

doi : 10. 16473/j. cnki. xblykx1972. 2019. 03. 020

# 不同基质的理化特性及其对长蕊甜菜成苗率的影响\*

李恩良<sup>1</sup>, 毛云玲<sup>2</sup>, 周江<sup>1</sup>, 刘永国<sup>3</sup>, 常恩福<sup>2</sup>, 李娅<sup>2</sup>, 李勇鹏<sup>2</sup>, 景跃波<sup>2</sup>

(1. 墨江西岐桫欏省级自然保护区管护局, 云南 墨江 654800; 2. 云南省林业科学院, 云南 昆明 650201;  
3. 文山州林业科学研究所, 云南 文山 666300)

**摘要:** 以咖啡壳沤制物、腐殖土及森林土为原料配制成不同基质, 通过对基质的容重、总孔隙度、碱解 N、速效 P、速效 K、有机质、pH 值及 EC 值 8 个理化性状测定及成苗率观测, 分析其理化性状及其对长蕊甜菜成苗率的影响。结果表明, 在以咖啡壳沤制物、腐殖土和森林土配制的苗木培育基质中, 以不同物料或占比不同的相同物料所配制的育苗基质间, 其物理性状及出苗率大多数存在显著 ( $P < 0.05$ ) 或极显著的差异 ( $P < 0.01$ ), 化学性状则存在一定差异性。不同基质的大多数理化性状间存在显著或极显著的相关关系, 成苗率的高低是基质理化性状综合作用的结果, 而非单一性状的影响所致。以咖啡壳沤制物 (70% 咖啡壳+15% 牛粪+15% 锯末) : 腐殖土为 70% : 30% 配制的 1<sup>#</sup> 基质及以咖啡壳沤制物 (65% 咖啡壳+20% 牛粪+15% 锯末) : 腐殖土为 70% : 30% 配制的 2<sup>#</sup> 基质适宜用作长蕊甜菜的苗木培育基质, 其出苗率达 90% -96%。

**关键词:** 咖啡壳沤制物; 腐殖土; 森林土; 理化性状; 长蕊甜菜; 成苗率

**中图分类号:** S 649      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1672-8246 (2019) 03-0127-06

## Physical-chemical Properties of Different Growing Media and its Effects on Seedling Emergency Percentage of *Melientha longistaminea*

LI En-liang<sup>1</sup>, MAO Yun-ling<sup>2</sup>, ZHOU Jiang<sup>1</sup>, LIU Yong-guo<sup>3</sup>, CHANG En-fu<sup>2</sup>,  
LI Ya<sup>2</sup>, LI Yong-peng<sup>2</sup>, JING Yue-bo<sup>2</sup>

(1. Yunnan Provincial Nature Reserve Management Bureau of Xiqi in Mojiang, Mojiang Yunnan 654800, P. R. China;  
2. Yunnan Academy of Forestry, Kunming Yunnan 650201, P. R. China;  
3. Forest Institute of Wenshan Prefecture, Wenshan Yunnan 666300, P. R. China)

**Abstract:** Based on different growing media prepared with coffee husk compost, forest humus and forest soil, 8 physical-chemical properties of the tested growing media including bulk weight, total porosity, available nitrogen, rapid available phosphorus, rapid available potassium, organic matter, pH and EC were examined, and the effects of these growing media on seedling emergency rate of *Melientha longistaminea* were examined. The results showed that the physical properties of different growing media were significantly different ( $P < 0.05$  or  $P < 0.01$ ), same results for emergence rate, and some differences were found on chemical properties. Most of the physical-chemical properties were significantly or extreme significantly correlated. Rapid available phosphorus was not significantly correlated with other properties, EC was mainly affected by the content of organic matter. The emergence rate was the integrated results of all the physical-chemical properties, instead of a certain index. Two formula of growing media, the No. 1, which consisted with 70% of coffee husk compost and (coffee husk, cow dung and saw dust of 70%, 15% and

