

“海尔特兹”红树莓嫩枝扦插技术研究

王晓香, 邱佳奇, 张雪梅* (河北农业大学, 河北保定 071000)

摘要 [目的]研究不同生根粉浓度、不同扦插时期对红树莓扦插生根及成活的影响。[方法]以“海尔特兹”红树莓为扦插材料,分别在4月上旬、5月上旬、6月上旬进行嫩枝扦插试验。ABT生根粉浓度分别为200、500、700 mg/L,以清水为对照,对4月上旬扦插成活的“海尔特兹”红树莓幼苗的叶绿素含量和抗氧化酶(过氧化氢酶CAT、过氧化物酶POD、超氧化物歧化酶SOD)活性进行测定。[结果]4月上旬“海尔特兹”红树莓幼苗的叶绿素含量以ABT生根粉浓度为200 mg/L时最高,其叶绿素a含量为1.667 5 mg/L,叶绿素b含量为0.564 5 mg/L,总叶绿素含量为2.260 8 mg/L,类胡萝卜素含量为0.514 0 mg/L。当ABT浓度为200 mg/L时CAT和SOD活性最强,POD活性最低,CAT活性为18 U/(g·min),较对照组高33.33%,SOD活性为10.828 6 U/(g·min),较对照组高38.55%,POD活性为41.443 3 U/(g·min),较对照组低62.06%。[结论]“海尔特兹”红树莓嫩枝扦插适宜的ABT生根粉浓度为200 mg/L,适宜的嫩枝扦插时期在4月上旬。

关键词 红树莓;嫩枝扦插;ABT生根粉;生根率

中图分类号 S663.2 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2022)19-0063-04

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2022.19.016



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Study on Softwood Cutting Technology in Raspberry ‘Heritage’

WANG Xiao-xiang, QIU Jia-qi, ZHANG Xue-mei (Agricultural University of Hebei, Baoding, Hebei 071000)

Abstract [Objective] To study the effects of different ABT concentrations and different cutting periods on the rooting and survival of red raspberry cuttings. [Method] Using the red raspberry of ‘Heritage’ as cutting materials, the concentrations of ABT root powder were 200, 500, 700 mg/L, and clean water was used as control, the softwood cutting experiments were carried out in early April, early May, early June. The chlorophyll content and antioxidant enzyme (catalase CAT, peroxidase POD, superoxide dismutase SOD) activity of red raspberry ‘Heritage’ seedling in early April were tested. [Result] The chlorophyll content of red raspberry ‘Heritage’ seedlings in early April was the highest in the condition of ABT concentration was 200 mg/L. The content of chlorophyll a was 1.667 5 mg/L, the content of chlorophyll b was 0.564 5 mg/L, the content of total chlorophyll was 2.260 8 mg/L, and the content of carotenoid was 0.514 0 mg/L. When the concentration of ABT was 200 mg/L, the activities of CAT and SOD were the strongest, and the activities of POD were the lowest. The activity of CAT was 18 U/(g·min), which was 33.33% higher than that of control. The activity of SOD was 10.828 6 U/(g·min), which was 38.55% higher than that of control. POD activity was 41.443 3 U/(g·min), which was 62.06% lower than that of control. [Conclusion] The suitable concentration of ABT rooting powder for red raspberry cuttings was 200 mg/L. The suitable cutting period of tender branches was in the first ten days of April.

Key words Red raspberry; Softwood cuttings; ABT root powder; Rooting rate

树莓(*Rubus idaeus* L.)是蔷薇科悬钩子属多年生浆果类小灌木果树,又名托盘、覆盆子、马林等^[1]。树莓适应性强,抗寒性强,是富含多种人体所必需营养成分的果、药、生态利用等多项兼用型树种^[2]。树莓含有丰富的维生素、有机酸、过氧化物歧化酶(SOD)等物质,具有光保护^[3]、抗氧化^[4-5]、延缓衰老^[6]、免疫药理^[7]等作用,能够减弱一些人体慢性疾病发生的风险^[8],特别是抗癌物质“鞣花酸”含量位居水果之首,是我国新兴开发的第三代“黄金水果”^[9]。

树莓一般采用分株、压条、培养根蘖苗等繁殖方法,但些方法具有繁殖系数低、材料消耗多、占地面积大等缺点^[10],组织培养方法繁育苗木成本较高。扦插繁殖是某些果树的主要繁殖方法之一,具有缩短育苗周期、降低育苗成本、能够保留品种的优良性状、不受树种限制、操作简单等优点^[11]。植物生长调节剂又称植物外源激素,是一种由人工合成的具有植物激素活性的调节植物生长和发育的有机物^[12]。ABT生根粉能够调节和强化植物内源激素的含量,从而促进生物分子的合成,以此诱导植物形成不定根和不定

