

野生彩茶“蓝宝石”抗褐化及丛生芽诱导研究

杨玉珍 (南阳农业职业学院植物组织培养中心, 河南南阳 473000)

摘要 [目的]建立高效的不定芽离体再生体系是野生彩茶商业化快速生产的关键技术。[方法]以野生彩茶“蓝宝石”叶片为外植体试材,探究不同激素、浓度及处理对其外植体灭菌、抗褐化、不定芽分化、丛生芽增殖的影响。[结果]野生彩茶“蓝宝石”腋芽诱导不定芽最佳培养基为 MS+6-BA 1.0 mg/L+NAA 0.5 mg/L+IBA 1.0 mg/L,丛生芽继代增殖最佳培养基为 MS+6-BA 2.0 mg/L+NAA 1.0 mg/L+IBA 2.0 mg/L。不定芽增殖倍数达到 7 倍,增殖苗形态健壮,生长快,35 d 可继代 1 次。[结论]该研究可为珍贵彩茶树快速繁殖打下基础。

关键词 彩茶;蓝宝石;无菌体系的建立;褐化;丛生芽

中图分类号 S571.1 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2022)17-0089-04

doi:10.3969/j.issn.0517-6611.2022.17.022



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Study on Anti-browning and Cluster Bud Induction of Wild Color Tea *Camellia sinensis* cv. “lanbaoshi”

YANG Yu-zhen (Center of Plant Tissue Culture, Nanyang Vocational College of Agriculture, Nanyang, Henan 473000)

Abstract [Objective] To establish an efficient *in vitro* regeneration system of wild color tea *Camellia sinensis* cv. “lanbaoshi”. [Method] The leaves of color tea tree lanbaoshi were used as explants to explore the effects of different stimulants, concentrations and treatments on explants sterilization, browning resistance, adventitious bud differentiation and cluster bud proliferation. [Result] The results showed that the best medium for inducing adventitious buds from axillary buds of wild colorful tea lanbaoshi was MS + 6-BA 1.0 mg/L+NAA 0.5 mg/L+IBA 1.0 mg/L, the best medium for subculture and proliferation of cluster buds was MS + 6-BA 2.0 mg/L+NAA 1.0 mg/L+IBA 2.0 mg/L. The multiplication multiple of adventitious buds reached 7 times. The proliferating seedlings were robust and grew fast, they could be subcultured once in 35 days. [Conclusion] This study can lay a foundation for the rapid propagation of precious colorful tea.

Key words Colored tea tree; *Camellia sinensis* cv. “lanbaoshi”; Establishment of aseptic system; Browning; Cluster buds

野生彩茶“蓝宝石”(*Camellia sinensis* cv. “lanbaoshi”), 属山茶科山茶属灌木小叶种变种,发现于大别山腹地桐柏山天云峰北斗湖畔,牙尖初期呈紫红色,散开后逐渐变蓝色至深蓝色。有反射蓝光,故命名为“蓝宝石”。送检结果表明,其花青素含量约 6.4 mg/g、氨基酸 4.4%、茶多酚 22.8%、茶红素 8.65%、茶褐素 8.07%、茶黄素 0.61%、咖啡碱 3.8%。制作绿茶汤色黄绿相间,制作红茶形如火焰,棕红鲜艳,香味醇厚耐泡。彩茶母树稀缺,若采用传统的扦插繁育,由于基数少,成苗需 3 年左右,远远不能满足市场对该珍贵彩茶种苗的需求,因此急需快速大量繁育。目前,茶树组织培养技术虽有成功先例^[1-2],但彩茶尚缺少相关组织培养研究。有关资料显示,茶树组织培养中因多酚含量高,且自身携带较多内生菌,导致外植体易污染、褐化严重、难以分化和生长缓慢等^[3-6],其中最关键的问题是褐化,尤其是彩茶,检测结果显示其茶黄素、茶红素、茶褐素、茶多酚、儿茶素、咖啡碱含量均较高,外植体更易褐化死亡。外植体能否克服褐化成活下来,是决定后期能否继续开展组培与快速繁育的关键,也是彩茶良种无性繁殖技术的瓶颈问题。因此,笔者以彩茶“蓝宝石”新生枝条为外植体进行组织培养,探寻建立快速繁育的关键技术,以期对彩茶产业化种植提供技术支撑。

