曹际玲,王一明,林先贵,等. 腐熟玉米秸秆和风化煤复合基质对番茄幼苗生长的影响[J]. 江苏农业科学,2021,49(16):117 - 122.
doi:10.15889/j.issn.1002 - 1302.2021.16.021

腐熟玉米秸秆和风化煤复合基质对番茄幼苗生长的影响

曹际玲[1], 王一明[1], 林先贵[1], 王　敏[2], 李新柱[2]
(1. 中国科学院南京土壤研究所/土壤与农业可持续发展国家重点实验室,江苏南京 210008;
2. 金正大生态工程集团股份有限公司,山东临沂 276700)

摘要:为获得经济实用的育苗基质并实现废弃物的资源化利用,将玉米秸秆粉碎腐熟后添加不同体积比的风化煤、牛粪、蛭石组成复合基质,替代草炭用于番茄育苗;并测定复合基质的理化特性及养分性状,研究复合基质对番茄出苗率及幼苗生长的影响。结果表明,腐熟玉米秸秆和风化煤复合基质具有较好的理化性质,在 10% 腐熟玉米秸秆、30% 风化煤、10% 腐熟牛粪、50% 蛭石组成的复合基质下番茄幼苗出苗率达 100%,番茄幼苗地上部和地下部干质量、壮苗指数等方面表现最好,番茄幼苗叶绿素含量和根系活力均显著提高。而在腐熟玉米秸秆和牛粪同等配比条件下,风化煤添加量对番茄幼苗生长的影响较大,添加 30% 风化煤可促进番茄幼苗生长,而添加 20% 风化煤番茄幼苗生长迟缓。一定配比的腐熟玉米秸秆和风化煤可替代草炭用于番茄育苗基质,可进一步加强腐熟玉米秸秆与不同添加量风化煤配比对番茄幼苗生长的影响及机制研究。

关键词:玉米秸秆;风化煤;复合基质;番茄幼苗;腐熟;生长指标
中图分类号:S641.206　　**文献标志码:** A　　**文章编号:**1002 - 1302(2021)16 - 0117 - 05

基质育苗是用培养基质迅速大量培育作物秧苗或种子苗的现代化育苗方法,具有苗程短、出苗整齐均匀、成苗率高、病害轻、育苗技术易于标准化、幼苗便于长途运输等优点,适合于工厂化和规模化育苗[1-2]。基质是工厂化育苗的基础,直接影响幼苗的质量和育苗效果,它是根据幼苗生长的需要,利用有机、无机材料及微生物制剂配制而成的人工土壤[3]。目前,工厂化育苗大多采用草炭复合基质,草炭是一种优良的育苗基质原料,但属于短期不可再生资源,经过多年的开采储量日益减少,而近年来草炭的价格也越来越高,迫使人们寻求新原料来代替草炭[4-5]。

我国农作物秸秆资源丰富,其中玉米秸秆产量最大。新疆是重要的玉米种植地区,每年可产生大量的玉米秸秆。但大部分秸秆被焚烧或弃置,造成环境污染和资源浪费。已有研究结果表明,玉米秸秆腐熟后添加其他原料可培育出高质量的辣椒幼苗[6]。牛粪也是一种良好的有机肥料。何余湧等研究发现,增加牛粪施用量可提高矮象草的饲用价值[7]。冯锡鸿等的研究结果表明,在传统理想育苗基质(草炭∶蛭石体积比 =2∶1)中加入 5% 的牛粪对番茄幼苗生长的促进作用最大[8]。此外,已探明新疆现在的煤炭储量为 2.44 万亿 t,煤炭表层受风化作用,含氧量增高、发热量降低,已转化为含有 20% ~80% 再生腐殖酸的风化煤。按照风化煤含量为煤炭含量的 1% 估算,风化煤资源量将达到 2 000 亿 t。以往新疆大量的风化煤都作为煤炭废料,进行回填处理,造成资源浪费。已有研究结果表明,新疆风化煤经活化处理可变废为宝,转化为腐殖酸有机肥;与常规施肥相比,施用腐殖酸专用肥的农作物平均增产 8% 以上,同时土壤结构得到改善,作物品质得到提高[9]。冯锡鸿等利用风化煤、泥炭、稀土元素、蛭石等制成的复合基质具有较好的理化性质,可用于多种蔬菜和瓜果的培育[10]。郝玉梅等研究发现,风化煤与茶粕、豆粕等制成的复合基质可促进冬瓜幼苗生长[11]。因此,玉米秸秆、风化煤、牛粪等在育苗基质上均具有较好的应用价值,值得进一步综合开发应用。

