

NaCl 胁迫对软枣猕猴桃幼苗生长发育的影响

刘 丹, 陈 鑫, 李 然 红, 孙 雪 芳

(牡丹江师范学院 生命科学与技术学院, 黑龙江 牡丹江 157011)

摘 要:以软枣猕猴桃幼苗为试材,研究了不同浓度 NaCl 胁迫处理对其幼苗生长发育及各项酶活性指标的影响。结果表明:软枣猕猴桃幼苗的株高、根长、株质量、根质量、胚轴长、胚轴质量均随 NaCl 胁迫浓度的升高而下降;过氧化物酶(POD)含量、超氧化物歧化酶(SOD)活性,均随 NaCl 胁迫浓度的增大而增大,而过氧化氢酶(CAT)活性、丙二醛(MDA)含量则随着 NaCl 胁迫浓度的增大而降低。

关键词:软枣猕猴桃;NaCl 胁迫;幼苗

中图分类号:S 663.404⁺.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)07-0031-05

软枣猕猴桃(*Actinidia arguta*)属猕猴桃属(*Actinidia*)多年生落叶藤本植物,又名软枣子,是东北地区主要的野生果树之一^[1]。主要分布于黑龙江、吉林、河北等省份,被誉为“奇异果”“美容果”,其营养价值极高,又被赞为“果中珍品”“水果之王”^[2]。据我国历史文献考证,猕猴桃在唐代就有记载。明代李时珍的《本草纲目》(1590年)记载猕猴桃“其形如梨,其色如桃,而猕猴桃喜食,故有诸名。闽人呼为‘阳桃’”。唐《本草拾遗》记载:“猕猴桃味咸温无毒,可供药用,主治骨节风、瘫痪不随、常年白发、瘕病等,皮可造纸”。猕猴桃喜湿润,喜光,怕曝晒,不耐干旱,也不耐积水。在无霜或少霜地区生长结果正常且应选择背风处栽植。猕猴桃适宜土层深厚、疏松、肥沃、排水河保水性好的腐殖质土和冲击土,在森林土,黑土,砂壤土上生长正常。偏酸性至中性生长较好,中性偏碱土壤生长不良。软枣猕猴桃植株长达 25~30 m,2 年生枝灰褐色,无毛,树枝具白色至淡褐色片状髓,小枝无毛,嫩枝散生柔软茸毛。叶面深绿色,无毛,呈现椭圆形或者近圆形,长 6~12 cm,先端突尖或短尾尖,基部圆形或近心形,缘有锐锯齿,仅背脉有毛;叶脉及叶脉干后变黑色。花乳

白色,芳香,萼片 5,脱落,花药紫色;3~6 朵成腋生聚伞花序。浆果近球形,卵球、扁圆矩形、近圆形,长圆柱形。果皮绿色、绿黄色或紫红色,无毛,无斑点,先端喙状,光滑。熟时暗绿色,无毛,无斑点。单果质量 8 g 左右,大的 20 g 以上。果肉绿色、翠绿或红、紫色,多汁,味甜,清香,鲜美,风味独特,酸甜适口,但不耐贮藏。可溶性固形物含量 14%~15%,维生素 C 含量 81~430 mg·(100g)⁻¹。目前国内外的许多研究学者对软枣猕猴桃的品种选育、栽培方法、果实采收、贮藏加工,以及化学成分、理化性质等诸多方面都有所研究,研究表明,其含 20 多种无机元素,并可分离出一些黄酮、三萜类化合物等。其中有多糖、黄酮类化合物、维生素、氨基酸、钙、镁、铁、磷、钾、叶酸、泛酸、柠檬酸、苹果酸、酒石酸,猕猴桃碱、葡萄糖、果糖、蛋白水解酶、丹宁、果胶、类胡萝卜素、食用纤维素、植物甾醇、三萜类、木脂素、1-甲基-4-(1-甲基亚乙基)环乙烯、丁酸乙酯、乙醇、己酸乙酯、苯甲酸乙酯、β-月桂烯、D-柠檬烯、β-蒎烯、2,6,10-三甲基十二烷、十五烷酸甲酯、十四烷,乙酰齐墩果酸、乌苏酸、胡萝卜甙。其果实中含有 17 种氨基酸,其中人体必需氨基酸 6 种、幼儿必需氨基酸 2 种及大量维生素 C^[3]。另外软枣猕猴桃对治疗高血压、高血脂,消化不良、食欲不振、呕吐等方面均有显著疗效^[4]。其茎中含有多糖,具有免疫调节的作用,有抗感染,抗肿瘤,降血脂,降血糖,降胆固醇的作用^[5]。NaCl 为易溶解盐,是造成土壤盐渍化的主要因素,土壤盐渍化已经成为全球的一个重要问题。我国作为农业大国盐渍土分布广泛,部分地区由于不科学种植、过度的

第一作者简介:刘丹(1982-),女,硕士,实验师,现主要从事植物病理学等研究工作。E-mail:swxldl@126.com.

