所有根指标均降低,MS 处理已经出现干旱负面影响。

不同水平干旱环境对金娃娃萱草根系生长发育影响规律明显,总根长、平均根系直径、根表面积、根体积均在 MS 处理达到最高,表明 MS 处理仍处于水分适宜状态,SS 降至最低,并与图 3 根干重、根含水量两指标变化一致。

荷兰菊 SS 处理根尖数、平均根系直径、根体积最高,这可能是荷兰菊根干重(见图 3)最高的原因。

2.5 4 种植物抗旱性综合评价

根据马蔺、美国石竹、金娃娃萱草、荷兰菊 4 种植物各测量指标隶属值和排序得到 4 种植物抗旱能力大小:金娃娃萱草>马蔺>美国石竹>荷兰菊,马蔺与美国石竹处于中间,相对接近。

3 结论与讨论

植物对干旱的适应从形态结构表现为叶片朝着降低蒸腾和贮藏水分两方面发展^[13-14],根系会加强水平或垂直方向的伸展,提高根长、根直径、根活力等指标^[15-16]。马蔺随着干旱加剧,茎叶干重、茎叶含水量、功能叶片的比叶重、根含水量、根长、根尖数、根干重均降低,而根直径、根表面积、根干重升高,表明马蔺苗期水分需求较多,叶片贮水能力较差,根系通过加粗生长吸收更多水分。美国石竹根干重 CK 最高,MS 与 SS 两处理差别不大,地上干重 3 种处理无明显差异。美国石竹根含水与地上茎叶含水变化一致,先升高后降低,MS 处理美国石竹根长、根表面积最高,明显高于 CK 与 SS 两处理,其它指标变化不统一,这些表明美国石竹整体保水能力较强,MS 处理前通过保水完成重度干旱的生长。金娃娃萱草 MS 处理根长、平均根直径、根表面积、根干重、根含水量、比叶重、茎叶干重与含水均最高,表明金娃娃萱草苗期水分需求较低,根茎有一定保水能力,根叶水分利用高效、统一。荷兰菊根叶抗旱特征不统一,

不明显。

植物除去自身遗传物质决定的水分需求外,对于干旱适应往往通过调整形态结构^[17]、生长状况^[18]、生理生化^[19]指标来实现,就其中一项途径而言,都有多样性特点。本研究通过控制土壤相对含水量以设置不同干旱水平,马蔺、金娃娃萱草、美国石竹、荷兰菊4种植物对水分吸收、利用差别较大,根叶在形态结构方面抗旱特征存在明显差异。

李涛^[20]研究结果表明金娃娃萱草抗旱性很强,但低于紫玉簪与短茎鸢尾。王瑛^[21]与韩玉林^[22]研究结果表明马蔺抗旱性低于八宝景天、鸢尾、黄菖蒲等园林地被植物,魏鹏^[23]利用1/2Hoagland溶液模拟干旱胁迫,发现种子萌发期美国石竹抗旱性优于荷兰菊。植物的抗旱性是一个综合性状,本研究借用研究植物抗旱性的常用方法-隶属函数,综合考察4种植物苗期抗旱性,结果更具说服力。

本研究针对宁夏银川地区4种园林草本植物苗期的抗旱性进行了研究,这对4种园林花卉的科学配置及苗期水分管理具有一定指导意义,后续若配套花期的水分利用及抗旱特征研究,整个生活史的水分管理研究将更加完善。

参考文献:

- [1] 龙海涛,李丽梅,谢泽虹,等.综合隶属函数法评价花生品种抗旱性与AhNCED1基因表达的关系[J].植物学报,2015,50(6):706-712.
- [2] 吴永美,吕炯章,王书建,等.植物抗旱生理生态特性研究进展[J].杂粮作物,2008,28(2):90-93.
- [3] 任菲,张荣佳,陈强,等.ABA和SA对于提高植物抗旱及抗盐性的研究进展[J].生物技术通报,2012(3):17-21.
- [4] 丁红,张智猛,戴良香,等.干旱胁迫对花生根系生长发育和生理特性的影响[J].应用生态学报,2013,24(6):1586-1592.
- [5] 潘瑞炽.植物生理学[M].6版.北京:高等教育出版社,2008:144-145.
- [6] Qi X S,Liu Z X,Guan R X,et al.Comparison of evaluation methods for drought-resistance at soybean adult stage[J].Acta Agronomica Sinica,2012,38(4):665-674.