番茄(*Lycopersicon esculentum* Mill.)是一种全世界广泛种植的重要蔬菜作物,具有营养丰富、用途

收稿日期:2019 - 07 - 03
基金项目:山东泰山产业领军人才工程项目(编号:2018TSCYCX - 32);宁夏回族自治区重点研发计划(编号:2017BN05)。
作者简介:曹际玲(1986—),女,山东临沂人,博士,主要从事农业废弃物资源化利用及生物效应研究。E - mail:jlcao2008@163.com。
通信作者:林先贵,研究员,博士生导师,主要从事农业废弃物资源化利用与生物效应研究。Tel:(025)86881539;E - mail:xglin@issas.ac.cn。

广泛、产量高、栽培季节长等特点[12-13]。新疆是我国番茄种植面积最大的省级行政区[14]，每年番茄育苗基质的需求量较大，但新疆位于我国西北部，距离草炭产地东北和西南较远，使用草炭作为育苗和栽培基质成本较高。因此，利用新疆本地丰富的农业废弃物资源开发出效果好的基质将可降低生产成本。由此，本试验就地取材，利用新疆地区丰富的玉米秸秆，经腐熟后按不同体积比添加风化煤、腐熟牛粪制成复合基质，初步研究腐熟玉米秸秆和风化煤复合基质理化、养分性状及其对番茄幼苗生长的影响，以期为资源化利用农作物秸秆及风化煤培育番茄幼苗提供可行性分析，降低番茄幼苗的育苗成本，为生态环境的改善提供科学指导。

1　材料与方法

1.1　试验材料

玉米秸秆、风化煤、番茄种子均由新疆五家渠市鼎盛农业有限责任公司提供。育苗基质原料的理化性质见表 1。pH 值和电导率（基质∶水体积比 = 1∶5）等分别采用 pH 计（型号：FE20 - FiveEasyTM，梅特勒 - 托利多集团生产）和电导率仪（型号：Orion160）测定；有机质含量采用浓硫酸 - 重铬酸钾高温外加热氧化 - 硫酸亚铁滴定法测定[15]；采用 H_2SO_4 - H_2O_2 消煮，用凯氏定氮仪测定氮（N）含量；用钼锑抗比色法测定磷（P）含量，用火焰光度计（型号：FP640）测定钾（K）含量[16]。穴盘采用 72 孔（6×12 孔）长方形塑料育苗盘。

表 1　育苗基质原料的理化特性

原料	pH 值	电导率（mS/cm）	有机质含量（%）	全 N 含量（%）	全 P 含量（%）	全 K 含量（%）
草炭	6.20	0.70	41.98	2.24	0.30	0.20
玉米秸秆	7.31	2.87	60.59	0.15	0.32	1.78
风化煤	4.72	0.99	88.33	0.12	0.38	0.28
牛粪	8.87	4.22	19.97	1.35	0.48	1.98

1.2　试验设计

将新鲜干燥玉米秸秆粉碎，在玉米秸秆和牛粪中分别添加发酵菌剂，调节含水量至 65% ~ 70%，装于塑料袋中，置于 25 ℃恒温培养室内发酵；当发酵袋内玉米秸秆质地松软，呈褐色，具有潮湿泥土气味时发酵完成。采用随机区组设计，设置 9 个处理和 1 个对照（表 2），其中复合基质采用腐熟后的玉米秸秆、风化煤、腐熟牛粪、蛭石按不同体积配比，以传统理想育苗基质（草炭∶蛭石体积比 = 2∶1）为对照。将混合均匀的基质装入穴盘内，每个处理 1 盘，每个处理设 3 次重复。番茄种子先用 0.5% NaClO 经表面消毒后放于浸水的滤纸上，置于 25 ℃培养箱中催芽 48 h，选取已发芽的种子，播种至装有混合基质的育苗盘中，每孔播种 1 颗，播种深度约 0.5 cm，播后浇透水，对照处理则覆盖蛭石，其余处理覆盖相应混合基质，待出苗后记录出苗日期和出苗数。整个幼苗期均以清水浇灌。试验采用随机区组排列，每 3 d 重新随机排列各穴盘位置。待苗龄为 30 d 时，收获所有番茄幼苗植株地上部和地下部，测量株高、茎粗。

