

里程辉,于 辉,刘 志,等. 淹水胁迫下不同中间砧对苹果岳冠叶片和根系抗氧化酶和非酶类抗氧化物活性的影响[J]. 江苏农业科学, 2021,49(3):121-125.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2021.03.021

淹水胁迫下不同中间砧对苹果岳冠叶片和根系抗氧化酶和非酶类抗氧化物活性的影响

里程辉¹, 于 辉², 刘 志¹, 王 宏¹, 于年文¹, 王 杰¹, 张秀美¹, 李宏建¹, 宋 哲¹, 王颖达¹

(1. 辽宁省果树科学研究所, 辽宁营口 115009; 2. 辽宁农业职业技术学院, 辽宁营口 115009)

摘要:以 2 年生盆栽岳冠/辽砧 2 号/山定子、岳冠/GM256/山定子、岳冠/77-34/山定子和岳冠/山定子为试验材料,研究在持续淹水胁迫下,不同中间砧对岳冠叶片和根系抗氧化酶和非酶类抗氧化物活性的影响。结果表明,在整个淹水过程中,各砧穗组合叶片和根系中 SOD、POD、CAT、APX 活性和游离脯氨酸含量先上升后下降,说明树体通过提高保护酶活性和非酶类抗氧化物含量抵抗氧化胁迫和增加渗透调节;在淹水 7~14 d 出现差异,GM256 组合的保护酶活性和游离脯氨酸含量显著高于其他组合,辽砧 2 号组合最低。可见,在淹水 7~14 d 时,GM256 作为中间砧抗淹水能力最强,建议在降水量较多的辽宁丹东、大连等地,可以优先考虑该组合。

关键词:“岳冠”苹果;中间砧;淹水;抗逆性酶;抗氧化物

中图分类号:S661.101 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2021)03-0121-04

涝害是苹果在生长发育过程中受到的非生物胁迫之一。植物根系长期浸泡在水中,会产生乙醇等有害物质,并且 O₂ 亏缺,CO₂ 和乙烯等过剩使植物缺氧受害^[1-5]。近几年,苹果的矮化密植栽培方式因其产量高、品质优、早果早产、生产管理方便等优点,已成为我国苹果产业的发展方向和趋势^[6]。岳冠(寒富×岳帅)是由辽宁省果树科学研究所杂交选育的苹果新品种,该品种在冷凉地区发展比寒富更有优势^[7],并且近几年发展迅速;辽砧 2 号(助列涅特×M9,引自辽宁省果树科学研究所)、GM256(红海棠×M9,引自吉林省农业科学院果树研究所)、77-34(M9×小黄海棠,引自辽宁省果树科学研究所)是 3 种适合在冷凉地区栽培的矮化、半矮化砧木,以山定子为基础,这 3 种砧木为中间砧与岳冠嫁接后亲和性良好。但在降雨期比较集中的大

连、丹东东港等地,年降水量在 1 000 mm 以上时,果树易受涝害导致叶片黄化、脱落,产量降低,重则造成连续几年树体生长受阻^[8-11]。本试验利用淹水处理,测定不同砧穗组合岳冠苹果中抗氧化酶和非酶类抗氧化物的变化,旨在全面反映淹水胁迫条件下各砧穗组合对岳冠生理特性的影响,筛选适宜水涝地区栽培的砧穗组合,以期生产提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试材与处理