基金项目:黑龙江省教育厅备案资助项目(1351MSYYB007, 1351MSYZD002);黑龙江省大学生创新创业训练计划资助项目(201610233033)。

收稿日期:2016-12-05

使用农药化肥造成大面积的土壤盐渍化。该试验针对软枣猕猴桃幼苗的耐盐性进行研究,探讨软枣猕猴桃幼苗期的耐盐特性,以期为解决盐碱地种植软枣猕猴桃提供参考依据,对地方经济发展、提高软枣猕猴桃产量、增加效益具有重要意义。

1 材料与方法

1.1 试验材料

软枣猕猴桃种子采集于牡丹江市横道河子附近山区。

1.2 试验方法

1.2.1 种子处理 挑选大小一致且较为饱满的软枣猕猴桃种子置于冰箱中冷藏 40 min,并用添加赤霉素的溶液浸泡 1 h,以便提高发芽速率。

1.2.2 土质的配制 选择适于植物生长的腐殖土并在其中添加适量的蛭石,搅拌均匀后分装于黑色培养钵中,浇水使其浸透后用镊子分别向其中放置 4 粒种子,再覆盖一层土,稍稍压实。置于培养室中,25 ℃光照 16 h、18 ℃无光 8 h 交替变温培养,待其萌发出幼苗。在此期间每隔 2 d 浇 1 次水,1 周浇 1 次完全 Hoagland 营养液。

1.2.3 幼苗处理 选取长势良好并长势大致相同的幼苗进行处理,共设 6 个处理:15、30、45、60、75、90 mmol · L⁻¹ 的 NaCl 溶液胁迫,以蒸馏水空白对照(CK)。同一个胁迫下设置 4 次重复。将幼苗标记好后置于培养室中进行培养 20 d,培养过程中每 2 d 向培养钵中加入不同处理的 NaCl 溶液,每周浇一次完全 Hoagland 营养液,以足够培养钵中土壤湿润并达到幼苗生长所需水分养分为标准。

1.3 项目测定

当幼苗处理生长至 20 d 后,从 7 个处理的培养钵中分别取出每组的 4 次重复,并用清水洗净其根

部的泥土,然后用刻度尺分别测定其根长、株高、胚轴长;用电子天平测其根质量、株质量和胚轴质量。过氧化物酶(POD)活性采用愈创木酚法测定;过氧化氢酶(CAT)活性采用紫外分光光度计吸收法测定;超氧化物歧化酶(SOD)活性采用氮蓝四唑光还原法测定;丙二醛(MDA)含量采用 2-硫代巴比妥酸(TBA)法测定^[6]。

1.4 数据分析

采用 Microsoft Excel 和 SPSS 18.0 软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同 NaCl 胁迫处理对软枣猕猴桃幼苗生长发育的影响

由表 1 可以看出,软枣猕猴桃幼苗经过不同浓度的 NaCl 胁迫处理后,其生长发育指标均受到不同程度的影响。随着 NaCl 溶液浓度的增加,其株高、根长、株质量、根质量、胚轴长以及胚轴质量均呈现下降趋势。株高方面对照组显著高于其它处理,而 NaCl 胁迫浓度在 15~75 mmol · L⁻¹ 时没有明显差异,但显著高于 90 mmol · L⁻¹ 的胁迫处理;对照组的根长和根质量均明显高于 NaCl 胁迫处理,在胁迫浓度为 15~60 mmol · L⁻¹ 时差异不显著,但又显著高于高浓度时的处理,高浓度处理中根长方面 75 mmol · L⁻¹ 的处理显著高于 90 mmol · L⁻¹,但根质量没有明显差异;对照组的株质量显著高于低浓度胁迫(<30 mmol · L⁻¹)的处理,后者又明显高于中浓度胁迫(>30 mmol · L⁻¹)的处理,当胁迫浓度达到最大 90 mmol · L⁻¹ 时,其株质量最小,仅为对照株质量的 1/5;对照处理的胚轴长和胚轴质量均显著高于盐处理,且高浓度处理显著低于其它处理下的幼苗,而 60 mmol · L⁻¹

