

网络出版日期:2017-10-18

网络出版地址: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/61.1220.S.20171018.1733.022.html>

农业废弃物基质对黄瓜育苗的效果

常晓晓^{1,2,3}, 白永娟^{1,2,3}, 徐炜南^{1,2,3}, 丁明^{1,2,3}, 胡晓辉^{1,2,3}

(1. 西北农林科技大学 园艺学院, 陕西杨凌 712100; 2. 农业部西北设施园艺工程重点实验室, 陕西杨凌 712100; 3. 陕西省设施农业工程中心, 陕西杨凌 712100)

摘要 以发酵完全的玉米秸秆和菇渣为原料,通过添加不同体积的蛭石、珍珠岩配制复合基质,设置 T1 处理(菇渣:蛭石=1:2)、T2 处理(菇渣:蛭石=1:3)、T3 处理(菇渣:蛭石:珍珠岩=1:1:1)、T4 处理(玉米秸秆:蛭石:珍珠岩=1:1:1)、T5 处理(玉米秸秆:蛭石=1:1)5 个处理,以传统的育苗优势基质配方(草炭:蛭石=2:1)为对照,以‘津春 4 号’黄瓜品种为材料,通过分析黄瓜幼苗的生长指标及生理指标,筛选出适宜黄瓜幼苗生长的复合基质配方。结果表明:在含有菇渣的(T1、T2 和 T3)处理中,T2 处理的各生长指标、根系活力及可溶性蛋白质量分数均显著高于对照,根冠比及叶绿素质量分数与对照均无显著性差异,而 T1 和 T3 处理的各指标均显著低于对照;含有玉米秸秆的(T4 和 T5)处理中,T4 处理的生长指标及叶绿素质量分数与对照无显著性差异,且根系活力、可溶性蛋白质量分数显著高于对照,而 T5 处理的各指标均低于对照。同时,T2 和 T4 处理的综合评价系数(分别为 0.96、0.60)均大于 0.50,而 T1、T3 和 T5 处理的综合评价系数均小于 0.20。综上所述,菇渣:蛭石=1:3 和玉米秸秆:蛭石:珍珠岩=1:1:1 可以作为黄瓜幼苗基质。

关键词 菇渣发酵物;玉米秸秆;基质;黄瓜;育苗

中图分类号 S641.2

文献标志码 A

文章编号 1004-1389(2017)10-1492-07

无土栽培是现代化农业兴起的主要模式,其应用最广泛的 2 种栽培基质为岩棉与草炭,而板状岩棉废弃后在土壤中极难分解,会损害土壤的耕作性状,被视作污染物质;草炭短期内不可再生,过度开采会破坏沼泽地的生态环境,严重威胁全球生态平衡^[1-3]。

近年来,中国对农业废弃物的利用越来越重视,将农业废弃物进行发酵后作为无土栽培基质成为研究热点。有大量的研究证明,经发酵后的农业废弃物(如菌糠、小麦秸秆、棉杆、椰糠、甘蔗渣)可以替代传统的栽培基质,并在蔬菜育苗及栽培中已经取得良好的效果^[4-9]。据统计,国内每年会产生大约 400 万 t 的食用菌菌渣^[10]及 2.2 亿 t^[11]玉米秸秆,菇渣主要由锯末、麦糠、棉籽壳、麦秸等发酵而成,其中含有大量的氮、磷元素^[12]。玉米秸秆中富含碳、氮、磷、钾、碳水化合物及有机质^[13]。若将菇渣和玉米秸秆进行发酵处理,是较

好的栽培基质原料,目前,将菇渣和玉米秸秆与禽畜粪便进行混合发酵后作为蔬菜育苗基质的研究少见。因此,本研究以菇渣废弃物或玉米秸秆与禽畜粪便的发酵物作为原料,添加不同体积的蛭石及珍珠岩,分析不同复合基质对黄瓜幼苗生长的影响,探讨玉米秸秆和菇渣废弃物作为育苗基质的可行性以及适宜的基质配比,旨在筛选替代草炭作为有机生态型育苗基质的有机基质。