1 材料与方

1.1 试材 供试材料为桐柏山野生彩茶“蓝宝石”母株上采集的新生枝条。试验地点在南阳农业职业学院植物组织培

养中心。

1.2 外植体的选取和预处理 将健壮彩茶枝条从山上带回后冲洗干净,基部浸泡在洁净水中 2 d,置于阴凉低温处,每天换水,接种当天把枝条取出,将彩茶“蓝宝石”基部成熟叶片摘下,用洗涤剂溶液浸泡 5 min 左右,用软毛刷仔细清洗后,剪成 1.5 cm 左右带腋芽的茎段。将带腋芽的茎段分别用 0.1%高锰酸钾溶液浸泡 2 h,然后用 800 倍甲基托布津溶液浸泡 2 h,然后用自来水冲洗 0.5 h。

1.3 外植体的灭菌与抗褐化试验

1.3.1 不同灭菌时间处理。将预处理后的茎段置于超净工作台上,先用 75%乙醇消毒 20 s,再置于 0.1% HgCl₂溶液中分别处理 10、12、15、20、25 min,再用无菌水冲洗 5 遍;根据文献资料和预备试验结果,用 MS 作为基本培养基,5 个处理时间分别接种 20 瓶,每瓶接种 1 个茎段,10 d 后观察统计污染率、褐化率。

1.3.2 添加不同抗褐化成分对比。MS 分别加入 10 mg/L V_c 溶液、1 g/L AC、100 mg/L PVP、10 mg/L V_c+1 g/L AC 及对照(CK)共 5 个处理,每处理接种 20 瓶,每瓶接种 1 个茎段,10 d 后观察统计污染率、褐化率。

1.3.3 不定芽诱导培养。将获得的无菌茎段接种到培养基上,选取 6-BA、NAA、IBA 3 种激素进行不同浓度的组合配比试验^[5-8],MS 培养基为基本培养基,探讨其对彩茶“蓝宝石”腋芽萌发的影响。每处理分别接种 20 瓶,每瓶接种 1 个外植体茎段,定期观察无菌芽的生长情况,30 d 后统计腋芽诱导情况。

1.3.4 丛生芽增殖培养。根据文献资料^[1-4]和以上的试验结果,选择 MS+1.0 mg/L 6-BA 为基础培养基,设置 NAA 浓

基金项目 南阳市科技攻关项目(2021-KGGG138);河南省教育厅科研项目(2021SJGLX911)。

作者简介 杨玉珍(1972—),女,河南南阳人,副教授,硕士,从事农林专业教学与植物组培科研工作。

收稿日期 2022-03-21; **修回日期** 2022-03-31

度为 0.5~1.0 mg/L, 6-BA 浓度为 1.0~3.0 mg/L, IBA 浓度为 1.0~2.0 mg/L, GA₃ 浓度为 0.5~1.0 mg/L, 将诱导培养获得的不定芽分切后, 接种到增殖培养基上, 每处理接种 20 瓶, 每瓶接种 1 个芽丛, 35 d 后观察芽的生长情况。

1.3.5 培养条件。以 MS 培养基为基本培养基, 3% 蔗糖, 0.5% 琼脂, pH 为 5.6~5.8。光照时间 12 h/d, 强度 2 500 lx, 温度控制在 22~24 ℃。

2 结果与分析

2.1 前期预处理对外植体抗褐化的作用 由于茶树植株中酚类物质含量高, 外植体切割时伤口的多酚类物质遇到氧气产生褐色醛类物质, 易扩散到培养基使外植体和培养基褐变, 以致外植体死亡。农艳丰等^[4]研究发现, 在培养基中添加 1.0 g/L V_c 和 1.0 g/L AC, 能将外植体的褐化率降至 41%。根据相关文献^[1-5]、预备试验和以往经验^[9-10], 在培养基中加入抗氧化剂及吸附剂也能减轻外植体在组织培养过程中褐变, 如在培养基中加入抗氧化剂 V_c、PVP、活性炭, 可以吸附培养基中的醌和酚等有害物质, 减轻褐变。因此, 笔者首先将外植体基部浸泡在纯净水中 1 d, 置于阴凉低温处, 每天换水进行统一预处理, 以有效隔断氧化, 溶解、稀释伤口

