

魏一苗,李佑蓉,魏玉杰,等.基于黄瓜育苗基质化利用的几种农业废弃物适宜配比[J].华中农业大学学报,2023,42(6):147-153.  
DOI:10.13300/j.cnki.hnlkxb.2023.06.018

# 基于黄瓜育苗基质化利用的几种农业废弃物适宜配比

魏一苗<sup>1</sup>,李佑蓉<sup>2</sup>,魏玉杰<sup>1</sup>,赵竹青<sup>1</sup>,刘新伟<sup>1</sup>

1. 华中农业大学资源与环境学院,武汉 430070; 2. 湖北沃凯克生物科技有限公司,钟祥 431900

**摘要** 为探求高效价廉的育苗基质配方,本研究以腐熟猪粪、塘土、棉籽绒等废弃物为育苗基质材料,以黄瓜为研究对象,通过研究不同配比基质的理化性质及其育苗效果,筛选适宜的育苗基质配方。结果显示:与对照相比,以腐熟猪粪、塘土、棉籽绒为原料部分替代草蛭( $V_{草炭}:V_{蛭石}=2:1$ ,下同)的基质理化性质适宜,可促进黄瓜幼苗生长及干物质量的积累,其中 $V_{草炭}:V_{腐熟猪粪}:V_{塘土}:V_{棉籽绒}=50:20:20:10$ 配比基质理化性状适宜,幼苗综合评价指数最高,综合表现最优。

**关键词** 育苗;复合基质;组合比例;黄瓜;秧苗素质

**中图分类号** S642.2 **文献标识码** A **文章编号** 1000-2421(2023)06-0147-07

目前,中国设施蔬菜栽培面积约280万 $hm^2$ ,蔬菜种苗年需求量超过6800亿株<sup>[1]</sup>,高效、快速培育优质幼苗是实现蔬菜产业工业化的关键环节之一。育苗基质是蔬菜幼苗生长的基础,草炭通气性能好、质轻、持水能力强,是一种十分理想的育苗基质<sup>[2]</sup>,但草炭属于不可再生资源<sup>[3-4]</sup>,过度开采利用会使湿地环境遭到破坏,加剧全球温室效应<sup>[5]</sup>。因此,探究其他原料替代草炭的可行性对蔬菜生产具有极为重要的意义。近年来,开发农业废弃物<sup>[6]</sup>作为育苗基质原料成为研究热点,探索使用炉渣<sup>[7]</sup>、菇渣<sup>[8]</sup>、畜禽粪便<sup>[9]</sup>、秸秆<sup>[10]</sup>等作为基质原料,进行生产试验,取得了良好的效果。

结合育苗基质的理化性状分析不同基质育苗效果,是一种较为全面的基质评价方式。目前对基质的理化性质研究多集中在容重、孔隙度、酸碱度、电导率等方面。一般认为育苗基质容重在0.20~0.60 $g/cm^3$ ,特别是在0.50 $g/cm^3$ 左右时,基质育苗效果最佳<sup>[11]</sup>,理想的通气孔隙应大于15%,持水孔隙大于45%<sup>[12]</sup>,pH在5.5~7.5时对植株生长最为有利,电导率在0.50~2.80 $mS/cm$ 时可供植株正常生长,电导率超过2.80 $mS/cm$ 时需要淋洗盐分避免烧根<sup>[13]</sup>。很多农业废弃物自身的理化性质难以全部满足基质标准,但可以通过复配不同比例原料来实现其基质

化利用。

基质原料本身的价格并不高,往往运输费用超过基质原料价格,因此,在育苗过程中因地制宜选择合适的育苗基质原料更能节省成本,利用当地广泛存在的废弃物进行无害化育苗既可降低育苗成本<sup>[14]</sup>,又能够实现废弃资源的循环利用<sup>[15]</sup>。本研究以腐熟猪粪、塘土、棉籽绒等江汉平原广泛存在的废弃物作为草炭、蛭石替代材料,以黄瓜为研究对象,通过研究不同配比基质的理化性质及其育苗效果,筛选出适宜育苗的基质配方,旨在为猪粪、塘土、棉籽绒等废弃物的资源高效化利用提供技术支撑。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料 and 设计

试验于2022年9—10月在华中农业大学资源与环境学院温室大棚(30°28'N, 114°21'E)进行,供试材料为草炭、腐熟猪粪、塘土、棉籽绒,由湖北省沃凯克生物科技有限公司提供,黄瓜品种为“本地王”,各材料理化性质如表1所示。

