

# 抗坏血酸对岩黄连愈伤组织褐化及抗氧化酶活性的影响

苏 江, 岑 忠 用, 奉 艳 兰, 简 志 超

(河池学院 化学与生物工程学院, 广西 宜州 546300)

**摘 要:**以岩黄连愈伤组织为试材,采用固体培养方法,研究不同浓度的抗坏血酸对岩黄连愈伤组织褐化及抗氧化酶活性的影响。结果表明:培养第 20 天添加抗坏血酸的各处理岩黄连愈伤组织的褐化率均低于对照,其中抗坏血酸浓度为 175 mg/L 的处理岩黄连愈伤组织的褐化率最低,其褐化率仅为 18.5%;在整个培养阶段,添加抗坏血酸的各处理岩黄连愈伤组织的抗氧化酶活性均比对照的高,在培养第 30 天各处理岩黄连愈伤组织的 POD 和 SOD 活性均为最高值,其中抗坏血酸浓度为 175 mg/L 的处理岩黄连愈伤组织的 POD 和 SOD 活性均为最高,分别达到  $35.24 \text{ U} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 、 $162.79 \text{ U} \cdot \text{g}^{-1}$ ;在培养第 20 天添加抗坏血酸的各处理 CAT 活性均为最大值,分别比对照高了 2.28、3.21、5.33、3.51  $\text{U} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 。

**关键词:**抗坏血酸;岩黄连;愈伤组织;褐化;抗氧化酶

**中图分类号:**S 567.5<sup>+</sup>2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)20-0138-05

愈伤组织是植物组织中常见的培养形态和再生植株的重要阶段,同时也是研究植物生长发育及分化机制的良好器官<sup>[1]</sup>。但在培养过程中,愈伤组织常常发生褐化现象,从而抑制细胞中一些抗氧化酶的活性,影响细

胞的正常代谢,最终可导致组织的死亡。因此,缓解防止愈伤组织褐化的发生和发展,是植物组织培养中急需解决的重要问题。目前已有许多学者对植物组织培养中愈伤组织的褐化现象及抗氧化酶活性的变化进行了不同程度的研究。闫桂琴等<sup>[2]</sup>对翅果油树愈伤组织诱导中褐化问题的研究表明,抗氧化剂维生素 C 和  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  能减轻翅果油树外植体和愈伤组织的褐化程度。郑超等<sup>[3]</sup>研究发现,抗氧化剂维生素 C 和柠檬酸处理曼地亚红豆杉愈伤组织,能有效抑制总酚的积累,降低其褐化程度。常云霞等<sup>[4]</sup>对大豆愈伤组织抗渗透胁迫的研究表明,培养基中添加抗坏血酸可以显著提高超氧化物歧化酶(SOD)和过氧化物酶(POD)活性,降低膜

**第一作者简介:**苏江(1980-),女,广西宁明人,硕士,讲师,现主要从事植物组织培养及生物技术等研究工作。E-mail:zhongyong20@163.com.

**基金项目:**广西教育厅科研资助项目(200911MS221);河池学院引进人才科研启动费资助项目(2010QS-N008);广西高校重点实验室桂西北特色资源研究与开发实验室资助项目(桂教科研[2006]6号)。

**收稿日期:**2015-05-25

**Abstract:** To better understand the environmental adaptability of *Rubus chingii* from Dexing, Jiangxi, the anatomical characters of its vegetative organs were studied with optical microscope, paraffin section, freehand section. The results showed that the secondary structure of the roots with developed secondary xylem and developed phellem layer were observed. The developed secondary xylem was helpful for adding the roots' ability to transport mineral nutrients and water. And the developed phellem layer could protect roots internal organization from heat injury to increase roots' drought tolerance. It was observed that there were lots of xylem parenchyma cells, wood rays, phloem rays and phloem parenchyma cells in the secondary structure of the roots where reserving nutrition substance. Vessel element was not only big diameter but also multiple quantity in the secondary structures of the stem; the developed pith was in the center of stem. Leaf was typical bifacial, the upper epidermal cells were neatly arranged closer; rare stomata were observed on upper epidermis. More stomata distributes under epidermal. There was developed palisade tissue and spongy tissue in leaf. The structure of the raspberry leaf showed the sun leaves.