产生的酚类物质, 减少酚类物质在培养基中的富集, 有效减轻褐变。茶树组织培养分为一般性污染和内生菌污染。内生菌污染是由植株自身携带的内生菌引起的, 一般的表面灭菌难以达到应有的效果, 建立无菌体系时, 极易发生内生菌污染。试验用 0.1% 高锰酸钾溶液浸泡 2 h, 使高锰酸钾对浸泡的茎段切口产生氧化, 从而预先去除部分醌类物质, 以抑制褐化现象; 然后用 800 倍甲基托布津溶液进行浸泡 2 d, 以减少表面及内生菌引起的污染, 一系列预处理可有效降低因外植体灭菌处理时间过长导致的褐化死亡和污染。

2.2 不同灭菌时间对外植体灭菌效果的影响 将外植体采用 0.1% HgCl₂ 按不同时间灭菌, 接种后 20 d 调查记录, 比较不同灭菌方式处理效果。由表 1 可知, 对外植体采用不同灭菌时间处理, 灭菌时间过长, 对材料造成伤害, 导致材料褐化枯死。处理 12 min 时间过短, 灭菌不彻底, 材料污染率高, 达 90%; 处理 24 min 污染率低 (20%), 但大部分茎段褪去绿色褐化死亡, 枯死率达 70%, 说明灭菌剂在灭菌的同时伤害了茎段; 灭菌处理 20 min 茎段污染率为 35%, 存活率达到 35%, 较为理想。

表 1 不同灭菌时间对茎段存活率的影响

Table 1 Effect of different sterilization time on stem survival rate

时间 Time//min	接种茎段 Inoculated stem segment//个	污染数 Pollution number//个	污染率 Pollution rate//%	枯死数 Dead number 个	枯死率 Withering rate//%	存活数 Survival number//个	存活率 Survival rate//%
12	20	18	90	0	0	2	10
15	20	10	50	6	30	4	20
20	20	7	35	6	30	7	35
24	20	4	20	14	70	2	10

2.3 不同添加物对外植体的抗褐化效果 在预处理的基础上, 批量采用 75% 乙醇进行表面消毒 20 s, 0.1% HgCl₂ 灭菌处理外植体 20 min, 接种 10 d 后, 将存活茎段转接到不同培养基中进行进一步抗褐化处理。由表 2 可知, 不同处理对抗褐化均有一定的效果, 4 个处理与 CK 相比, 褐化率均有所降

低, 均控制在 45% 及以下。培养基中以添加 10 mg/L V_c + 1 g AC 效果最好, 存活率达 75%。这与农艳丰等^[4,11]的研究结果一致。该试验表明, 彩茶培养基中同时添加 1 g/L AC 和 10 mg/L V_c 能有效防止褐化。

表 2 不同添加物对外植体的抗褐化效果

Table 2 Anti-browning effect of different additives on explants

处理 Treatment	接种茎段 Inoculated stem segment//个	褐化死亡数 Browning death//个	褐化率 Browning rate//%	存活数 Survival number//个	存活率 Survival rate//%
CK	20	12	60	8	40
10 mg/L V _c	20	8	40	12	60
1 g/L AC	20	9	45	11	55
100 mg/L PVP	20	7	35	13	65
10 mg/L V _c +1 g AC	20	5	25	15	75

2.4 不同激素配比对不定芽诱导的影响 茎段在启动培养基上 15 d 侧芽开始萌动, 30 d 后将启动培养的侧芽切下, 接种于添加不同激素的不定芽诱导培养基上, 30 d 后统计不同培养基中的不定芽生长情况。由表 3 可知, 6-BA 浓度在 0.5~1.0 mg/L 时, 丛生芽的长势较好, 但 2.0 mg/L 6-BA 时, 丛生芽的分化数量逐渐减少。当 6-BA 浓度为 2.0~3.0 mg/L 时, 外植体的基部诱导出了愈伤组织, 腋芽生长缓