试验共设6个处理,分别为CK1、CK2、T1、T2、T3、T4,CK1为 $V_{草炭}:V_{蛭石}=2:1$ ,CK2为 $V_{草炭}:V_{腐熟猪粪}:V_{塘土}:V_{棉籽绒}=10:20:60:10$ (当地现行配

收稿日期:2023-09-26

基金项目:国家重点研发计划课题(2021YFD1500803);知识创新专项-曙光计划项目(2023020201020346);中央高校基本科研业务费专项(2662023FW023;2662023PY026)

魏一苗, E-mail: wymzh@webmail.hzau.edu.cn

通信作者:刘新伟, E-mail: lxw2016@mail.hzau.edu.cn

比), T1~T4处理各物质具体体积配比见表2。采用50孔穴盘进行黄瓜育苗, 每个穴盘为1个处理, 每个处理重复3次, 每穴播种1粒, 苗期清水浇灌, 以整盘子叶破土数计算1个重复的出苗率, 从播种后第3天开始记录出苗率, 直至稳定, 在育苗期间只灌清水, 不进行追肥, 待两叶一心期时育苗结束。

表1 不同材料理化性质

Table 1 Physical and chemical properties of different materials

材料 Material	容重/(g/cm <sup>3</sup> ) Unit weight	总孔隙度/% Total porosity	持水孔隙度/% Water-holding pore	EC/(mS/cm)	pH
$V_{\text{草炭}}:V_{\text{蛭石}}=2:1$ $V_{\text{Peat}}:V_{\text{Vermiculite}}=2:1$	0.23	74.97	57.36	0.44	5.55
腐熟猪粪 Decomposed pig manure	0.23	87.00	43.51	0.23	7.28
塘土 Pond soil	1.14	43.80	41.69	0.28	7.84
棉籽绒 Cottonseed down	0.84	36.20	35.24	1.74	6.88

表2 不同处理育苗基质配方

Table 2 Formulations of different treatment seedling substrate

处理 Treatments	$V_{\text{草炭}}:V_{\text{蛭石}}=2:1$ $V_{\text{Peat}}:V_{\text{Vermiculite}}=2:1$	腐熟猪粪 Decomposed pig manure	塘土 Pond soil	棉籽绒 Cottonseed lint
CK1	100	0	0	0
CK2	10	20	60	10
T1	60	20	10	10
T2	50	20	10	20
T3	50	20	20	10
T4	40	30	20	10

## 1.2 育苗基质样品测定

取通过孔径2 mm筛孔的风干基质样品, 按基质:水=1:10(V/V)的量加入无二氧化碳的蒸馏水, 用磁力搅拌器搅拌1 min, 静置30 min, 用pHs-3cpH(上海雷磁)测定pH值。用DDS-307电导率仪(上海雷磁)测定EC值。

基质物理性质测定参考郭世荣<sup>[16]</sup>的方法, 取已知体积为V的环刀称质量, 记作 $m_1$ , 向环刀中加满基质, 称质量, 记为 $m_2$ , 在水中浸泡24 h后取出称质量, 记作 $m_3$ , 待水分自由沥干至不滴水称质量, 记作 $m_4$ , 计算公式如下:

$$\text{容重}=(m_2-m_1)/V;$$

$$\text{总孔隙度}=(m_3-m_2)/V\times 100\%;$$

$$\text{通气孔隙度}=(m_3-m_4)/V\times 100\%;$$

$$\text{持水孔隙度}=\text{总孔隙度}-\text{通气孔隙度}。$$

## 1.3 植物样品采集与测定

播种3 d后统计出苗率直至稳定, 两叶一心期时分别从每个穴盘中随机挑选长势一致的3株黄瓜幼苗, 测量其株高、茎粗、叶面积和SPAD值, 株高用卷尺测定根基部到生长点的长度, 茎粗用游标卡尺测量子叶基部处的粗度, 叶面积用卷尺测量, 使用SPAD-502 PLUS叶绿素仪测定相对叶绿素含量。按照标准差与平均数比值计算变异系数, 以株高变异系数的倒数作为均匀性指标(整齐度)。洗净拭干

水分后用万分之一电子天平测定地上部、地下部鲜质量, 将植株鲜样置于烘箱105℃杀青30 min, 80℃恒温24 h, 用万分之一电子天平称量地上部干质量、地下部干质量。

## 1.4 数据处理

采用模糊数学中的隶属函数方法<sup>[17]</sup>, 对不同处理基质中黄瓜植株进行综合评价。使用Microsoft Excel 2016整理和计算数据, 使用IBM SPSS Statistics 26进行方差分析(邓肯法), 使用Origin 2021作图。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同配比基质处理理化性质