- [7] 史晓霞,张国芳,孟林,等.马蔺叶片解剖结构特征与其抗旱性关系研究[J].植物研究,2008,28(5):584-588.
- [8] 任建宏,艾海舰.土壤保水剂对荷兰菊幼苗在干旱胁迫下生长的影响[J].陕西农业科学,2003,62(1):6-7.
- [9] 莫裕辉.金娃娃萱草在园林中的栽培与应用[J].南方农业:园林花卉版,2011,10(4):79-80.
- [10] 邓毅书.美国石竹引种栽培技术[J].北方园艺,2008,40(8):165-166.
- [11] 王志泰,马瑞,马彦军,等.利用隶属函数法分析胡枝子抗旱性[J].干旱区资源与环境,2016,27(9):119-123.
- [12] 李倩,方芳,于晶,等.根系分析仪在侧蒴藓类植物生理生态研究上的应用潜力[J].上海师范大学学报:自然科学版,2012,41(5):528-532.
- [13] 蒋高明.植物生理生态学[M].北京:高等教育出版社,1994:142-143.
- [14] 郭慧,吕长平,郑智,等.园林植物抗旱性研究进展[J].安徽农学通报(上半月刊),2009(7):53-55.
- [15] Lamb E G,Stewart A C,Cahill J F.Root system size determines plant performance following short-term soil nutrient pulses [J]. Plant Ecology, 2012, 213 (11): 1803-1812.
- [16] 张洁,高琛稀,宋春晖,等.干旱胁迫对不同苹果砧穗组合根系形态与生理特性的影响[J].西北农业学报,2015,24(12):92-99.
- [17] 桂毓,刘婷,杨静慧,等.不同树莓品种叶片解剖结构与抗旱性的关系[J].北方园艺,2016(21):36-40.
- [18] 韩占江,程龙,李志军.塔里木盆地10种藜科植物种子萌发对干旱胁迫的响应及其抗旱性评价[J].植物研究,2016(2):266-273.
- [19] 方增玉,段艳欣,赵庆柱,等.干旱胁迫对北美丁香生长和部分抗旱生理生化指标的影响[J].北方园艺,2016(22):92-96.
- [20] 李涛,王飞,卢艳,等.4种宿根花卉在自然失水胁迫下的生理变化与抗旱性关系[J].西北农业学报,2010(10):146-151.
- [21] 王瑛.5种园林植物的抗旱性比较研究[J].上海农业学报,2013(4):31-35.
- [22] 韩玉林,黄苏珍,孙桂弟.5种鸢尾属观赏地被植物的抗旱性研究[J].江苏农业科学,2007(2):79-82.
- [23] 魏鹏,张树杰,王敏,等.银川市两种广植园林植物种子萌发期抗旱性比较[J].黑龙江农业科学,2015,39(11):107-110.

Characteristics Analysis and Ability Evaluation of Drought-resistant of Four Garden Flowers at Seedling Stage

WEI Peng

(Department of Biotechnology and Pharmaceutical Technology of Ningxia Polytechnic College,Ningxia Public Vocational Training Center for Modern Agriculture,Yinchuan,Ningxia

750002)

Abstract: In order to promote the scientific maintenance of garden flowers, taking northern four garden herb-flowers including *Iris lactea* Pall. var. *Chinensis* (Fisch.) Koidz, *Hemerocallis fulva* cv. ‘Golden Doll’, *Dianthus barbatus* f. American, *Aster novi-belgii* as experimental materials, set three drought levels including normal growth(CK), moderate drought(MS) and heavy drought(SS) by means of controlling the soil relative water content, drought-resistant features of four plants’ organs above-ground and under-ground at seedling stage were studied, the drought-resistant ability reciprocally was compared by membership function. The results showed that: (1) Along with the decrease of soil relative water content, the water content of shoot including functional leaf and root of *Iris lactea* Pall. var. *Chinensis* (Fisch.) Koidz decreased too. But the dry weight of root, the root length and the root surfarea rise oppositely. (2) The length of root, the root avgdiam, the root surfarea, the dry weight of root, the water content of root, the specific leaf weight, the dry weight of shoot and water content of shoot of *Hemerocallis fulva* cv. ‘Golden Doll’ were the highest corresponding to MS treatment, it showed that the seedlings of ‘Golden Doll’ demand lower water with high efficiency on absorbing and using water between under-ground and above-ground organs. (3) The dry weight of root of *Dianthus barbatus* f. American of CK was highest, and only a litter change occurred between MS and SS. The dry weight of shoot had no significant difference among three treatments. The water content of root and the water content of shoot of *Dianthus barbatus* f. American rise and decrease successively, in addition, other measured characteristics of *Dianthus barbatus* f. American change unobviously and heterogeneously among different treatments. (4) The root growth and water absorption principles of *Aster novi-belgii* were not obvious, characteristics vary more apart under different treatments. (5) The drought-resistant ability of four plants were evaluated comprehensively by membership function, the results indicated that the drought-resistant ability order, *Hemerocallis fulva* cv. ‘Golden Doll’ was the most strong, *Iris lactea* Pall. var. *Chinensis* (Fisch.) Koidz and *Dianthus barbatus* f. American took second place, *Aster novi-belgii* was relatively weak.

Keywords: garden herb; WinRHIZO root analyzing system; specific leaf weight; drought-resistance; membership function.

《黑龙江农业科学》理事会

理事长单位	代表	理事单位	代表
黑龙江省农业科学院	院长 李文华	黑龙江生物科技职业学院	院长 李承林
副理事长单位	代表	宁安县农业委员会	主任 曾令鑫
黑龙江省农业科学院佳木斯水稻研究所	所长 潘国君	农垦科研育种中心哈尔滨科研所	所长 姚希勤
黑龙江省农业科学院五常水稻研究所	所长 张广柱	黑龙江农业职业技术学院	院长 李东阳
黑龙江省农业科学院克山分院	院长 邵立刚	黑龙江职业学院	院长 赵继会
黑龙江省农业科学院黑河分院	院长 张立军	鹤岗市农业科学研究所	所长 姜洪伟
黑龙江省农业科学院绥化分院	院长 陈维元	伊春市农业技术推广中心	主任 张含生
黑龙江农业经济职业学院	院长 孙绍年	甘南县向日葵研究所	所长 孙为民
中储粮北方农业开发有限责任公司	总经理 戴传雄	萝北县农业科学研究所	所长 张海军
常务理事单位	代表	齐齐哈尔市自新种业有限责任公司	总经理 陈自新
勃利县广视种业有限责任公司	总经理 邓宗环	黑龙江省农垦科学院水稻研究所	所长 解保胜
黑龙江垦丰种业有限公司	总经理 刘显辉	黑龙江八一农垦大学农学院	院长 杨克军
黑龙江农业经济职业技术学院	副院长 张季中	绥化市北林区农业技术推广中心	主任 张树春
内蒙古垦丰种业有限责任公司	董事长 徐万陶	黑龙江省齐齐哈尔农业机械化学学校	校长助理 张北成