慢, 既不长高也不分化丛生芽。但随着 NAA 浓度升高, 丛生芽的长势变差, 芽诱导的个数逐渐减少。当 NAA 为 0.5 mg/L 时, 丛生芽呈绿色; 而当 NAA 为 1.0 mg/L 时, 丛生芽少, 比较细弱, 向上生长较快。比较配方 E、F 数据可知, 1.0 mg/L 6-BA 的培养基添加较高浓度的 NAA 和 IBA 时有利于外植体腋芽诱导丛生芽, 即 1.0 mg/L 6-BA 和 0.5 mg/L NAA 时, 添加 IBA 对丛生芽的生长有明显的促进

作用,此时腋芽诱导丛生芽的效果较好,萌芽数量多,长势最好。不同激素配比处理的不定芽诱导情况见图 1。

表 3 不同激素配比处理诱导不定芽效果

Table 3 Effects of different hormone ratios on the induction of adventitious buds

编号 No.	处理 Treatment	接种外植体数 Number of inoculated explants//个	萌芽数 Germination number//个	不定芽长势 Adventitious bud growth
A	6-BA 0.2 mg/L+NAA 0.5 mg/L	20	3	丛生芽小,绿色,生长缓慢
B	6-BA 2.0 mg/L+NAA 0.5 mg/L	20	2	丛生芽细弱,外植体出现愈伤组织
C	6-BA 0.5 mg/L+NAA 0.5 mg/L+IBA 0.2 mg/L	20	2	丛生芽分化率低,叶色淡,下部叶有干枯
D	6-BA 0.5 mg/L+NAA 1.0 mg/L+IBA 0.5 mg/L	20	5	腋芽萌生丛生短枝稍多,向上生长快
E	6-BA 1.0 mg/L+NAA 0.5 mg/L+IBA 1.0 mg/L	20	6	丛生芽分化率高,健壮,叶色深绿
F	6-BA 1.0 mg/L+NAA 0.5 mg/L	20	2	丛生芽分化率低,向上生长较快
G	6-BA 1.0 mg/L+NAA 1.0 mg/L+IBA 1.0 mg/L	20	4	丛生芽分化少或无,生长慢
H	6-BA 2.0 mg/L+NAA 1.0 mg/L+IBA 0.5 mg/L	20	3	腋芽分化少,生长缓慢
I	6-BA 3.0 mg/L+NAA 2.0 mg/L+IBA 0.5 mg/L	20	3	丛生芽较少,芽丛低矮