1) 不同配比基质物理性状比较。一般认为, 植株可在容重为0.20~0.60 g/cm<sup>3</sup>的基质上正常生长, 最佳基质容重在0.50 g/cm<sup>3</sup>左右<sup>[11]</sup>。从表3可以看出, CK1容重最小, 为0.22 g/cm<sup>3</sup>, 相较其他处理, CK1对植株所起的支撑作用较弱, CK2容重最大, 为0.89 g/cm<sup>3</sup>, 超过适宜植株生长的容重上限, 可能是塘土的比例过大所致, 当容重过大时基质过于紧实, 不利于作物根系疏水透气。T1~T4各处理基质容重在0.40~0.55 g/cm<sup>3</sup>, 随着草炭蛭石比例的不断减少和腐熟猪粪、塘土、棉籽绒占比的增加, 容重呈增大趋势, 但均在适宜植株生长的合理范围内, 在本

试验中除CK2外,各配比基质的容重均在适宜植株生长的容重范围内,因此,相较于对照组,T1~T4处理基质配比均可改善容重指标,预计能够为植株生长提供更好的支撑作用。

孔隙度是反映基质持水和容纳空气能力的重要指标,理想基质的总孔隙度多在60%~75%,持水孔隙度应大于45%<sup>[12]</sup>。从表3可以看出,各处理的总孔隙度均在理想范围内,其中CK1处理总孔隙度最大,达72.66%,CK2处理总孔隙度最小,为52.09%,T1~T4处理间总孔隙度差异不显著,相较于CK2,T1~T4处理基质的通气保水总能力更强。对比各处理的持水孔隙度可以发现,CK2处理基质持水孔隙度低于45%,不在基质持水孔隙度的理想范围内,其余处理的持水孔隙度均在基质持水孔隙度的理想范围内,其中CK1处理持水孔隙度最大,达56.85%,T1~T4处理间持水孔隙度差异不显著,相较于CK2,T1~T4处理基质的持水能力更强。

表3 不同配比基质处理物理性状比较

Table 3 Comparison of physical properties of different treatments

处理 Treatment	容重/(g/cm <sup>3</sup> ) Unit weight	总孔隙度/% Total porosity	持水孔隙/% Water-holding pore
CK1	0.22±0.02d	72.66±2.21a	56.85±1.32a
CK2	0.89±0.04a	52.09±1.74c	43.17±1.73c
T1	0.43±0.02c	64.33±0.88b	49.06±1.68b
T2	0.47±0.03bc	62.11±1.60b	47.90±1.69b
T3	0.52±0.02b	62.60±0.98b	48.46±1.60b
T4	0.50±0.03b	61.96±1.76b	47.73±1.35b

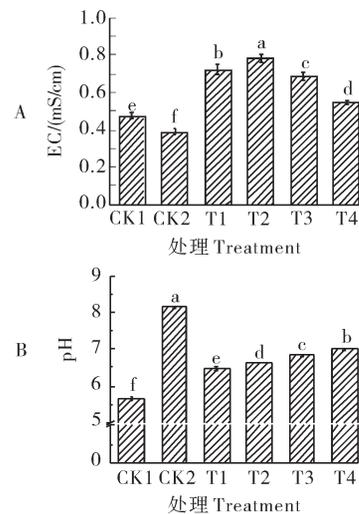
注:不同小写字母表示处理间差异达显著水平( $P<0.05$ ),下同。  
Note: Different lowercase letters indicate significant differences at 0.05 level, the same as below.

综上所述,T1~T4处理基质的容重、总孔隙度和持水孔隙指标大小均在育苗基质的理想物理性状范围内,且相较于对照组可为植株提供更优的通风和持水条件。

2)不同配比基质化学性状比较。电导率的大小可反映其可溶性盐浓度的高低,在一定程度上可以反映出基质养分的高低,适宜植株生长的基质电导率在0.50~2.80 mS/cm<sup>[13]</sup>。由图1A可以看出,CK1和CK2处理基质的EC值都小于0.50 mS/cm,分别为0.47和0.39 mS/cm,均低于基质理想电导率范围的下限,T1~T4处理基质的电导率显著高于对照组,且均在适宜植株生长的电导率范围内,T2处理电

导率最高,为0.79 mS/cm,显著高于其他处理。可见,T1~T4处理基质的电导率均在育苗基质的理想电导率范围内,且相较于对照组可在安全范围内为植株提供更高的可溶性盐浓度条件。