1 材料与方法

1.1 试验材料与设计

菇渣由陕西康熙农业有限公司提供,玉米秸秆来自于杨凌崔西沟农户,经过 70 d 发酵后备用。供试黄瓜品种为杨凌主栽品种‘津春 4 号’。

试验于 2015 年 4 月至 7 月在陕西杨凌西北农林科技大学南校区科研温室内进行。试验设置 5 种基质配方(表 1),以传统的育苗优势基质配方

收稿日期:2016-07-15 修回日期:2016-09-15

基金项目:陕西省科技统筹创新工程计划(2015TTC-N-10-3);陕西省农业科技创新与攻关(2015NY089,2015NY102)。

第一作者:常晓晓,女,研究生,研究方向为设施园艺与设施栽培生理。E-mail:1103197153@qq.com

通信作者:胡晓辉,女,博士,教授,主要从事设施农业理论与生产技术研究。E-mail:hxh1977@163.com

(草炭:蛭石=2:1)为对照。随机区组试验设计,采用72孔穴盘播种,设3个重复,所有处理在育苗过程中只浇灌清水,其他管理方式均采用常规的工厂化育苗措施。将黄瓜种子经温汤浸种消

毒,放入恒温培养箱中进行催芽,待种子露白,选择发芽相对一致的种子,每个穴孔播1粒种子,播种后,覆盖0.5 cm的蛭石。

表1 复合基质配比

Table 1 Ratio of compound substrate

处理 Treatment	基质配方 Ratio of substrate	体积比 Volume ratio
T1	菇渣:蛭石 Mushroom residue: Vermiculite	1:2
T2	菇渣:蛭石 Mmushroom residue: Vermiculite	1:3
T3	菇渣:蛭石:珍珠岩 Mushroom residue: Vermiculite: Perlite	1:1:1
T4	玉米秸秆:蛭石:珍珠岩 Maize stalk: Vermiculite: Perlite	1:1:1
T5	玉米秸秆:蛭石 Maize stalk: Vermiculite	1:1
CK	草炭:蛭石 Peat: Vermiculite	2:1

1.2 测定项目与方法

1.2.1 基质理化性质的测定 体积质量、总孔隙度、通气孔隙度、持水孔隙度、电导率、pH的测定参照郭世荣^[14]的方法测定。有机碳、全氮、全磷、全钾、速效氮、速效磷、速效钾的测定参照鲍士旦^[15]的方法测定。

1.2.2 黄瓜生长指标及生理指标的测定 出苗率从黄瓜播种后的第3天开始统计出苗数,记录7 d,以植株的子叶顶出基质为出苗标准。取长至3叶1心时的黄瓜幼苗,株高(根颈到生长点)用直尺测定;茎粗(子叶下方1/3处)用游标卡尺测定;叶面积(新叶)用叶面积仪进行扫描测定;地上部、地下部鲜质量采用电子天平测定,地上部、地下部干质量是将植株在烘箱内105℃杀青15 min,70℃条件下烘干至恒量,用电子天平测定;取幼苗的地下部,采用TTC法测定根系活力^[16];取幼苗3片叶,采用80%丙酮浸提法测定叶绿素质量分数^[16];采用考马斯亮蓝G-250染色法测定可溶性蛋白质量分数^[16]。

壮苗指数=(茎粗/株高+地下部干质量/地上部干质量)×全株干质量

根冠比=地下部干质量/地上部干质量

1.2.3 黄瓜植株形态指标的综合评价 对不同复合基质栽培下的黄瓜幼苗,利用下式求形态指标隶属值^[17]:

$$X(n) = (X - X_{\min}) / (X_{\max} - X_{\min})$$

其中, X 为某一基质条件下某一指标的测定值, X_{\max} 为该指标测定的最大值, X_{\min} 为该指标所测定的最小指。

若某一指标与植株形态负相关,可通过反隶

属函数计算其隶属函数值:

$$X(n) = 1 - [(X - X_{\min}) / (X_{\max} - X_{\min})]$$

将不同基质栽培的不同形态指标的隶属函数值累加,求平均值,即为形态综合评价指数。

1.3 数据分析

利用Excel 2010进行数据的整理分析和作图,测定结果采用SPSS 20软件Duncan's多重比较法统计分析各处理间的差异。

2 结果与分析

2.1 不同复合基质的理化性质及养分质量分数

2.1.1 不同复合基质的理化性质 由表2可知,各处理的体积质量均为0.31~0.65 g/cm³,处于理想基质的体积质量范围(0.1~0.8 g/cm³)之内,其中T1处理的体积质量最大,为0.65 g/cm³,T5处理的体积质量最小,小于CK的体积质量,但两者之间的差异不显著。理想基质的总孔隙度为54%~96%,各复合基质的总孔隙度均在这个范围之内,且各处理间的差异不显著。通气孔隙度以T5处理的最大,T1处理的最小,且与其他处理的差异显著。对于持水孔隙度,各处理均小于CK,但与CK的差异均不显著。各复合基质的pH为5.95~6.82,以CK的最小。各处理的电导率均为3500 μS/cm以下,可以满足育苗栽培所需。