芽的初步形态,是一种植物生根促进剂,能够有效地提高植物的生根率,已经广泛应用于植物生产中^[13-14]。为了找出红树莓嫩枝扦插的最佳方案,笔者开展“海尔特兹”红树莓品种嫩枝扦插试验,以探究红树莓嫩枝扦插成苗的关键技术。

1 材料与方法

1.1 试验材料 以“海尔特兹”红树莓为试验材料,取初生茎茎段进行扦插试验。

1.2 试验设计 扦插基质为珍珠岩:草炭土=7:3,用0.5%的高锰酸钾消毒24 h。将基质填入穴盘,填至紧实,然后喷水湿润。选取红树莓当年生茎段作为插穗,插穗长度10 cm,剪留2~4片小叶,扦插深度约3 cm。及时喷水,保持湿度在90%,温度在25℃左右。

1.2.1 第一次扦插。①扦插时间。2018年5月上旬。②插穗准备。选取当年生半木质化茎作为插穗,插穗剪口的上端平滑下端倾斜。③处理方法。选用ABT生根粉浓度分别为200、500、700、1 000 mg/L速蘸2~3 s,每个浓度处理50根插穗,3次重复,插穗数量600根。扦插后定期观察并记录插穗生长情况,统计生根率。

1.2.2 第二次扦插。①扦插时间。2018年6月上旬。②插穗准备。选取红树莓当年生茎中段半木质化作插穗,插穗切口上端平滑,下端倾斜。③处理方法。选用浓度分别为200、

基金项目 河北省科技支撑计划项目(16226806D)。

作者简介 王晓香(1997—),女,河北邯郸人,硕士研究生,研究方向:经济林栽培生理。*通信作者,副教授,博士,硕士生导师,从事经济林栽培生理研究。

收稿日期 2021-10-27

500、700 mg/L 的 ABT 生根粉速蘸 30 s, 100 mg/L ABT 生根粉浸泡 1 h, 以清水速蘸 30 s 为对照。每个浓度处理 50 株插穗, 3 次重复, 插穗数量 750 根。扦插后定期观察并记录插穗生长情况。

1.2.3 第三次扦插。①扦插时期。2019 年 4 月上旬。②萌梢处理。2019 年 3 月 14 日, 对农大三分厂的红树莓进行平茬, 在其苗床上铺垫 6~8 cm 厚的基质(珍珠岩:草炭土=2:1), 混合均匀。浇一次透水, 在苗床上架设小拱棚, 保持温度在 15~20 ℃, 湿度在 50%~70%, 2~3 d 浇 1 次水。③嫩梢扦插。2019 年 4 月 7 日收获新梢, 从基质表面以下 4~5 cm 剪取新梢作为扦插材料。设置生根粉浓度梯度为 200、500、700 mg/L, 以清水为 CK。

按照上剪口平滑、下剪口倾斜的方式进行, 每个处理浸泡 ABT 生根粉 2 h, 每个处理 20 根插穗, 3 次重复。每个处理 20 根插穗, 3 次重复, 共 240 根插穗。

扦插后每天观察并记录红树莓插穗生长情况, 30 d 后记录全部扦插苗的成活数量及生根数量, 统计生根率, 随机选取样品测定叶片叶绿素含量以及抗氧化酶活性。

1.3 生理指标测定 过氧化氢酶(CAT)活性的测定采用过氧化氢法; 过氧化物酶(POD)活性测定采用愈创木酚法^[15]; 超氧化物歧化酶(SOD)活性测定采用氮蓝四唑(NBT)光还原法^[16]。叶绿素含量的测定采用分光光度计法^[17]。

2 结果与分析

2.1 不同月份扦插对红树莓嫩枝扦插生根的影响

2.1.1 5月不同 ABT 浓度对红树莓嫩枝扦插生根的影响。2018 年 5 月上旬红树莓嫩枝扦插后 30 d 的生长情况见表 1。由表 1 可知, 不同浓度 ABT 生根粉处理的生根情况有显著差异, 愈伤形成时间和生根时间随着生根粉浓度的升高而延长, ABT 浓度为 200 mg/L 的处理愈伤形成时间最短仅为 7 d, ABT 浓度为 1 000 mg/L 的处理愈伤形成时间最长, 达 18 d。ABT 浓度为 200 mg/L 的处理生根时间最短, 仅 15 d, 生根率最高 9.77%。ABT 浓度为 500 mg/L 的处理生根时间为 20 d, 较 200 mg/L 的处理延长了 5 d, 生根率为 6.17%, 较 200 mg/L 的处理降低了 3.60 个百分点, ABT 浓度为 700 mg/L 的处理生根时间为 26 d, 较 200 mg/L 的处理延长了 11 d, 生根率为 3.65%, 较 200 mg/L 的处理降低了 6.12 个百分点, ABT 浓度为 1 000 mg/L 的处理未生根。