一般情况下,育苗基质pH值在5.50~7.50时有利于幼苗生长过程根系对水分、养分的吸收与利用<sup>[18]</sup>。由图1B可以看出,CK2处理基质pH达8.16,显著高于其他处理,当基质碱性过高时,基质中的Fe<sup>2+</sup>、Mn<sup>2+</sup>、Zn<sup>2+</sup>、Cu<sup>2+</sup>会与OH<sup>-</sup>结合生成氢氧化物沉淀,从而影响幼苗的正常生长,而其他处理的pH值均在适宜植株生长的pH值范围内,CK1处理pH为5.64,呈微酸性,T1~T4处理pH值在6.40~7.00,呈中性微酸性,可以发现随着草炭蛭石比例的不断减少和腐熟猪粪、塘土、棉籽绒占比的增加,pH值逐渐变大。可见,T1~T4处理基质的pH值均在育苗基质的理想pH值范围内,且相较于对照组可为植株提供更适宜的酸碱生长环境。



不同小写字母表示处理间差异达显著水平( $P<0.05$ ). Different lowercase letters indicate significant differences at 0.05 level, the same as below.

图1 不同处理的电导率(A)和pH(B)比较

Fig.1 Comparison of conductivity and pH of different treatments

## 2.2 不同配比基质对黄瓜幼苗生长的影响

1)不同配比基质对黄瓜出苗率的影响。由图2可以看出,各处理出苗率均在90%以上,均满足NY/T2118—2012国家蔬菜育苗基质标准中对育苗基质出苗率不低于90%的要求,出苗率最小的CK2处理也达到了94.67%,T3处理黄瓜出苗率最高,为98.67%,显著高于T1、CK2,T2处理黄瓜出苗率显著高于CK2,T2与T4处理之间差异不大。

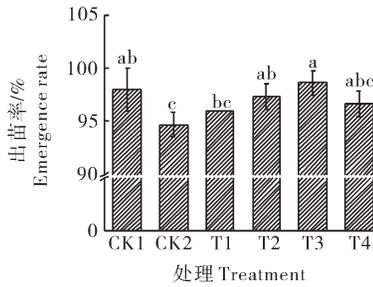


图2 不同处理对黄瓜出苗率的影响

Fig.2 Effect of different treatments on cucumber seedling emergence rate

2)不同配比基质对黄瓜幼苗生长指标的影响。株高、茎粗、叶面积、SPAD值等作为黄瓜幼苗生长指标,可直观地反映植株的生长情况。由表4可知,不同基质配比处理对黄瓜幼苗生长存在明显的影响,T4处理株高最高,达13.0 cm,显著高于T3处理,T1、T2、T3处理间差异不显著,可见,T1~T4处理均可提升黄瓜幼苗株高。T1~T4各处理茎粗均在3 mm以上,T1、T3处理茎粗显著高于对照组,可见T1、T3处理提升黄瓜幼苗茎粗效果最佳。CK1叶面积最小,为17.2 cm<sup>2</sup>,T3处理叶面积最大,达30.0 cm<sup>2</sup>,较对照组,T1~T4处理均可有效增大黄瓜幼苗叶面积。T1、T2、T3处理黄瓜幼苗SPAD值均显著高于CK1,T4与CK1差异不显著,各处理与CK2差异不显著,可见较CK1,T1、T2、T3处理可有效提升黄瓜幼苗SPAD值。

表4 不同处理对黄瓜幼苗生长指标的影响

Table 4 Effects of different treatments on growth indexes of cucumber seedlings

处理 Treatment	株高/cm Height	茎粗/mm Stem thickness	叶面积/cm <sup>2</sup> Leaf area	SPAD
CK1	10.7±0.5c	2.75±0.15b	17.2±1.0c	27.3±1.0c
CK2	10.5±0.6c	2.75±0.16b	18.6±1.3c	29.8±1.1ab
T1	12.3±0.7ab	3.21±0.10a	29.2±0.8a	30.0±1.5ab
T2	12.3±0.6ab	3.05±0.13ab	24.1±1.5b	31.1±1.6a
T3	11.8±0.5b	3.19±0.28a	30.0±1.5a	30.1±1.0ab
T4	13.0±0.6a	3.04±0.14ab	29.4±0.7a	27.7±1.5bc

整齐度是育苗管理和产业化发展的影响因素之一,理化性质达标且均一的基质才能保证幼苗的整齐度,可作为衡量育苗效果优劣的重要指标。由图3可知,各处理整齐度在15~25,其中以T3最高,为24.37,CK2最低,为16.31,各处理整齐度由高到低排序依次为:T3>T4>CK1>T2>T1>CK2,就植株生长状况而言,T3、T4处理幼苗整齐度较CK1较佳,T1、T2处理整齐度不及CK1,但优于CK2。