2.1.2 不同复合基质的养分质量分数 由表3可知,各处理的有机质质量分数均显著低于CK,T1、T2和T3处理的有机质质量分数均高于100 g/kg。各处理的磷、钾、速效磷和速效钾质量分数均显著高于CK。而各处理的铵态氮质量分数

均显著低于 CK, 硝态氮显著高于 CK, 有利于植物对氮的吸收。表明经过发酵后的菇渣和玉米秸

秆营养元素质量分数较高, 可以满足黄瓜苗期对营养的要求。

表 2 复合基质理化特性

Table 2 Physical and chemical characteristics of compound substrate

处理 Treatment	体积质量/(g/cm ³) Volume mass	总孔隙度/% Total porosity	通气孔隙度/% Air filled porosity	持水孔隙度/% Water-holding capacity	大小孔隙比 Air-water ratio	pH	电导率/(μ S/cm) Conductivity
T1	0.65 a	75 a	10 b	65 a	0.15 b	6.36 b	2 355 b
T2	0.64 a	78 a	19 ab	59 a	0.32 ab	6.31 b	1 970 c
T3	0.42 bc	77 a	17 ab	61 a	0.29 ab	6.82 a	3 255 a
T4	0.49 b	78 a	17 ab	61 a	0.27 ab	6.27 bc	3 105 a
T5	0.31 c	78 a	20 a	56 a	0.40 a	6.29 b	3 230 a
CK	0.37 bc	82 a	15 ab	67 a	0.22 ab	5.95 c	485 d

注: 同列不同字母表示在 0.05 水平差异显著。下同。

Note: Different lowercase letters in the same column mean significantly different ($P < 0.05$). The same below.

表 3 复合基质养分质量分数

Table 3 Nutrient mass fraction of compound substrate

处理 Treatment	有机质 Organic matter	全氮 TN	全磷 TP	全钾 TK	铵态氮 NH ₄ ⁺ -N	硝态氮 NO ₃ ⁻ -N	速效磷 AP	速效钾 AK
T1	123.28 b	7.48 d	2.39 b	5.52 c	0.25 d	1.15 c	1.10 b	1.87 c
T2	111.62 c	8.59 b	2.74 a	6.47 a	0.26 d	2.15 a	0.96 c	3.75 a
T3	104.14 d	6.00 f	2.21 c	5.69 b	0.30 d	1.33 b	1.37 a	0.97 d
T7	71.66 e	7.16 e	2.40 b	4.37 d	0.41 c	0.58 e	0.98 c	2.34 b
T8	68.45 f	8.29 c	2.50 b	4.03 e	0.65 b	0.67 d	1.01 c	2.40 b
CK	178.27 a	9.20 a	0.83 d	2.51 f	1.27 a	0.35 f	0.02 d	0.26 e

2.2 不同复合基质对黄瓜幼苗生长发育的影响

2.2.1 对黄瓜出苗率的影响 由图 1 可知, 在播种后 3~5 d, 各处理的黄瓜出苗率显著高于 CK, 播种第 6 天后, 除 T5 处理的黄瓜出苗率低于 CK, 其他处理仍高于 CK, T1 和 T3 处理在播种后第 6 天的出苗率达到 90% 以上, T2 处理在播种后的第 7 天出苗率达到 90% 以上, CK 在第 9 天才达到 90% 以上。在第 9 天, 各处理的出苗率均达到 95% 以上。

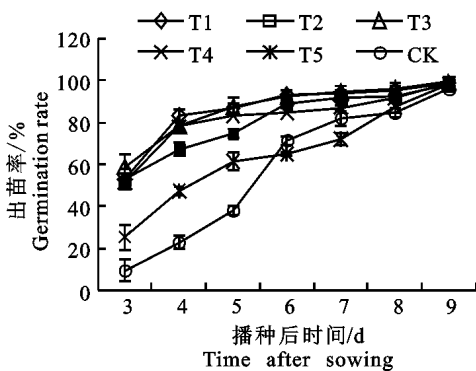


图 1 不同复合基质黄瓜出苗率

Fig. 1 Seedling emergence rate of cucumber under different compound substrates

2.2.2 对黄瓜幼苗生长指标的影响 由表 4 可知, 除 T2 处理的叶面积显著高于 CK, 其他各处理与 CK 无显著差异; T2 和 T4 处理的地上部鲜质量显著高于 CK, 且分别增加 26.33% 和 16.60%; T2 处理的幼苗地下部鲜质量显著高于 CK 及 T1 和 T3 处理; T4 和 T5 处理的幼苗地下部鲜质量与 CK 无明显差异。