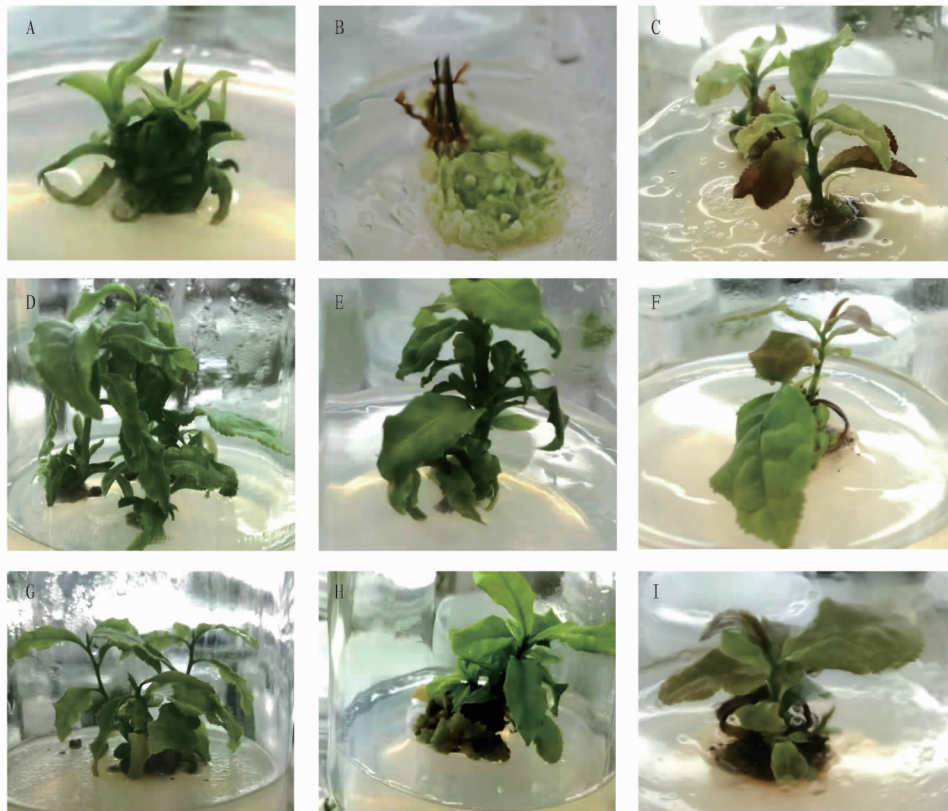


图 1 不同激素配比不定芽诱导情况

Fig. 1 Adventitious bud induction with different hormone ratios

2.5 不定芽增殖培养中激素配比的筛选 诱导出不定芽后,需要继续诱导大量丛生芽,试验将诱导出的不定芽转接到不同浓度组合增殖培养基中,筛选最佳增殖培养基,接种后 30 d 调查丛生芽增殖生长情况,结果见表 4。由表 4 可知,增殖阶段与腋芽诱导不定芽阶段相比,6-BA 浓度从 1.0 mg/L 增加到 2.0 mg/L 对不定芽的诱导增殖作用更明显,不添加 IBA 改为添加 GA_3 后对不定芽诱导没有明显的促进作用,说明 GA_3 对彩茶“蓝宝石”丛生芽诱导生长作用不明显,但过高浓度的 6-BA 反而导致丛生芽低矮,紧实,生长缓慢。从图 2 可以看出,处理 e 的生长情况最好,当 6-BA 浓度为 2.0 mg/L, NAA 为 1.0 mg/L, IBA 2.0 mg/L 时有利于不

定芽的分化,芽增殖倍数较高,达 7,且苗健壮,生长快。丛生芽在诱导培养基中生长 25 d 左右,将丛生芽切分后转入新鲜的增殖培养基中培养,每 35 d 继代 1 次。

3 结论

该试验在参考前人有关茶树和其他富含内生菌的外植体材料组织培养方案研究的基础上,研究彩茶“蓝宝石”的无菌体系建立及抗褐化方法,诱导大量丛生芽,为快速繁育稀缺新种质茶树优良种苗奠定基础,同时为茶树良种繁育和资源保存提供技术支持。该试验外植体灭菌预处理为枝条清水浸泡,再用 0.1% 高锰酸钾溶液浸泡 2 h,使高锰酸钾对浸泡中的茎段切口产生氧化,从而预先去除部分醌类物质,

表 4 不同激素配比对不定芽增殖的影响

Table 4 Effects of different hormone ratio on inducing adventitious bud proliferation

编号 No.	处理 Treatments	丛生芽增殖倍数 Multiplication multiple of cluster buds	不定芽长势 Adventitious bud growth
a	6-BA 1.0 mg/L+NAA 0.5 mg/L+IBA 1.0 mg/L	6	腋芽萌生丛生无菌短枝,向上生长较快
b	6-BA 1.0 mg/L+NAA 0.5 mg/L+GA ₃ 0.5 mg/L	4	丛生芽少,叶色淡绿,芽丛生缓慢、低矮
c	6-BA 1.0 mg/L+NAA 0.5 mg/L+GA ₃ 1.0 mg/L	3	丛生芽分化少,叶色浅绿或彩色,植株生长缓慢
d	6-BA 1.0 mg/L+NAA 1.0 mg/L+IBA 1.0 mg/L	7	丛生芽分化率高,芽丛较高
e	6-BA 2.0 mg/L+NAA 1.0 mg/L+IBA 2.0 mg/L	7	丛生芽分化率高,芽丛生快
f	6-BA 2.0 mg/L+NAA 0.5 mg/L+IBA 2.0 mg/L	4	叶色深绿或彩色,丛生芽分化率低
g	6-BA 2.0 mg/L+NAA 1.0 mg/L+IBA 2.0 mg/L	5	丛生芽分化率较高,芽丛较高健壮
h	6-BA 3.0 mg/L+NAA 1.0 mg/L+IBA 2.0 mg/L	4	丛生芽较多,芽丛低矮
i	6-BA 3.0 mg/L+NAA 0.5 mg/L+IBA 2.0 mg/L	4	丛生芽分化较多,生长缓慢

