

丁 丁,郭艳超,鲁梦莹,等. 黄腐酸对 NaCl 胁迫下茶菊幼苗生理特性的影响[J]. 江苏农业科学,2019,47(24):114-117.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.24.027

# 黄腐酸对 NaCl 胁迫下茶菊幼苗生理特性的影响

丁 丁<sup>1</sup>,郭艳超<sup>1</sup>,鲁梦莹<sup>2</sup>,左永梅<sup>1</sup>

(1. 河北省农林科学院滨海农业研究所/河北省盐碱地绿化工程技术研究中心,河北唐山 063299;

2. 河北工程大学园林与生态工程学院,河北邯郸 056000)

**摘要:**以茶菊品种金丝皇菊为试材,研究在 150 mmol/L NaCl 胁迫下不同浓度(50、100、200、300 mg/L)黄腐酸对茶菊幼苗形态指标和生理指标的影响。结果发现:与单纯 NaCl 胁迫相比,在受到盐胁迫后经一定浓度的黄腐酸处理的金丝皇菊幼苗,株高生长量增加 3.18%~14.84%;相对电导率降低 18.72%~40.33%;叶绿素含量增加 1.34%~58.82%;丙二醛含量降低 16.85%~30.33%;脯氨酸含量降低 23.50%~62.79%。说明外源黄腐酸可以提高盐胁迫下金丝皇菊幼苗的抗性,其中以 200 mg/L 黄腐酸处理效果最佳。

**关键词:**茶菊;黄腐酸;盐胁迫;生理特性

**中图分类号:** S682.1<sup>+</sup>10.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2019)24-0114-03

土壤盐碱化已成为世界上最重要的环境问题之一,据统计,全世界有超过 10 亿 hm<sup>2</sup> 的盐渍土,约占陆地总面积的 30%<sup>[1]</sup>。目前我国有各种盐渍土地约 9 913 万 hm<sup>2</sup>,对农业生产和环境改良造成了不良的影响,并且随着人口、环境、资源问题的日益加剧,盐碱土的面积还在不断扩大<sup>[2]</sup>。因此,如何合理利用盐碱地资源对于解决我国所面临的人口、资源和环境之间的矛盾具有重要意义<sup>[3]</sup>。在盐渍化土壤上种植耐粗放管理的经济植物在改善生态环境的同时还可以有效利用现有土地资源,产出农副产品,促进农民增收。茶菊是菊花(*Chrysanthemum morifolium*)中以茶用为主的系列品种,因其芳香的韵味、优雅的外观、清爽的口感、独特的保健功能和机理调节作用越来越受到人们的认可,菊花茶的需求正日益增加。而北方以及滨海地区的盐渍化土壤严重影响其生长发育和品质,成为限制其应用的主要因子<sup>[4]</sup>。因此,开展茶菊耐盐机理研究并找到有效缓解盐害的方法有利于茶菊在滨海地区的种植和开发利用。

黄腐酸(fulvic acid, FA)是腐植酸类分子量较小的高分子有机化合物,含有多种活性官能团,能溶于水、酸、碱、乙醇和丙醇,具有较强的生物活性,能影响和调节植物的多种生理活动,包括植物的生长、营养元素的吸收、蛋白质和核酸的合成、光合作用、呼吸作用以及一些酶的活性等<sup>[5-6]</sup>。已有研究表明,FA 能够调节植物对逆境的响应<sup>[7]</sup>。庞强强等发现,外源 FA 处理可以改善硝酸盐胁迫下白菜的生长和光合作用,