对于各处理间地上部干质量, T2 和 T5 处理显著高于 CK, T1 和 T3 显著低于 CK; T2 处理的地下部干质量显著高于 CK, T4 处理的地下部干质量与 CK 无显著性差异, 而 T1、T3 和 T5 处理显著低于 CK; 对于幼苗的全株干质量, 含有菇渣的处理中, T2 > T3 > T1, 含有玉米秸秆的 2 个处理中 T4 > T5, 且 T4 处理与 CK 无显著性差异, 而 T5 处理显著低于 CK。

植株的壮苗指数是判定幼苗生长状况的一项重要指标, 若壮苗指数越高, 则植株幼苗的生长状况越好。T2 处理的壮苗指数显著高于 CK, T4 处理的壮苗指数与 CK 无显著差异, T1、T3 和 T5 处理的壮苗指数均显著低于 CK。

植株的根冠比是衡量地上部和地下部的相关

程度,可以较好地反映环境条件对植株地上部和地下部生长的影响状况,若根冠比过高,则地上部的生长较弱;若根冠比过低,则地下部的生长较

弱。T3 和 T5 处理的根冠比显著低于 CK,说明 T3 处理的地下部分生长较弱,而 T1、T2 和 T4 处理与 CK 均无显著性差异。

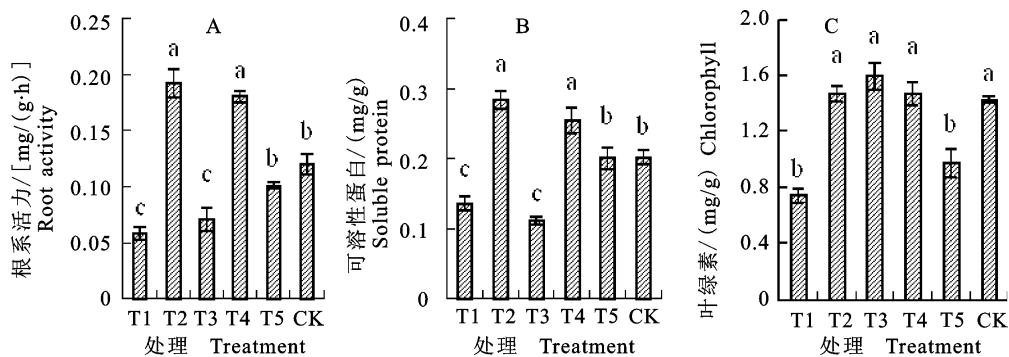
表 4 不同复合基质对 3 叶 1 心期黄瓜叶面积、幼苗干鲜质量、壮苗指数和根冠比的影响

Table 4 Effect of different compound substrates on leaf area, fresh/dry mass, seedling index and root-shoot ratio of cucumber seedlings at three-true-leaf stage

处理 Treatment	叶面积/mm ² Area of leaf	地上部 鲜质量/g Fresh mass of shoot	地下部 鲜质量/g Fresh mass of root	地上部 干质量/g Dry mass of shoot	地下部 干质量/g Dry mass of root	全株 干质量/g Dry mass of plant	壮苗指数 Seedling index	根冠比 Root- shoot ratio
T1	1 745.67 b	1.850 0 d	0.353 3 c	0.147 8 e	0.023 4 c	0.171 1 d	0.033 5 c	0.159 1 ab
T2	2 804.67 a	3.340 0 a	0.700 0 a	0.296 5 a	0.046 2 a	0.342 8 a	0.065 1 a	0.155 5 ab
T3	1 734.67 b	2.236 7 c	0.370 0 c	0.178 5 d	0.023 3 c	0.201 9 cd	0.033 0 c	0.130 7 c
T4	1 878.67 b	2.856 7 b	0.473 3 b	0.240 4 b	0.039 4 ab	0.279 8 b	0.053 7 ab	0.165 2 ab
T5	1 451.33 b	2.303 3 c	0.486 7 b	0.190 8 cd	0.022 6 c	0.213 4 c	0.034 7 c	0.117 7 c
CK	1 717.67 b	2.450 0 c	0.463 3 b	0.215 1 c	0.036 8 b	0.251 8 b	0.052 0 b	0.171 7 a