试验于 2017 年 6 月至 7 月在沈阳农业大学果树栽培与生理生态试验基地(123°341'E,41°491'N)进行。供试的盆栽苗为 2 年生苗,接穗品种为岳冠,基础砧为山定子(*Malus baccata*),中间砧分别为辽砧 2 号、GM256 和 77-34,基础接口粗度 1.5 cm 左右,嫁接高度为 10 cm,中间砧段长 25 cm,2016 年 3 月采用舌接方式进行嫁接,包括岳冠/辽砧 2 号/山定子(YG/L2/Mb)、岳冠/GM256/山定子(YG/GM256/Mb)、岳冠/77-34/山定子(YG/77-34/Mb)和岳冠/山定子(YG/Mb)4 种砧穗组合;嫁接后在温室内进行常规管理,管理水平一致。试验用盆采用口径 30 cm、高 30 cm 的异形耐老化塑料营养钵;营养土为园土棕壤,质地为粘壤土,有机质含量 14.25 g/kg,碱解氮含量 78.39 mg/kg,速效磷含量 25.82 mg/kg,速效钾含量 178.21 mg/kg, pH 值

收稿日期:2018-12-29

基金项目:国家现代农业产业技术体系建设专项资金(编号:CARS-28);科技特派行动专项计划(编号:2020JH5/10400062);辽宁省科学事业公益研究基金(编号:GY-2017-0043);辽宁省果树产业技术体系项目(编号:LNGSCYTX-13/14-3);辽宁省中央引导地方科技发展专项-地方科技创新项目示范(2016-2018)。

作者简介:里程辉(1984—),男,辽宁海城人,硕士,副研究员,主要从事果树栽培与生理研究。E-mail:lnlichenghui@163.com。

通信作者:于年文,硕士,研究员,主要从事果树栽培与生理研究。

E-mail:lgynw@163.com。

6.8。从 2017 年 6 月 15 日开始,每种砧穗组合选择长势一致的盆栽苗 30 株进行处理,将盆栽苗放入水池中,加水漫过盆的上沿,使根系处于淹水状态,设置淹水后 0、3、7、14、28、35 d 6 个处理,达到处理指标后,采集叶片和根系,分别将同一处理叶片和根系的 5 株样品混成 1 个样品,用自来水和去离子水清洗,并用吸水纸吸干,样品用铝箔纸包好后立即放入液氮中速冻,在 -80°C 冰箱中保存,待所有样品采集完后,冷冻样品用研磨仪研磨成粉末,用于非酶类抗氧化物和抗氧化酶活性测定。叶片在中心干延长头采集当年新梢第 6~8 张成熟无病虫害叶,细根按 1/4 圆法取样。5 次生物学重复。

1.2 测定方法

参照 He 等的方法^[12]测定苹果叶片和根系游离脯氨酸含量。样品中过氧化物酶(POD)、过氧化氢酶(CAT)和抗坏血酸过氧化物酶(APX)活性测定参照 He 等的方法^[13],超氧化物歧化酶(SOD)活性利用苏州科铭生物技术有限公司生产的试剂盒进行测定。

利用 Microsoft Excel 2010 和 SPSS 17.0 对数据

进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 淹水后不同砧穗组合对岳冠叶片和根系 SOD 活性的影响

从图 1 可知,各组合叶片和根系的 SOD 活性随着淹水时间的延长呈先上升后下降的趋势,淹水后 3 d 后迅速上升,7 d 达到最高值,之后持续下降,35 d 降至最低。各组合间叶片的 SOD 活性只在淹水后 7 d 和 14 d 出现差异,均是 YG/GM256/Mb 最高(438.8 nkat/mg 和 297.0 nkat/mg),并在淹水后 7 d 时明显高于其他组合,在淹水后 14 d 时,明显高于 YG/L2/Mb,其他组合间差异不明显;各组合间根系的 SOD 活性在淹水后 3 d 时就出现差异,其中 YG/GM256/Mb 和 YG/77-34/Mb 明显高于其他 2 种组合,并且这种差异一直持续到淹水后 14 d, YG/GM256/Mb 活性一直保持最高,淹水后 7 d 时明显高于其他 3 种组合,淹水后 14 d 时明显高于 YG/Mb 和 YG/L2/Mb。另外,在整个淹水过程中,各组合根系的 SOD 活性始终高于叶片。