以降低酚类物质氧化产生的褐化现象;然后用 800 倍甲基托布津溶液浸泡 2 d 以减少表面及内生菌引起的污染,一系列预处理对降低外植体灭菌处理时间过长导致的褐化死亡和污染打下基础。使用浓度 0.1% HgCl₂ 溶液进行灭菌,以 20 min 为较好。茎段腋芽诱导不定芽以较低浓度的 NAA 配合 6-BA 可诱导丛生芽的生长,但增殖及生长速度不高,前期高浓度 6-BA 还会导致褐化明显,分析原因可能是由于 6-BA 刺激多酚氧化酶的活性,在外植体脱分化阶段,分生能力强的细胞大量增殖,酚类的氧化会受到激活,从而诱导出大量愈伤组织生成。因此,野生彩茶腋芽诱导不定芽最佳培养

基为 MS+6-BA 1.0 mg/L+NAA 0.5 mg/L+IBA 1.0 mg/L;但在丛生芽增殖阶段,已经完成了脱分化,褐变已被抑制,增加激素用量不再引起褐变,诱导出无菌短枝和丛生芽经分切后再用较高浓度激素的培养基,彩茶丛生芽的增殖效果较好,丛生芽的数量多,添加适量 IBA 后对无菌短枝的伸长效果明显,长势最好,因此筛选丛生芽增殖阶段培养基以 MS+6-BA 2.0 mg/L+NAA 1.0 mg/L+IBA 2.0 mg/L 为佳。后续需要继续探讨其他激素对生根的影响,筛选最适宜配比。试验还发现试管苗幼嫩丛生芽阶段彩茶叶色表现不明显,大苗阶段会呈现品种特性,生根试验和移栽炼苗还需要进一步探索和研究。

