



王宏霞. 美国红枫‘秋火焰’组培初代筛选及增殖培养技术优化[J]. 黑龙江农业科学, 2023(7):75-80.

# 美国红枫‘秋火焰’组培初代筛选及增殖培养技术优化

王宏霞

(大庆油田生态环境管护公司, 黑龙江 大庆 163411)

**摘要:**为促进耐寒美国红枫工厂化繁殖, 试验采用引种驯化 10 年的耐寒美国红枫“秋火焰”(Acer rubrum ‘Autumn Blaze’), 探索植物生长调节剂配比、抑菌剂处理、培养基 pH、采集时间对初代培养过程腋芽诱导的影响, 以及茎段接种方式及不同光照强度对增殖培养的影响, 并利用腋芽茎段外植体进行初代和继代增殖培养。结果表明, 适宜初代培养的培养基为改良 MS+6-BA  $1.0\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ +IBA  $0.2\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ; 在浓度为  $20\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  的益培灵处理下, 腋芽茎节生长更为适宜。以改良后的 MS 培养基在 pH 为 6.0 时最适宜; 在 6 月初进行外植体的采集时美国红枫增殖系数最大, 长势较好; 在继代增殖时采用切茎段接种方式处理最佳, 美国红枫在  $1\ 600\text{ lx}$  光照强度下的 LED 光增殖效果最佳, 生长速度快。

**关键词:**美国红枫; “秋火焰”; 初代培养; 增殖培养

美国红枫发源于美国东北部, 具有较强的适应性、耐寒、耐旱、耐湿、对土壤营养要求低、耐瘠、适应性强等特点, 可作为绿化树种进行污染防治。是最具代表性的彩叶树种之一, 也是可作为行道树的彩叶树种<sup>[1]</sup>。近年引种栽培美国红枫较多, 其适应性强、品质优良, 尤以北方地区栽培最多。曾在全国引起广泛关注, 被认为是辽宁省乃至华北地区城市绿化的最佳树种。美国红枫多代扦插易变异、性能差、种性退化<sup>[2-5]</sup>, 使国内红枫培育繁殖受到诸多挑战。美国红枫用种子繁殖的树苗性状不是很稳定, 在繁殖过程中由于基因重组或可能发生变异, 在正常变色的情况下, 叶子可能不会变色<sup>[6]</sup>。钟家骥<sup>[7]</sup>通过组织培养美国红枫休眠芽, 形成小植株, 但没有增殖生根, 移栽不成功, 植物组织培养技术能实现美国红枫的快速繁殖, 短时间内获得幼苗, 也能保证品种的纯正。李莹等<sup>[8]</sup>在美国红枫外植体选择和启动培养研究中, 以当年实生苗为外植体时的污染率和褐化率较低, 成活率较高。对于美国红枫组织培养的相关研究和生长条件的研究进程, 以及生理生化变化等问题, 国内外都还有很长的路要走<sup>[9-12]</sup>。因此, 将美国红枫的种苗通过组织培育技术高效供给,

并应用于市场需求具有重要意义<sup>[13-16]</sup>。为进一步丰富大庆市彩叶树种品种, 培养抗寒性强、越冬能力强的树种, 提高当地园林绿化树木的多样性。大庆油田生态环境管护公司, 从大连、丹东、青岛等地引进美国红枫并进行引种驯化, 经过对美国红枫十年的耐寒能力观察, 筛选出适合大庆本地生长的耐寒美国红枫。本试验以美国红枫驯化后的耐寒红枫“秋火焰”为试验材料, 在美国红枫离体增殖培养过程中, 由于不同的处理对其离体诱导有不同的影响, 通过研究不同处理对美国红枫离体初代腋芽诱导和继代增殖培养的影响, 探讨不同处理因素对美国红枫的影响, 从而建立以组织培养为育种方式的耐寒美国红枫繁育体系, 以期耐寒红枫快速繁殖苗木提供技术保障, 为稳定生产绿化苗木提供技术保障, 为耐寒美国红枫工厂化繁殖提供理论和技术支撑。