促进植物对氮的吸收和利用,缓解硝酸盐胁迫对小白菜的伤害<sup>[8]</sup>。张小冰等采用腐植酸钾浸种玉米,提高了玉米幼苗在 NaCl 胁迫下 SOD、POD、CAT 活性,降低了 MDA 含量,提高了玉米的耐盐性<sup>[9]</sup>。张元等采用适宜浓度的 FA 处理能够有效缓解盐胁迫对红花种子萌发及幼苗生长的伤害,促进红花种子萌发,提高红花幼苗的抗盐性<sup>[10]</sup>。近年来有关 FA 对植物的逆境胁迫的缓解效应多集中在小麦、玉米、马铃薯、西瓜<sup>[11]</sup>等植物上,但在茶菊上鲜有报道。为此,开展不同浓度的 FA 对盐胁迫下茶菊幼苗的生理特性的影响,以期找到缓解盐胁迫的最适 FA 浓度,为 FA 缓解茶菊盐害机制提供理论依据。

## 1 材料与与方法

### 1.1 试验材料

供试材料为茶菊品种金丝皇菊。所用营养液为市场上购买的普通营养液,化学试剂均为分析纯级。

### 1.2 试验方法

**1.2.1 试验设计** 试验在河北省农林科学院滨海农业研究所综合试验站进行。春季取生长一致的脚步于穴盘中扦插,扦插基质为蛭石,待插穗生根后上盆,缓苗 10 d 后,按下列处理浓度和组配配制溶液。试验共设 6 个处理,每个处理 3 次重复,具体处理如下:CK,即对照,普通营养液;T1,普通营养液+150 mmol/L NaCl;T2,普通营养液+150 mmol/L NaCl+50 mg/L FA;T3,普通营养液+150 mmol/L NaCl+100 mg/L FA;T4,普通营养液+150 mmol/L NaCl+200 mg/L FA;T5,普通营养液+150 mmol/L NaCl+300 mg/L FA。

处理 21 d 后取样进行形态指标及各项生理指标的测定。每处理测定 9 个单株,取平均值。

#### 1.2.2 测定指标及其方法

**1.2.2.1 形态指标测定** 处理 21 d 后测定株高生长量。株高生长量=各处理结束时株高-各处理第 1 天的株高。

**1.2.2.2 生理指标** 质膜透性测定用相对电导率法;叶绿素含量测定用乙醇法;丙二醛(MDA)含量测定用硫代巴比妥酸(TBA)法;脯氨酸含量测定用酸性茚三酮法<sup>[12]</sup>;可溶性糖含

收稿日期:2018-10-08

基金项目:河北省农林科学院基本科研业务费项目(编号:A2015010301);现代农业创新工程-河北滨海区特色农业关键技术与模式研究项目(编号:2060302);河北省农林科学院基本业务费项目(编号:2018010302)。

作者简介:丁 丁(1987—),女,河北曹妃甸人,硕士,助理研究员,主要从事滨海绿化植物抗逆生理及创新育种研究。E-mail: dddyiman@163.com。

通信作者:郭艳超,硕士,研究员,主要从事园林植物抗逆生理生态及分子遗传育种研究。E-mail: guoyanchao2008@sina.com。

量的测定用萘酚比色法。

### 1.2.3 数据处理

用 SPSS19.0 分析软件进行数据分析,平均值比较采用 LSD 标准。用 Excel 软件绘图。

## 2 结果与分析

### 2.1 FA 对 NaCl 胁迫下茶菊株高的影响

幼苗的形态性状如株高,是植物适应环境变异最直接的外在表现<sup>[13]</sup>。由图 1 可以看出,T1 处理下的株高生长量比 CK 下降了 30.98%,与 CK 形成显著差异,T2~T5 各处理株高生长量均低于 CK,说明植株的生长受到了 NaCl 胁迫的抑制;与 T1 处理相比,T2 处理幼苗株高生长量降低,表明低浓度的 FA 对 NaCl 胁迫下植株生长没有起到缓解作用;T5 处理下株高生长量小于 T1 处理,表明高浓度的 FA 可能抑制植物生长;T3、T4 各处理株高生长量均大于 T1,在 T4 处理达到最大,为 T1 的 1.15 倍,表明外施 FA 可缓解 NaCl 胁迫对幼苗生长的伤害,提高植物的耐盐性,在施用 200 mg/L FA 时效果最好。