**Keywords:** *Rubus chingii*; paraffin section; anatomical characters; environmental adaptability

脂过氧化产物丙二醛(MDA)含量。

岩黄连(*Corydalis saxicola* Bunting)是黔桂高寒山区珍贵的中草药材,其全草含脱氢卡维汀(岩黄连碱)等活性成分;具有显著的抗菌、消炎、镇痛和强安定作用,并有抑制肿瘤细胞作用;主治肝炎特别是乙型肝炎、肝硬化、肝癌等,疗效显著<sup>[5]</sup>,由于岩黄连有巨大的经济价值,目前产品供不应求,由此引起人们大量采挖和收购,导致岩黄连资源日益匮乏,野生类型的岩黄连对环境条件要求十分苛刻,只生长在石灰岩地区阴湿的岩洞口,温度在 15~25℃ 之间,属石山特有种,产量极低,列入中国南部濒危植物名录<sup>[6]</sup>。目前,人工栽培主要是引种野生种,并通过种子育苗繁殖,而种子育苗繁殖周期长,种子萌发率低,只有 15%~30%<sup>[7]</sup>,这对其大面积的人工栽培产生了一定的限制,也无法满足岩黄连产品生产所需的药源。因此,挽救岩黄连野生资源已成为当务之急,结合现代生物技术进行组织培养、工厂化育苗已成为解决其快速繁殖的重要途径。

国内外学者对岩黄连的组织培养进行了一定的研究,程华等<sup>[8]</sup>分别用岩黄连的叶、茎、根作为外植体诱导愈伤组织,发现叶片诱导率最高,诱导速度最快,表明叶片最适合诱导愈伤组织。陆瑞群等<sup>[9]</sup>研究发现,岩黄连茎尖消毒效果较好的灭菌时间是 6 min,B5 是较好的诱导芽的培养基。苏江等<sup>[10]</sup>研究表明,叶柄和叶片的愈伤组织诱导率明显高于茎节和茎尖,其中叶片诱导率最高为 46.67%。目前,关于岩黄连愈伤组织褐化及抗氧化酶活性的研究尚鲜见报道。该研究以抗坏血酸为抗氧化剂,研究不同浓度的抗坏血酸对岩黄连愈伤组织褐化及抗氧化酶活性的影响,旨在为解决其组织培养过程的褐化问题提供参考,从而加速其工厂化育苗的进程。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试所用的岩黄连植株购于广西靖西县中药材市场,并经河池学院覃勇荣教授鉴定。

### 1.2 试验方法

1.2.1 材料处理 取生长健壮的植株,分别切取长 3~4 cm 的茎尖、茎节(带侧芽)、叶柄和完整的叶片作为组织培养的外植体材料。将茎尖、茎节(带侧芽)、叶柄、叶片 4 种外植体分别接种到诱导愈伤组织的培养基 MS+TDZ 0.2 g/mL+NAA 0.1 g/mL+BA 0.05 g/mL 上,在弱光 25℃ 条件下培养 20~60 d 形成愈伤组织。取愈伤组织接种于培养基 1/2MS+TDZ 0.4 g/mL+NAA 0.2 g/mL+BA 0.1 g/mL 上进行增殖培养,备用。

1.2.2 试验设计 挑选生长状况一致的岩黄连愈伤组织,转接到不同抗坏血酸浓度处理培养基上,处理培养基配方详见表 1。每个处理接种岩黄连愈伤组织 20

瓶,每瓶接种愈伤组织 8~10 团,于弱光 25℃ 条件下培养。

表 1 处理及培养基种类

处理 Treatment	培养基成分 Medium component/(mg·L <sup>-1</sup> )
CK	1/2MS+TDZ 0.4+NAA 0.2+BA 0.1
T1	1/2MS+TDZ 0.4+NAA 0.2+BA 0.1+抗坏血酸 75
T2	1/2MS+TDZ 0.4+NAA 0.2+BA 0.1+抗坏血酸 125
T3	1/2MS+TDZ 0.4+NAA 0.2+BA 0.1+抗坏血酸 175
T4	1/2MS+TDZ 0.4+NAA 0.2+BA 0.1+抗坏血酸 225