## 1 材料与方法

### 1.1 ‘秋火焰’外植体取材及消毒处理

在 2019 年 6 月上旬选择晴好天气, 在驯化好的植株上选择无病虫害的半木质化的枝条, 剪去叶片, 剪成每节带 1~2 个腋芽的 3~5 cm 的茎节, 将红枫枝干表面在流水下冲洗干净, 再放入盛有 1 L 水的烧杯内, 杯口用纱布盖住, 流水下冲刷 30 min, 然后放入无菌瓶中, 消毒剂处理采用 5% 次氯酸钠 8 min, 70% 酒精 40 s 组合方式, 无菌水冲洗 3 遍。

收稿日期: 2023-01-11

作者简介: 王宏霞(1971—), 女, 高级园林绿化工程师, 从事树木新品种引种驯化及繁殖研究。E-mail: 105299688@qq.com。

1.2 植物生长调节剂对外植体初代培养的影响

处理后的外植体切除表面伤口部分,形成新鲜的切口。芽下端留 1.5 cm,上端留 0.5 cm,将处理过的茎段垂直插入培养基中。基本培养基为改良的 MS 培养基(每升添加 30 g 蔗糖,5.3 g 琼脂),分别加入不同浓度的 6-BA (0.5,1.0 和 2.0 mg·L<sup>-1</sup>) 和 IBA(0.05,0.10 和 0.20 mg·L<sup>-1</sup>)。共设计 9 个组合,每个处理 30 小瓶,每小瓶 1 个外植体,3 次重复。对接种后的外植体观察和记录 30 d 内腋芽诱导情况。

1.3 抑菌剂处理对‘秋火焰’茎段污染的影响

消毒后的腋芽茎段,接种于添加不同浓度益培灵(0,10,20,30 mg·L<sup>-1</sup>)的改良 MS+6-BA 1.0 mg·L<sup>-1</sup>+IBA 0.2 mg·L<sup>-1</sup> 培养基(蔗糖添加 30 g·L<sup>-1</sup>,琼脂 5.3 g·L<sup>-1</sup>),进行初代培养,每个处理接种 30 瓶,每瓶 1 个外植体,3 次重复。接种后观察并统计外植体的污染及存活情况。

1.4 不同 pH 对‘秋火焰’茎段存活率的影响

以美国红枫腋芽茎段为材料,以改良 MS+6-BA 1.0 mg·L<sup>-1</sup>+IBA 0.2 mg·L<sup>-1</sup> 为培养基(蔗糖添加 30 g·L<sup>-1</sup>,琼脂 5.3 g·L<sup>-1</sup>),设计培养基 pH 分别为 5.4,5.6,5.8,6.0 和 6.2 共 5 个处理,每个处理接种 30 瓶,每瓶 1 个外植体,3 次重复。接种后观察并统计外植体的生长情况。

1.5 不同采集时间对‘秋火焰’茎段诱导的影响

分别取不同时期(4 月下旬、5 月上旬、5 月下旬、6 月上旬、6 月下旬、7 月中旬、8 月中旬)腋芽茎段外植体,以改良 MS+6-BA 1.0 mg·L<sup>-1</sup>+IBA 0.2 mg·L<sup>-1</sup> 为培养基(蔗糖添加 30 g·L<sup>-1</sup>,琼脂 5 g·L<sup>-1</sup>,pH 为 6.0)进行培养。每种处理接种 30 瓶,每瓶 1 个外植体,3 次重复,接种后观察并统计 30 d 内外植体的污染及存活情况。

1.6 不同接种方式对‘秋火焰’增殖培养的影响

在组织培养过程中,初代培养苗茎基部会分生出一些小芽,每个小芽向上会继续发育出叶片和茎段。继代接种过程中选择纵向切茎段接种和分离基生芽两种方式,以前期试验生长较好的改良 MS+CPPU 0.4 mg·L<sup>-1</sup>+6-BA 0.1 mg·L<sup>-1</sup>+IBA 0.1 mg·L<sup>-1</sup> 为培养基(蔗糖添加 30 g·L<sup>-1</sup>,琼脂 5 g·L<sup>-1</sup>,pH 为 6.0)进行培养,每个处理接种 10 瓶,每瓶 3 个外植体,3 次重复,统计增殖及生