2.1.2 6月不同 ABT 浓度对红树莓嫩枝扦插生根的影响。2018 年 6 月上旬红树莓嫩枝扦插后 30 d 的生长状态见表 2。由表 2 可知, 当 ABT 浓度高于 200 mg/L 时, 愈伤形成时间、生根时间均随着 ABT 浓度的升高而延长, 生根率随着 ABT 浓度的升高而降低。100 mg/L 的处理愈伤形成时间为 13 d, 较 200 mg/L 的处理延长 2 d, 较对照组缩短 15 d, 生根时间较 200 mg/L 的处理延长 5 d。100 mg/L 处理生根率显著低于 200 mg/L 的处理。当 ABT 生根粉浓度为 200 mg/L 时其愈伤组织形成时间和生根时间最短, 分别为 11 和 18 d, 愈伤组织形成时间较对照组缩短了 17 d, 生根率为 18.11%, 显著高于其他浓度 ABT 的处理。ABT 浓度为 100 和 700 mg/L 的

处理生根率差异不显著, 其中 100 mg/L 处理的生根率略高于 700 mg/L 的处理。对照组愈伤组织形成时间最长为 28 d, 未生根。

表 1 2018 年 5 月红树莓嫩枝扦插生根状态

Table 1 Root status of red raspberry cuttings in May 2018

ABT 浓度 ABT concentration mg/L	愈伤形成时间 Formation time of the healing injury//d	生根时间 Root time//d	生根数量 Number of roots	生根率 Root rate//%
200	7	15	4.33±0.62 a	9.77±1.01 a
500	10	20	3.16±1.00 b	6.17±2.17 b
700	15	26	1.74±1.59 c	3.65±3.09 c
1 000	18	—	0	0

注: 愈伤形成时间是从扦插后到开始形成愈伤组织的这段时间; 生根时间是从扦插后到开始生根的时间。同列不同小写字母表示不同浓度间差异显著($P<0.05$)

Note: The time of callus formation is from the time of cutting to the time of callus formation, and the time of rooting is from the time of cutting to the time of rooting. Different lowercases in the same column indicated significant difference between different concentrations at 0.05 level

表 2 2018 年 6 月红树莓嫩枝扦插生根情况

Table 2 Rooting of red raspberry cuttings in June 2018

ABT 浓度 ABT concentration mg/L	愈伤形成时间 Formation time of the healing injury//d	生根时间 Root time//d	生根数量 Number of roots	生根率 Root rate//%
100	13	23	2.49±0.62 c	5.03±1.25 c
200	11	18	8.75±0.62 a	18.11±1.01 a
500	15	25	3.94±1.19 b	7.91±2.36 b
700	20	30	1.79±0.58 c	3.60±1.24 c
CK	28	—	0	0

注: 愈伤形成时间是从扦插后到开始形成愈伤组织的这段时间; 生根时间是从扦插后到开始生根的时间。同列不同小写字母表示不同浓度间差异显著($P<0.05$)

Note: The time of callus formation is from the time of cutting to the time of callus formation, and the time of rooting is from the time of cutting to the time of rooting. Different lowercases in the same column indicated significant difference between different concentrations at 0.05 level

2.1.3 4月不同浓度 ABT 对红树莓嫩枝扦插生根的影响。2019 年 4 月上旬红树莓嫩枝扦插后 30 d 的生长情况见表 3。由表 3 可知, 不同 ABT 浓度之间的生根率存在显著差异, 随着 ABT 浓度的升高, 红树莓愈伤形成时间和生根时间延长, 生根数和生根率呈下降趋势, 对照组的愈伤形成时间和生根时间分别是 15、25 d, 生根率为 18.98%。当 ABT 浓度为 200 mg/L 时愈伤组织形成时间及生根时间最短, 分别为 5、10 d, 较对照组分别缩短了 10、15 d, 生根率为 42.04%, 较对照组提高了 23.06 个百分点。ABT 浓度为 700 mg/L 的处理生根率最低, 仅 1.68%, 较对照组降低了 17.3 个百分点。

2.2 红树莓嫩枝扦插效果综合分析

2.2.1 不同生根粉浓度对红树莓嫩枝扦插生根的影响。各个时期红树莓嫩枝扦插生根率随生根粉浓度的变化趋势见图 1。由图 1 可知, 各扦插时期的生根率在不同 ABT 浓度下均有显著差异。当 ABT 生根粉浓度为 200 mg/L 时不同时期嫩枝扦插生根率均显著高于其他浓度处理。其中 4 月上旬 200 mg/L ABT 处理的生根率最高, 为 42.04%, ABT 浓度为 500 mg/L 的处理生根率是 14.32%, ABT 浓度为 700 mg/L 的处理生根率是 1.68%, 其中, 200 mg/L 处理的生根率比