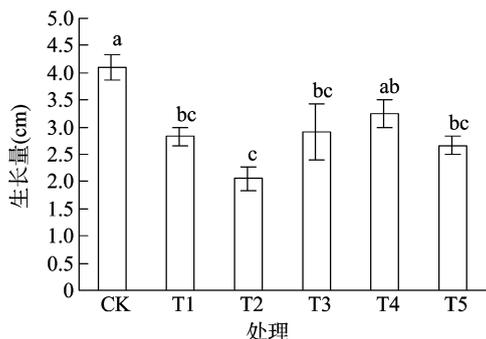


图1 FA 对 NaCl 胁迫下茶菊幼苗株高的影响

### 2.2 FA 对 NaCl 胁迫下茶菊细胞膜透性的影响

由图 2 可知,与 CK 相比,菊花的 T1 处理在 150 mmol/L NaCl 胁迫下相对电导率上升了 50.41%,说明高浓度的 NaCl 胁迫使菊花细胞质膜发生变化和受到损伤,膜性增大,加剧了细胞内部分电解质外泄;而加入不同浓度的 FA 后,与 T1 相比,T2~T5 各处理的相对电导率分别下降了 18.72%、22.4%、45.06%、40.33%,下降幅度由小到大依次是 T2 < T3 < T5 < T4,其中 T2、T3、T5 处理与 T1 处理差异不显著,而加入 200 mg/L 的 T4 处理相对电导率最低,并与 T1 处理差异显著。由此可见,加入不同浓度的 FA 可以缓解盐胁迫对茶菊幼苗生长的伤害,提高膜稳定性。

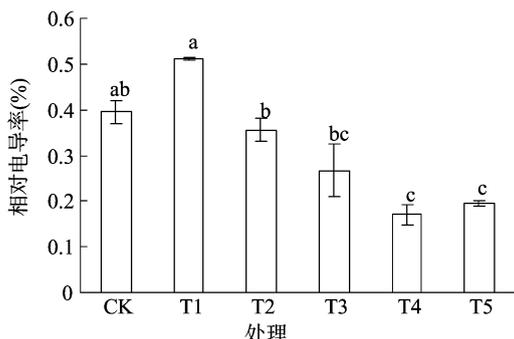


图2 FA 对 NaCl 胁迫下茶菊叶片电导率的影响

### 2.3 FA 对 NaCl 胁迫下茶菊叶绿素含量的影响

叶绿素是植物进行光合作用的重要物质,盐胁迫条件下,茶菊的叶绿素合成受到严重破坏。与 CK 相比,茶菊幼苗在 150 mmol/L NaCl 胁迫 (T1 处理) 下叶绿素含量显著下降 (图 3);加入不同浓度 FA 的各处理植株的叶绿素含量均有不同程度的上升幅度,分别为 T1 的 1.01、1.29、1.59、1.13 倍,在 T4 处理下达到最大,并与 T1 差异显著。可见,外施一定浓度的 FA 在一定程度上减缓了 NaCl 胁迫下茶菊叶片叶绿素的降解速度,缓解了叶片 NaCl 胁迫下光合作用的降低。

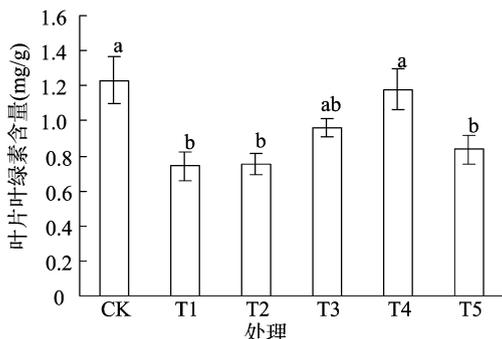


图3 FA 对 NaCl 胁迫下茶菊叶片叶绿素含量的影响

### 2.4 FA 对 NaCl 胁迫下茶菊丙二醛含量的影响

丙二醛是植物细胞在逆境胁迫下膜脂过氧化的产物,对植物细胞具有明显的毒害作用。与 CK 相比,茶菊幼苗在 150 mmol/L NaCl 胁迫的各个处理下 MDA 含量均高于对照,其中在 T1 处理下含量最高,说明盐害可能导致了膜脂过氧化,植物细胞受到了毒害;在 T4 处理下含量最低,说明这个浓度下的 FA 对 NaCl 胁迫的缓解效果最好。在 T2~T5 处理下 MDA 含量均低于 T1 处理,表明外源 FA 能够降低 NaCl 胁迫下茶菊叶片 MDA 含量,增加细胞膜结构的稳定性。