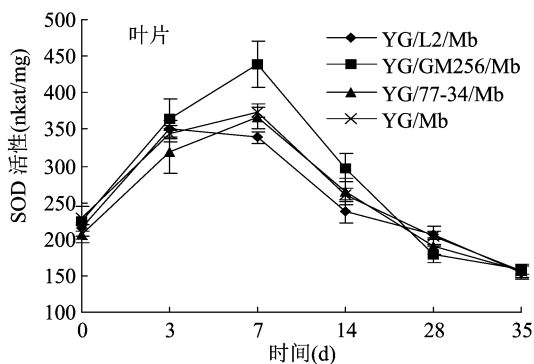


图1 淹水后不同砧穗组合对岳冠叶片和根系 SOD 活性的影响

2.2 淹水后不同砧穗组合对岳冠叶片和根系 POD 活性的影响

从图 2 可知,各组合叶片和根系的 POD 活性与 SOD 相似,也呈现先上升后下降的趋势,淹水后 3 d 迅速上升,淹水后 7 d 达到最高值,之后持续下降,35 d 降至最低。各组合间叶片和根系 POD 活性只在淹水后 3~14 d 出现明显差异,均是 YG/GM256/Mb 最高, YG/L2/Mb 最低,二者间一直差异明显;从淹水后 3~14 d, YG/L2/Mb 叶片 POD 活性一直明显低于 YG/Mb,根系 POD 活性一直明显低于 YG/77-34/Mb。同时在整个淹水过程中,各组合根系的 POD 活性也始终高于叶片。

2.3 淹水后不同砧穗组合对岳冠叶片和根系 CAT 活性的影响

从图 3 可知,各组合叶片和根系的 CAT 活性也呈现先上升后下降的趋势,淹水后 3 d 迅速上升, YG/L2/Mb 在淹水 3 d 时达到最高值,其他 3 种组合在 7 d 时达到最高值,之后持续下降,35 d 降至最低。与 SOD 和 POD 活性相似,各组合间叶片和根系 CAT 活性也在淹水后 3~14 d 出现显著差异,淹水后 3 d 时, YG/L2/Mb 最高,明显高于其他组合,到淹水后 7 d 和 14 d,均是 YG/GM256/Mb 最高, YG/L2/Mb 最低,且二者间差异明显。同时在整个淹水过程中,各组合根系的 CAT 活性一直低于叶片。