表 1 不同 NaCl 胁迫处理对软枣猕猴桃幼苗生长发育的影响

Table 1 Effects of different NaCl stress on *Actinidia arguta* seedling

处理 Treatment	株高 Plant height/cm	根长 Root length/cm	株质量 Plant weight/g	根质量 Root weight/g	胚轴长 Hypocotyl length/cm	胚轴质量 Hypocotyl weight/g
0(CK)	4.67±0.46a	10.74±1.07a	1.003±0.117a	0.184±0.055a	1.34±0.05a	0.048±0.005a
15	3.55±0.34b	8.61±0.78b	0.770±0.058b	0.146±0.010b	1.22±0.18b	0.037±0.005b
30	3.46±0.20b	8.25±0.44b	0.675±0.053b	0.137±0.004b	1.19±0.14b	0.030±0.003c
45	3.37±0.36b	8.28±0.53b	0.478±0.050c	0.127±0.009b	1.02±0.10b	0.028±0.005c
60	3.24±0.13b	7.55±0.40b	0.470±0.018c	0.097±0.012b	0.94±0.13c	0.028±0.002c
75	2.78±0.30b	5.51±0.51c	0.349±0.044c	0.060±0.013c	0.62±0.08d	0.020±0.004d
90	1.74±0.38c	3.24±0.83d	0.190±0.034d	0.054±0.016c	0.47±0.06d	0.017±0.002d

注:同列数据不同字母表示处理间差异显著(P<0.05)。

Note: The lowercase letters in the same column show significant difference at 0.05 level.

的处理下的胚轴长显著低于胁迫浓度为 15~45 mmol·L⁻¹时的胚轴长,15 mmol·L⁻¹的胁迫处理下的胚轴质量明显高于 30、45、60 mmol·L⁻¹的胁迫处理。结果表明,在 NaCl 中低浓度(<60 mmol·L⁻¹)胁迫处理下对软枣猕猴桃幼苗的生长发育影响较小,而高浓度胁迫(>60 mmol·L⁻¹)的环境对其影响较大,尤其抑制幼苗的根长、株质量方面,造成植株发育不良。

2.2 不同 NaCl 胁迫处理对软枣猕猴桃幼苗酶活性的影响

2.2.1 不同 NaCl 胁迫处理对软枣猕猴桃幼苗过氧化物酶活性的影响

由图 1 可以看出,随着 NaCl 胁迫浓度的增加,软枣猕猴桃幼苗的过氧化物酶(POD)活性也随之升高。CK 处理显著低于其它盐胁迫处理,相对于 CK 处理,15 mmol·L⁻¹处理时 POD 活性增高了 3 倍,中高浓度处理时增高幅度在 5~7,而在高浓度 90 mmol·L⁻¹胁迫处理下其 POD 活性比 CK 处理增高近 8 倍。其结果表明,NaCl 溶液在低浓度时其 POD 活性就表现为显著高于正常水平;30 mmol·L⁻¹和 45 mmol·L⁻¹处理的差异不大,但显著低于 60 mmol·L⁻¹的胁迫处理;而 75 mmol·L⁻¹的胁迫处理又略有下降,90 mmol·L⁻¹胁迫处理下的 POD 活性最高。说明 NaCl 胁迫处理危害了软枣猕猴桃幼苗的呼吸作用、光合作用及生长素的氧化反应,从而导致 POD 活性的巨大变化。

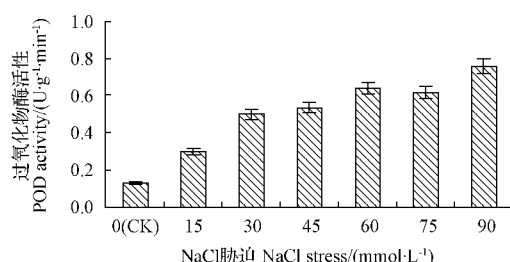


图 1 不同 NaCl 胁迫处理对软枣猕猴桃幼苗过氧化物酶活性的影响

Fig. 1 Effects of different NaCl concentration stress on POD activity of *Actinidia arguta* seedlings