\* 收稿日期: 2018-09-14

基金项目: 云南省省级林业科技推广项目 (2017TS05), 云南省林业科学院“植物营养与林木菌根真菌研究利用学科团队”(LKYTE-2018-6)。

第一作者简介: 李恩良 (1978-), 男, 工程师, 主要从事资源培育方面的研究。E-mail: 84673190@qq.com

通讯作者简介: 常恩福 (1966-), 男, 高级工程师, 主要从事生态及资源培育方面的研究。E-mail: Cef6610@163.com

15% respectively) 30% of forest humus, and the No. 2, which consisted with 70% of coffee husk compost and (coffee husk, cow dung and saw dust of 65%, 20% and 15% respectively) 30% of forest humus, could be used as the growing media of *Melientha longistaminea*, and the seedling emergency rate could achieve 90% to 96%.

**Key words:** coffee husk compost; forest humus; forest soil; physical-chemical property; *Melientha longistaminea*; seedling emergence rate

长蕊甜菜 (*Melientha longistaminea*) 是山柚子科 (Opiliaceae) 甜菜树属 (*Melientha*) 植物, 常绿小乔木或灌木<sup>[1]</sup>, 主要分布在云南热区, 其嫩茎、嫩芽叶含有 P、S、K、Ca、Mn、Fe、Zn 等多种矿质元素<sup>[2]</sup>, 对人体健康有益, 是热区有名的天然、无污染的绿色木本蔬菜之一<sup>[3]</sup>。近年来, 随着人们生活水平的提高, 森林蔬菜因其污染少、风味独特、营养丰富等特点而广受消费者的青睐, 森林蔬菜已成为市场上的新宠和人们餐桌上的时尚食品<sup>[4]</sup>。长蕊甜菜的野生种群由于对生境要求极为苛刻, 种子在原生环境中发芽率低, 天然更新困难, 导致其种群数量较少, 同时随着人类活动的加剧及无序采摘、食用, 造成其结实量显著下降, 野生资源数量日益减少, 不仅难以满足市场需求, 而且有濒临灭绝的危险。目前对长蕊甜菜的资源恢复或可持续利用主要依赖种子繁殖和人工种植方式实现<sup>[5]</sup>。传统的长蕊甜菜容器育苗仍以森林土作为其育苗基质, 且种子不经催芽就直接点播于育苗容器中, 成苗率低、苗木生长缓慢是其苗木培育中普遍存在的问题, 这不仅造成了种子的巨大浪费, 同时也制约其人工规模化栽培的发展。目前, 国内虽有学者开展其育苗技术<sup>[3-4,6-7]</sup>及栽培技术<sup>[8-9]</sup>方面的研究, 但也仅限于简单的介绍, 尚缺乏系统、深入的研究与探讨, 苗木培育技术仍是长蕊甜菜资源保护与开发利用中亟需解决的关键技术。

育苗基质是木本植物育苗的基础和关键因素<sup>[10-11]</sup>, 而基质的筛选不仅是容器育苗、移栽成功与否的关键<sup>[12-13]</sup>, 同时也是工厂化育苗的关键技术之一<sup>[14-15]</sup>。因此, 本项研究以咖啡 (*Coffea arabica*) 壳沤制物、腐殖土及森林土为基质原料, 按体积比配制成不同基质, 通过不同育苗基质理化性状特征的分析及其对长蕊甜菜成苗率影响的研究, 探究基质理化性状间以及与长蕊甜菜成苗率间的相互关系, 以期筛选出适宜的、能提高长蕊甜菜成苗率的育苗基质, 为其苗木培育技术的研发提供科学依据。