2.2.3 对黄瓜幼苗生理指标的影响 植株的根系活力直接反映植株根系对水分及养分的吸收能力,直接影响到植株的长势,从图 2-A 可知,T2 和 T4 处理显著比 CK 增高 0.60 倍和 0.51 倍,而 T1 和 T3 处理显著低于 CK。植株体内的可溶性蛋白质是反映植物总代谢的一个重要指标,如图 2-B 所示,T2 和 T4 处理比 CK 显著增加 40.63%

和 26.07%。叶绿素是在光合作用过程中,植株进行吸收、转化和传递光能的极其重要的物质,从图 2-C 可知,除了 T1 和 T5 处理显著低于 CK,其他各处理均与 CK 无显著性差异,即 T1 和 T5 处理在一定程度上不利于黄瓜幼苗叶片叶绿素的合成,影响幼苗有机营养的合成。



图上不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著 Different lowercase letter mean significant difference ($P < 0.05$)

图 2 不同复合基质对黄瓜幼苗根系活力、可溶性蛋白和叶绿素质量分数的影响

Fig. 2 Effect of different compound substrates on root activity, soluble protein and chlorophyll in cucumber seedlings

2.3 不同复合基质对黄瓜幼苗生长指标影响的综合评价

利用模糊数学中隶属函数的方法,对不同基质栽培黄瓜幼苗生长情况进行多指标综合评价,并计算其综合评价系数,值越大,则植株生长越好。由表 5 可知,含有菇渣的处理中,T2 处理除根冠比的评价系数为 0.70,其余指标的评价系数均为 1,而 T1 和 T3 处理各指标的评价系数均小于 0.5;含有玉米秸秆的 T4 处理除根冠比的评价

系数小于 CK,其余各指标的评价系数均大于 CK,而 T5 处理各指标的评价系数均小于 CK。

从综合评价系数可以看出,T1、T3 和 T5 处理均小于 CK,即植株的生长较弱;而 T2 和 T4 处理均大于 0.5,即对植株的生长具有促进作用。

3 讨论

无土栽培的核心是要为作物的生长提供一个既稳定又适宜的根系环境,如酸碱度、空气、水分

表 5 不同复合基质栽培黄瓜幼苗生长指标的综合评价

Table 5 Synthetical evaluation on growth index of cucumber in different compound substrates

处理 Treatment	叶面积/mm ² Leaf area	地上部 鲜质量 Fresh mass of shoot	地下部 鲜质量 Fresh mass of root	地上部 干质量 Dry mass of shoot	地下部 干质量 Dry mass of root	全株干质量 Dry mass of plant	壮苗指数 Seedling index	根冠比 Root- shoot ratio	综合评价系数 Comprehensive evaluation coefficient
T1	0.22	0	0	0	0.03	0	0.02	0.77	0.13
T2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.70	0.96
T3	0.21	0.26	0.05	0.21	0.03	0.18	0	0.24	0.15
T4	0.32	0.68	0.35	0.62	0.71	0.63	0.64	0.88	0.60
T5	0	0.30	0.38	0.29	0	0.25	0.05	0	0.16
CK	0.20	0.40	0.32	0.45	0.60	0.47	0.59	1.00	0.50

注:数据为各指标的评价系数。

Note: Data were evaluation coefficient.

及养分等,供给作物地上部分的生长,而这些因素均与栽培基质的理化性质有关^[18-20]。单一的基质作为作物栽培基质,往往存在一定的缺陷,将不同类型的基质进行混配,可以弥补单一基质理化性质上的不足,一般是将有机基质和无机基质按照一定的比例混配,用于作物的栽培,可以提高产量^[21-22]。如糟糠的通气孔隙度较大,保水性能较低,赵青松等^[23]将糟糠、蛭石、草炭按照一定的比例进行混配,基质的通气孔隙度降低,持水孔隙度增加,可用于黄瓜的育苗。张硕等^[9]研究也发现,经过发酵处理的玉米芯和甘蔗渣都具有较高的电导率,将发酵材料与蛭石草炭进行混合,以降低基质的电导率。本研究中,菇渣和玉米秸秆的发酵产物也含有较高的电导率,这不利于蔬菜的育苗,所以,将其和无机基质珍珠岩、蛭石按照一定的比例进行混配,以达到适宜育苗的基质理化性质。