2.2.2 不同 NaCl 胁迫处理对软枣猕猴桃幼苗过氧化氢酶活性的影响

由图 2 所示,软枣猕猴桃幼苗的过氧化氢酶(CAT)活性随 NaCl 胁迫浓度的增加而呈现下降趋势。15 mmol·L⁻¹胁迫处理下的 CAT 活性较对照下降了近 2 倍;30、45、60 mmol·L⁻¹处理下的幼苗 CAT 活性无明显差异,但显著低于 CK;

75、90 mmol·L⁻¹显著低于其它处理,但之间没有差异。从结果可以看出,软枣猕猴桃幼苗受到 NaCl 胁迫后 CAT 活性显著下降,用以缓解过多过氧化氢给植株带来的伤害。在低浓度时表现明显,随着浓度增加差异幅度降低,说明软枣猕猴桃幼苗对 NaCl 胁迫产生了明显的抗盐性。

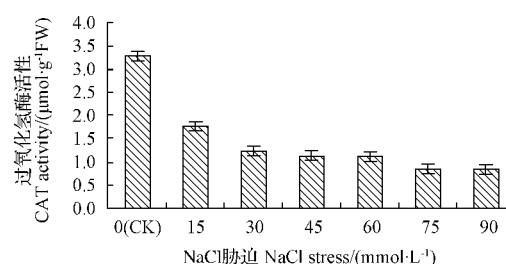


图 2 不同浓度的 NaCl 胁迫处理对软枣猕猴桃幼苗过氧化氢酶(CAT)活性的影响

Fig. 2 Effects of different NaCl concentration stress on CAT activity of *Actinidia arguta* seedlings

2.2.3 不同 NaCl 胁迫处理对软枣猕猴桃幼苗超氧化物歧化酶活性的影响

超氧化物歧化酶(SOD)是植物体内天然存在的超氧自由基清除因子, SOD 对植物细胞起保护作用,在逆境时其酶活性增加^[7]。图 3 所示,软枣猕猴桃幼苗的 SOD 活性随着 NaCl 胁迫浓度的增加而增加,对照处理显著低于盐害处理,在 15~45 mmol·L⁻¹胁迫处理间上升程度不大,而在 45~60 mmol·L⁻¹胁迫处理间上升幅度加大,后者较前者增加了近 2 倍,较 CK 处理增加了 3 倍。75 mmol·L⁻¹胁迫处理时其 SOD 活性达到最高,90 mmol·L⁻¹胁迫处理时 SOD 活性又有所下降。其结果表明,60 mmol·L⁻¹的 NaCl 胁迫处理已经严重的影响植物细胞内活性氧产生和清除的失衡,从而导致植物细胞结构和功能的破坏。90 mmol·L⁻¹

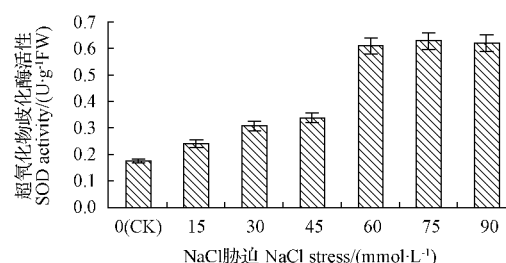


图 3 不同浓度的 NaCl 胁迫处理对软枣猕猴桃幼苗超氧化物歧化酶(SOD)活性的影响

Fig. 3 Effects of different NaCl concentration stress on SOD activity of *Actinidia arguta* seedlings

胁迫处理时植株功能可能已经破坏完全,导致 SOD 活性下降。

2.2.4 不同 NaCl 胁迫处理对软枣猕猴桃幼苗丙二醛(MDA)含量的影响 从图 4 可以看出,软枣猕猴桃幼苗的膜脂过氧化产物丙二醛(MDA)含量随着 NaCl 胁迫浓度的增加而呈现下降趋势。CK 的 MDA 含量最高,且显著高于其它处理;15~60 mmol·L⁻¹胁迫处理之间差异不大,但明显高于高浓度胁迫(>75 mmol·L⁻¹)处理,而高浓度之间没有显著差异。MDA 含量能够间接反映植物衰老或受到胁迫时细胞膜的透性和离子的渗出率,NaCl 胁迫处理后的软枣猕猴桃幼苗在中低浓度(<60 mmol·L⁻¹)时表现出良好的抗性,而高浓度(>75 mmol·L⁻¹)处理对于植株危害较大,其细胞膜脂过氧化加剧,表现为幼苗抗性能力下降。