### 1.3 项目测定

于培养后 10、20、30、40、50 d 测定过氧化物酶、过氧化氢酶、超氧化物歧化酶等活性及丙二醛含量,并于培养后 20 d 统计不同处理愈伤组织的褐化率。丙二醛(MDA)含量测定采用硫代巴比妥酸(TBA)法<sup>[11]</sup>;POD 活性测定采用愈创木酚法<sup>[12]</sup>;SOD 活性测定采用氮蓝四唑法<sup>[12]</sup>;CAT 活性测定采用过氧化氢法<sup>[11]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同处理对岩黄连愈伤组织褐化的影响

由表 2 可知,培养 20 d 后对照的岩黄连愈伤组织大部分已经发生了褐化,其褐化率高达 75.9%,添加抗坏血酸的各处理岩黄连愈伤组织的褐化率均低于 30%,说明抗坏血酸能有效减缓岩黄连愈伤组织褐化的发生,其中抗坏血酸浓度为 175 mg/L 处理的岩黄连愈伤组织褐化率最低,仅为 18.5%。

表 2 不同处理对岩黄连愈伤组织褐化的影响

处理 Treatment	接种愈伤组织数 Number of callus/团	褐变愈伤组织数 Number of browning callus/团	褐变率 Browning rate/%
CK	166	126	75.9
T1	175	46	26.3
T2	168	39	22.6
T3	173	32	18.5
T4	179	37	20.7

### 2.2 不同处理对岩黄连愈伤组织过氧化物酶活性的影响

过氧化物酶(POD)是广泛存在于植物体内且功能较多的酶类,在水分胁迫等逆境中可清除活性氧对细胞膜过氧化,可参与吲哚乙酸水平调节、膜透性的调节、脂肪酸氧化以及抗病、抗感染的伤害,减少膜脂过氧化,稳定膜系统。

从图 1 可知,在培养 50 d 内,对照岩黄连愈伤组织的过氧化物酶活性均为下降趋势且都比添加抗坏血酸的处理低,添加抗坏血酸的各处理岩黄连愈伤组织的过氧化物酶活性呈先上升后下降的趋势,在培养后

第 30 天添加抗坏血酸的各处理过氧化物酶活性均为最大值,其中抗坏血酸浓度为 175 mg/L 的处理为  $35.24 \text{ U} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ,比对照高  $32.79 \text{ U} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ;抗坏血酸浓度为 225 mg/L 的处理为  $20.32 \text{ U} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ,比对照高  $17.87 \text{ U} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ;抗坏血酸浓度为 125 mg/L 的处理为  $13.21 \text{ U} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ,比对照高  $10.77 \text{ U} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ;抗坏血酸浓度为 75 mg/L 的处理为  $9.84 \text{ U} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ,比对照高  $7.41 \text{ U} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 。在整个培养过程中,抗坏血酸浓度为 175 mg/L 的处理其岩黄连愈伤组织的过氧化物酶活性均为最高,其次是抗坏血酸浓度为 225 mg/L 的处理。在培养 50 d 后,添加抗坏血酸的各处理岩黄连愈伤组织的过氧化物酶活性仍高于处理前水平。

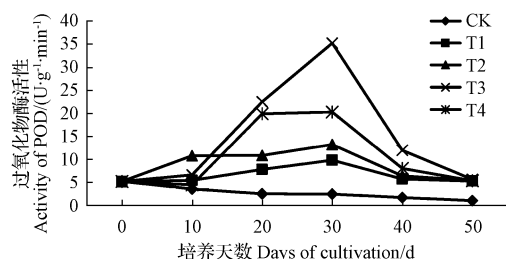


图 1 不同处理对岩黄连愈伤组织过氧化物酶活性的影响

Fig. 1 Effect of different treatments on POD activity of callus of *Corydalis saxicola* Bunting

### 2.3 不同处理对岩黄连愈伤组织过氧化氢酶(CAT)活性的影响

CAT 是植物清除  $\text{H}_2\text{O}_2$  的关键酶之一。从图 2 可知,在培养 50 d 内,添加抗坏血酸的各处理岩黄连愈伤组织的过氧化氢酶活性均高于对照,在培养后第 20 天添加抗坏血酸的各处理过氧化氢酶活性均为最大值,分别比对照高了 2.28、3.21、5.33、3.51  $\text{U} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 。在整个培养过程中,对照岩黄连愈伤组织的过氧化氢酶活性越来越低,培养 30 d 后除抗坏血酸浓度为 175 mg/L 的处理外,其余各处理岩黄连愈伤组织的过氧化氢酶活性均低于处理前水平。