500 mg/L、700 mg/L 的处理分别高 27.72、40.36 百分点。5 月上旬 ABT 浓度为 200 mg/L 的处理生根率为 9.77%，ABT 浓度为 500 mg/L 的处理生根率为 6.17%，ABT 浓度为 700 mg/L 的处理生根率为 3.65%，其中，200 mg/L 处理生根率比 500、700 mg/L 的处理分别高 3.60、6.12 百分点。6 月上旬 ABT 浓度为 200 mg/L 的处理生根率为 18.11%，ABT 浓度为 500 mg/L 的处理生根率是 7.91%，ABT 浓度为 700 mg/L 的处理生根率是 3.60%，其中，200 mg/L 处理生根率比 500、700 mg/L 的处理分别高 10.20、14.51 百分点。

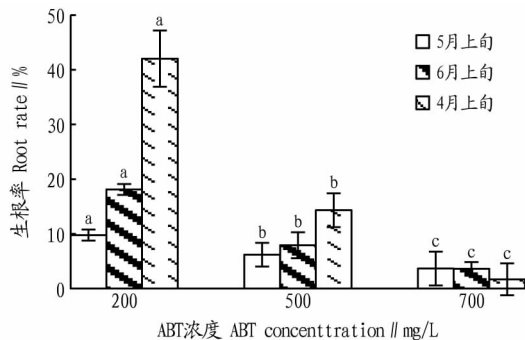
表 3 2019 年 4 月红树莓嫩枝扦插生根状态

Table 3 Rooting status of red raspberry cuttings in April 2019

ABT 浓度 ABT concentration mg/L	愈伤形成时间 Formation time of the healing injury//d	生根时间 Root time//d	生根数量 Number of roots	生根率 Root rate//%
200	5	10	8.86±0.62 a	42.04±5.15 a
500	7	15	2.83±0.62 b	14.32±3.10 b
700	10	20	0.36±0.58 c	1.68±2.92 c
CK	15	25	3.88±0.61 b	18.98±3.45 b

注：愈伤形成时间是从扦插后到开始形成愈伤组织的这段时间；生根时间是从扦插后到开始生根的时间。同列不同小写字母表示不同浓度间差异显著 ($P < 0.05$)

Note: The time of callus formation is from the time of cutting to the time of callus formation, and the time of rooting is from the time of cutting to the time of rooting. Different lowercases in the same column indicated significant difference between different concentrations at 0.05 level



注：不同小写字母表示同一时期不同浓度间差异显著 ($P < 0.05$)

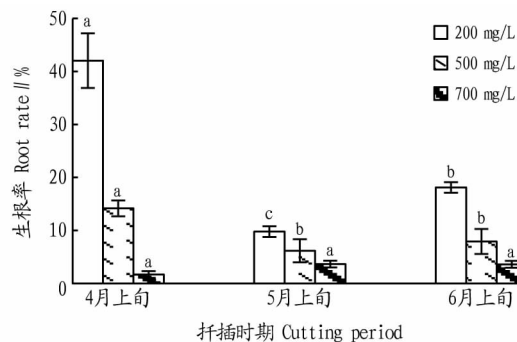
Note: Different lowercases indicated significant difference between different concentrations at the same stage at 0.05 level

图 1 不同浓度生根粉对红树莓嫩枝扦插生根的影响

Fig. 1 Effects of different concentrations of root powder on roots of red raspberry cuttings

2.2.2 不同扦插时期对红树莓嫩枝扦插生根的影响。在不同浓度 ABT 处理下，红树莓嫩枝扦插生根率和扦插时期的关系见图 2。由图 2 可知，当 ABT 浓度为 200 mg/L 时，各个扦插时期的生根率存在显著差异，4 月上旬生根率为 42.04%，显著高于 5 月上旬和 6 月上旬，分别高 32.27、23.93 百分点。5 月上旬生根率为 9.77%，显著低于 6 月上旬生根率 (18.11%)。当 ABT 浓度为 500 mg/L 时，4 月上旬的生根率与 5 月上旬、6 月上旬的生根率存在显著差异，5 月上旬和 6 月上旬的生根率差异不显著。4 月上旬的生根率为 14.32%，分别显著高于 5 月上旬、6 月上旬 8.15、6.41 百分点，5 月上旬生根率为 6.17%，6 月上旬生根率为 7.91%。当 ABT 浓度为 700 mg/L 时，各个时期扦插的生根率无显著差

异，4 月上旬、5 月上旬、6 月上旬的生根率分别为 1.68%、3.65%、3.60%。



注：不同小写字母表示同一浓度不同时期间差异显著 ($P < 0.05$)