## 1 试验点自然概况

试验点位于云南省墨江县新安县挖岩村委会新建的临时苗圃, 面积 0.4hm<sup>2</sup>。其地理位置 101°29'40.20"E, 23°33'03.99"N, 海拔 888m。属南亚热带半湿润山地季风气候, 干湿季明显; 年降雨量 1 338mm, 主要集中在 5-10 月, 蒸发量约 1 696.7mm, 全年平均相对湿度 80%; 年均气温 17.8℃, 最冷月 (1 月) 平均气温 11.5℃, 最热月 (6 月) 平均气温 22.1℃; 全年总日照时数 2 161.2h, 年日照率为 50%, 月均日照时数在 149h 左右。圃地建圃前为弃耕多年的农地, 土壤为砂岩发育成赤红壤。原生植被以白花鬼针草 (*Bidens pilosa* L. var. *radiata*)、紫茎泽兰 (*Eupatorium adenophora*)、苋菜 (*Amaranthus tricolor*) 等草本植物为主, 盖度 60%-80%。

## 2 材料与方法

### 2.1 种子及处理

供试长蕊甜菜的种子于 2017 年 6 月下旬采自墨江县新抚镇车沙村生长健壮的成熟母树。采集到种子后立即去皮, 用 500 倍的多菌灵溶液浸泡消毒 30min, 清水漂洗干净后用洁净河沙层积催芽, 每层河沙铺垫厚度 8cm 左右, 播种后覆盖厚度 2cm 左右, 铺垫层数视催芽器具大小而定, 不宜超过 3 层。催芽期间注意淋水, 以保持河沙湿润。15-25d 即可移植于营养袋内继续培育。

### 2.2 基质

以咖啡壳沤制物、腐殖土及森林土为基质原料, 按体积比配制成不同育苗基质 (表 1)。其中咖啡壳沤制物按堆肥标准化工艺堆肥发酵后使用, 羊粪经充分发酵后施用。

### 2.3 育苗基质的理化性质测定

每种育苗基质随机取 3 个环刀和 3 个基质样品。将 3 个基质样品混合均匀后 (共计 1kg 左右) 放入袋中带回实验室测定。基质样品由云南农业大学农科中心土壤农化实验室测定。每个土样分别测

定容重及总孔隙度，容重采用环刀法测定，总孔隙度采用饱和重力排水法<sup>[16-17]</sup>测定；混合样品的有机质采用重铬酸钾-外加热法测定，碱解 N 采用碱解扩散法测定，速效 P 采用碳酸氢钠浸提-钼锑抗

比色法测定，速效 K 采用乙酸铵浸提-火焰光度法测定，pH 值采用 pH 计法测定，EC (Electric conductivity) 值采用电导仪法测定。

表 1 不同基质的物料组成及配比

Tab. 1 Components and proportions of different growing media formula

处理	物料组成及配比
1 <sup>#</sup>	咖啡壳沤制物(70% 咖啡壳+15% 牛粪+15% 锯末)：腐殖土为 70%：30%
2 <sup>#</sup>	咖啡壳沤制物(65% 咖啡壳+20% 牛粪+15% 锯末)：腐殖土为 70%：30%
3 <sup>#</sup>	咖啡壳沤制物(60% 咖啡壳+20% 牛粪+20% 锯末)：腐殖土为 70%：30%
4 <sup>#</sup>	咖啡壳沤制物(70% 咖啡壳+15% 牛粪+15% 锯末)：森林土为 10%：90%
对照	森林土：羊粪：复合肥为 94%：4%：2%

## 2.4 基质分装和苗木培育

将配制好的 5 种育苗基质分别装于 24cm × 40cm 的无纺布育苗容器内，基质与容器口持平。每种育苗基质作为 1 个处理，在苗床上采用单因素随机区组设计开展试验，每处理 3 次重复，共设置 15 个处理，每处理 200 株苗木。

2017 年 7 月下旬，把催芽处理后长出胚根(0.2-0.5mm)的种子将其胚根向下点播于无纺布容器内，每袋 1 粒，种子距基质表面 0.8-1cm 左右，浇透定根水，苗床上用透光度 65%-75% 的遮阳网搭建遮阴棚，防止阳光直射苗木，同时保持无纺布容器内的基质湿润。幼苗出土后的 1-2 个月，采取少量多次的方法浇水，同时每隔 10d 喷施 800 倍的多菌灵溶液 1 次，以防止病害的发生。移栽或造林前 1-2 个月，逐渐拆除遮阳网炼苗，促进苗木的木质化及苗木的适应性，以提高造林成活率。