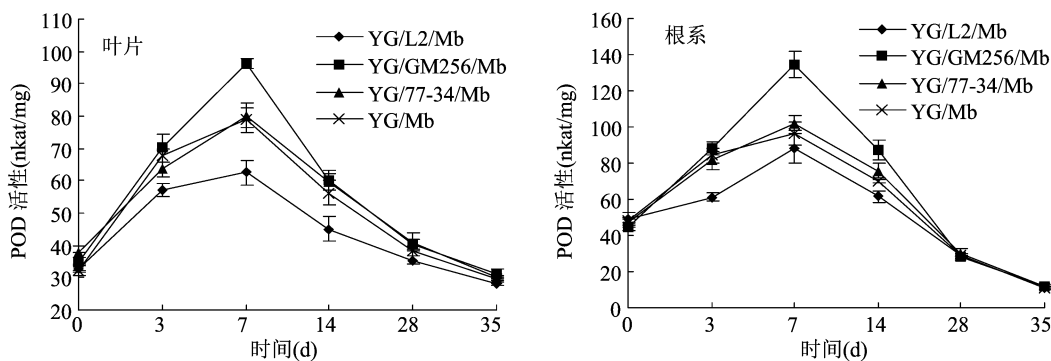


图2 淹水后不同砧穗组合对岳冠叶片和根系 POD 活性的影响

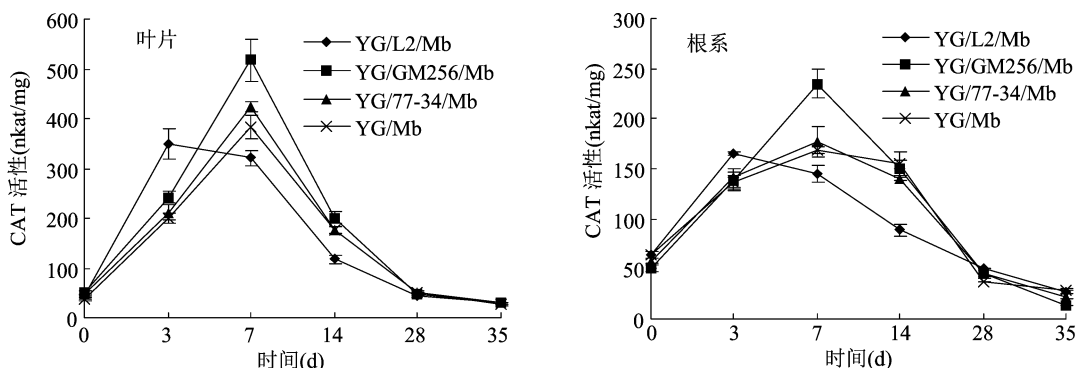


图3 淹水后不同砧穗组合对岳冠叶片和根系 CAT 活性的影响

2.4 淹水后不同砧穗组合对岳冠叶片和根系 APX 活性的影响

从图 4 可知,各组合叶片和根系的 APX 活性与 SOD、POD 活性相似,也呈现先上升后下降的趋势,淹水后 3 d 迅速上升,7 d 达到最高值,之后持续下降,35 d 降至最低。各组合间叶片的 APX 活性在淹

水后 3~28 d 出现明显差异,根系的 APX 活性在淹水后 3~14 d 出现明显差异,也均是 YG/GM256/Mb 最高,YG/L2/Mb 最低,且二者间一直差异明显。另外在整个淹水过程中,各组合根系的 APX 活性也始终高于叶片。

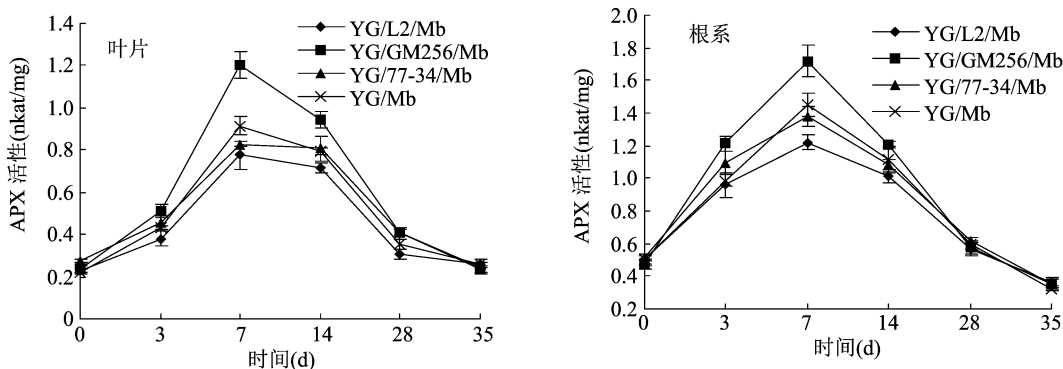


图4 淹水后不同砧穗组合对岳冠叶片和根系 APX 活性的影响

2.5 淹水后不同砧穗组合对岳冠叶片和根系游离脯氨酸含量的影响

游离脯氨酸作为渗透调节物质之一,可以调节细胞内渗透式来缓解逆境对植物的伤害,逆境条件下其含量增加是对逆境的一种自卫反应。如图 5 所示,在整个淹水过程中,各组合叶片和根系中的游离脯氨酸含量呈先上升后下降的趋势,淹水后 3 d