郭淑云等^[24]按菇渣:炉渣:鸡粪=9:5:3的比例混合做基质配方,黄瓜不仅生长好,而且产量高,因此,在以菇渣做有机生态型无土栽培时可选用此配方。本试验中,含有菇渣的处理中,T2处理(菇渣:蛭石=1:3)的叶面积、植株干鲜质量、壮苗指数、可溶性蛋白、叶绿素、根系活力等指标均显著高于对照及其他处理,且叶面积、植株鲜质量、壮苗指数的评价系数均为1,综合评价系数为0.96,而T1和T3处理的各指标均显著低于对照,且T1处理的植株鲜质量及干质量的评价系数均为0,T3处理壮苗指数的评价系数为0,且2个处理的综合评价系数分别为0.11和0.15。所以,T2处理可以作为黄瓜育苗基质。

石慧芳等^[25]发现以玉米秸秆:蛭石:珍珠岩=3:1:1培育的辣椒幼苗表现最好,茎粗、

叶绿素质量分数、根系活力显著优于对照(草炭:蛭石=2:1)。本试验中,T4处理的生长指标及叶绿素质量分数与对照无显著性差异,且根系活力、可溶性蛋白质量分数显著高于对照,且综合评价系数为0.60,而T5处理的各指标均低于对照,且叶面积、地下部干质量及根冠比的评价系数为0,综合评价系数仅为0.16。所以,T4处理可以作为黄瓜育苗基质。

4 结论

通过对不同复合基质理化性质以及对黄瓜幼苗生长指标和生理指标的分析,研究黄瓜幼苗在不同复合基质中生长的适应性,得出结论:菇渣发酵物和玉米秸秆发酵物在与珍珠岩和蛭石按不同比例混合后,其理化性质均在理想基质的范围内。T2处理(菇渣:蛭石=1:3)和T4处理(玉米秸秆:蛭石:珍珠岩=1:1:1)可以作为黄瓜育苗基质。

参考文献 Reference:

- [1] 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(2): 1-4.
GUO S R. Current exploitations and developing trends of solid cultivation medium [J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2005, 21(2): 1-4 (in Chinese with English abstract).
- [2] BUSTAMANTE M A, PAREDES C, MORAL R, et al. Composts from distillery wastes as peat substitutes for transplant production [J]. *Resources Conservation & Recycling*, 2008(52): 792-799.
- [3] Ostos J C, López G R, Murillo J M, et al. Substitution of peat for municipal solid waste and sewage sludgebased composts in nursery growing media: effects on growth and nutrition of the native shrub *Pistacia lentiscus* L. [J]. *Biore-source Technology*, 2008(99): 1793-1800.
- [4] 刘伟, 余宏军, 蒋卫杰. 我国蔬菜无土栽培基质研究与应用进展[J]. 中国生态农业学报, 2006, 14(3): 4-7.