Note: Different lowercases indicated significant difference between different stages in the same concentration at 0.05 level

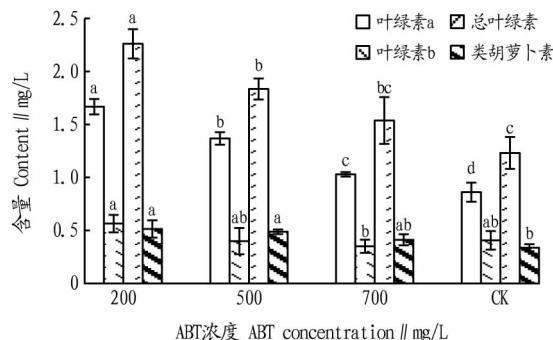
图 2 不同扦插时期对红树莓嫩枝扦插生根的影响

Fig. 2 Effects of different cutting periods on roots of red raspberry cuttings

2.3 不同浓度 ABT 处理红树莓嫩枝扦插幼苗叶片生理特性

2.3.1 不同浓度 ABT 处理的红树莓嫩枝扦插幼苗叶绿素含量。对 2019 年 4 月上旬红树莓嫩枝扦插成活的幼苗进行叶绿素的测定，结果见图 3。由图 3 可知，不同浓度 ABT 处理的幼苗叶绿素 a 和总叶绿素的含量存在差异，且均随 ABT 浓度的升高呈下降趋势，且高于对照。ABT 浓度为 500 mg/L 的处理与对照组的叶绿素 b 含量无显著差异，ABT 浓度为 200、500 mg/L 的处理中类胡萝卜素含量无显著差异。

当 ABT 浓度为 200 mg/L 时叶绿素和类胡萝卜素的含量均最高，叶绿素 a 的含量为 1.667 5 mg/L，较对照组高 0.806 8 mg/L，叶绿素 b 的含量为 0.564 5 mg/L，较对照组高 0.157 9 mg/L，总叶绿素的含量为 2.260 8 mg/L，较对照组高 1.030 0 mg/L，类胡萝卜素的含量为 0.514 0 mg/L，较对照组高 0.177 1 mg/L。



注：不同小写字母表示不同浓度间差异显著 ($P < 0.05$)

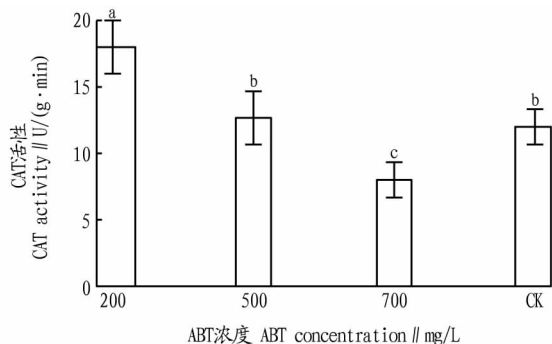
Note: Different lowercases indicated significant difference between different concentrations at 0.05 level

图 3 红树莓嫩枝扦插幼苗叶绿素和类胡萝卜素含量

Fig. 3 Chlorophyll and carotenoids content of cutting seedlings of red raspberry

2.3.2 不同浓度 ABT 处理的红树莓嫩枝扦插幼苗的过氧化氢酶 (CAT) 活性。不同浓度 ABT 处理的红树莓嫩枝扦插幼苗的过氧化氢酶 (CAT) 活性的变化趋势见图 4。由图 4 可

知,不同浓度 ABT 处理之间 CAT 的活性存在显著差异,且其活性随 ABT 浓度的升高呈下降趋势,ABT 浓度为 500 mg/L 的处理与对照组无显著差异。当 ABT 浓度为 200 mg/L 时 CAT 活性最强,CAT 活性为 18 U/(g·min),显著高于其他处理,较对照组高 50.00%。对照组的 CAT 活性为 12 U/(g·min),ABT 浓度为 700 mg/L 的处理 CAT 活性为 8 U/(g·min),对照组的 CAT 活性比 700 mg/L 的处理高 50.00%。



注:不同小写字母表示不同浓度间差异显著 ($P < 0.05$)

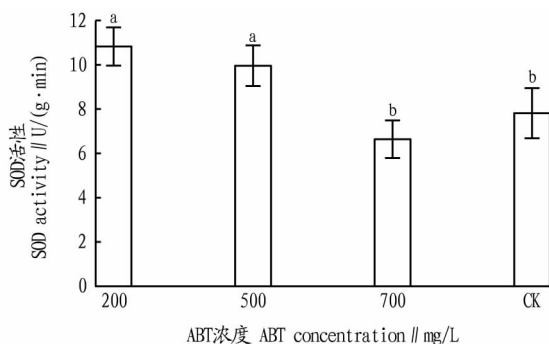
Note: Different lowercases indicated significant difference between different concentrations at 0.05 level