表 2　腐熟玉米秸秆和风化煤复合基质的种类与体积配比

处理	配比				
	草炭	腐熟玉米秸秆	风化煤	腐熟牛粪	蛭石
对照	2	0	0	0	1
T1	0	2	2	1	5
T2	0	1	2	1	6
T3	0	2	3	1	4
T4	0	1	3	1	5
T5	0	0	3	1	6
T6	0	1	2	2	5
T7	0	0	2	2	6
T8	0	1	3	2	4
T9	0	0	3	2	5

1.3　测定项目与方法

1.3.1　腐熟玉米秸秆和风化煤复合基质理化性质的测定　各处理配比完成后，取样测定复合基质的物理、化学和养分特性。

1.3.2　番茄幼苗的测定　用卷尺测量从穴盘基质表面到植株生长点的高度即株高；在上胚轴中间位置用游标卡尺测量茎粗。分别收获番茄幼苗植株地上部和地下部，依次用自来水和蒸馏水冲洗，采用烘干法，于 105 ℃杀青 30 min，70 ℃烘干 48 h 后称质量。壮苗指数 = 茎粗/株高 × 单株干质量。叶绿素浓度采用 95% 乙醇提取法[17]，以每克鲜叶的叶绿素含量（mg/g）来表示；根系活力采用氯化三苯基四氮唑（TTC）法测定，以每克鲜叶单位时间被还原的氯化三苯基四氮唑的量［mg/（g·h）］来表示[18]。

1.4　数据统计分析

采用 Excel 2010 计算数据的平均值和标准偏差，使用 SPSS 18.0 进行单因素方差分析，用图基（Tukey）检验进行多重比较（$\alpha = 0.05$），采用 Origin 8.5 绘制数据图。

2　结果与分析

2.1　腐熟玉米秸秆和风化煤复合基质的理化性质分析

由表 3 可以看出，不同处理的容重无显著性差异，各处理容重均在番茄幼苗生长适宜范围（0.2 ~ 0.8 g/cm^3）内。番茄幼苗在总孔隙度为 70% ~ 90% 的基质中可正常生长，本试验除 T5 处理的总孔隙度为 62.9% 外，其他各处理复合基质的总孔隙度均在适宜范围内。番茄幼苗生长的理想基质通气孔隙为 15% ~30%，各处理基质的通气孔隙最高为 33.4%，最低为 23.2%，均在适宜范围内。番茄幼苗适宜生长的基质持水孔隙为 40% ~75%，各处理的持水孔隙为 48.8% ~69.4%，均在适宜范围内。

腐熟玉米秸秆和风化煤复合基质的 pH 值和电导率均明显大于对照，但均在基质适宜的 pH 值（6.0 ~7.5）和电导率（ <2.6 mS/cm）范围内，符合番茄幼苗生长对基质酸碱性和电导率的要求。与对照相比，腐熟玉米秸秆和风化煤复合基质的速效 P 和速效 K 含量均明显高于对照。

2.2　番茄幼苗出苗率

腐熟玉米秸秆和风化煤复合基质的不同配比对番茄幼苗出苗率的影响不同。从图 1 可知，各处理基质的出苗率均达 85% 以上，其中 T4 处理的出苗率最高，达 100%；T1、T3、T6、T7、T8 处理与对照的出苗率一致，T2、T5、T9 处理的出苗率均为 87.5%，低于对照（94.4%）。

2.3　番茄幼苗生物量、叶绿素和根系活力

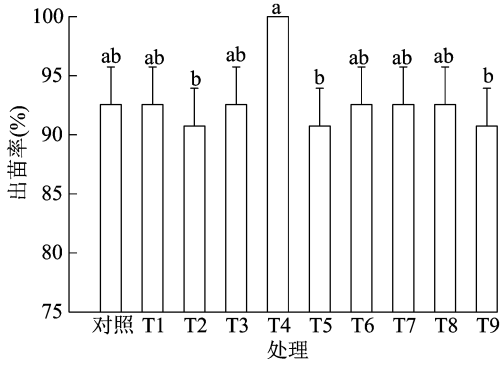
腐熟玉米秸秆和风化煤复合基质对番茄幼苗生长产生不同程度的影响。如图 2 所示，与对照相比，仅 T4 处理的番茄幼苗地上部干质量和地下部干质量无显著差异，但 T4 处理的番茄幼苗茎粗和壮苗指数均显著高于对照；T3 处理的地上部干质量和株高虽然显著低于对照，但地下部生物量、壮苗指数均与对照无显著性差异；其他处理的地上部和地下部干质量、株高和壮苗指数均明显低于对照。