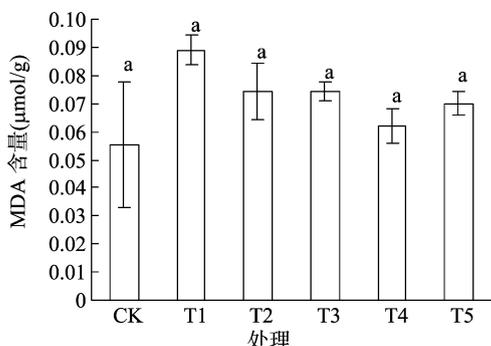


图4 FA 对 NaCl 胁迫下茶菊丙二醛(MDA)含量的影响

### 2.5 FA 对 NaCl 胁迫下茶菊脯氨酸含量的影响

在逆境条件下,大多数植物脯氨酸含量会成倍增加。脯氨酸的积累是植物对盐胁迫而采取的一种保护措施。由图 4 可知,茶菊幼苗在 150 mmol/L NaCl 胁迫的 T1 处理下叶片脯氨酸含量显著升高,为 CK 的 4.21 倍;在 T2~T5 处理下叶片脯氨酸含量均低于 T1 处理,分别比 T1 处理下降 23.5%、26.42%、55.56%、62.79%,T4 和 T5 处理均与 T1 处理差异显著。结果表明,外施一定浓度的 FA 可以缓解 NaCl 胁迫下茶菊幼苗受到的伤害,增强植株的抗盐性。

### 2.6 FA 对 NaCl 胁迫下不同茶菊品种可溶性糖含量的影响

有研究认为,随着盐浓度的增加,可溶性糖含量呈上升趋势

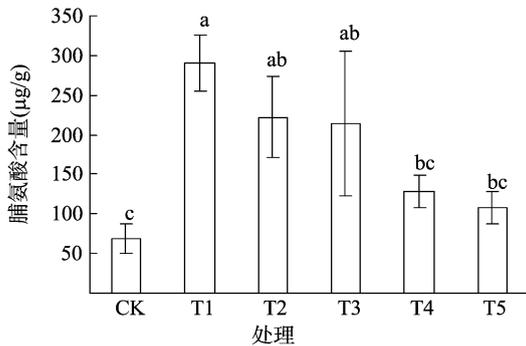


图5 FA对NaCl胁迫下不同茶菊品种脯氨酸含量的影响

势。还有研究结果显示,在盐胁迫初期,植物可溶性糖含量增加,但到了盐胁迫后期其含量却降低。与CK相比,茶菊幼苗在150 mmol/L NaCl胁迫处理后,T1处理植株的可溶性糖含量增加;加入不同浓度的FA后,T2~T5处理可溶性糖含量均低于T1处理,其中T3处理降到最低,与T1处理差异显著。结果表明,盐胁迫下可溶性糖含量的变化可能是外施FA起到了缓解作用,也可能与植株本身有关。