图 4 红树莓嫩枝扦插幼苗的过氧化氢酶 (CAT) 活性

Fig. 4 Catalase (CAT) activity in shoot cutting seedlings of red raspberry

2.3.3 不同浓度 ABT 处理的红树莓嫩枝扦插幼苗的超氧化物歧化酶(SOD)活性。不同浓度 ABT 处理的红树莓嫩枝扦插幼苗的超氧化物歧化酶(SOD)活性的变化趋势见图 5。由图 5 可知,ABT 浓度为 200 与 500 mg/L 的处理之间以及 ABT 浓度为 700 mg/L 的处理与对照组之间 SOD 活性无显著差异,但两者之间 SOD 活性存在显著差异,其中 SOD 活性最高的处理是 ABT 浓度 200 mg/L,其活性为 10.828 6 U/(g·min),较 700 mg/L 的处理高 63.07%,较对照组高 38.55%。ABT 浓度为 500 mg/L 处理的 SOD 活性为 9.957 6 U/(g·min),较 700 mg/L 的处理高 50%,较对照组高 27.41%。SOD 活性最低的处理是 ABT 浓度 700 mg/L,其活性为 6.638 5 U/(g·min),较对照组低 15.06%。对照组的活性为 7.815 4 U/(g·min)。

2.3.4 不同浓度 ABT 处理的红树莓嫩枝扦插幼苗的过氧化物酶(POD)活性。不同浓度 ABT 处理的红树莓嫩枝扦插幼苗的过氧化物酶(POD)活性变化趋势见图 6。由图 6 可知,ABT 浓度为 200 与 500 mg/L 的处理之间以及 ABT 浓度为 700 mg/L 的处理与对照组之间 POD 活性无显著差异,但两者之间 POD 活性存在显著差异。随着 ABT 浓度的升高 POD 活性逐渐升高。ABT 浓度 200 mg/L 处理的 POD 活性为 41.443 3 U/(g·min),显著低于 ABT 为 700 mg/L 的处理和对照组,分别较 700 mg/L 处理与对照组的活性低 55.06%、62.06%。ABT 浓度为 700 mg/L 处理的 POD 活性为 92.223 3 U/(g·min),对照组 POD 活性为 109.223 3 U/(g·min)。ABT 浓度 500 mg/L 处理的 POD 活性为 47.556 7 U/(g·min),显著低



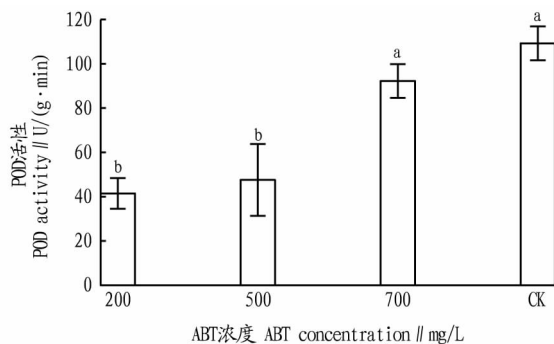
注:不同小写字母表示不同浓度间差异显著 ($P < 0.05$)

Note: Different lowercases indicated significant difference between different concentrations at 0.05 level

图 5 红树莓嫩枝扦插幼苗的超氧化物歧化酶(SOD)活性

Fig. 5 Superoxide dismutase (SOD) activity in shoot cutting seedlings of red raspberry

于 ABT 为 700 mg/L 的处理和对照组,分别较 700 mg/L 处理与对照组的活性低 48.43%、56.46%。



注:不同小写字母表示不同浓度间差异显著 ($P < 0.05$)

Note: Different lowercases indicated significant difference between different concentrations at 0.05 level

图 6 红树莓嫩枝扦插幼苗的过氧化物酶(POD)活性

Fig. 6 Peroxidase (POD) activity of shoot cutting seedlings of red raspberry

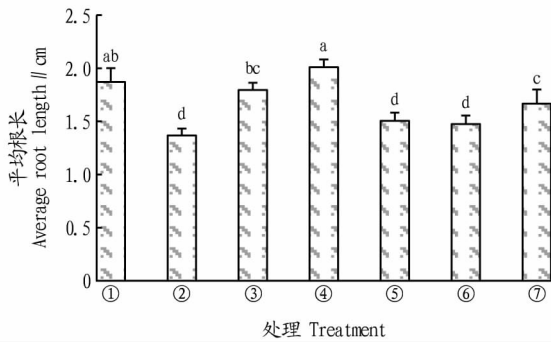
3 结论与讨论

该试验结果表明,不同时间红树莓嫩枝扦插均以 200 mg/L 的 ABT 生根粉处理生根率最高,这与王竹^[18]的研究结果一致。当 ABT 浓度超过 200 mg/L 时,生根率随 ABT 浓度的升高而降低。2019 年 4 月上旬扦插的红树莓幼苗,ABT 浓度为 700 mg/L 的处理生根率低于对照,说明越高浓度的 ABT 会对插穗生根产生抑制作用。