本试验不仅测定了番茄幼苗的形态指标，还进一步分析了番茄幼苗叶绿素含量和根系活性来评价幼苗质量。腐熟玉米秸秆和风化煤复合基质对番茄幼苗叶绿素含量和根系活力产生了不同程度的影响。如图 3 所示，仅 T8 处理的叶绿素含量显著高于对照，其他处理均低于对照；T3、T4、T8、T9 处理的根系活力显著高于对照，T2、T5、T6 和 T7 等处理

表 3　腐熟玉米秸秆和风化煤复合基质的理化性质

处理	容重（g/cm^3）	总孔隙度（%）	通气孔隙（%）	持水孔隙（%）	pH 值	电导率（mS/cm）	有机质含量（%）	速效 P 含量（mg/kg）	速效 K 含量（g/kg）
对照	0.62 ±0.02a	90.2 ±4.45a	30.5 ±2.87a	59.7 ±5.70ab	6.23 ±0.06f	0.81 ±0.04d	27.98 ±1.84bcde	23.6 ±1.67f	0.21 ±0.02e
T1	0.63 ±0.02a	83.2 ±2.65abc	23.8 ±2.01bc	69.4 ±2.99a	6.83 ±0.06a	1.38 ±0.08c	28.06 ±1.71bcde	87.1 ±3.61cd	2.38 ±0.28abcd
T2	0.63 ±0.02a	88.3 ±3.25abc	29.0 ±3.40a	59.3 ±2.77b	6.62 ±0.07bc	1.43 ±0.06c	23.86 ±1.83de	35.3 ±3.30ef	1.96 ±0.24d
T3	0.64 ±0.03a	79.9 ±4.57abc	31.0 ±3.27a	48.8 ±3.05c	6.37 ±0.03e	1.76 ±0.09b	36.89 ±2.71a	73.7 ±3.34d	2.11 ±0.11cd
T4	0.63 ±0.03a	84.5 ±3.63abc	24.5 ±2.41bc	59.9 ±4.34ab	6.43 ±0.06de	1.91 ±0.04b	32.69 ±2.66bc	74.4 ±3.59d	2.15 ±0.18bcd
T5	0.65 ±0.03a	62.9 ±5.56d	24.4 ±2.58bc	58.4 ±3.41bc	6.52 ±0.03cd	1.97 ±0.13b	28.50 ±2.27bcde	49.3 ±4.63e	2.84 ±0.14a
T6	0.63 ±0.02a	78.4 ±3.22bc	20.5 ±3.46c	57.9 ±3.30bc	6.77 ±0.03a	2.52 ±0.08a	25.86 ±2.83cde	134.2 ±6.08a	1.83 ±0.14d
T7	0.64 ±0.03a	90.9 ±4.26a	33.4 ±2.69a	57.6 ±3.95bc	6.78 ±0.03a	1.84 ±0.03b	21.66 ±2.60e	98.4 ±7.29c	2.61 ±0.26abc
T8	0.62 ±0.02a	74.7 ±3.36c	23.2 ±2.74bc	51.5 ±1.99bc	6.37 ±0.02e	2.35 ±0.05a	34.69 ±2.96ab	108.4 ±11.13bc	2.19 ±0.27bcd
T9	0.65 ±0.02a	82.7 ±4.15abc	24.5 ±2.17bc	58.2 ±1.90bc	6.67 ±0.05ab	2.44 ±0.07a	30.49 ±2.64abcd	123.1 ±16.95ab	2.76 ±0.35ab