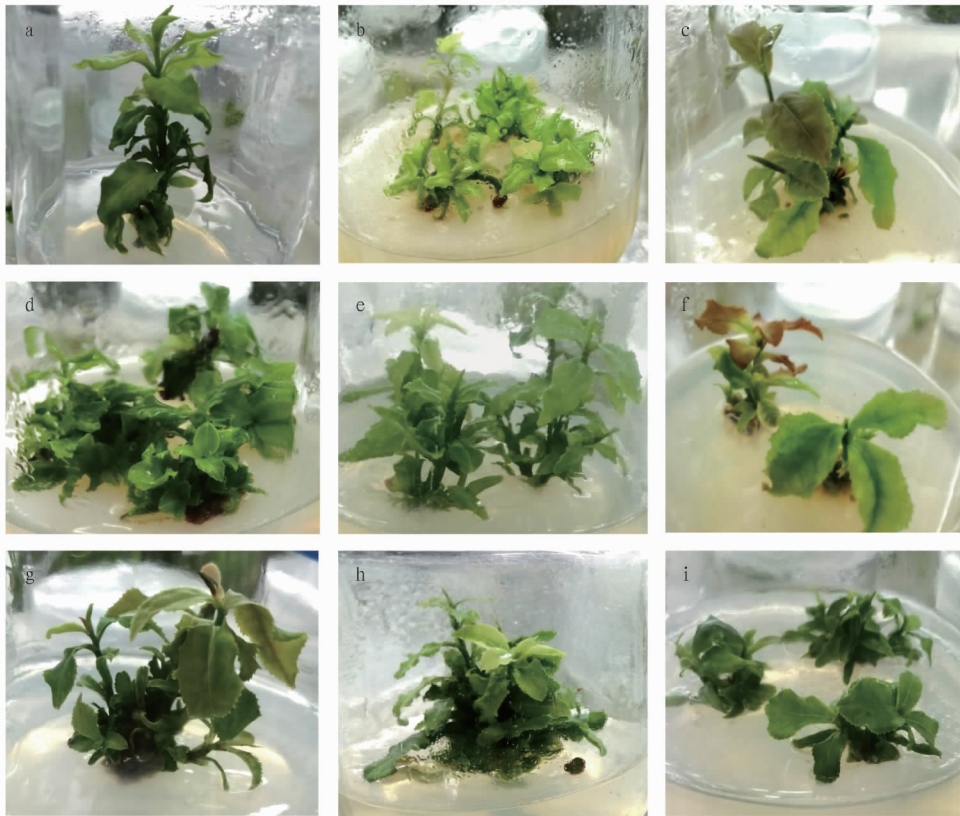


图 2 不同激素配比不定芽增殖情况

Fig. 2 Proliferation of adventitious buds with different hormone ratios

参考文献

[1] 张陆玉,李婧,胡新龙,等. 中国茶树组织培养研究进展[J/OL]. 分子植

物育种,2021-11-17[2022-03-21]. <https://kns.cnki.net/kcms/detail/46.1068.S.20211116.2041.014.html>.

(下转第 114 页)

度上也为进行社会资本的积累提供了便利,有利于农户社会资本的积累与提升。

3 结论与建议

近年来,国内关于乡村旅游业的发展对农户生计资本的影响分析的研究逐渐增多,贺爱琳等^[12]通过构建生计资本评价指标体系和模型,对乡村旅游影响下6种不同生计类型农户的转型及其生计策略的选择进行分析,提出了提高农户可持续生计的对策建议。魏晨等^[13]也是通过实地调研的方式以构建传统村落居民生计资本感知指标体系,分析了当地开展乡村旅游对农户生计资本变化的影响,并提出了相关建议。笔者在前人研究基础上,利用成熟模式进行实证研究,结果表明:在乡村旅游的影响下,青岩古镇农户五大生计资本都有所提升,且五大资本之间相互影响、相互促进。通过积极参与乡村旅游经营,当地农户在加快土地流转、增强信贷能力、增加技能培训、扩大社会网络关系等方面不断提升,增强了自身所拥有的生计资本的储量。农户通过分析外界发展情况和拥有的生计资本的存量和质量,不断地调整以做出更好的生计策略选择,即由传统的纯农业型生计策略向兼业型生计策略或者是旅游专营型生计策略转化,越来越倾向于多元化生计策略的选择,以实现生计可持续发展。

但是,在乡村旅游发展过程中农户生计改善仍有一些阻碍因素,比如农民缺少正规的技能培训;景区内商铺同质化程度高,竞争激烈,农户金融资本累积难度加大等,据此提出以下建议:

(1)在古镇现有乡村旅游模式和生态环境保护的基础上,充分利用城郊土地和当地人文资源,促进自然资本的增值。

(2)向农户提供经营管理、营销策略、手工艺品技术和就业技能培训等方面的实用技能培训,以促进当地剩余劳动力有效转移和农户人力资本的提升。

(3)当地政府可以扩大融资投资渠道,积极招商引资,引导金融机构与旅游公司、农户的合作,创建“金融+旅游”的合

作模式,为农户发展提供资金帮助与支持,增加农户的金融资本。

(4)加大资金投入,保护和延续古镇建筑特色,对传统建筑进行修葺与保护^[14],与古镇旅游相结合,提高建筑利用程度,并且加大对景区的基础设施建设,如交通、污水和垃圾处理等,增加农户所能利用的物质资本。