2018 年 3 月 19 日，在每个小区中随机抽取 100 袋，调查其成苗率。计算长蕊甜菜的成苗率，成苗率 = (成苗袋数/100) × 100%。

应用 Excel 2010、DPS 7.05 软件进行统计分析 with 试验数据处理。

## 3 结果与分析

### 3.1 不同基质的物理性状

土壤容重是反映土壤紧密程度的一个重要指标，直接影响土壤的孔隙状况，且同一质地的土壤，随着容重增大，孔隙度减小，持水能力减弱<sup>[16]</sup>。由表 2 指出，1<sup>#</sup>、2<sup>#</sup>、3<sup>#</sup>和 4<sup>#</sup>基质的容重均小于对照，较对照低 45.6%、47.2%、43.2% 和 4.8%，而总孔隙度则高于对照，较对照高 50.4%、50.3%、41.4% 和 2.9%。不同配比基质的容重和总孔隙度大多数具有极显著的差异 ( $P < 0.01$ )，4<sup>#</sup>和对照的容重极显著地大于 1<sup>#</sup>-3<sup>#</sup>，相反，1<sup>#</sup>和 2<sup>#</sup>的总孔隙度多于其它基质的，表明不同物料所配制的基质，其物理性状大多数存在明显差异，物料属性的差异是产生差异的主要原因。基质的容重和孔隙度差异主要由咖啡壳、牛粪及锯末 3 种配比差异造成，说明即使基质配制的物料相同，各物料占比的高低也能导致其物理属性发生变化而对基质的总孔隙度产生影响，随着咖啡壳沤制物中咖啡壳所占比例的降低，基质的总孔隙度呈下降之势。基质容重小、总孔隙度大，具有通气透水性能和持水能力强的特性，有益于苗木生长。

表 2 不同基质物理性状差异显著性比较

Tab. 2 Difference comparison on physical properties of tested growing media

物理性状	基质类型				
	1 <sup>#</sup>	2 <sup>#</sup>	3 <sup>#</sup>	4 <sup>#</sup>	对照
容重/g · cm <sup>-3</sup>	0.68±0.00Bb	0.66±0.05Bb	0.71±0.03Bb	1.19±0.10Aa	1.25±0.08Aa
总孔隙度/%	70.47±0.89Aa	70.42±1.88Aa	66.26±0.76Bb	48.23±0.43Cc	46.85±0.89Cc

注：同行不同的小写字母表示在 0.05 水平上差异显著，大写字母表示在 0.01 水平上差异极显著。

### 3.2 不同基质的化学性状

由表3可知,在碱解N、速效P、速效K及有机质4个养分含量指标中,按土壤肥力的分级标准划分,1<sup>#</sup>-3<sup>#</sup>基质的含量均处于极丰富的状态,碱解N、速效K和有机质的含量分别较对照高141.2% - 177.8%、167.3% - 187.2%和71.9% - 95.8%,速效P则低于对照46.9% - 48.0%;4<sup>#</sup>基质碱解N、速效P和有机质的含量也处于极丰富或丰富的状态,但低于对照,速效K的含量则处于中等水平且高于对照。结果表明,咖啡壳沤制物与腐殖土配制成的基质具有极高的养分含量且其营养更加均衡,但在咖啡壳沤制物中各原料占比的高低