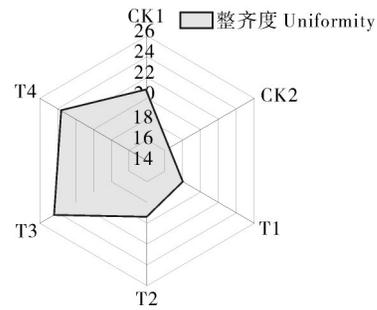


图3 不同处理对黄瓜幼苗整齐度的影响

Fig.3 Effect of different treatments on cucumber seedling uniformity

3)不同配比基质对黄瓜幼苗生物量的影响。不同配比基质处理对黄瓜幼苗地上部和地下部鲜质量的影响如图4所示,作物地上部质量的一部分是光合作用的产物,黄瓜光合作用的强弱与作物地上部鲜质量关系密切。由图4可知,CK1地上部鲜质量最小,为1.04 g,T2、T3处理地上部鲜质量显著高于CK2,T2处理地上部鲜质量最大,达2.10 g,是CK1地上部鲜质量的2.10倍,T2处理与T3差异不显著,T4处理地上部分长势与CK2差异不大;各处理地上部和地下部鲜质量趋势趋于一致,T2、T3处理地下部鲜质量均显著高于其他处理,地上部鲜质量最小的CK1处理地下部鲜质量同样为最小,T1、T4处理与对照组差异不显著,T2处理地下部鲜质量是CK1的1.91倍,是CK2的1.64倍,T3处理地下部鲜质量最大,达0.59 g,是CK1的2.00倍,是CK2的1.71倍,T4处理地下部分长势与对照组差异不大。可见T2、T3处理均可促进黄瓜幼苗鲜质量增长,即以V<sub>草蛭</sub>:V<sub>腐熟猪粪</sub>:V<sub>塘土</sub>:V<sub>棉籽绒</sub>=50:20:10:20和V<sub>草蛭</sub>:V<sub>腐熟猪粪</sub>:V<sub>塘土</sub>:V<sub>棉籽绒</sub>=50:20:20:10进行育苗时可有效促进黄瓜幼苗鲜质量增长。

不同配比基质处理对黄瓜幼苗地上部和地下部干质量的影响如图4B所示,可以看出T3处理地上部干质量最大,为0.13 g,T2、T3处理间差异不显著,CK1处理地上部干质量最小,为0.07 g,T4处理与CK2差异不大。T2、T3处理地上部干质量显著高于对照组,T1、T4与对照组差异不显著,可见T2、T3处理均可显著促进黄瓜幼苗干质量增长,即以V<sub>草蛭</sub>:V<sub>腐熟猪粪</sub>:V<sub>塘土</sub>:V<sub>棉籽绒</sub>=50:20:10:20和V<sub>草蛭</sub>:V<sub>腐熟猪粪</sub>:V<sub>塘土</sub>:V<sub>棉籽绒</sub>=50:20:20:10进行育苗时可有效促进黄瓜幼苗干质量增长。

4)不同配比基质黄瓜幼苗综合评价系数。由于不同基质对比对黄瓜幼苗各指标的影响效果不同,

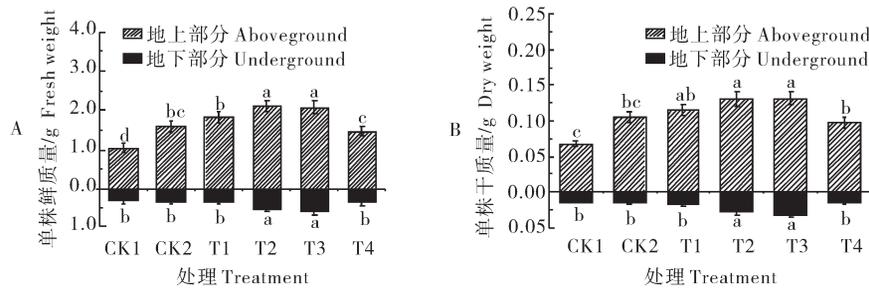


图4 不同处理对黄瓜幼苗地上部地下部鲜质量(A)和干质量(B)的影响

Fig.4 Effect of different treatments on fresh weight (A) and dry weight (B) of cucumber seedlings above ground and below ground