长情况。

1.7 不同光照强度对‘秋火焰’增殖培养的影响

增殖培养基为改良 MS+CPPU 0.4 mg·L<sup>-1</sup>+6-BA 0.1 mg·L<sup>-1</sup>+IBA 0.1 mg·L<sup>-1</sup>(蔗糖添加 30 g·L<sup>-1</sup>,琼脂 5.3 g·L<sup>-1</sup>),设置 3 种光照处理,光照条件分别为 1 300,1 600 和 2 000 lx。每个处理放置 20 瓶,每瓶 3 个组培苗,3 次重复,定期观察组培苗生长情况。

1.8 数据分析

试验所得数据采用 Excel 2019 软件,进行数据分析和图表的制作,利用 SPSS 21.0 数据处理软件进行统计分析和差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 植物生长调节剂对‘秋火焰’外植体初代培养的影响

在初代人工培养中以经过改良后的 MS 作为基础培养基进行培养,添加 6-BA 和 IBA 两种新型植物生长调控剂进行初代人工培养,测量指标如表 1 所示。结果表明在初代培养时 6-BA 浓度的高低对腋芽诱导的影响高于 IBA 浓度高低对叶芽诱导的影响,最适宜美国红枫初代培养的培养基为改良的 MS+6-BA 1.0 mg·L<sup>-1</sup>+IBA 0.20 mg·L<sup>-1</sup> 腋芽诱导率高,达 89.17%。

表 1 植物生长调节剂对‘秋火焰’外植体初代培养的影响

处理	6-BA/ (mg·L <sup>-1</sup> )	IBA/ (mg·L <sup>-1</sup> )	腋芽诱导率/%
1	0.5	0.05	62.50±7.50 e
2	0.5	0.10	65.00±2.50 de
3	0.5	0.20	72.50±6.61 cd
4	1.0	0.05	85.00±5.00 ab
5	1.0	0.10	85.83±3.82 ab
6	1.0	0.20	89.17±3.82 a
7	2.0	0.05	81.67±3.82 abc
8	2.0	0.10	80.83±8.04 abc
9	2.0	0.20	77.50±5.00 bc

注:不同小写表示处理间在 P<0.05 水平差异显著。下同。

2.2 抑菌剂处理对‘秋火焰’茎段污染的影响

由表 2 可知,美国红枫的茎段污染受不同浓度抑菌剂处理的变化规律基本相同,但在不同浓度的抑菌剂处理结果中存在差异。后期取样发现,喷施益培灵对美国红枫茎段污染率有不同程

度的降低。随着益培灵处理浓度的增加,美国红枫的接种 30 d 存活率呈现先升高后下降趋势。因此,20 mg·L<sup>-1</sup> 益培灵处理美国红枫茎段时,平均存活率最高,且与对照处理差异显著。相比 0 和 10 mg·L<sup>-1</sup> 益培灵抑菌剂处理美国红枫茎段时,20 mg·L<sup>-1</sup> 益培灵抑菌剂处理平均存活率分别增加 6.32 个百分点和 2.78 个百分点;30 mg·L<sup>-1</sup> 益培灵抑菌剂处理美国红枫茎段时,平均存活率较 20 mg·L<sup>-1</sup> 益培灵抑菌剂处理降低 4.01 百分点。而且,20 mg·L<sup>-1</sup> 益培灵抑菌剂更适合美国红枫的生长,可以有效降低污染率,污染率仅有 24.52%。

表 2 抑菌剂处理对‘秋火焰’茎段污染率和存活率的影响

处理	益培灵 浓度/ (mg·L <sup>-1</sup> )	接种 10 d 死亡率/%	接种 20 d 污染率/%	接种 30 d 存活率/%
1	0	28.64±3.37 a	33.45±3.18 a	57.82±4.21 b
2	10	24.35±1.71 ab	26.35±2.55 bc	61.36±2.11 ab
3	20	22.56±0.52 b	24.52±1.19 c	64.14±1.32 a
4	30	25.19±2.09 ab	30.14±1.66 ab	60.13±0.84 ab