- LIU W, YU H J, JIANG W J. Review on research progress and application of growing media for vegetable production in China [J]. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*, 2006, 14(3):4-7(in Chinese with English abstract).
- [5] 陈世昌,常介田,张雯莉. 菌糠复合基质在番茄育苗上的效果[J]. *中国土壤与肥料*, 2011(1):73-75.
CHEN SH CH, CHANG J T, ZHANG B L. The effects of mushroom residue substrate for tomato seedling [J]. *Soil and Fertilizer Sciences in China*, 2011(1):73-75(in Chinese with English abstract).
- [6] 曾清华,毛兴平,孙 锦,等. 小麦秸秆复合基质的理化指标及其对黄瓜幼苗生长和光合参数的影响[J]. *植物资源与环境学报*, 2011, 20(4):70-75.
CAO Q H, MAO X P, SUN J. Physicochemical indexes of mixed substrates of wheat (*Triticum aestivum*) straw and its effect on growth and photosynthetic parameters of *Cucumis sativus* seedling [J]. *Journal of Plant Resources and Environment*, 2011, 20(4):70-75(in Chinese with English abstract).
- [7] 张 晔. 棉秆作为无土栽培基质的前处理技术及其对黄瓜生长的影响[D]. 北京:中国农业科学院, 2013.
ZHANG Y. Studies on the preliminary treatment of cotton straw composting as soilless culture substrate and effect on the cucumber growth [D]. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences, 2013(in Chinese with English abstract).
- [8] 代惠洁,纪祥龙,杜迎刚. 椰糠替代草炭作番茄穴盘育苗基质的研究[J]. *北方园艺*, 2015(9):46-48.
DAI H J, JI X L, DU Y G. Study on substitution of peat with coconut chaff as substrates on growth of tomato seedlings [J]. *Northern Horticulture*, 2015(9):46-48(in Chinese with English abstract).
- [9] 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 SH, YU H J, JIANG W J. Seedling effects of corn-cob and bagasse composting substrates in cucumber [J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2015, 31(11):236-242(in Chinese with English abstract).
- [10] 杨坤霖. 论食用菌菌渣利用研究现状[J]. *农家顾问*, 2015(2):60.
YANG K L. Research and utilization of edible fungi residue [J]. *Peasant Consultant*, 2015(2):60(in Chinese).
- [11] 陶思源. 关于我国农业废弃物资源化问题的思考[J]. *理论界*, 2013(5):28-30.
TAO S Y. Considerations on becoming resources of agricultural discard in China [J]. *Theory Horizon*, 2013(5):28-30(in Chinese).
- [12] 蒋卫杰,刘 伟. 有机生态型无土栽培技术在我国迅猛发展[J]. *中国蔬菜*, 2000(增刊):35-39.
JIANG W J, LIU W. Organic ecotype soilless cultivation technology rapid development in our country [J]. *China Vegetables*, 2000(Supp):35-39(in Chinese).
- [13] 左 旭,王红彦,王亚静,等. 中国玉米秸秆资源量估算及其自然适宜性评价[J]. *中国农业资源与规划*, 2015, 36(6):5-10.
ZUO X, WANG H Y, WANG Y J, et al. Estimation and suitability evaluation of corn straw resources in China [J]. *Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning*, 2015, 36(6):5-10(in Chinese with English abstract).
- [14] 郭世荣. 无土栽培学[M]. 北京:中国农业出版社, 2005:423-425.
GUO SH R. Soilless Culture [M]. Beijing: China Agricultural Press, 2005:423-425(in Chinese).
- [15] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京:中国农业出版社, 2000:44-48.
BAO SH D. Soil and Agricultural Chemistry Analysis [M]. Beijing: China Agricultural Press, 2000:44-48(in Chinese).
- [16] 高俊凤. 植物生理学实验指导[M]. 北京:高等教育出版社, 2005:59-60, 74-77, 142-143.
GAO J F. Plant Physiology Experiment Guide [M]. Beijing: Higher Education Press, 2005:59-60, 74-77, 142-143(in Chinese).
- [17] 刘庆超. 三种重要盆栽花卉的有机代用基质研究[D]. 北京:北京林业大学, 2006.
LIU Q CH. Studies on organic substitute for growing media of three kinds of important pot flower [D]. Beijing: Beijing Forestry University, 2006(in Chinese with English abstract).
- [18] 郭世荣,李式军,程 斐,等. 有机基质培在蔬菜无土栽培上的应用研究[J]. *沈阳农业大学学报*, 2000, 32(1):89-92.
GUO SH R, LI SH J, CHENG F, et al. A study on the technique of vegetable soilless culture with organic [J]. *Journal of Shenyang Agricultural University*, 2000, 32(1):89-92(in Chinese with English abstract).
- [19] 李晓玲. 不同基质配比的育苗块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.
LI X L. Effect of matrix formulations in seedling block to the seedling growth and quality in cucumber [J]. *Journal of Shanxi Agricultural Sciences*, 2009, 37(7):34-36(in Chinese with English abstract).
- [20] 张瑞芬. 基质配方对春季塑料大棚番茄幼苗质量及产量的影响[J]. *北方园艺*, 2015(14):45-47.
ZHANG R F. Effect of different matrix formulation on the seedlings quality and yield of *Lycopersicon esculentum* mill in spring plastic greenhouse [J]. *Northern Horticulture*, 2015(14):45-47(in Chinese with English abstract).
- [21] HANDDRECK K A, BLACK N D. Growing media for ornamental plants and turf [M]. Sydney in Australia: University of New South Wales, 2002.
- [22] 吴广野. 蔬菜育苗基质的研究现状[J]. *上海蔬菜*, 2015(5):12-13.
WU G Y. Situation of vegetable seedling media [J]. *Shanghai Vegetables*, 2015(5):12-13(in Chinese with English abstract).
- [23] 赵青松,李萍萍,王纪章,等. 不同配比醋糟基质应用于黄瓜穴盘育苗的效果[J]. *长江蔬菜*, 2009(14):61-63.
ZHAO Q S, LI P P, WANG J ZH, et al. The effect on vinegar residue substrate of different ratio for cucumber plug seedlings [J]. *Journal of Changjiang Vegetables*, 2009(14):61-63(in Chinese with English abstract).
- [24] 郭淑云,吴晓刚,赵静杰. 菇渣有机生态型无土栽培基质配方初探[J]. *中国园艺文摘*, 2014(3):34-35.
GUO SH Y, WU X G, ZHAO J J. Preliminary test study on organic ecotype soilless culture on cucumber [J]. *Chinese Horticulture Abstracts*, 2014(3):34-35(in Chinese with English abstract).
- [25] 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.
SHI H F, PU F ZH. Effect of compound substrate composed of corn straw on growth of pepper seedlings [J].