也可能对基质的养分状况产生一定的影响。咖啡壳沤制物与森林土所配制的基质其养分含量之所以低于对照,可能与基质中所添加的咖啡壳沤制物比例较低及在传统育苗基质中添加了一定比例的羊粪和复合肥有关。从不同基质的pH值及EC值2个化学性状来看,1<sup>#</sup>-3<sup>#</sup>基质的pH值低于4<sup>#</sup>基质及对照,呈中性,EC值则高于4<sup>#</sup>基质及对照,说明以咖啡壳沤制物与腐殖土配制成的基质能有效降低基质的pH值,却会造成基质中带来的可溶性盐分的增加。但植物生长的安全EC值范围为小于2.6ms/cm<sup>[18]</sup>,因此,1<sup>#</sup>-3<sup>#</sup>基质中可溶性盐分的增加并不会对植物的生长造成盐害。

表3 5种不同基质化学性状比较

Tab. 3 Chemical properties of 5 different growing media

基质	碱解 N /mg · kg <sup>-1</sup>	速效 P /mg · kg <sup>-1</sup>	速效 K /mg · kg <sup>-1</sup>	有机质 /%	pH 值	EC 值 /ms · cm <sup>-1</sup>
1 <sup>#</sup>	413.8	130.3	241.4	9.85	6.72	0.554
2 <sup>#</sup>	467.5	129.6	251.1	11.16	6.69	0.528
3 <sup>#</sup>	405.9	127.5	233.6	9.48	6.82	0.505
4 <sup>#</sup>	150.3	121.1	111.5	3.66	7.55	0.290
对照	168.3	245.3	87.4	5.7	7.62	0.478

### 3.3 不同基质对成苗率的影响

出苗率是反映播种期基质性状的主要指标<sup>[17]</sup>,见图1。

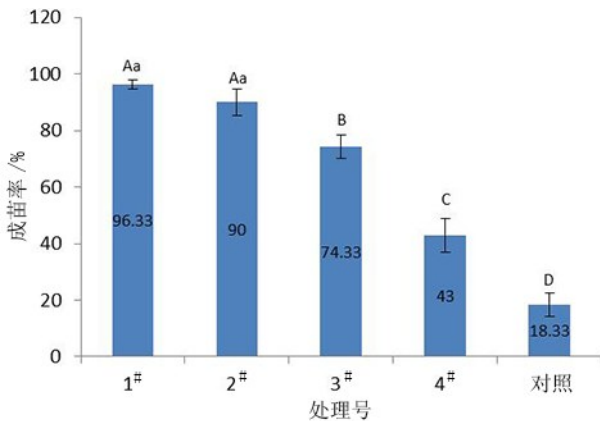


图1 不同育苗基质的成苗率

注:不同小写字母表示在0.05水平上差异显著,大写字母表示在0.01水平上差异极显著

Fig. 1 *Melientha longistaminea* seedling emergency rates of different growing media

从图1可知,不同育苗基质长蕊甜菜种子成苗率大多数存在极显著差异( $P < 0.01$ ),其中1<sup>#</sup>、2<sup>#</sup>基质与3<sup>#</sup>、4<sup>#</sup>基质及对照间,以及3<sup>#</sup>、4<sup>#</sup>和对照相互间的差异达极显著水平,说明不同育苗基质对长

蕊甜菜的种子成苗率有着明显的影响。成苗率对基质表现敏感,适宜的配方基质对其成苗率具有明显的促进作用,不同基质间成苗率的差异可能是基质理化性状的差异所致。相较而言,1<sup>#</sup>和2<sup>#</sup>基质的长蕊甜菜种子成苗率均较高,达96.33%和90%,较对照提高425.5%和391%;其次是3<sup>#</sup>基质,成苗率74.33%,较对照高305.5%,成苗率最差的是4<sup>#</sup>基质,仅43%。

### 3.4 基质理化性状与成苗率的相关性分析

从表4可以看出,容重、总孔隙度、碱解N、速效K、有机质及pH值6个性状相互间存在显著或极显著的正相关关系或负相关关系,说明基质的大多数理化性状间存在着紧密的相关性。成苗率与基质的容重及pH值呈极显著的负相关关系,而与总孔隙度、碱解N、速效K和有机质呈极显著的正相关关系,即随着基质容重的增大及pH值升高,成苗率呈下降之势,随着基质总孔隙度增多及碱解N、速效K、有机质等养分含量的增加,成苗率呈上升之势,这说明适宜的容重及孔隙度,有益于长蕊甜菜种子呼吸及胚根的发育,基质中极丰富且均衡的养分则为其胚根及苗木的生长提供所需的有机质营养,适宜的pH值则确保苗木对必需元素的吸收及转化,从而提高其成苗率。成苗率与速效P