迅速上升,7 d 达到最高值,之后持续下降,但淹水后 14 d 仍处于较高水平,35 d 降至最低,低于未淹水时含量。YG/GM256/Mb 在整个淹水过程中一直处于最高;各组合间叶片仅在淹水 7 d 和 14 d 时存在明显差异,淹水后 7 d 时,YG/GM256/Mb 明显高于其他组合,YG/L2/Mb 明显低于其他组合,淹水后 14 d 时,YG/Mb 明显低于 YG/GM256/Mb;各组合

间根系仅在淹水 7 d 时存在明显差异, YG/GM256/Mb 明显高于其他组合, YG/L2/Mb 明显低于 YG/GM256/Mb 和 YG/77-34/Mb。各组合在淹水 14 d 之

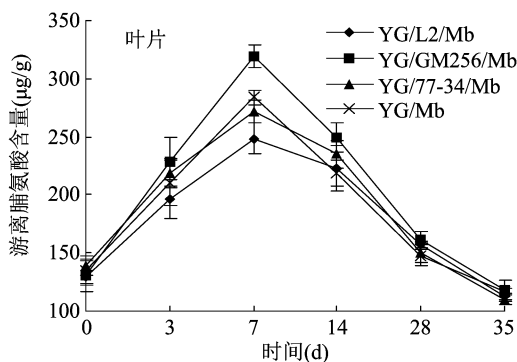
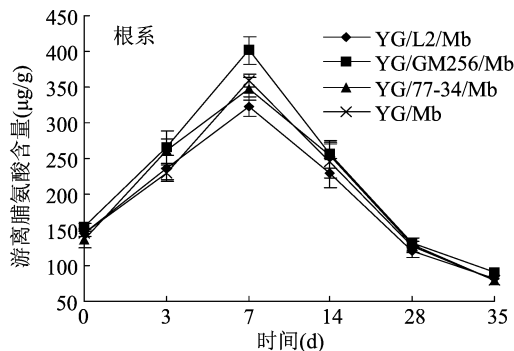


图5 淹水后不同砧穗组合对岳冠叶片和根系游离脯氨酸含量的影响

3 讨论与结论

植物遭受水分胁迫时,会启动一系列适应机制,通过提高保护酶活性和一些非酶类抗氧化物含量,增强活性氧和自由基的清除能力,从而减轻对细胞的伤害。SOD 是植物抗氧化系统的第一道防线,可以催化超氧阴离子自由基发生歧化反应,形成氧分子和过氧化氢,避免超氧自由基对细胞膜的过氧化作用。POD 是以酚类化合物为底物分解 H_2O_2 ,能够反映植物生长发育的特点、体内代谢状况以及对外界环境的适应性。CAT 是生物体内清除过氧化氢的主要酶类之一,存在于植物组织的过氧化体中,主要作用是催化 H_2O_2 分解为 H_2O 和 O_2 [14]。APX 广泛存在于植物细胞的溶质、过氧化物酶体、线粒体和叶绿体中,能够以抗坏血酸为电子供体还原 H_2O_2 为 H_2O ,是叶绿体中清除 H_2O_2 的关键酶 [15]。脯氨酸是植物体内主要渗透调节物质之一,可以保护酶和植物体内细胞膜结构和功能。本研究发现,在整个淹水过程中,各砧穗组合叶片和根系中 SOD、POD、CAT 和 APX 活性呈先上升后下降趋势,说明淹水前期植株体内产生较多的活性氧诱导了酶保护系统,使 4 种抗氧化酶活性升高,以便清除活性氧,减轻伤害,随着淹水时间延长,胁迫伤害加重,超过植株自身承受能力,导致 4 种抗氧化酶活性逐渐降低,这与杨宝铭等在苹果 [16]、彭克勤等在水稻 [17-18]、王娟在牡丹 [19] 和陈玉明等在猕猴桃 [20] 上的研究结果一致。并且在淹水 3~14 d 出现差异,其中 GM256 组合的保护酶活性一直保持最高,说明该组合更加有效清除树体组织中的活性氧和自由基,通过减少脂质过氧化水平增强对淹水的