### 2.4 不同处理对超氧化物歧化酶(SOD)活性的影响

SOD 是植物体内一种重要的抗氧化酶,是植物体内清除活性氧自由基的关键酶,其活性的强弱与植物的抗氧化能力和抗逆性强弱密切相关。同时,SOD 也是愈伤组织内重要的保护酶之一,参与各项重要的生理活动,其活性的高低反映了愈伤组织的生理活性状况<sup>[13]</sup>。

从图 3 可知,在培养 50 d 内,各处理岩黄连愈伤组织超氧化物歧化酶(SOD)活性的变化与其过氧化物酶活性的变化相似,即对照岩黄连愈伤组织的超氧化物歧

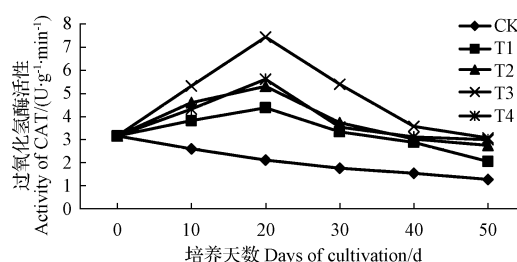


图 2 不同处理对岩黄连愈伤组织过氧化氢酶活性的影响

Fig. 2 Effect of different treatments on CAT activity of callus of *Corydalis saxicola* Bunting

化酶活性为下降趋势且比添加抗坏血酸处理的低,添加抗坏血酸的各处理岩黄连愈伤组织的超氧化物歧化酶活性均呈先上升后下降的趋势。在培养后第 30 天添加抗坏血酸的各处理超氧化物歧化酶活性均为最大值,分别比对照高了 37.92、47.47、60.15、44.18  $\text{U/g}$ 。在整个培养过程中,抗坏血酸浓度为 175 mg/L 的处理其岩黄连愈伤组织的超氧化物歧化酶活性均为最高,其次是抗坏血酸浓度为 225 mg/L 的处理。在培养 50 d 后,添加抗坏血酸的各处理岩黄连愈伤组织的超氧化物歧化酶活性仍高于处理前水平。

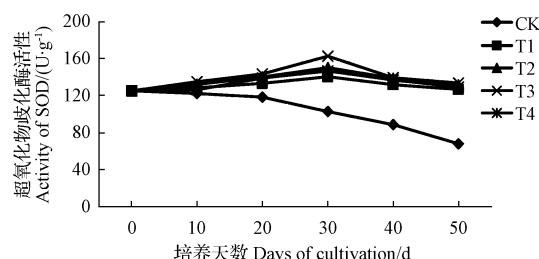


图 3 不同处理对岩黄连愈伤组织超氧化物歧化酶活性的影响

Fig. 3 Effect of different treatments on SOD activity of callus of *Corydalis saxicola* Bunting

### 2.5 不同处理对丙二醛(MDA)含量的影响

MDA 是在逆境条件下发生膜脂过氧化作用或植物器官衰老的产物,会严重损害生物膜,通常利用它作膜脂过氧化指标,表示细胞膜脂过氧化程度及对逆境的抵抗强弱。从图 4 可知,在培养 50 d 内,对照的岩黄连愈伤组织丙二醛含量为上升趋势且都比添加抗坏血酸的处理高,添加抗坏血酸的各处理岩黄连愈伤组织的丙二醛含量均呈先下降后上升的趋势。在培养后 0~20 d,添加抗坏血酸的各处理岩黄连愈伤组织的丙二醛含量均低于处理前的水平,且在培养后第 10 天添加抗坏血酸的各处理岩黄连愈伤组织的丙二醛含量均为最低,其中抗坏血酸浓度为 75 mg/L 的处理为  $0.189 \mu\text{mol/g FW}$ ,比对