无显著的相关关系，可能与在传统育苗基质中添加了一定比例的羊粪和复合肥致使速效 P 含量大幅

提高有关，与 EC 值无显著的相关关系，则说明基质中带有可溶性盐分在容许的安全范围之内。

表 4 基质理化性状与出苗率的相关性

Tab. 4 Correlation between medium physical-chemical properties and emergence rate of *Melientha longistaminea*

理化性状	容重	总孔隙度	碱解 N	速效 P	速效 K	有机质	pH 值	EC 值	成苗率
容重	1.000								
总孔隙度	-1.000**	1.000							
碱解 N	-0.990**	0.990**	1.000						
速效 P	0.600	-0.580	-0.520	1.000					
速效 K	-1.000**	0.990**	0.980**	-0.640	1.000				
有机质	-0.950**	0.950**	0.980**	-0.340	0.930**	1.000			
pH 值	1.000**	-1.000**	-0.990**	0.600	-1.000**	-0.950**	1.000		
EC 值	-0.720	0.740	0.780	0.100	0.690	0.870*	-0.730	1.000	
成苗率	-0.960**	0.970**	0.920**	-0.740	0.970**	0.850*	-0.960**	0.580	1.000

注：\* 表示相关显著 ( $P < 0.05$ )，\*\* 表示相关极显著 ( $P < 0.01$ )。

## 4 结论与讨论

### 4.1 结论

在以咖啡壳沤制物、腐殖土和森林土配制的育苗基质中，不同配比基质的物理性状具有极显著的差异，化学性状则存在一定的差异性，而物料属性的差异或物料占比的高低可能导致其属性特征发生变化是其差异产生的原因。这与马太源等<sup>[19]</sup>在对花卉栽培介质不同配方理化性状比较研究中得出的结论基本相近。

基质中大多数理化性状间存在显著的相关关系，这与王春荣等<sup>[20]</sup>通过菇渣基质的理化性状及其对油松 (*Pinus tabulaeformis*) 幼苗生长影响的研究得出的基质理化性状间均存在着显著的相关关系的结论基本吻合，这表明基质的配制不仅要考虑基质容重及孔隙度的大小，还要兼顾其养分的均衡调配。而成苗率与基质的容重、总孔隙度、碱解 N、速效 K、有机质及 pH 值 6 个性状存在显著或极显著的正相关关系或负相关关系，则说明成苗率的高低是基质物理性状与化学性状共同作用的结果，而非单一性状的影响所致。

基质的容重、总孔隙度、pH 值、EC 值及有机质、各种营养元素的含量直接影响植物栽培的效果<sup>[21]</sup>，目前还未见作物栽培基质的标准化性状参数<sup>[22]</sup>。马太源等<sup>[19]</sup>及杨延杰等<sup>[23]</sup>的研究表明，理想栽培基质的容重为  $0.1-0.8 \text{ g/cm}^3$ ，总孔隙度在 70%–90% 之间，透气性良好，性质稳定，pH 值以弱酸性或中性为宜，EC 值小于  $2.6 \text{ ms/cm}$ 。从 5 个供试基质理化性状测定结果来看，1<sup>#</sup>和 2<sup>#</sup>基质基

本符合这些要求。基于基质理化性状测定结果及成苗率的状况，以咖啡壳沤制物 (70% 咖啡壳+15% 牛粪+15% 锯末)：腐殖土为 70%：30% 配制的 1<sup>#</sup> 基质及以咖啡壳沤制物 (65% 咖啡壳+20% 牛粪+15% 锯末)：腐殖土为 70%：30% 配制的 2<sup>#</sup> 基质适宜用作长蕊甜菜的苗木培育基质，其成苗率达 90%–96%。