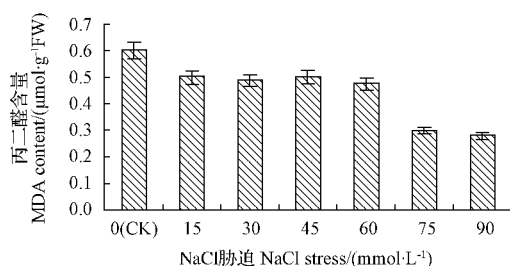


图 4 不同浓度的 NaCl 胁迫处理对软枣猕猴桃幼苗丙二醛(MDA)含量的影响

Fig. 4 Effects of different NaCl concentration stress on MDA content of *Actinidia arguta* seedlings

3 结论

该试验研究结果表明,随着 NaCl 胁迫浓度的增加,软枣猕猴桃幼苗的各项生长发育指标均呈现不同程度的下降趋势,除株高表现不明显外,其它指标均表现显著。并且中低胁迫浓度(<60 mmol·L⁻¹)的 NaCl 胁迫对其幼苗生长发育影响作用较小,而高浓度胁迫(>75 mmol·L⁻¹)处理下表现为显著的抑制作用,表现为根长、株质量方面。在该试验中软枣猕猴桃幼苗在中低浓度的 NaCl 胁迫处理下表现出较强的耐盐性,但高浓度时植株受害严重,其结果还需进一步研究。过氧化物酶(POD)是植物体内重要的活性氧清除剂,用以抵御逆境胁迫下对膜结构的过氧化伤害^[8]。试验结果表明,NaCl 胁迫下,其幼苗的 POD 活性迅速增加,但在 75 mmol·L⁻¹时下降而后在 90 mmol·L⁻¹时 POD 活性又达到最大值,说明高浓度处理时出现极限浓度使软枣猕猴桃产生对

NaCl 抗性的减弱。CAT 活性随着 NaCl 的浓度增大而呈现明显的下降趋势,说明在 NaCl 胁迫下软枣猕猴桃幼苗产生较多的 H₂O₂,NaCl 胁迫对 CAT 活性影响较大,中浓度时变化差异不显著,说明此时植株对 NaCl 胁迫处理抗性较强。SOD 是植物体内天然的活性物质,在植株抗逆境、抗衰老方面有很大作用,能够保护植物体免受自由基及其衍生物的伤害^[9]。试验中表现为 SOD 活性随着 NaCl 胁迫浓度增大而显著升高,在大于 60 mmol·L⁻¹时表现显著,植株受害严重,在低浓度时抗盐性强。NaCl 溶液胁迫影响使细胞膜的稳定性降低,细胞膜的透性增大,MDA 含量能够间接反映出膜系统受逆境伤害情况。幼苗在中低浓度时 MDA 含量变化不大,但高浓度(>75 mmol·L⁻¹)胁迫处理的 MDA 含量下降幅度较大,这与孙伟泽等^[10]在研究盐胁迫对苜蓿 MDA 含量影响时的结果相同。综上所述,软枣猕猴桃幼苗在低浓度(<45 mmol·L⁻¹)NaCl 胁迫时具有较强的抗性,而当 NaCl 胁迫浓度达到 60 mmol·L⁻¹时其生长发育、生理活性均受到不同程度的影响,不利于植株种植。因此,在低浓度(<45 mmol·L⁻¹)的盐渍土壤中种植软枣猕猴桃可以有效利用盐渍土、改善土壤环境,对缓解种植面积紧缺、提高地方经济作物产量有积极作用。

参考文献

- [1] 苍晶,王学东,桂明珠,等.猕猴桃繁殖器官的化学成分[J].北方园艺,1999(2):25.
- [2] 苍晶,王学东,徐仲,等.猕猴桃营养器官的化学成分[J].北方园艺,1999(5):51-52.
- [3] 刘长江,杨智超,许金光,等.响应面法优化软枣猕猴桃蛋白提取工艺[J].食品研究与开发,2011(3):1-5.
- [4] 赵淑兰.软枣猕猴桃品种简介[J].特种经济动植物,2002(2):35.
- [5] JIANG Y, TU P F. Analysis of chemical constituents in *Cistanche species*[J]. Journal of Chromatography A, 2009(11):1970-1979.
- [6] 王学奎.植物生理生化试验原理和技术[M].北京:高等教育出版社,2006.
- [7] 陈鑫,李然红,刘丹,等. Na₂CO₃ 胁迫对狗枣猕猴桃幼苗生长发育的影响[J].黑龙江科技信息,2015(5):118-119.
- [8] 王代军.温度胁迫下几种冷季型草坪草抗性机制的研究[J].草业学报,1998(1):75-80.
- [9] 吴学明,苏旭,刘玉萍.青海湖畔两种植物叶片中超氧化物歧化酶(SOD)和过氧化物酶(POD)活性的研究[J].青海草业,2005(2):7-11.
- [10] 孙伟泽,韩博,胡晓,等.不同浓度盐胁迫下苜蓿丙二醛含量变化[J].安徽农业科学,2009(5):1905-1906.