注：表中数据均为均值 ± 标准差；同一行数据后不同英文小写字母表示不同处理间差异显著（$P<0.05$）。



柱上不同小写字母表示处理间差异显著($P < 0.05$)。下图同

图1　腐熟玉米秸秆和风化煤复合基质对番茄幼苗出苗率的影响

的番茄幼苗根系活力均显著低于对照。比较各处理间的番茄幼苗生理指标可知,叶绿素含量以 T8 处理最高,达 1.36 mg/g,T4 处理次之,为 0.89 mg/g,再次为 T9(0.85 mg/g)、T3(0.84 mg/g)处理;根系活力以 T9 处理最高,为 0.74 mg/(g·h),T8 处理次之,为 0.57 mg/(g·h),再次为 T4[0.46 mg/(g·h)]、T3[0.38 mg/(g·h)]处理。因而,就番茄幼苗叶绿素含量和根系活力等生理指标而言,以 T8(添加 10%腐熟玉米秆、30%风化煤、20%腐熟牛粪和 40%蛭石)、T9(添加 30%风化煤、20%腐熟牛粪和 50%蛭石)处理的番茄幼苗叶绿素含量和根系活力最好。

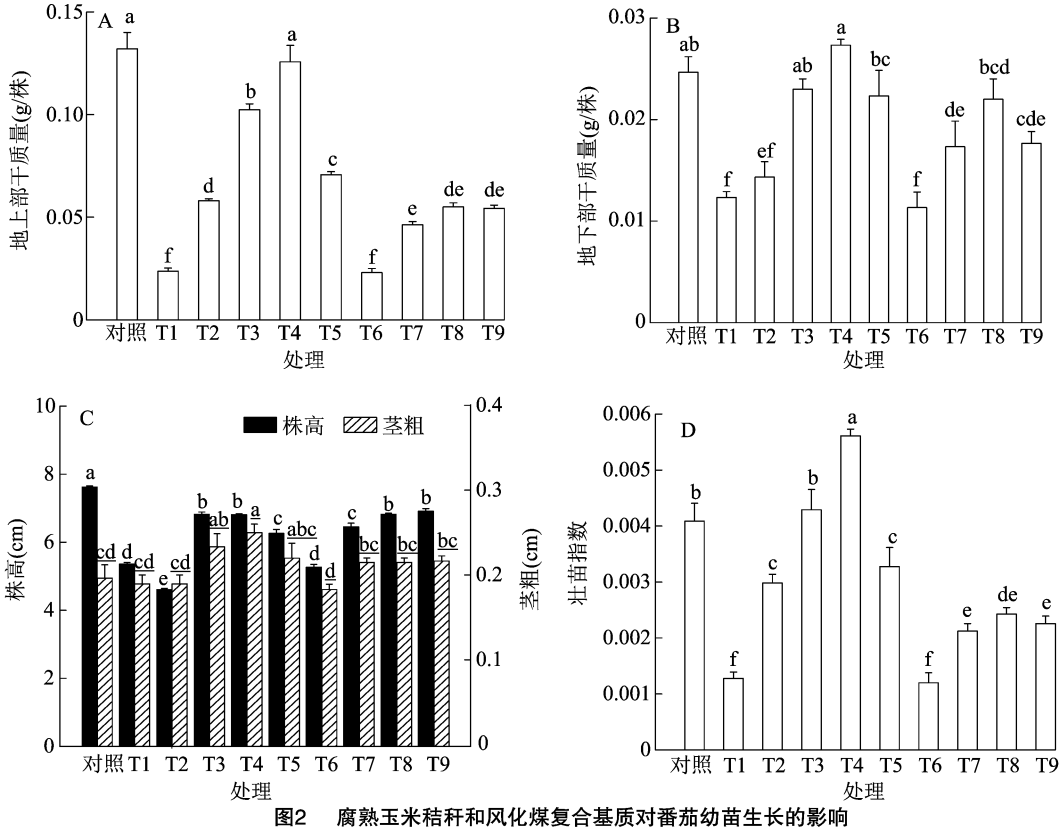


图2　腐熟玉米秸秆和风化煤复合基质对番茄幼苗生长的影响

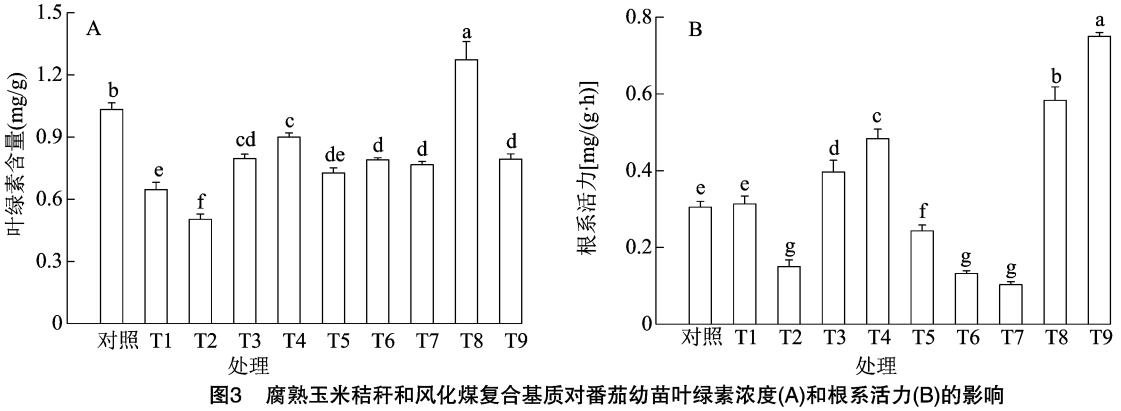


图3　腐熟玉米秸秆和风化煤复合基质对番茄幼苗叶绿素浓度(A)和根系活力(B)的影响

而番茄幼苗形态指标表现最好的对照、T3 和 T4 处理的叶绿素含量和根系活力并非最高,这可能是由于不同处理同一生长期的生长量不同,茎叶生长量大时的叶绿素含量被稀释[19]。虽然 T8 和 T9 处理的叶绿素含量和根系活力最高,但其茎叶生长并未表现最好。因而,选育壮苗时应将形态指标和生理指标综合考虑。

3　讨论与结论

番茄穴盘育苗过程中以其他材料代替草炭对于番茄产业可持续发展、生态环境保护及废弃物的资源化利用具有重要的意义。目前,已有研究利用玉米秸秆、花生壳、菇渣和椰糠等基质代替草炭用于番茄育苗[20-23]。由于不同玉米品种秸秆的特性存在差异[24],且基于新疆本土化的研究较少,而新疆风化煤丰富,风化煤中的腐殖酸可促进作物生长,因此进一步将农业废弃物与风化煤结合作为番茄育苗基质具有较好的应用前景。