### 4.2 讨论

本次试验结果表明，基质中速效 P 的含量与其它性状间无显著的相关关系，是否与在传统育苗基质森林土中添加了一定比例的羊粪和复合肥致使其含量大幅提高有关，还有待进一步研究，但在今后基质的配制中可以此作为改善基质速效 P 含量的参考依据。同时从降低育苗成本的角度出发，应根据圃地土壤结构情况及长蕊甜菜种子富含淀粉、蛋白质，果实成熟后易变质腐烂<sup>[5]</sup>的特性，通过圃地土壤与不同比例咖啡壳沤制物所配制基质的水、气、温、肥的一系列变化及成苗率、苗木生状况的分析，以筛选出适宜、成本低廉的育苗基质，达到提高长蕊甜菜成苗率及促进其苗木快速生长的目的。

### 参考文献：

- [1] 吴征镒, 李德铎. 甜菜树属—我国云南产山柚子科一原始新属及其植物地理学意义[J]. 云南植物研究, 2000, 22(3): 248–250.
- [2] 吴志霜, 王跃华. 野生植物甜菜树嫩茎叶的营养成分分析[J]. 植物资源与环境学报, 2005, 14(1): 60–61.
- [3] 李莲芳, 孟梦, 温琼文, 等. 云南热区的 5 种木本森林蔬菜及其培育技术[J]. 西部林业科学, 2005, 34(1): 9–14.

[4]温琮文. 元江县6种森林蔬菜的育苗及修剪试验[J]. 西部林业科学, 2012, 41(3): 106-109.

[5]杨超本. 开发木本蔬菜长蕊甜菜树大有可为[J]. 云南林业, 2015(2): 61.

[6]温琮文, 方福生, 李桥安, 等. 元江6种热区森林蔬菜的驯种培育及示范种植成效[J]. 西部林业科学, 2006, 35(2): 108-112.

[7]袁莲珍, 史富强, 童清, 等. 不同基质对长蕊甜菜苗木生长的影响[J]. 陕西林业科技, 2015(3): 8-9, 28.

[8]普玉明. 长蕊甜菜栽培技术初探[J]. 热带农业科技, 2014, 37(2): 40-42, 46.

[9]杨超本. 优良的木本蔬菜-长蕊甜菜树栽培技术[J]. 云南林业, 2013, 34(4): 65.

[10]刘士哲. 现代实用无土栽培技术[M]. 北京: 中国农业出版社, 2001: 4-25.

[11]中国科学院南京土壤研究所. 土壤理化分析[M]. 上海: 上海科技出版社, 1978: 62-96.

[12]李晓玲. 不同基质配比的育苗基质对黄瓜幼苗生长发育及其质量的影响[J]. 山西农业科学, 2009, 37(7): 34-36.

[13]任杰, 崔世茂, 刘杰才, 等. 不同基质配比对黄瓜穴盘育苗质量的影响[J]. 华北农学报, 2013, 28(2): 128-132.

[14]秦爱丽, 郭泉水, 简尊吉, 等. 不同育苗基质对圃地崖柏出苗率和苗木生长的影响[J]. 林业科学, 2015, 51(9):

9-16.

[15]燕丽萍, 邵伟, 刘翠兰, 等. 不同基质对日本赤松和日本柳杉播种出苗与幼苗生长的影响[J]. 山西农业科学, 2017, 45(11): 1806-1809.

[16]李卓, 吴普特, 冯浩, 等. 容重对土壤水分蓄持能力影响模拟试验研究[J]. 土壤学报, 2010, 47(4): 611-620.

[17]李苏翼, 时连辉. 树皮与污泥堆肥混合基质的性质及其对黑麦草无土草坪的影响[J]. 山东农业大学学报(自然科学版), 2017, 48(1): 13-19.