很难确定一个黄瓜幼苗各指标都优于其他处理,并且与CK存在显著性差异的处理,故采用模糊数学中隶属函数的方法,对不同基质条件下黄瓜植株生长情况进行多指标综合评价并量化其综合评价系数(表5)。在比较的各项指标中发现,T3的综合评价系数最高,为0.9026,除株高外各项指标评价系数均在0.5以上;T2处理地上部鲜质量指标高于其他处理,综合评价系数为0.7992;T4处理株高系数高于其他处理,地上地下部鲜质量评价系数均在0.5以

下,仅优于CK1,综合评价系数为0.6045;CK1处理茎粗、叶面积、地上地下鲜干质量评价系数均小于其他处理,综合评价系数最低,为0.0056。根据黄瓜幼苗株高、茎粗、叶面积、生物量等指标对各处理黄瓜幼苗生长情况进行综合评价,排序由大到小依次为:T3>T2>T1>T4>CK2>CK1,T3处理配比基质培育的黄瓜幼苗综合评价最高,即以20%腐熟猪粪、20%塘土、10%棉籽绒代替50%的草炭进行黄瓜育苗时育苗效果最好。

表5 不同基质配比处理黄瓜幼苗生长指标的综合评价

Table 5 Comprehensive evaluation of cucumber seedling growth indexes with different substrates

处理 Treatment	株高 Plant height	茎粗 Stem thickness	叶面积 Leaf area	地上部鲜质量 Aboveground fresh weight	地下部鲜质量 Under ground fresh weight	地上部干质量 Aboveground dry weight	地下部干质量 Under ground dry weight	综合评价系数 Comprehensive evaluation value	排序 Sorting
CK1	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0056	6
CK2	0.00	0.02	0.11	0.53	0.17	0.60	0.05	0.2384	5
T1	0.67	1.00	0.94	0.74	0.27	0.75	0.11	0.7295	3
T2	0.70	0.65	0.54	1.00	0.92	0.98	0.79	0.7992	2
T3	0.47	0.97	1.00	0.98	1.00	1.00	1.00	0.9026	1
T4	1.00	0.63	0.96	0.39	0.18	0.47	0.07	0.6045	4

### 3 讨论

本研究以草蛭、腐熟猪粪、塘土、棉籽绒为原料的各配比基质理化性质适宜,各处理育苗出苗率均在90%以上,满足国家蔬菜育苗基质标准要求,可促进黄瓜幼苗生长及干物质量的积累,从容重、总孔隙度、持水孔隙、pH、EC值、幼苗出苗率、整齐度以及农艺性状指标考虑,结合综合评价指数,最优配方为  $V_{草蛭}:V_{腐熟猪粪}:V_{塘土}:V_{棉籽绒}=50:20:20:10$ 。

育苗基质是植株生长发育的物质基础,其组成原料、配比都会影响基质的理化性质进而影响植株生长<sup>[19]</sup>。本研究结果显示:当地现行配比(CK2)由于其过低的总孔隙度(52.09%)、相对较高的容重(0.89 g/cm<sup>3</sup>)和pH值(8.16)均不同程度地超出了基

质理化性质要求,影响了黄瓜出芽及幼苗生长,需要进行改进。基质电导率反映了基质中可溶性盐分的多少,过高的电导率会抑制种子萌发,但当育苗基质电导率小于0.50 mS/cm时,表明养分不足,难以维持幼苗的正常生长,就需向基质施肥或浇灌营养液<sup>[18]</sup>。

通过调整原料配比,使之在保证种子萌发的同时又能充分利用农业废弃物自身养分来供应幼苗生长,可在经济易行的操作下保证育苗效果。魏代国<sup>[20]</sup>使用花生壳与蛭石、珍珠岩混合育苗,发现当体积比为7:3:3时所培育的黄瓜幼苗叶片大而肥厚,叶色浓绿,株高、茎粗、地上和地下部分鲜质量均达到了最大值,金建芳等<sup>[21]</sup>认为  $V_{稻壳}:V_{椰糠}:V_{蛭石}=1:1:1$  作为育苗基质时,其pH、电导率适宜植株生长,培育出的玉米幼苗叶绿、茎粗,符合壮苗标准。本试验

T1~T4处理均可培育出性状优良的黄瓜幼苗,但综合比较出苗率、株高、茎粗、叶面积、SPAD值、整齐度和生长量等指标,以 $V_{草蛭}:V_{腐熟猪粪}:V_{塘土}:V_{棉籽绒}=50:20:20:10$ 时培育的黄瓜幼苗综合评价指数最高,育苗效果最好。