本试验结果表明,以腐熟玉米秸秆和风化煤代替草炭在番茄育苗中具有一定的应用潜力,复合基质的容重适中,保水透气性能较强,有机质和速效养分含量较高,其中 10% 腐熟玉米秸秆、10% 的腐熟牛粪和 30% 风化煤的复合基质番茄幼苗出苗整齐,可以促进番茄幼苗的生长。孙治强等的研究表明,25 kg 花生壳添加 85 g 尿素、25 kg 花生壳添加 359 g 复合肥和 25 kg 花生壳添加 2 393 g 鸡粪等可替代草炭用于工厂化番茄育苗基质[23]。葛桂民等的研究表明,与传统常规基质相比,菇渣和玉米秸秆经炭化发酵复合基质育苗效果较好,其处理下的番茄幼苗壮苗指数、叶绿素含量、氮含量和根系活力均显著增加[20]。这些研究表明,玉米秸秆应用于番茄育苗具有较好的可行性。此外,冯锡鸿等发现风化煤可部分替代草炭用于培育蔬菜作物,其复合基质具有较好的保水、透气、营养缓释和化学稳定性强等优点[10]。本试验结果表明,在腐熟玉米秸秆和腐熟牛粪配比同等条件下,风化煤的添加量对番茄幼苗的生长具有较大的影响,添加 30% 风化煤的番茄幼苗生长优于添加 20% 风化煤,添加 20% 风化煤的番茄幼苗生长迟缓,这表明风化煤对番茄幼苗生长的影响与其添加量有关。李华等发现不同风化煤施用量对土壤有机质、腐殖质和团聚体结构的影响不同[25]。因此,进一步加强腐熟玉米秸秆与不同添加量风化煤配比对番茄幼苗生长的影响及机制研究,对于合理资源化利用新疆本土丰富的废弃物,改善生态环境,降低育苗成本等具有一定的指导作用。

玉米秸秆腐熟后添加一定比例的风化煤和腐熟牛粪作为番茄幼苗育苗基质具有较好的应用潜力,其中以 10% 腐熟玉米秸秆,加入 30% 风化煤、10% 的腐熟牛粪和 50% 蛭石配制成的复合基质,番茄出苗整齐,利于培育壮苗,并且整个苗期不用施底肥和营养液,降低了生产成本,节约劳动力。在腐熟玉米秸秆和腐熟牛粪配比同等条件下,风化煤的添加量对番茄幼苗的生长具有较大的影响,30% 的添加量对番茄幼苗生长影响优于 20% 的添加量。未来应加强腐熟玉米秸秆与不同添加量风化煤配比对番茄幼苗生长的影响及机制研究。

参考文献:

[1]郭世荣. 无土栽培学[M]. 北京:中国农业出版社,2003:164-172.