[18]程斐, 孙朝晖, 赵玉国, 等. 芦苇末有机栽培基质的基本理化性能分析[J]. 南京农业大学学报, 2001, 24(3): 19-22.

[19]马太源, 蓝炎阳, 洪志方, 等. 花卉栽培介质不同配方理化性状比较研究[J]. 福建热作科技, 2010, 35(1): 1-5.

[20]王春荣, 毕君, 杨静宇. 菇渣基质的理化性状及其对油松幼苗生长的影响[J]. 林业科技, 2016, 41(4): 37-42.

[21]王欣, 高文瑞, 徐刚, 等. 以猪发酵床废弃垫料为主要原料的无土栽培基质理化性状分析[J]. 江苏农业科学, 2017, 45(24): 251-254.

[22]董晓宇, 蔡晓红, 翟春峰, 等. 新型有机栽培基质的研究进展及展望[J]. 陕西农业科学, 2007(4): 88-90.

[23]杨延杰, 赵康, 林多, 等. 基质理化性状与番茄壮苗指标的通径分析[J]. 华北农学报, 2013, 28(6): 104-110.

(编辑: 成伶俐)

[上接第126页]

[10]吴丹玲, 刘冬, 李艳, 等. 余甘子多酚提取条件优化研究[J]. 中国南方果树, 2010, 39(4): 50-51.

[11]曹维, 朱建梅, 文洁, 等. 余甘子有效成分提取工艺研究[J]. 中药材, 2013, 36(5): 812-815.

[12]Jovanovic A A, Dordevic V, Zdunic G M, et al. Ultrasound-assisted extraction of polyphenols from *Thymus serpyllum* and its antioxidant activity [J]. Hemijska Industrija, 2016, 70(4): 391-398.

[13]唐仕荣, 宋慧, 陈尚龙, 等. 不同方法提取余甘子多酚的抗氧化活性及其指纹图谱分析[J]. 中国食品添加剂, 2018(8): 90-97.

[14]李晓英, 薛梅, 樊汶樵, 等. 不同生长期蓝莓叶多酚物质含量及抗氧化活性研究[J]. 经济林研究, 2018, 36(4): 40-46.

[15]唐仕荣, 宋慧, 高兆建, 等. 响应曲面优化余甘子多酚的亚临界水萃取工艺及其抗氧化性研究[J]. 中国食品添加剂, 2017(9): 75-81.

[16]Takano T, Ikeda H, Maeda T. Consideration of the mechanism of microwave emission due to material destruction [J]. Journal of Applied Physics, 2010, 108(8): 083722.

[17]Li D C, Jiang J G. Optimization of the microwave-as-

sisted extraction conditions of tea polyphenols from green tea [J]. International Journal of Food Sciences & Nutrition, 2010, 61(8): 837-845.

[18]Upadhyay R, Ramalakshmi K, Rao L J M. Microwave-assisted extraction of chlorogenic acids from green coffee beans [J]. Food Chemistry, 2012, 130(1): 184-188.

[19]郭炳春, 沈明娟, 叶征美, 等. 余甘子总多酚提取工艺优化研究[J]. 热带作物学报, 2013, 34(12): 2479-2483.

[20]Teng H, Lee W Y, Choi Y H. Optimization of microwave-assisted extraction for anthocyanins, polyphenols, and antioxidants from raspberry (*Rubus coreanus* Miq.) using response surface methodology [J]. Journal of Separation Science, 2014, 36(18): 3107-3114.

[21]白雪莲, 岳田利, 章华伟, 等. 响应曲面法优化微波辅助提取苹果渣多酚工艺研究[J]. 中国食品学报, 2010, 10(4): 169-177.

[22]周晔, 王伟, 王成章, 等. 核桃属 (*Juglans*) 植物多酚类物质研究进展[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2013, 37(5): 146-152.

[23]王建超, 王卿, 施文昊, 等. 响应面分析法优化枇杷叶多酚提取工艺[J]. 热带作物学报, 2015, 36(2): 384-390.

(编辑: 李云琴)