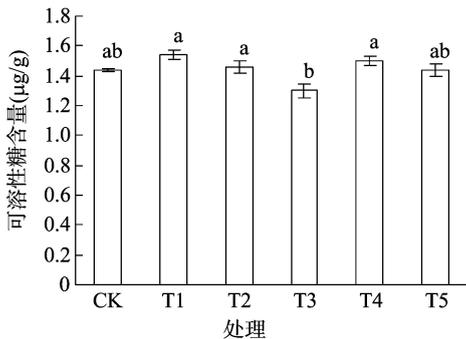


图6 FA对NaCl胁迫下茶菊可溶性糖含量的影响

### 3 结论与讨论

生长抑制是植物对盐胁迫反应最敏感的过程<sup>[14]</sup>。本研究表明,与CK相比,盐胁迫下茶菊幼苗的株高生长量显著降低,说明植株的生长受到了NaCl胁迫的抑制;加入不同浓度的FA处理后,与T1处理相比,茶菊幼苗株高生长量在T2处理有所降低,T3、T4处理有所增加,T5处理又开始降低,表明外施FA可缓解NaCl胁迫对幼苗生长的伤害,提高植物的耐盐性。

叶绿素是植物进行光合作用的重要物质,其含量在一定程度上反映植物同化物质的能力,对光合作用有重要的影响<sup>[15]</sup>。在盐碱胁迫下,植物叶片内的叶绿素会遭到破坏,抑制叶绿素的合成或促进叶绿素的分解<sup>[16]</sup>。本试验结果表明,FA可以缓解盐胁迫下茶菊幼苗受到的伤害,显著抑制叶绿素含量的下降,在一定程度上促进叶绿素的合成。

植物在逆境条件下,相对电导率可以反映植物细胞膜透性的变化和受损伤的程度。丙二醛是膜脂过氧化作用的产物之一,是植物细胞膜受损和自由基形成的主要指示物<sup>[17]</sup>。本试验结果表明,在单纯盐胁迫的T1处理下,茶菊幼苗的相对电导率和叶片MDA含量分别上升了50.41%和61.82%,均高于对照,而加入不同浓度的FA处理后,茶菊叶片相对电导率和MDA含量呈现先降低后升高的趋势,以T4的处理效果最好,这说明外源FA能够增加细胞膜结构的稳定性,并且它

对茶菊幼苗盐胁迫下的缓解作用存在最适浓度。

脯氨酸是一种重要的有机渗透调节物质,大量的研究结果表明,随着外界盐浓度的增加,植物体内脯氨酸含量升高<sup>[18]</sup>。脯氨酸的积累是植物对胁迫采取的一种保护性措施,因此脯氨酸更适宜作为植物对盐胁迫的敏感性指标<sup>[19]</sup>。本试验结果表明,脯氨酸是盐胁迫下植物保护自身产生的一种产物,外施一定浓度的FA缓解了盐胁迫对茶菊幼苗的伤害,从而减少了植物在逆境条件下脯氨酸的积累,增强了植物的抗盐性。

可溶性糖是植物体内重要的渗透调节物质之一,对于适应逆境、减少伤害起着非常重要的作用,对细胞膜和原生胶体也有稳定作用。在盐胁迫的条件下,植物可溶性糖含量将会随着盐度的变化而变化。有研究认为,随着盐浓度的增加,可溶性糖含量呈上升趋势。也有研究结果显示,在盐胁迫初期,植物可溶性糖含量增加,但到了盐胁迫后期其含量却降低。本试验结果表明,与CK相比,与单纯的盐胁迫处理相比,外施一定浓度的FA,茶菊幼苗的可溶性糖含量发生变化,这种变化可能是外施FA起到了缓解作用,也可能与植株本身的适应机制有关,还有待进一步研究。

综上所述,一定浓度范围的外源FA处理可以提高盐胁迫下茶菊株高生长量和叶片叶绿素含量,降低叶片MDA含量和脯氨酸含量的积累,从而提高幼苗的抗盐性,缓解盐胁迫对茶菊的伤害,其中以200 mg/L黄腐酸处理效果最佳。本试验仅选取了1个NaCl浓度(150 mmol/L)来检测黄腐酸对一种植物(茶菊)盐害症状的缓解作用,研究结果可以为临近盐胁迫浓度的菊花种植提供参考,今后拟扩大盐浓度范围、增加外源激素类以及采用多个植物品种进一步研究外源激素对植物的生理机制的影响作用。