[2]王　勤. 蔬菜穴盘育苗技术的发展[J]. 内蒙古农业科技,2006(增刊 1):39-40.

[3]崔秀敏,王秀峰. 黄瓜穴盘育苗基质特性及育苗效果的研究[J]. 山东农业大学学报(自然科学版),2001,32(2):124-128.

[4]孙志强,张惠梅,王吉庆,等. 番茄工厂化育苗木糖渣基质与肥料配比研究[J]. 农业工程学报,1998,14(3):177-180.

[5]Abad M,Noguera P,Burés S. National inventory of organic wastes for use as growing media for ornamenial potted plant production:case study in Spain[J]. Bioresource Technology,2001,77(2):197-200.

[6]石慧芳,朴凤植. 腐熟玉米秸秆复合基质在辣椒育苗上的使用效果[J]. 长江蔬菜,2010(4):46-49.

[7]何余湧,石庆华,谢国强. 不同牛粪施用量对矮象草产草量、营养物质含量及干物质降解率的影响[J]. 中国农业科学,2008,41(7):2143-2148.

[8]冯锡鸿,赵金华. 育苗基质中腐熟牛粪用量对番茄、甜瓜幼苗生长的影响[J]. 中国农学通报,2009,25(8):230-232.

[9]汪家铭. 新疆建成风化煤制生物有机肥生产装置[J]. 四川化工,2010,13(4):187.

[10]冯锡鸿,王国强. 一种含稀土元素的育苗基质及其应用:CN201410540660.9[P]. 2015-01-07.

[11]郝玉梅. 一种防病促长的冬瓜育苗基质:CN201610489423.3[P]. 2016-11-09.

[12]刘丽丽. 西红柿的栽培管理技术及田间管理[J]. 农业开发与装备,2019(1):206,208.

[13]Dorais M,Ehret D L,Papadopoulos A P. Tomato (*Solanum lycopersicum*) health components:from the seed to the consumer[J]. Phytochemistry Reviews,2008,7(2):231-250.

[14]庞胜群,王祯丽,张　润. 对新疆加工番茄新品种研发的思考[J]. 长江蔬菜,2005(6):53-54.

[15]Nelson D W,Sommers L E. Total carbon,organic carbon and organic matter[M]//Page A L. Methods of soil analysis,part 2:

杨　阳,曾令天,景梦岳. 吕梁山濒危植物珊瑚兰资源调查及形态解剖学研究[J]. 江苏农业科学,2021,49(16):122 – 126.
doi:10.15889/j.issn.1002 – 1302.2021.16.022

吕梁山濒危植物珊瑚兰资源调查及形态解剖学研究

杨　阳, 曾令天, 景梦岳
(吕梁学院生命科学系,山西吕梁 033000)

摘要:调查研究吕梁山野生珊瑚兰生存现状、资源分布及花芽分化的形态解剖学特征,为建立吕梁地区濒危植物珊瑚兰种植资源库和保育性开发提供依据。采用野外调查、路线踏查并辅以典型样地取样的方法对吕梁山野生珊瑚兰资源进行实地保护性调查;并用常规实体解剖石蜡切片法,显微观察珊瑚兰花芽分化及发育的过程。结果表明,野生珊瑚兰分布于 111°13′10″ ~ 111°13′15″E,37°5′37″ ~ 37°5′31″N 之间,海拔高度影响野生珊瑚兰分布。中性土壤和 9 ~ 20 cm 土壤腐殖质能够为珊瑚兰植株生长提供一个稳定的生长环境。珊瑚兰的花芽形态特征与普通兰花保持一致,即由 3 片外轮花被片、2 片内轮花被片、1 个唇瓣、1 个合蕊柱构成,在合蕊柱顶端有花药、蕊喙,底端为子房,特立中央胎座着生胚珠。研究发现,吕梁山有野生珊瑚兰资源分布,海拔高度、土壤腐殖质显著影响野生珊瑚兰居群分布。