照低  $0.158 \mu\text{mol/g FW}$ ; 抗坏血酸浓度为  $125 \text{ mg/L}$  的处理为  $0.192 \mu\text{mol/g FW}$ , 比对照低  $0.155 \mu\text{mol/g FW}$ ; 抗坏血酸浓度为  $175 \text{ mg/L}$  的处理为  $0.169 \mu\text{mol/g FW}$ , 比对照低  $0.178 \mu\text{mol/g FW}$ ; 抗坏血酸浓度为  $225 \text{ mg/L}$  的处理为  $0.163 \mu\text{mol/g FW}$ , 比对照低  $0.184 \mu\text{mol/g FW}$ 。培养 30 d 后除抗坏血酸浓度为  $175 \text{ mg/L}$  的处理外, 其余各处理岩黄连愈伤组织的丙二醛含量均高于处理前的水平。培养 50 d 后各处理岩黄连愈伤组织的丙二醛含量均为最大值, 其中对照岩黄连愈伤组织的丙二醛含量最高为  $2.432 \mu\text{mol/g FW}$ , 而抗坏血酸浓度为  $175 \text{ mg/L}$  的处理岩黄连愈伤组织的丙二醛含量最低, 仅为  $0.674 \mu\text{mol/g FW}$ 。

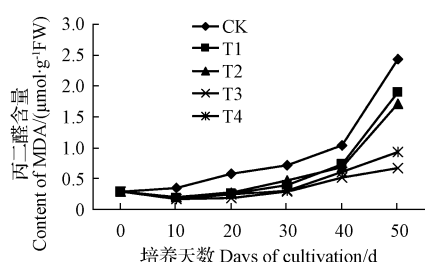


图4 不同处理对岩黄连愈伤组织丙二醛含量的影响

Fig. 4 Effect of different treatments on the content of MDA of callus of *Corydalis saxicola* Bunting

### 3 结论与讨论

褐化是植物组织培养中较为常见的一种现象, 在外植体、愈伤组织、细胞培养等常有发生。褐化产物的产生会导致外植体、愈伤组织、细胞、培养基的褐变, 而且对会一些酶的活性产生影响, 从而抑制培养材料的生长与分化, 严重时甚至导致材料死亡<sup>[14]</sup>。因此, 控制褐化的产生是部分植物组织培养中急需解决的问题。目前, 关于抑制或降低组织培养中褐化的途径有很多种<sup>[15-17]</sup>, 而使用抗氧化剂是防止褐变较好的方法。在植物组培中用于抑制褐化常用的抗氧化剂有硫代硫酸钠、抗坏血酸、柠檬酸等。

抗坏血酸是一种抗氧化剂, 直接参与植物体内活性氧的清除, 也可通过抗坏血酸-谷胱甘肽循环清除过氧化氢, 从而保护植物有机体及其正常代谢, 防止氧化胁迫造成的伤害<sup>[4]</sup>。因此, 在植物组织培养中抗坏血酸常被用于减缓外植体及愈伤组织等的褐化问题。该研究以不同浓度的抗坏血酸添加到培养基中, 结果表明, 添加抗坏血酸的各处理岩黄连愈伤组织的过氧化物酶(POD)、超氧化物歧化酶(SOD)和过氧化氢酶(CAT)的活性均高于对照, 且在培养 50 d 内各处理岩黄连愈伤组织的过氧化物酶(POD)和超氧化物歧化酶(SOD)活性

均比处理前的高, 在培养 30 d 内各处理岩黄连愈伤组织的过氧化氢酶(CAT)的活性均高于处理前的水平, 说明添加抗坏血酸后可以提高岩黄连愈伤组织的抗氧化酶活性。此外, 在整个培养阶段, 抗坏血酸浓度为  $175 \text{ mg/L}$  的处理, 其岩黄连愈伤组织的抗氧化酶活性高于其它各处理。抗氧化酶活性的提高将有利于减缓活性氧对细胞的氧化和损害, 从整个培养阶段看, 添加抗坏血酸的各处理岩黄连愈伤组织的膜脂过氧化产物 MDA 含量均低于对照, 且在培养后 20 d 内各处理岩黄连愈伤组织的 MDA 含量均低于处理前的水平; 抗坏血酸浓度为  $175 \text{ mg/L}$  的处理其岩黄连愈伤组织的 MDA 含量在整个培养阶段均为最低, 且在培养后 30 d 其岩黄连愈伤组织的 MDA 含量仍低于处理的水平, 说明添加抗坏血酸后可以在一定时间内减缓膜脂的过氧化。MDA 含量可以反映岩黄连愈伤组织受损的程度, 而愈伤组织受损后可促进其褐化的产生, 该研究的结果表明, 在培养 20 d 内各处理岩黄连愈伤组织的褐化率都明显低于对照, 其中抗坏血酸浓度为  $175 \text{ mg/L}$  的处理, 其岩黄连愈伤组织的褐化率最低, 说明添加抗坏血酸可以在一定程度上抑制岩黄连愈伤组织褐化现象的产生, 这可能是抗坏血酸提高了岩黄连愈伤组织的抗氧化酶活性, 从而可以提高岩黄连愈伤组织的抗氧化能力, 减缓其细胞膜脂的过氧化并抑制其发生褐化。