(5)加强当地农户与农户、旅游企业、合作社等的联系与合作,促进旅游信息的交流,并且可以通过社交媒体加强农户与外部的联系,拓宽农户的社会资源,增加农户的社会资本。

参考文献

- [1] 张洁慧. 乡村振兴战略下防止返贫长效机制的建立与可持续发展研究:以江苏省宿迁市为例[J]. 科技视界, 2020(9): 197-199.
- [2] 纳列什·辛格, 乔纳森·吉尔曼. 让生计可持续[J]. 国际社会科学杂志(中文版), 2000, 17(4): 123-129.
- [3] 赵锋. 可持续生计分析框架的理论比较与研究述评[J]. 兰州财经大学学报, 2015, 31(5): 86-93.
- [4] KARKI S T. Do protected areas and conservation incentives contribute to sustainable livelihoods? A case study of Bardia National Park, Nepal[J]. Journal of environmental management, 2013, 128: 988-999.
- [5] BIDDULPH R. Tourism and Southeast Asian rural livelihood trajectories: The case of a large work integration social enterprise in Siem Reap, Cambodia[J]. Journal of qualitative research in tourism, 2020, 1(1): 73-92.
- [6] 陈佳, 张丽琼, 杨新军, 等. 乡村旅游开发对农户生计和社区旅游效应的影响: 旅游开发模式视角的案例实证[J]. 地理研究, 2017, 36(9): 1709-1724.
- [7] 唐叶枝. 城郊乡村旅游地农户参与旅游发展对可持续生计的影响研究[D]. 长沙: 湖南师范大学, 2020.
- [8] 张福春, 廖洪泉. 低碳理念下的古镇旅游发展: 以青岩古镇为例[J]. 安顺学院学报, 2015, 17(1): 84-86.
- [9] 张恒. 5A 青岩: 从一镇富奔全域兴[J]. 当代贵州, 2017(10): 50-51.
- [10] 杨娅. 做强龙头景区 打造“全景花溪”: 从青岩古镇的变迁看花溪区建设全域旅游创新区[N]. 贵阳日报, 2018-10-09.
- [11] 王淑宜, 管云. 真金白银纾困市场活力递增[N]. 贵州日报, 2020-06-01(02).
- [12] 贺爱琳, 杨新军, 陈佳, 等. 乡村旅游发展对农户生计的影响: 以秦岭北麓乡村旅游地为例[J]. 经济地理, 2014, 34(12): 174-181.
- [13] 魏晨, 张瑾. 传统村落旅游发展中社区居民生计资本感知研究: 以江西安义罗田古村为例[J]. 农村科学实验, 2019(12): 106-108.
- [14] 吴吉林, 刘冲, 刘水良, 等. 张家界农户乡村旅游脆弱性评价与影响因素[J]. 地理科学, 2020, 40(8): 1336-1344.

(上接第92页)

- [2] 杨顺兴, 罗世琼, 杨占南, 等. 油茶植物组织培养研究进展[J/OL]. 分子植物育种, 2021-09-01[2022-03-21]. <https://kns.cnki.net/kcms/detail/46.1068.S.20210901.0854.002.html>.
- [3] 廖瑞婧, 江念, 孙紫薇. 运用组织培养建立藤茶快速繁殖体系的研究[J]. 湖北农业科学, 2020, 59(9): 171-176.
- [4] 衣艳丰, 陆吉祥, 李健. 凌云白毫茶组培无菌体系的建立与抗褐化研究[J]. 茶叶通讯, 2020, 47(1): 62-66.
- [5] 田奥磊, 高俊杰, 李丹丹, 等. 武夷岩茶大红袍的组织培养与快速繁殖[J]. 植物生理学报, 2017, 53(4): 619-624.
- [6] 张照亮, 任露露, 颜小梅, 等. 茶树离体再生和遗传转化的研究进展

- [J]. 安徽农业大学学报, 2021, 48(5): 738-743.
- [7] 林昱星, 肖泽丰, 田璧瑞, 等. 安吉白茶愈伤组织增殖培养及茶多酚的积累[J]. 河北大学学报(自然科学版), 2017, 37(6): 614-620.
- [8] 史俊, 许建忠. 不同激素对碧云茶树丛生芽增殖培养的影响实验[J]. 西部林业科学, 2011, 40(4): 70-72.
- [9] 杨玉珍, 雷星, 胡如善, 等. 文心兰的组织培养和快速繁殖技术[J]. 江苏农业科学, 2003, 31(6): 77-79.
- [10] 杨玉珍, 孙天洲, 孙廷, 等. 大花蕙兰组织培养和快速繁殖技术研究[J]. 北京林业大学学报, 2002, 24(2): 88-90.
- [11] 吴婉婉, 孙威江, 陈志丹. 福鼎大白茶高效离体再生体系的优化[J]. 中国茶叶, 2018, 40(9): 22-25.