关键词:吕梁山;濒危植物;珊瑚兰;资源调查;形态解剖;花芽分化
中图分类号: S682.310.1　　**文献标志码**: A　　**文章编号**:1002 – 1302(2021)16 – 0122 – 05

野生珊瑚兰(*Corallorhiza trifida* Chat.)是兰科珊瑚兰属植物,多年生腐生草本,非光合兰花,濒危(EN)级,保护等级Ⅱ级。在我国,珊瑚兰主要分布在西北、四川等地区[1-2]。近年来,在北京门头沟百花山发现有珊瑚兰生长,成为北京新记录的植物之一[3]。珊瑚兰属约有 13 个种,多数种原产于美洲,1 个种原产于亚欧大陆[4]。珊瑚兰是腐生植物,无叶,没有叶绿素,无法像常见的绿色植物一样进行光合作用。它们依靠一些真菌进行共生,以此来获取土壤中的养分[5]。珊瑚兰对土壤要求较高,要求腐殖质丰富、没有污染的林下环境或灌木环境[6-8]。珊瑚兰作为一种腐生植物,生长方式较常见绿色植物大为不同,在增加植物多样性方面有至关重要的作用[9]。珊瑚兰在生长发育过程中,会与共生菌形成 2 个十分关键的时期,一是开花结果期,二是种子萌发及幼苗建成期,这 2 个时期共生菌极大地影响珊瑚兰的生长情况。虽然其种子数量巨大,然而种子胚发育不完全,没有胚乳,在自然条件下种子必须有特定真菌为其提供营养才能成功萌发,随后建立稳定的共生关系[10],经查阅文献可知,珊瑚兰对共生菌具有极高的特异性[2]。McKendrick 等研究

收稿日期:2020 – 12 – 23
基金项目:山西省高等学校科技创新项目(编号:2020L0696)。
作者简介:杨　阳(1983—),女,甘肃兰州人,博士,讲师,主要从事观赏植物引种驯化及开花生理方面的研究。E – mail:llxyyangyang@163.com。

chemical and microbiological properties. New Rork: American Society of Agronomy and Academic Press,1983:961 – 1010.
[16] Bray R H,Kurtz L T. Determination of total,organic,and available forms of phosphorus in soils [J]. Soil Science,1945,59(1):39 – 46.
[17] Arnon D I. Copper enzymes in isolated chloroplasts. polyphenoloxidase in *Beta vulgaris* [J]. Plant Physiology,1949,24(1):1 – 15.
[18] Clemensson – Lindell A. Triphenyltetrazolium chloride as an indicator of fine – root vitality and environmental stress in coniferous forest stands:applications and limitations [J]. Plant and Soil,1994,159(2):297 – 300.
[19] 黄丹枫,牛庆良,周丕生. 育苗基质对甜瓜幼苗质量的影响研究[J]. 西南农业大学学报,1998,20(6):618 – 623.
[20] 葛桂民,李建欣,崔杏春,等. 玉米秸秆和菇渣炭化发酵基质对番茄育苗的影响[J]. 长江蔬菜,2019(6):18 – 21.
[21] 赵　婧,仪泽会,毛丽萍. 番茄穴盘育苗基质筛选试验[J]. 山西农业科学,2018,46(11):1878 – 1881.
[22] 董传迁,尹程程,魏　珉,等. 玉米秸秆、棉籽壳菇渣替代草炭作为番茄和甜椒育苗基质研究[J]. 中国蔬菜,2014(8):33 – 37.
[23] 孙治强,赵永英,倪相娟. 花生壳发酵基质对番茄幼苗质量的影响[J]. 华北农学报,2003,18(4):86 – 90.
[24] 闫贵龙,曹春梅,鲁　琳,等. 玉米秸秆不同部位主要化学成分和活体外消化率比较[J]. 中国农业大学学报,2006,11(3):70 – 74.
[25] 李　华,李永青,沈成斌,等. 风化煤施用对黄土高原露天煤矿区复垦土壤理化性质的影响研究[J]. 农业环境科学学报,2008,27(5):1752 – 1756.