不同原料对基质理化性质的影响不同,腐熟猪粪质轻,孔隙度大,塘土质重,通过改变二者添加比例可以调节基质容重和孔隙度,棉籽绒可溶性盐浓度高,可调节基质电导率大小,这3种原料持水孔隙度相对较小,完全使用这些原料会导致基质持水性能不佳,若改换其他材料可以此为参考适度调节基质配比。当前,对不同育苗基质原料来源及配比的研究大多停留在试验层面,我们将与企业进一步合作,并在此基础上对于添加缓释养分或配施营养液进行探究,为其多元化的推广应用提供更系统的技术支持。

## 参考文献 References

- [1] 刘明池,季延海,武占会,等.我国蔬菜育苗产业现状与发展趋势[J].中国蔬菜,2018(11):1-7. LIU M C, JI Y H, WU Z H, et al. Present situation and development trend of vegetable seedling industry in China[J]. China vegetables, 2018(11):1-7 (in Chinese).
- [2] ATIYEH R M, EDWARDS C A, SUBLER S, et al. Pig manure vermicompost as a component of a horticultural bedding plant medium: effects on physicochemical properties and plant growth[J]. Bioresource technology, 2001, 78(1):11-20.
- [3] 孟宪民.我国基质产业面临的问题与对策[J].中国蔬菜,2017(8):16-20. MENG X M. Problems and countermeasures of China's matrix industry[J]. China vegetables, 2017(8):16-20 (in Chinese).
- [4] EUDOXIE G D, ALEXANDER I A. Spent mushroom substrate as a transplant media replacement for commercial peat in tomato seedling production[J]. Journal of agricultural science, 2011, 3(4):41-49.
- [5] 郝金魁,张西群,齐新,等.工厂化育苗技术现状与发展对策[J].江苏农业科学,2012,40(1):349-351. HAO J K, ZHANG X Q, QI X, et al. Present situation and development countermeasures of industrialized seedling raising technology[J]. Jiangsu agricultural sciences, 2012, 40(1):349-351 (in Chinese).
- [6] 宋燕平,范祥祺,王欣.中国畜牧业高质量发展的技术优化[J].华中农业大学学报,2022,41(3):87-95. SONG Y P, FAN X Q, WANG X. Optimizing technologies for developing animal husbandry in China with high-quality[J]. Journal of Huazhong Agricultural University, 2022, 41(3):87-95 (in Chinese with English abstract).
- [7] 周宇,陈蒙蒙,刘青,等.黄沙和炉渣不同配比基质对温室黄瓜植株生长及生理特性的影响[J].中国农业科技导报,2019,21(9):117-124. ZHOU Y, CHEN M M, LIU Q, et al. Effects of different proportions of yellow sand and slag on the growth and physiological characteristics of greenhouse cucumber plants[J]. Journal of agricultural science and technology, 2019, 21(9):117-124 (in Chinese with English abstract).
- [8] 须文,岑聪,徐彦军.不同基质配方对蔬菜种子萌发及幼苗生长的影响[J].江苏农业科学,2020,48(9):127-131. XU W, CEN C, XU Y J. Effects of different substrate formulas on seed germination and seedling growth of vegetables[J]. Jiangsu agricultural sciences, 2020, 48(9):127-131 (in Chinese).
- [9] MANH V H, WANG C H. Vermicompost as an important component in substrate: effects on seedling quality and growth of muskmelon (*Cucumis melo* L.) [J]. APCBEE procedia, 2014, 8:32-40.
- [10] 余文娟,田雪梅,夏文通,等.农业废弃物作为番茄穴盘育苗基质配方的筛选[J].山东农业科学,2011,43(4):33-35,38. YU W J, TIAN X M, XIA W T, et al. Formula screening of nursing media with agricultural wastes for tomato plug seedlings[J]. Shandong agricultural sciences, 2011, 43(4):33-35, 38 (in Chinese with English abstract).
- [11] 王明启.花卉无土栽培技术[M].沈阳:辽宁科学技术出版社,2001. WANG M Q. Soilless culture technology of flowers [M]. Shenyang: Liaoning Science and Technology Press, 2001 (in Chinese).
- [12] 司亚平,何伟明,陈殿奎.基质物理性质对番茄穴盘育苗质量的影响[J].中国蔬菜,1998(2):30. SI Y P, HE W M, CHEN D K. Effect of physical properties of substrate on the quality of tomato plug seedling [J]. China vegetables, 1998(2):30 (in Chinese).
- [13] 焦永刚,石琳琪,董灵迪,等.蔬菜无土栽培基质初步筛选研究[J].河北农业科学,2010,14(9):26-28. JIAO Y G, SHI L Q, DONG L D, et al. Study on the preliminary selection of vegetable soilless culture substrates [J]. Journal of Hebei agricultural sciences, 2010, 14(9):26-28 (in Chinese with English abstract).
- [14] WEBBER C L, WHITE P M, PETRIE E C, et al. Sugarcane bagasse ash as a seedling growth media component [J/OL]. Journal of agricultural science, 2015, 8(1):1 [2023-09-26]. <https://doi.org/10.5539/jas.v8n1p1>.
- [15] 程立巧,傅庆林,金怡,等.不同基质对番茄根际微生物、酶活性及幼苗生长的影响[J].浙江农业学报,2016,28(6):973-978. CHENG L Q, FU Q L, JIN Y, et al. Influences of different substrates on tomato rhizospheric microbial communities, enzyme activities and seedling growth [J]. Acta agriculturae zhejiangensis, 2016, 28(6):973-978 (in Chinese with English abstract).
- [16] 郭世荣.无土栽培学[M].2版.北京:中国农业出版社,2011.