“富士”苹果幼树磷含量与积累量年周期变化

张晨光, 赵德英, 袁继存, 徐 锴, 程存刚, 闫 帅

(中国农业科学院 果树研究所, 农业部园艺作物种质资源利用重点实验室, 辽宁 兴城 125100)

摘 要:以3年生 T337 自根砧“富士”苹果幼树为试材,在年生长周期内的主要物候期进行整株取样,并将整树解析为根木质部、根韧皮部、侧根、砧木木质部、砧木韧皮部、主干木质部、主干韧皮部、叶片、新梢9部分,分别测定各部位不同时期的生物量和磷(P)含量。结果表明:T337 自根砧“富士”苹果幼树不同时期各部位 P 含量不同,整个生长周期内,木质部 P 含量较低,韧皮部及生长旺盛的须根、叶片和新梢 P 含量较高。定植后 120~150 d 和 150~180 d 树体干物质积累量较高,分别占总积累量的 38.73% 和 29.81%。树体干物质和 P 分配量、分配比例均为生长旺盛的叶片、新梢和须根高于其它部位。整个生长周期内,每株苹果幼树 P 总积累量为 1.17 g,定植 120 d 之前 P 积累量占 35.90%,定植 120 d 之后占 64.10%。每株推荐合理施 P 量为 1.56 g,春季定植前每株基施 0.56 g,至定植 120 d 每株追施 1.00 g。

关键词:T337 自根砧;生物量;P 含量;P 积累量

中图分类号:S 661.106⁺.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)07-0035-05

磷(P)是核苷酸、核酸、核蛋白、磷脂、ATP 酶等植物体内重要化合物的组分,它直接参与植物光合作用的光合磷酸化和碳同化^[1-2],表面磷参与植物的

结构组成,影响植物新陈代谢、信息传递等生命活动。目前,苹果矮化栽培已成为世界苹果产业发展的重要趋势^[3]。我国自 20 世纪 70 年代推广乔砧密植以来,乔砧密植果园占 95% 以上^[4],而欧美国家目前矮砧密植栽培比重达到 90% 以上^[5]。因而,必须加强苹果矮化密植栽培研究,为我国推广苹果矮化栽培奠定基础。现阶段,运用矮化自根砧是实现苹果矮化密植栽培的重要形式。目前关于苹果矮化自根砧的研究多集中在生长规律^[6-7]、育苗技术^[8-9]、致矮机理^[10-11]方面,对矮化自根砧苹果幼树年周期需肥规律尤其是需磷规律研究较少。明确不同时期矮化自根砧苹果树体各部位磷含量、磷积累量动态变

第一作者简介:张晨光(1991-),男,硕士研究生,研究方向为果树生理与栽培技术。E-mail:Zchenguang0105@163.com.

责任作者:赵德英(1974-),女,博士,研究员,现主要从事果树栽培与生理等研究工作。E-mail:zhaodeying@caas.cn.

基金项目:中国农业科学院科技创新工程资助项目(CAAS-ASTIP);辽宁省果树产业技术体系栽培技术研究岗位资助项目(LNGSCYTX-13/14-5);主要果树花果管理关键技术研究示范资助项目(2015204018)。

收稿日期:2016-12-07

Effect of NaCl Stress on Growth of *Actinidia arguta* Seedling

LIU Dan, CHEN Xin, LI Ranhong, SUN Xuefang

(Department of Biology, Mudanjiang Normal University, Mudanjiang, Heilongjiang 157011)

Abstract: Taking *Actinidia arguta* as test material, the effect of different NaCl stress treatment on growth and physiological indexes of *Actinidia arguta* seedling were studied. The results showed that plant height, root length, plant weight, root weight, hypocotyl length, hypocotyl weight decreased with the increasing of NaCl concentration stress. The physiological indexes of seedling treated with NaCl concentration indicated that POD activity, SOD activity increased, but CAT activity, MDA content decreased.

Keywords: *Actinidia arguta*; NaCl stress; seedling