该试验选择 4 月上旬、5 月上旬、6 月上旬 3 个时期分别对“海尔特兹”红树莓的嫩枝扦插进行研究,结果发现,扦插时期以 4 月上旬覆盖基质幼化后的插穗扦插生根率和成活率最高,主要是因为 4 月上旬温度适宜,气候温和,插穗提前进行覆盖基质进行幼化后的插穗基部幼嫩,5 月以后,气温逐渐升高,插穗组织逐渐老化是扦插生根困难的主要因素。

对生根率最高的 4 月上旬扦插成活的幼苗进行生理指标测定,叶绿素的测定结果发现,叶绿素和类胡萝卜素的含

(下转第 121 页)



注:不同小写字母表示处理间差异显著($P < 0.05$)

Note: Different lowercase letters indicate significant difference between treatments ($P < 0.05$)

图 4 不同基质配对比河桦“热杜拉”平均根长的影响

Fig. 4 Effect of different matrix ratio on average root length of cuttings of *Betula nigra* “redula”

和 100% 椰糠处理。前人研究表明,基质相对含水量决定着插条生根,一般要求基质相对含水量在 60% 左右,即在保水和通气方面相对均衡,而泥炭和椰糠保水性明显高于珍珠岩,泥炭和椰糠一旦被水饱和后,基质通气性下降,影响了根系的生长^[6]。而该试验中,扦插后的水分管理为间歇性喷雾,基质水分过多,进一步造成基质通气不良,从而致使插条生根区缺氧,影响插条的生根^[6]。此外,单一基质处理插条生根数、插条根总长和平均根长,均表现为 100% 泥炭 > 100% 椰糠 > 100% 珍珠岩,这表明珍珠岩虽然有利于河桦插条生根,但不利于根系的生长,这可能与泥炭和椰糠含有一定量的氮、磷、钾等矿物营养有关,一定量的矿物营养可促进扦插

期间根系的生长发育^[7-8]。50% 泥炭 + 50% 珍珠岩处理插条生根率、生根数、根总长均显著高于 50% 椰糠 + 50% 珍珠岩,这可能与椰糠较高的 pH 和 EC 有关^[9]。33.3% 泥炭 + 33.3% 珍珠岩 + 33.3% 椰糠处理和 50% 泥炭 + 20% 珍珠岩 + 30% 椰糠处理的插条生根率、生根数、根总长和平均根长分别达到 69.44% 和 85.07%、7.46 条和 8.14 条、13.52 cm 和 15.99 cm、1.80 cm 和 2.01 cm,均比单一基质或两两基质混合效果好,其中,50% 泥炭 + 20% 珍珠岩 + 30% 椰糠处理显著高于 33.3% 泥炭 + 33.3% 珍珠岩 + 33.3% 椰糠处理。前人研究也表明,混合基质在通气性、保水性和保温性等方面均优于单一基质,从而促进插条生根^[6,10]。因此,适合河桦“热杜拉”扦插生根适宜的基质配比为 50% 泥炭 + 20% 珍珠岩 + 30% 椰糠。