该研究以不同浓度的抗坏血酸分别添加于培养基中, 各处理均在一定程度上提高岩黄连愈伤组织的抗氧化酶活性, 降低了其褐化率, 但综合各方面, 该研究认为抗坏血酸浓度为  $175 \text{ mg/L}$  的效果最佳。

### 参考文献

- [1] 高阳, 娄虹, 李淑媛, 等. 镉胁迫对烟草愈伤组织抗氧化系统的影响[J]. 生态学杂志, 2014, 33(5): 1217-1223.
- [2] 闫桂琴, 田丽宏, 杨利艳. 濒危植物翅果油树愈伤组织诱导中褐变问题的研究[J]. 西北植物学报, 2004, 24(8): 1384-1389.
- [3] 郑超, 徐晨, 夏冰, 等. 三种抗氧化剂对曼地亚红豆杉愈伤组织褐化及相关物质含量的影响[J]. 植物生理学报, 2013, 49(3): 259-263.
- [4] 常云霞, 徐克东, 李俐俐, 等. 抗坏血酸对大豆愈伤组织抗渗透胁迫的影响[J]. 大豆科学, 2014, 33(1): 66-69.
- [5] 苏国权, 王保才, 刘素芬, 等. 岩黄连注射液治疗慢性乙型肝炎近期疗效观察[J]. 中华现代中西医杂志, 2004, 2(2): 117-118.
- [6] 文和群, 许兆然, VILLA-LOBOS J. 中国南部石灰岩稀有濒危植物名录[J]. 广西植物, 1993, 13(2): 110-127.
- [7] 黄玮, 陆逸林. 野生与人工栽培岩黄连药材的比较[J]. 中草药, 2008, 39(5): 770-772.
- [8] 程华, 余龙江. 岩黄连离体细胞培养及生物碱成分分析[J]. 武汉大学学报, 2007, 30(2): 207-210.
- [9] 陆瑞群. 岩黄连的地质背景及组织培养技术研究[D]. 桂林: 广西师范大学, 2006: 1-5.
- [10] 苏江, 岑忠用, 邓晰朝, 等. 不同外植体类型诱导岩黄连愈伤组织和再分化的初步研究[J]. 广东农业科学, 2013, 40(17): 13-16.
- [11] 王学奎. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京: 高等教育出版社,

2006;172-174.

[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,2000:167-169.

[13] 周琳,陈周一琪,王玉花,等.光质对茶树愈伤组织中茶多酚及抗氧化酶活性的影响[J].茶叶科学,2012,32(3):210-216.

[14] 郭艳,杨海玲.植物组织培养中的褐化现象及解决途径[J].山西农业科学,2009,37(7):14-16.

[15] 于守超,赵兰勇,王芬,等.植物组织培养过程中外植体褐变机理研究进展[J].山东林业科技,2004(5):61-63.

[16] 谷延泽,高瑞彦.植物组织培养中的褐化现象及防治措施[J].河北农业科学,2008,12(6):56-58.

[17] 王栋,买合木提·克衣木,王永雄,等.植物组织培养中的褐化现象及其防止措施[J].黑龙江农业科学,2008(1):7-10.