表 3 不同采集时间对‘秋火焰’茎段诱导的影响

处理	取样时期	种瓶数/个	死亡率/%	污染率/%	存活率/%
1	4 月下旬	30	8.23±0.88 a	45.00±3.74 b	46.77±1.74 e
2	5 月上旬	30	7.96±1.29 ab	39.06±3.61 cd	52.98±2.03 cd
3	5 月下旬	30	6.66±1.07 abc	34.38±1.24 de	59.28±2.28 ab
4	6 月上旬	30	5.87±0.17 bc	32.05±0.34 e	62.08±0.22 a
5	6 月下旬	30	5.73±0.96 c	37.29±1.74 cde	56.98±2.83 bc
6	7 月中旬	30	6.82±1.03 abc	42.37±2.54 bc	50.81±1.55 de
9	8 月中旬	30	8.12±0.78 a	54.66±2.26 a	37.22±3.61 f

表 4 不同 pH 对‘秋火焰’茎段存活率的影响

处理	pH	接种瓶数/个	死亡率/%	污染率/%	存活率/%
1	5.4	30	10.96±1.70 a	31.78±1.06 b	57.26±1.62 a
2	5.6	30	6.43±0.48 b	35.28±1.34 a	58.29±0.72 a
3	5.8	30	5.64±1.26 b	35.49±1.42 a	58.87±2.32 a
4	6.0	30	5.78±0.34 b	31.15±0.21 b	63.07±0.17 b
5	6.2	30	7.23±0.76 b	31.26±1.69 b	61.51±2.91 b

2.3 不同采集时间对‘秋火焰’茎段诱导的影响

由表 3 可知,美国红枫的茎段诱导受不同采集时间影响的变化规律基本相同,但在不同采集时间处理结果中存在差异。6 月上旬取样对美国红枫茎段存活率最高。不同取样时间处理美国红枫茎段,平均存活率呈先上升后下降的变化趋势。经过试验得出,6 月上旬最适合美国红枫生长,该处理的取样时期只与取样时期为 5 月下旬处理组合差异不显著,与其他取样时期的处理组合差异显著。

2.4 不同 pH 对‘秋火焰’茎段存活率的影响

以改良 MS 为基本培养基,调节培养基的 pH。由表 4 可知,美国红枫的茎段存活率受不同 pH 的影响变化规律基本相同,但也存在差异。pH 接近 6.0 时,对美国红枫茎段诱导最为明显。由试验结果可知,不同 pH 处理美国红枫茎段时,存活率呈先上升后下降的变化趋势。pH 为 6.0 处理,存活率最高,与 pH6.2 时差异不显著,与其他处理组合差异显著;相比 pH 为 5.4 处理,存活率增加 10.15%;pH 为 6.2 时,存活率较 pH 为 6.0 处理降低 2.47%。因此,pH 为 6.0 时最适合美国红枫生长,其效果最为明显。

2.5 不同接种方式对‘秋火焰’增殖培养的影响

由表 5 可知,不同的接种方式处理对美国红枫的叶片大小、颜色深浅、茎秆粗细和增殖系数的影响存在差异。且增殖系数受接种方式的影响差异显著。在美国红枫生长过程中,美国红枫的叶片在切茎段接种下,增殖系数达到 6.12,长势较

好且叶片深绿,叶片较大,茎秆也比较粗,总体来说,此接种方式状态下美国红枫长势较好。而对于分离基生芽的处理来说,其增殖系数为 3.46,生长缓慢,且叶片长势不明显,叶片浅绿,叶片较小,且茎秆相对来说比较细,整体来说,长势较弱,多呈芽丛状态。

表 5 不同接种方式对‘秋火焰’增殖培养的影响

处理	增殖系数	生长状态
切茎段接种	6.12±0.21 a	叶片深绿,较大,茎秆粗壮
分离基生芽	3.46±0.13 b	叶片浅绿,茎秆细,呈芽丛状态

2.6 不同光照强度对‘秋火焰’增殖培养的影响

由表 6 可知,相同处理时间下,不同的光照强度下的处理能够影响美国红枫的株高、茎段数量、茎粗、叶片数量等生理情况。当光照强度为 1 300 lx 时,美国红枫的平均株高为 4.24 cm,随着光照强度的增加,美国红枫的平均株高先升高后降低,在光强为 1 600 lx 时株高达到最大值 4.53 cm。茎段的数量与叶片数量在不同光照强度处理下的变化