参考文献

- [1] 宋晓东,张杰,贾纯仁,等. 白桦扦插繁殖试验[J]. 辽宁林业科技, 1999(3): 1-3.
- [2] 陈叶平,赵颖,徐嘉科,等. 河桦扦插繁育试验[J]. 山东林业科技, 2014, 44(1): 34-36.
- [3] 刘倩. 大花香木月季不同基质绿枝扦插比较试验[J]. 吉林农业科技学院学报, 2017, 26(2): 1-3.
- [4] 赵健,沈浩,邓红梅,等. 正交试验方法在柠檬百里香扦插繁殖中的应用研究[J]. 林业科技通讯, 2018(8): 61-62.
- [5] 李进华,孙开道,林茂,等. 不同基质、生根剂种类及其浓度对珊瑚藤扦插生根的影响[J]. 热带农业科学, 2021, 41(3): 17-22.
- [6] 卢志鹏,汪天. 不同基质对红叶石楠插穗生根的影响[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(26): 14366-14367.
- [7] 马良俊,马瑞,柯健,等. 不同复配基质和激素对美女樱扦插繁殖的影响[J]. 中国果菜, 2021, 41(1): 77-80.
- [8] 丁彤,黄成林. 北美红杉扦插繁殖技术的研究[J]. 安徽农业大学学报, 2012, 39(4): 507-513.
- [9] 张明伟. 椰糠基质与泥炭基质培育番茄苗效果对比试验[J]. 现代农业科技, 2019(3): 43-44.
- [10] 白艳荣,蒋业蓬. 不同基质配对比香石竹扦插生根的影响[J]. 南方农业, 2017, 11(22): 43-45.
- [5] GOMES S M C, GHICA M E, RODRIGUES I A, et al. Flavonoids electrochemical detection in fruit extracts and total antioxidant capacity evaluation [J]. Talanta, 2016, 154: 284-291.
- [6] 张秀梅,刘玉革,朱祝英,等. 不同成熟度桑葚果实和叶片的多酚、黄酮和抗氧化性研究[J]. 果树学报, 2014, 31(4): 660-666.
- [7] 于晓红,李书丹,洪洪敏,等. 红树莓原液对免疫抑制小鼠脏器指数及血清 IFN- γ 、IL-4 水平的影响[J]. 天津中医药, 2015, 32(3): 173-175.
- [8] TSAI Y C, YANG B C, PENG W H, et al. Heme oxygenase-1 mediates anti-apoptosis effect of raspberry ketone in 3T3-L1 cells[J]. Phytomedicine, 2017, 31: 11-17.
- [9] 韩红娟,杨静,陈晓,等. 树莓叶片中主要抗氧化物质提取工艺优化研究[J]. 云南大学学报(自然科学版), 2018, 40(2): 321-331.
- [10] 金玲莉,陈东元,涂娟,等. 不同药剂对树莓扦插生根的影响[J]. 中国南方果树, 2015, 44(2): 98-99.
- [11] 刘双. 扦插繁殖技术在林业生产中的运用[J]. 农民致富之友, 2019(9): 199.
- [12] 李焕勇,刘涛,张华新,等. 植物扦插生根机理研究进展[J]. 世界林业研究, 2014, 27(1): 23-28.
- [13] 莫小锋,秦丽萍,文清凤,等. ABT 生根粉、IBA 和 H₂O₂ 复合处理对台湾果桑扦插生根的影响[J]. 中国南方果树, 2018, 47(3): 102-106.
- [14] 刘禹廷,高君亮,黄雅茹,等. 不同生根粉对沙棘嫩枝扦插生根的影响[J]. 温带林业研究, 2020, 3(2): 38-42, 56.
- [15] 王丽芳,吴克力,郭学兰,等. 几种自定义酶活性单位常见错误辨析及规范使用建议[J]. 中国科技期刊研究, 2013, 24(5): 1009-1011.
- [16] 宣景宏,孟宪军,刘春菊,等. 红树莓超氧化物歧化酶(SOD)的提取工艺[J]. 食品研究与开发, 2007, 28(4): 90-93.
- [17] 徐敏,刘君,阿衣古力·阿布都瓦依提. 植物生理实验教学中叶绿素提取方法比较[J]. 实验科学与技术, 2018, 16(4): 129-133.
- [18] 王竹. ABT 生根粉对野生树莓枝条扦插效应的研究[J]. 湖南农业科学, 2014(4): 67-68.

(上接第 66 页)

量以 ABT 浓度为 200 mg/L 的处理最高,扦插效果最好。当 ABT 浓度为 200 mg/L 时 CAT 和 SOD 活性最强,POD 活性最低,CAT 活性为 18 U/(g·min),较对照组高 33.33%,SOD 活性为 10.828 6 U/(g·min),较对照组高 38.55%,POD 活性为 41.443 3 U/(g·min),较对照组低 62.06%。该研究发现,生根效果最好的处理 CAT、SOD 活性均最大,POD 活性最小。CAT 可以催化过氧化氢分解为水和分子氧,从而减轻 H₂O₂ 对植物组织的氧化伤害。SOD 能够清除超氧阴离子自由基,从而减少自由基对植物的毒害。POD 与植物体内 IAA 的氧化代谢相关。POD 活性降低有利于插穗基部 IAA 的积累,加快细胞分裂及分化,从而促进不定根的形成。

综上所述,红树莓嫩枝扦插的最佳方案是在 4 月上旬,ABT 浓度为 200 mg/L。

参考文献

- [1] 姚颖,吕跃东,郭树平,等. 树莓扦插繁殖技术研究[J]. 安徽农业科学, 2015, 43(23): 40-41.
- [2] 李青青. 树莓高产优质种植技术[J]. 农民致富之友, 2018(18): 146.
- [3] 林勇,刘硕,朱华伟,等. 红树莓对 UVB 诱导 HaCaT 光损伤的抑制作用[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2015, 41(5): 474-479.
- [4] TENG H, FANG T, LIN Q Y, et al. Red raspberry and its anthocyanins: Bioactivity beyond antioxidant capacity[J]. Trends in food science & technology, 2017, 66: 153-165.