前,游离脯氨酸含量根系高于叶片,但在淹水 14 d 之后,根系低于叶片。



耐受性,乔砧和 77-34 组合居中,辽砧 2 号组合保护酶活性最低。游离脯氨酸变化趋势与保护酶一致,淹水 7~14 d 出现差异,其中 GM256 组合的游离脯氨酸含量一直最高,说明缓解淹水毒害方面,作用更大一些,77-34 组合居中,乔砧和辽砧 2 号组合含量较低。

GM256 作为中间砧,在淹水 7~14 d,叶片和根系中 4 种抗氧化酶活性和游离脯氨酸含量高于其他组合,增强活性氧和自由基的清除能力,降低细胞渗透势,从而减轻对细胞的伤害,更能适应淹水环境,建议在降水量较多的辽宁丹东、大连等地,可以优先考虑该组合。

参考文献:

- [1] 陈立松,刘星辉. 果树对水分胁迫的反应与适应性[J]. 干旱地区农业研究,1999,17(1):88-94.
- [2] 赵可夫. 植物对水涝胁迫的适应[J]. 生物学通报,2003,38(12):11-14.
- [3] 吴林,李亚东,刘洪章,等. 果树水分胁迫研究进展[J]. 吉林农业大学学报,1996,18(2):92-97.
- [4] 吴强盛,夏仁学,张琼华. 果树对水分胁迫反应研究进展(综述)[J]. 亚热带植物科学,2003,32(2):72-76.
- [5] 刘国琴,樊卫国. 果树对水分胁迫的生理响应[J]. 西南农业学报,2000,13(1):101-106.
- [6] 马宝焜,徐继忠,孙建设. 关于我国苹果矮砧密植栽培的思考[J]. 果树学报,2010,27(1):105-109.
- [7] 吕天星,王冬梅,闫忠业,等. 晚熟苹果新品种“岳冠”的选育[J]. 果树学报,2016,33(10):1321-1323.
- [8] 李阳生,李绍清. 淹涝胁迫对水稻生育后期的生理特性和产量性状的影响[J]. 武汉植物学研究,2000,18(2):117-122.
- [9] 王华田,孙明高. 水涝对银杏生长及生理的影响[J]. 经济林研究,1997,15(2):14-18.
- [10] 高青海,葛伟强,陈杰. 淹水胁迫下不同砧木对嫁接西瓜产量

林 兵,武胜利,葛欢欢,等.灌溉量对不同林龄胡杨光合特性和水分利用效率的影响[J].江苏农业科学,2021,49(3):125-132.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2021.03.022

灌溉量对不同林龄胡杨光合特性和水分利用效率的影响

林 兵,武胜利,葛欢欢,吕 婷,李京龙

(新疆师范大学地理科学与旅游学院,新疆乌鲁木齐 830054)

摘要:采用野外试验,研究了灌溉量对不同林龄胡杨光合特性和水分利用效率的影响。结果表明:(1)11 年、15 年和 20 年林龄胡杨全天净光合速率的均值在 50 kg/(株·次)灌溉处理下最大。11 年林龄胡杨的全天蒸腾速率值、气孔导度值和胞间 CO₂ 浓度的均值均在 45 kg/(株·次)灌溉处理下最大。15 年和 20 年胡杨全天蒸腾速率值、气孔导度值和胞间 CO₂ 浓度的均值在 50 kg/(株·次)灌溉处理下最大。(2)随着灌溉量的增加,4 种水分处理下的瞬时水分利用效率均值有一定的波动。(3)11 年林龄胡杨全天光响应参数和 CO₂ 响应参数的均值在 45 kg/(株·次)灌溉量下达到最大,15 年和 20 年林龄胡杨全天光响应参数和 CO₂ 响应参数的均值在 50 kg/(株·次)灌溉量下达到最大。综上所述,11 年林龄胡杨生长适宜灌溉量为 45 kg/(株·次),15 年和 20 年林龄胡杨生长适宜灌溉量为 50 kg/(株·次)。