与株高的变化相似,也是在 1 600 lx 下达到最大值,分别为 3.06 和 7.12,二者变化均为先升高后降低,差异不显著。美国红枫的茎粗的在光强为 1 300 lx 时达到最大值,为 1.38 mm,但是与 1 600 lx 下的茎粗差值较小,不同处理间的茎粗和叶片数量差异不显著。所以,综合各项数据,对美国红枫增殖效果最佳的光照强度是 1 600 lx。

表 6 不同光照强度对‘秋火焰’增殖培养的影响

光照强度/lx	平均株高/cm	茎段数量/个	茎粗/mm	叶片数量/个
1300	4.24±0.05 b	2.84±0.13 a	1.38±0.10 a	7.02±0.07 a
1600	4.53±0.03 a	3.06±0.08 a	1.35±0.05 a	7.12±0.13 a
2000	4.43±0.09 ab	2.95±0.06 a	1.25±0.04 a	6.86±0.06 a

3 讨论

影响组织培养的重要因子之一是基本培养基,该培养基中包括了外植体在土壤中生长过程所必须的多种营养素和矿物质,是外植体的生存和其发育的重要基础。体外培育的成功与否在很大程度上取决于培养基的类型以及是液态还是固态。有机和无机物质的含量因基质类型的不同而不同,从而外植体对基质的反应也不相同。培养基的基质应按照需要及其用途选择材料。通过张娅婷等<sup>[17]</sup>的研究结果可发现,改良 1/2MS 基本培养基优于改良 MS 培养基,改良 MS 培养基中无机离子浓度相对更高,对细胞分化有一定抑制。本研究使用的改良 MS 培养基含有完整的微量营养素、钾盐、铁盐和硝酸盐。试验结果表明在初代和继代壮苗培养中,改良 MS 培养基更有利于木本‘秋火焰’腋芽发育及扩繁培养。本研究发现在

低浓度范围内,IBA 随浓度提高能促进美国红枫腋芽发育的启动,对芽的增殖和伸长都有显著作用;6-BA 浓度过高则产生较多愈伤组织对芽的启动、增殖及伸长不利。除培养基成分因素之外,光照时间、pH 等环境因素也是影响木本植物组织培养的重要变量。光照时间是限制木本植物繁殖的关键因素之一。光照时间会影响美国红枫腋芽茎段的生长,每天光照 14 h 有助于幼茎生长。试验中发现,光照时间为 14 h 时,最适合茎段生长。研究结果与李锦宇<sup>[6]</sup>等的结果有偏差,主要是由于生长周期,周围环境有细微差异。pH 为 6.0 时,对采集的茎段消毒效果最好,污染率和死亡率都较低,存活率较高。当植物组织培养环境的 pH 在 5.4~5.8 之间或高于 6.0 时,对环境造成一定的损伤,导致茎段的存活率较低,死亡率较高。所以,茎段在过酸或者过碱环境下生长,对茎



段的影响明显,污染率上升,植株开始损伤,组织培养的存活率也会降低。试验中配制的培养基 pH 为 6.0 左右时,植株生长健壮。外植体消毒后不同时期采集的茎段污染率、死亡率和成活率也不同。6 月中旬采集的茎段消毒效果好,污染率和死亡率低,存活率高,达到 62.08%,这时植株开始进入生长旺盛期,茎段带菌少,因此效果最佳。伴随着茎段采集时间延长,7 月至 8 月采集的茎段存活率逐渐降低。综上所述,茎段在自然环境中暴露的时间越长,带菌量就越多,污染率上升,植株开始木质化,组织培养的存活率会随之降低。不同地域受腋芽茎段的取材时间和季节变化的影响,在生长季,幼芽茎段更容易建立无菌体系,春夏季取材比秋冬季取材更容易灭菌,秋冬季取材难以存活,阴雨天取材容易导致培养失败<sup>[18]</sup>。