### 参考文献:

- [1] 蔺娟,地里拜尔·苏力坦. 土壤盐渍化的研究进展[J]. 新疆大学学报(自然科学版),2007,24(3):328-328.
- [2] 何俊星,何平,张益锋,等. 温度和盐胁迫对金荞麦和荞麦种子萌发的影响[J]. 西南师范大学学报(自然科学版),2010,35(3):181-185.
- [3] 刘萌,陈鹏,王洪芹,等. 盐胁迫对野生和栽培大豆幼苗生长和抗氧化酶活性及膜脂过氧化的影响[J]. 山东农业科学,2014,46(5):38-41.
- [4] 管志勇,陈素梅,陈发棣,等. 32个菊花近缘种属植物耐盐性筛选[J]. 中国农业科学,2010,43(19):4063-4071.
- [5] 邱孟柯,回振龙,黄晓鹏,等. 黄腐酸对雾培马铃薯幼苗抗旱性的影响[J]. 干旱地区农业研究,2013,31(3):155-161.
- [6] 郭伟,于立河. 腐植酸浸种对盐胁迫下小麦萌发种子及幼苗生理特性的影响[J]. 麦类作物学报,2012,32(1):90-96.
- [7] Nardi S, Pizzeghello D, Muscolo A, et al. Physiological effects of humic substances on higher plants[J]. Soil Biology & Biochemistry, 2002,34(11):1527-1536.
- [8] 庞强强,陈日远,刘厚诚,等. 硝酸盐胁迫下黄腐酸对小白菜生长及氮代谢相关酶活性的影响[J]. 浙江农业学报,2015,27(12):2136-2140.
- [9] 张小冰,王晓丽. 腐植酸钾浸种对玉米幼苗保护酶及MDA的影响[J]. 运城学院学报,2011,29(5):42-44.

鲍荣静,王 姍,鲍华鹏,等. 不同叶形油用牡丹凤丹的引种栽培试验[J]. 江苏农业科学,2019,47(24):117-120.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.24.028

# 不同叶形油用牡丹凤丹的引种栽培试验

鲍荣静,王 姍,鲍华鹏,李珂欣

(江苏农林职业技术学院,江苏句容 212400)

**摘要:**以4年生油用牡丹凤丹品种为材料,根据叶形的不同进行定株观察研究。从株高、叶长、叶宽、长势、一级分枝数、叶片干质量、物候期、叶斑病和开花结实情况等方面开展调查和测定。结果表明,叶形为近圆形的植株平均高度最高,叶形为狭长形的植株更易开花结实。不同叶形的植株一级分枝数是有明显差异的,叶形为狭长形的植株一级分枝数最多,达到5个以上。3种不同叶形的植株均在4月上中旬进入开花期,狭叶形最早开花,开花率达80%,结实率达70%,近圆形最迟开花,开花率和结实率均很低,分别为20%、0%。相关分析表明,叶形为近圆形的植株类型植株较高,叶宽较大,干物质量也较多,但是分枝数较少,开花率和结实率均较低,而叶形为狭长形的植株类型叶片虽然狭长,干物质量也相对较低,但分枝数多,开花结实率高。因此,句容地区适宜引种狭叶形植株。

**关键词:**油用牡丹;凤丹;栽培方法;引种;叶形

**中图分类号:** S685.110.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2019)24-0117-04

油用牡丹是一种多年生落叶小灌木,是芍药科(Paeoniaceae)芍药属(*Paeonia*)牡丹组(Sect. Mouton DC.)植物中产籽出油率高(>22%)的种的统称,表现为高产、高品质、高含油率、低成本管理等优良特性<sup>[1]</sup>。油用牡丹耐干旱、耐瘠薄、耐高寒,适合荒山及丘陵地区绿化造林,林下种植,不仅具有较高的观赏价值,还有很高的生态效益和经济价值。油用牡丹是世界四大木本油料树种之一,提取的牡丹籽油中油酸、亚油酸、亚麻酸等不饱和脂肪酸含量高达83.05%~90.29%<sup>[2]</sup>。油用牡丹以其合理的脂肪酸组成、丰富的营养成分及明显的保健功能深受消费者喜欢。目前已有学者在牡丹籽油的提取工艺、成分分析及抗氧化活性方面开展了大量的研究工作<sup>[3-5]</sup>。