Journal of Changjiang Vegetables, 2010 (4): 46-49 (in Chinese with English abstract).

Effect of Agricultural Wastes Composting Substrates on Cucumber Seedling

CHANG Xiaoxiao^{1,2,3}, BAI Yongjuan^{1,2,3}, XU Weinan^{1,2,3},
DING Ming^{1,2,3} and HU Xiaohui^{1,2,3}

(1. College of Horticulture, Northwest A&F University, Yangling Shaanxi 712100, China; 2. Key Laboratory of Protected Horticultural Engineering in Northwest, Ministry of Agriculture of P. R. China, Yangling Shaanxi 712100, China; 3. Shaanxi Province Facility Agriculture Engineering Center, Yangling Shaanxi 712100, China)

Abstract The aim of this study is to obtain the optimum proportion of perlite and vermiculite to compost maize stalks/mushroom for a good growing media in cucumber seedling, and it could be horticulturally acceptable as an alternative for commercial substrate or cucumber seedling culture. In the experiment, we studied the effects of physical and chemical properties of different treatments on cucumber seedlings. Three treatments were set with mushroom: T1 (mushroom: vermiculite=1:2, volume ratio), T2 (mushroom: vermiculite=1:3, volume ratio), T3 (mushroom: vermiculite: perlite=1:1:1, volume ratio). The maize stalks were used for two treatments: T4 (corn stalks: vermiculite: perlite=1:1:1, volume ratio), T5 (corn stalks: vermiculite=1:1, volume ratio). And we took 'Jinchun 4' cucumber (*Cucumis sativus* L.) as experimental material and traditional commercial substrate (peat: vermiculite=2:1, volume ratio) as control. Each experiment was repeated three times and all treatments were only irrigated water. The results indicated that, T2 with mushroom were better than CK in the leaf area of fresh mass of shoot, fresh mass of root, dry mass of shoot, dry mass of root, dry mass of plant, seedling index, root-shoot ratio, root activity and soluble protein of cucumber, the root-shoot ratio and chlorophyll of cucumber in T2 had no significant difference with CK. But every index in T1 and T3 was lower than CK. The cucumber fresh mass of shoot, dry mass of shoot, root activity and soluble protein of T4 were better than CK, and other growth indexes and chlorophyll of T4 had no significant difference with CK. But every index of T5 was lower than CK. At the same time, the comprehensive evaluation coefficient of T2 and T4 (was 0.96, 0.60 respectively) were more than 0.50, but T1, T3, T5 were less than 0.20. In conclusion, T2 (mushroom: vermiculite=1:3, volume ratio) and T4 (corn stalks: vermiculite: perlite=1:1:1, volume ratio) were horticulturally acceptable as an alternative for commercial substrate or cucumber seedling culture.

Key words Mushroom; Maize stalks; Substrates; Cucumber; Seedlings

Received 2016-07-15 **Returned** 2016-09-15

Foundation item Shaanxi Science and Technology Innovation Project Plan (No. 2015TTC-N-10-3); Shaanxi Provincial Agricultural Science and Technology Innovation and Key Project (No. 2015NY89, No. 2015NY102).

First author CHANG Xiaoxiao, female, master student. Research area: horticultural facilities and cultivation physiology. E-mail: 1103197153@qq.com

Corresponding author HU Xiaohui, female, Ph. D, professor. Research area: facilities agriculture theory and production. E-mail: hxx1977@163.com

(责任编辑:潘学燕 **Responsible editor: PAN Xueyan**)