美国红枫的继代增殖可以通过诱导腋芽萌发,腋芽再增殖成为丛生芽。在腋芽增殖方式上可以分为两种,纵向发生型和横向发生型。纵向发生型是腋芽萌发后随着抽茎展叶,组培苗发育到一定高度后,进行切断处理,接种到继代培养基中,诱导腋芽萌发增殖。横向发生型是在腋芽基部分化出丛生芽后进行切割,形成单芽接种到继代增殖培养基中进行增殖培养<sup>[19]</sup>。接种方式对组培苗生长发育也有一定影响<sup>[20]</sup>。本试验采用的增殖方式为纵向发生型,待植株长到一定高度时,选取 3 cm 长的带顶芽的茎段,保留叶片进行继代增殖培养。再看接种方式对增殖系数的影响,两种接种方式下的美国红枫增殖系数差异显著,并且生长状态也有一系列的差别,两种接种方式的结果差异较显著,切茎段接种下的处理,美国红枫增殖较多,长势较好。该试验表明,不同激素处理对美国红枫增殖系数的影响存在差异,不同的接种方式对美国红枫增殖影响较显著,在以后的培养过程中,切茎段接种带来的效益最大,并且该接种方式下的美国红枫生长状态更加良好。这与李立<sup>[21]</sup>在美国红枫繁育栽培文章中的茎段的分化能力高于休眠芽结论一致。其茎段的启动培养中,诱导率最高为 95.6%,而休眠芽诱导率只有 64.4%。其中,休眠芽萌发的带芽茎段的增殖系数高于茎段分化的带芽茎段<sup>[21]</sup>。美国红枫株高增长量、茎段数量增长量、茎粗、叶片数量都是

可以衡量植物生长发育是否健康的非常重要的指标。该试验研究表明,不同光照强度对增殖培养的影响下,在相同光照强度下,株高生长为  $1\ 600\text{ lx} > 1\ 300\text{ lx} > 2\ 000\text{ lx}$ 。在 3 种不同光照条件下,各处理株高差异显著。随光照强度的降低,株高生长受抑制,但  $1\ 600\text{ lx}$  光照强度处理的株高比  $2\ 000\text{ lx}$  高 0.10 cm。 $1\ 600\text{ lx}$  光照强度的株高比  $1\ 300\text{ lx}$  高 0.29 cm。在整个红枫幼苗生长期,同一光照强度下不同时期的株高生长量也不同。光照强度在植物生长和形态发生中起着重要的作用。从本试验结果来看,光照强度显著促进了红枫幼苗的生长。在强光条件下,幼苗的株高、茎数、茎粗和叶片数最大,且均随光照减弱而减少<sup>[22]</sup>。其中株高、茎段数量、茎粗、叶片数量在  $1\ 600\text{ lx}$  下达到最高,高于其他光照强度处理,说明光照过强能抑制美国红枫幼苗的生长,适当的光照环境下,更有利于美国红枫幼苗的株高、茎段、茎粗、叶片的生长。

## 4 结论

美国红枫‘秋火焰’组培初代及增殖最佳培养条件为 6 月初采集外植体,采用改良 MS 培养基 +  $6\text{-BA } 1.0\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  +  $\text{IBA } 0.2\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  + 益培灵  $20\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ , pH 6.0, LED 光照强度  $1\ 600\text{ lx}$ 。

## 参考文献:

- [1] 吴雅琼,刘婧,汪贵斌,等.美国红枫的组织培养与快繁技术[J].北方园艺,2016(20):97-102.
- [2] 闫洋洋.北美红枫“十月光辉”无性快繁体系的建立[D].重庆:西南大学,2018.
- [3] 邓运川.适度培育美国红枫[J].中国花卉园艺,2018(20):48.
- [4] 肖泳,尤文忠,李振宇,等.辽宁省引种美国红枫现状及发展建议[J].辽宁林业科技,2015(3):46-48.
- [5] 李玉娟,张健,李敏,等.影响美国红枫种子发芽因子的研究与分析[J].黑龙江农业科学,2012(11):81-83.
- [6] 李锦宇,何小帆,李旦,等.日本野漆树的组织培养[J].植物生理学报,2019,55(1):41-48.
- [7] 钟家骥.彩叶植物巴西红萼和美国红枫的组织培养[D].成都:四川大学,2007.
- [8] 李莹,罗晓芳,蒋湘宁.美国红枫外植体选择及启动培养研究[J].黑龙江农业科学,2010(8):6-9.
- [9] 董转年,方乐金,张誉,等.红枫的不同繁殖方法比较[J].湖南农业科学,2011(5):114-115.
- [10] 郭秀宏,李中林,陈正明,等.茶树组织培养中外植体褐化控制的研究[J].西南农业学报,2012,25(3):1065-1068.
- [11] 吉训志,秦晓威,胡丽松,等.木本植物组织培养[J].热带