油用牡丹中凤丹结籽量大,种籽出油率高达22.31%,是目前种植最为广泛的品种之一<sup>[6-7]</sup>,其适应性强,是目前山东、河南、安徽等地的主栽品种,其他多个地区如北京、天津、贵州、山西、福建均有引种成功的报道<sup>[8-12]</sup>,但江苏句容地区

未见规模化生产的报道。目前油用牡丹的繁殖方式主要是以种子繁殖为主,这就导致了种苗间存在差异性。笔者于2016年引入凤丹品种,观察其生长发育情况,在引种期间发现油用牡丹凤丹株形有差异,主要表现在牡丹叶片大小形状不一,颜色深浅不一致,有些植株开花结实,有些则不开花结实,不同单株间结实大小、多少均不一样,笔者结合前人报道,针对这些差异指标进行分析,包括叶形、株高、叶长、叶宽、植株生长势、花期、结实情况,尝试优选单株,筛选出结实性好的单株,旨在为进一步开展高产栽培奠定基础。

## 1 材料与与方法

### 1.1 试验材料

笔者于2016年9月下旬从山东菏泽引进4年生、株高40 cm 凤丹苗2 000株。

### 1.2 试验地点

田间试验于2016—2018年在江苏省句容市江苏农博园基地(119°14'E、31°57'N)内开展。句容位于北亚热带的江苏宁镇丘陵地区的西南部,气候温暖湿润,四季分明,年平均温度15.4℃,1月份平均温度2.5℃,7月份平均温度26.1℃,极端最低气温为-14℃(1955年1月),年降水量为1 072.8 mm,无霜期238 d,日照2 057.2 h<sup>[13]</sup>。

收稿日期:2018-11-16

基金项目:江苏农林职业技术学院项目(编号:2016kj025)。

作者简介:鲍荣静(1962—),男,江苏镇江人,高级农艺师,主要从事园艺植物栽培技术研究。E-mail:baorj118@qq.com。

[10]张元,冯琼,杨小方,等. 黄腐酸对盐胁迫下红花种子萌发及幼苗生理特性的影响[J]. 腐植酸,2016,44(2):40.

[11]郭云平,巩彪,王秀峰,等. 腐植酸对NaCl胁迫下西瓜幼苗的缓解效应[J]. 中国蔬菜,2016(7):58-63.

[12]李合生,孙群,赵世杰,等. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京:高等教育出版社,2000.

[13]洪明,郭泉水,聂必红,等. 三峡库区消落带狗牙根种群对水陆生境变化的响应[J]. 应用生态学报,2011,22(11):2829-2835.

[14]肖雯,贾恢先,蒲陆梅. 几种盐生植物抗盐生理指标的研究[J]. 西北植物学报,2000,20(5):818-825.

[15]王素平,郭世荣,胡晓辉,等. 盐胁迫对黄瓜幼苗叶片光合色素含量的影响[J]. 江西农业大学学报,2006,28(1):32-38.

[16]王伟华,张希明,闫海龙,等. 盐处理对多枝桧柳光合作用和渗透物质的影响[J]. 干旱区研究,2009,26(4):561-568.

[17]Sorkheh K, Shiran B, Rouhi V, et al. Salt stress induction of some key antioxidant enzymes and metabolites in eight Iranian wild almond species[J]. Acta Physiologiae Plantarum, 2012, 34(1):203-213.

[18]杨树军,张柏习,张学利. 美国皂角不同种源耐盐碱评价与筛选[J]. 防护林科技,2008(2):7-8,14.

[19]杨升,张华新,张丽. 植物耐盐生理生化指标及耐盐植物筛选综述[J]. 西北林学院学报,2010,25(3):59-65.