关键词:灌溉;胡杨;光合特性;光响应参数

中图分类号: S727.2;S792.110.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2021)03-0125-08

胡杨别称梧桐、胡桐、并叶杨,是一种古老的树种。塔里木河流域的胡杨林规模大、跨度长,基本上沿着塔里木河的流向繁衍蔓延,成为塔里木河无处不在的象征。正如不少研究者所指出,塔克拉玛干大沙漠中的胡杨大都分布在各内陆河流的两岸,或沙漠内部湖泊的周围^[1]。塔里木盆地的胡杨林

凭借其高大群集的优势,长期与风沙灾害抗衡,阻挡了风沙侵袭,保护了盆地一些地区的生态平衡,保护了盆地边缘的块块绿洲。事实告诫我们,这里胡杨林的兴衰与盆地边缘绿洲的存亡息息相关。水是影响植物生长和生存最重要的因子,在干旱区植被生长对水的依赖性极大,尤其是塔里木河下游河道断流 30 年,加之气候干燥、降水量稀少,导致无任何地表径流。而干旱主要损伤植物的生理代谢和光合作用^[2-3],导致植物生长受阻。水分胁迫下光合效率显著降低,生长受抑^[4]。土壤水分是如何影响胡杨的生长与生理生态过程及其生理机制,已经成为当前迫切需要解决的问题。目前,国内外学者针对胡杨幼苗光合、水分与抗逆生理及生态适应

收稿日期:2020-08-19

资助项目:新疆维吾尔自治区林业厅科技支撑专项(编号:HY-2.3)。

作者简介:林 兵(1993—),男,江西新余人,硕士研究生,主要从事干旱区资源和环境研究。E-mail:1446523961@qq.com。

通信作者:武胜利,博士,教授,主要从事干旱区资源和环境研究。E-mail:wushengli77@126.com。

和品质的影响[J].分子植物育种,2019,17(24):8309-8314.

[11]邓辉茗,龙聪颖,蔡仕珍,等.不同水分胁迫对绵毛水苏幼苗形态和生理特性的影响[J].西北植物学报,2018,38(6):1099-1108.

[12]He J, Li H, Luo J, et al. A transcriptomic network underlies microstructural and physiological responses to cadmium in *Populus × canescens*[J]. Plant Physiology, 2013, 162(1):424-439.

[13]He J, Qin J, Long L, et al. Net cadmium flux and accumulation reveal tissue-specific oxidative stress and detoxification in *Populus × canescens*[J]. Physiologia Plantarum, 2011, 143(1):50-63.

[14]Gill S S, Tuteja N. Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants[J]. Plant Physiology and Biochemistry, 2010, 48(12):909-930.

[15]Asada K. Ascorbate peroxidases: a hydrogen peroxide scavenging

enzyme in plants[J]. Physiological Plant, 1992, 85(2):235-241.

[16]杨宝铭,吕德国,秦嗣军,等.淹水对“寒富”苹果保护酶系和根系活力的影响[J].沈阳农业大学学报,2007,38(3):291-294.

[17]彭克勤,夏石头,李阳生.涝害对早中稻生理特性及产量的影响[J].湖南农业大学学报(自然科学版),2001,27(3):173-176.

[18]夏石头,彭克勤,曾 可.水稻涝害生理及其与水稻生产的关系[J].植物生理学通讯,2000,36(6):581-588.

[19]王 娟.淹水对牡丹生理特性的影响[J].生态学杂志,2015,34(12):3341-3347.

[20]陈玉明,史梦琪,张 琮,等.耐淹砧木对猕猴桃枝叶生长及淹水胁迫的生理影响[J].湖北农业科学,2018,57(8):77-80,95.