- 农业科学,2019,39(4):33-40.
- [12] 周亚辉,熊帅.植物组织培养快速繁殖成功的影响因素[J].中国园艺文摘,2016,32(2):223-224.
- [13] 高洁,张萍,薛璟祺,等.酚类物质及其对木本植株组织培养褐变影响的研究进展[J].园艺学报,2019,46(9):1645-1654.
- [14] 符真珠,陈静,徐盼盼,等.牡丹组培褐变与总酚含量及相关酶活性的关系[J].西北林学院学报,2011,26(6):66-69.
- [15] 刘争.美国红枫扦插繁育技术研究[J].安徽农学通报,2013,19(12):90-91.
- [16] 王爱波,潘一展.不同处理对3个美国红枫品种种子萌发的影响[J].河南农业科学,2016,45(5):121-125.
- [17] 张娅婷,张伟.蕤北茶的组织培养[J].周口师范学院学报,2004(5):74-76.
- [18] 张红晓,经剑颖.木本植物组织培养技术研究进展[J].河南科技大学学报(农学版),2003,23(3):69-72.
- [19] 马建华,朱晓菲,何程相.鸡爪槭品种‘赤枫’组培再生体系的建立[J].中国农业科技导报,2020,22(1):171-178.
- [20] 常苹,胡春宏,王婷婷,等.美国红枫十月辉煌组培快繁体系的建立研究[J].现代农业科技,2017(15):128-130.
- [21] 李立.美国红枫优良品种及繁育栽培技术现状[J].黑龙江农业科学,2018(8):158-160.
- [22] 肖婷婷.不同光照强度对美国红枫幼苗生长及叶色变化影响的研究[D].沈阳:沈阳农业大学,2016.

## Optimization of the Initial Screening and Proliferation Culture Technology for Tissue Culture of the American Red Maple 'Autumn Blaze'

WANG Hongxia

(Heilongjiang Daqing Oilfield Ecological Environment Management Company, Daqing 163411, China)

**Abstract:** In order to promote the industrialized propagation of cold-resistant American red maple, a ten-year domesticated cold-resistant *Acer rubrum* 'Autumn Blaze' was used in the experiment to explore the effects of plant growth regulators, bacteriostatic agents, medium pH, and collection time on the induction of axillary buds in the primary culture process, as well as the effects of stem segment inoculation methods and different light intensities on proliferation culture. The primary and subculture proliferation culture were carried out using axillary bud stem explants. The results showed that the suitable medium for primary culture was modified MS+6-BA  $1.0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  + IBA  $0.2 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ; Under the treatment of  $20 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  Yipeiling, the growth of axillary bud stem nodes was more suitable. The modified MS medium was most suitable at pH 6.0; the American red maple had the highest proliferation coefficient and better growth when the explants were collected in early June; The stem cutting method was the best for subculture proliferation, and the American red maple had the best LED light proliferation effect at a light intensity of  $1\ 600 \text{ lx}$ , with a fast growth rate.

**Keywords:** *Acer rubrum*; 'Autumn Blaze'; primary culture; culture of proliferation

### 著作权使用声明

本刊已许可中国知网、维普网、万方数据、博看网、长江文库、超星等知识服务平台以数字化方式复制、汇编、发行、信息网络传播本刊全文。本刊支付的稿酬已包含著作权使用费,所有署名作者向本刊提交文章发表之行为视为同意上述声明。

黑龙江农业科学编辑部