- GUO S R. Soilless culture[M]. 2nd ed. Beijing: China Agriculture Press, 2011 (in Chinese with English abstract).
- [17] 徐诚. 以蛭石为主的黄瓜基质配方筛选[D]. 阿拉尔: 塔里木大学, 2021. XU C. Screening of cucumber matrix formula based on vermiculite[D]. Alar: Tarim University, 2021 (in Chinese with English abstract).
- [18] 郭世荣. 固体栽培基质研究、开发现状及发展趋势[J]. 农业工程学报, 2005, 21(S2): 1-4. GUO S R. Research progress, current exploitations and developing trends of solid cultivation medium[J]. Transactions of the CSAE, 2005, 21(S2): 1-4 (in Chinese with English abstract).
- [19] 张硕, 余宏军, 蒋卫杰. 发酵玉米芯或甘蔗渣基质的黄瓜育苗效果[J]. 农业工程学报, 2015, 31(11): 236-242. ZHANG S, YU H J, JIANG W J. Seedling effects of corncob and bagasse composting substrates in cucumber [J]. Transactions of the CSAE, 2015, 31(11): 236-242 (in Chinese with English abstract).
- [20] 魏代国. 不同基质配比对黄瓜幼苗生长的影响[J]. 蔬菜, 2017(4): 22-24. WEI D G. Effects of different compound substrate on seedling growth of cucumber [J]. Vegetables, 2017(4): 22-24 (in Chinese with English abstract).
- [21] 金建芳, 易克传, 严从生, 等. 不同配比基质对菜用甜糯玉米育苗效果的影响[J]. 长江蔬菜, 2017(24): 13-16. JIN J F, YI K C, YAN C S, et al. Effects of different matrix proportions on seedling raising of vegetable sweet waxy corn [J]. Journal of Changjiang vegetables, 2017(24): 13-16 (in Chinese).

## Suitable proportions of several agricultural wastes based on utilization of substrate in cucumber seedlings

WEI Yimiao<sup>1</sup>, LI Yourong<sup>2</sup>, WEI Yujie<sup>1</sup>, ZHAO Zhuqing<sup>1</sup>, LIU Xinwei<sup>1</sup>

1. College of Resources and Environment, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China;

2. Hubei Wokaike Biotechnology Co., Ltd., Zhongxiang 431900, China

**Abstract** This article used decomposed pig manure, pond soil, cottonseed lint, and other waste materials as the substrate for cucumber seedlings to study an efficient and affordable formula of substrate for growing the seedlings. The suitable formulas of substrate for growing the seedlings were selected by studying the physicochemical properties of different ratios of substrates and its effects on growing the seedlings. The results showed that the substrate made of decomposed pig manure, pond soil, and cottonseed lint as partial replacement of peat vermiculite (peat:vermiculite=2:1, the same below) was suitable for the physical and chemical properties of the substrate compared to the control, and promoted the growth of cucumber seedlings and the accumulation of dry matter. Among them, the ratio of peat vermiculite: decomposed pig manure: pond soil: cottonseed lint=50:20:20:10 was suitable for the physical and chemical properties of the substrate, with the highest comprehensive evaluation index and the best comprehensive performance of the seedlings. It will provide a technical support for the efficient utilization of wastes including pig manure, pond soil, and cottonseed lint in the compound substrates for cucumber seedlings.

**Keywords** grow seedlings; compound substrates; combination ratio; cucumber; quality of seedling

(责任编辑: 陆文昌)