## Effect of Ascorbic Acid on Browning and Activity of Antioxidant Enzyme of *Corydalis saxicola* Bunting Callus

SU Jiang, CEN Zhongyong, FENG Yanlan, JIAN Zhichao

(School of Chemistry and Bioengineering, Hechi University, Yizhou, Guangxi 546300)

**Abstract:** The effect of different ascorbic acid concentration on browning and activity of antioxidant enzyme of *Corydalis saxicola* Bunting callus were studied in this experiment of which *Corydalis saxicola* Bunting callus was used as the materials and was cultured on solid media. The results showed that the browning rate of *Corydalis saxicola* Bunting callus of treatments with different ascorbic acid concentration were lower than that of the control after 20 days culturing, and the browning rate of the treatment with 175 mg/L concentration of ascorbic acid was the lowest with 18.5%. The activity of antioxidant enzyme of *Corydalis saxicola* Bunting callus of the treatments with different ascorbic acid concentration were higher than that of the control throughout the culturing phase, the activities of POD and SOD reached the highest value after 30 days culturing, and which of the treatment with 175 mg/L concentration of ascorbic acid were the highest with  $35.24 \text{ U} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$  and  $162.79 \text{ U} \cdot \text{g}^{-1}$ . Also the activity of CAT of the treatments with different ascorbic acid concentration reached the highest value after 30 days culturing, which were higher than that of the control with  $2.28 \text{ U} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ,  $3.21 \text{ U} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ,  $5.33 \text{ U} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ,  $3.51 \text{ U} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$  respectively.

**Keywords:** ascorbic acid; *Corydalis saxicola* Bunting; callus; browning; antioxidant enzyme

## 种观食新品赚钱畅销

邮种保新保纯每包 8 元 5 包起邮、百包 600 元每次快邮费 12 元带彩照资料:大粒红月季石榴小盆景播种 2 月全年天天开花结果观食皆美 50 粒。大粒黑月季石榴 30 粒。大粒黄 20 粒。大粒白 15 粒。墨西哥盆栽小西瓜 7 d 出苗 20 d 瓜熟每棵结瓜 300 个,甘甜多汁有橙子香蕉味观食皆美种 12 粒(万粒 2300 元)。金色海参果播种 30 d 左右开花结金色果观食极佳种 10 粒。美国金色手捻小葫芦中央电视台七频道去年播报千元一个的金葫芦每株结果 500 个,个低盆栽食用玩耍雕刻 12 粒。美国盆栽水果小脆瓜,棵小蔓短播种 20 d 结果 300 个,当水果生吃炒菜皆美抗热耐冷食用观赏 12 粒。灌木浓香常绿鼠尾草 80 粒。强力驱蚊零陵香 200 粒。红叶极香罗勒 200 粒。金钱树 150 粒。香花旱金莲 15 粒。驱蚊七彩花 100 粒。大花重瓣特矮向日葵 30 粒。红花紫薇 50 粒。熟季花 50 粒。金银茄 100 粒。靓辫绣球 100 粒。矮大丽花 100 粒。无刺无毒含羞草 100 粒(9 千粒 138 元。一般含羞草 9 万粒 290 元)。保活邮苗每次加特快费 20 元带彩照资料:世界极品红叶大球紫蝴蝶多年矮生叶似蝴蝶全年红球根可食 20 棵 38 元,100 棵 130 元。荷兰香花四季兰红兰各 20 棵 40 元。红腿金叶四季兰 20 棵 40 元。加拿大红草 30 棵 40 元。德国蓝草 30 丛 30 元。美国大花薄荷 30 棵 30 元。阔叶金边麦冬四季常绿滋补品 20 棵大苗 96 元。金色垂盆草 30 棵 30 元。荷兰大花四季菊 5 个花色分标各 10 棵 60 元。特大花特大果盆景石榴花朵 10 cm 重瓣大果,观食皆美红白各 15 芽 30 元,9 年大苗 280 元。荷兰四季香精红玫瑰大花重瓣天天开盛产香精油 50 芽 30 元、300 芽 120 元。荷兰四季极香白玫瑰 50 芽 120 元。美国大花火把莲 10 棵 40 元。荷兰大花重瓣向日葵 30 棵 30 元。

陕西省眉县城关段家庄南花圃 张吉通 邮编:722300 手机:13669176265

电话:0917-5554978 邮政帐号:6221 8879 3001 1106 442 户名:张吉通