



尹淑丽,张根伟,李书生,等.金针菇菌糠不同添加比例对黄瓜生长发育的影响[J].黑龙江农业科学,2019(10):80-83,91.

# 金针菇菌糠不同添加比例对黄瓜生长发育的影响

尹淑丽<sup>1</sup>,张根伟<sup>1</sup>,李书生<sup>1</sup>,梁 然<sup>2</sup>

(1.河北省科学院 生物研究所,河北 石家庄 050081;2.石家庄市鹿泉区农业农村局,河北 石家庄 050200)

**摘要:**为探究金针菇菌糠替代草炭的可行性,以腐熟的金针菇菌糠作为主要原料,与蛭石按照不同体积比混配成5个配方,以常规草炭基质作为对照,研究不同处理对黄瓜形态指标、生理指标的影响。结果表明:与对照相比,菌糠与蛭石的体积比为2:8时可以促进黄瓜根系的生长,促进叶绿素a+b含量的增加,促进地上部叶片的生长,壮苗指数高为33.94。

**关键词:**金针菇;菌糠;黄瓜;形态指标;生理指标

无土栽培是由传统农业向现代化农业转化的栽培方式之一,以能保障高产、优质、可克服土传病害及连作障碍的优势,在世界范围内迅速发展并备受青睐<sup>[1]</sup>。随着产业结构的调整及消费者对错季蔬菜的需求,设施蔬菜的栽培面积越来越大,对规模化、工厂化育苗生产的需求越来越强烈,传统的黄瓜育苗基质以草炭为主,草炭为不可再生资源,过量开采易引发生态问题,且开采有限、成本高<sup>[2-3]</sup>。因此,利用丰富的农业废弃物资源,开发优质、环保、低成本的新型无土栽培基质,具有广阔的应用前景。

菌糠是食用菌菌丝残体及经食用菌酶解、结构发生质变的粗纤维等成分的复合物<sup>[4]</sup>,含有丰富的营养物质和矿质元素<sup>[5-6]</sup>。我国是食用菌生产及食用大国,每年几千万吨的菌糠,或丢弃或燃烧,既污染环境、破坏生态平衡<sup>[7]</sup>,又造成严重的资源浪费。金针菇生产配方中棉籽壳比例较高,棉籽壳中氮、磷、钾等含量较为丰富,以致菌糠相应成分高<sup>[7]</sup>,适用于农业生产中。现已被用于食用菌的二次栽培<sup>[8-9]</sup>、土壤修复剂<sup>[10-11]</sup>、饲料<sup>[12]</sup>等方面。为更好地利用菌糠资源,本试验以工厂化金针菇菌糠、黄瓜为试验材料进行金针菇菌糠不同添加比例的对比试验,以期为金针菇菌糠作为育苗基质的广泛应用提供理论依据和技术支持。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

金针菇菌糠源于河北省金针菇工厂化栽培菌

糠。金针菇出菇后,废弃的菌糠经堆放腐熟处理后备用。供试的黄瓜品种津春4号由天津市黄瓜研究所培育。试验于河北省科学院生物研究所的植物培养室进行。

### 1.2 方法

1.2.1 试验设计 腐熟后的金针菇菌糠,经河北省农林科学院农业资源环境研究所测定,全氮含量为11.48 g·kg<sup>-1</sup>、全磷2.43 g·kg<sup>-1</sup>、全钾9.60 g·kg<sup>-1</sup>、有机质691.78 g·kg<sup>-1</sup>、速效氮719.60 mg·kg<sup>-1</sup>、速效磷123.00 mg·kg<sup>-1</sup>、速效钾9.06 mg·kg<sup>-1</sup>和pH 6.91。

设置金针菇菌糠不同的添加体积比例(表1),以草炭与蛭石的体积比3:2为对照CK。各处理的基质充分混匀后,放入底直径7 cm、高10 cm、上口直径10 cm的花盆中,每个处理30株,重复3次;装盆后浇水灌透,待用。种子清水浸泡0.5 h后水洗去除包衣,将种子放入带有纱布的平板中,30℃过夜催芽,将出芽的种子种入不同处理的花盆中。培养室的温度20℃,12 h黑暗,12 h光照。待出苗后,保留长势一致的苗子,每盆2株。确保每次补水的量均匀一致。于黄瓜的3叶1心时期测定黄瓜的形态指标,每个处理测定10株,重复3次。

1.2.2 测定项目及方法 形态指标的测定方法:幼苗株高用直尺测定(从子叶至生长点的距离);茎粗使用千分之一的游标卡尺测定;用电子天平测定黄瓜茎、叶柄、叶片及根的干物质重。将新鲜的各样品放入牛皮纸的信封中,放在干燥箱内烘干,先105℃杀青30 min后,再80℃烘干至恒重,称量不同部位的干物质重量。计算根冠比和壮苗指数<sup>[13]</sup>。

根冠比=植株地下部干质量/地上部干质量;

收稿日期:2019-04-20

基金项目:河北省科技厅项目(16237301D-2-20)。

第一作者简介:尹淑丽(1979-),女,硕士,副研究员,从事食用菌的栽培及菌糠的资源化利用。E-mail: yslbaihelr@126.com。

壮苗指数=(茎粗/株高)×全株干质量。

表 1 不同处理各物质的添加体积比

Table 1 The volumetric ratios of substances with different treatments			
处理 Treatments	金针菇菌糠 Chaff of <i>Flammulina velutiper</i> (Fr.)sing/%	草炭 Grasscharcoal/ %	蛭石 Vermiculite/ %
T1	10	0	90
T2	20	0	80
T3	30	0	70
T4	40	0	60
T5	50	0	50
CK	0	60	40

叶绿素的测定方法:叶片中叶绿素 a、b 及类胡萝卜素含量采用 96%乙醇黑暗提取 24 h 后测定;采用岛津 UV-1800 分光光度计进行测定,每个指标重复 3 次<sup>[14]</sup>。可溶性蛋白含量测定采用考马斯亮蓝法;可溶性糖含量采用蒽酮比色法。

1.2.3 数据分析 采用 Microsoft Excel 2003 软件对试验数据进行整理,利用 SPSS 22.0 软件对试验数据进行显著性分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同处理黄瓜的形态指标

由表 2 可见,与对照相比,T1 处理黄瓜株高与其相当,随着金针菇菌糠添加量的增加,黄瓜株高呈现降低的趋势;不同处理对黄瓜茎粗的影响差异不显著;均可提高黄瓜根的长度,其中 T1 和 T2 两处理对根长的影响最明显,与对照相比分别提高 48.75%和 46.99%;可见金针菇菌糠的添加可利于黄瓜根系的生长,添加量为 10%和 20%。

表 3 不同处理地上部各部分的干物质重量及所占比例

Table 3 Weight and proportion of dry matter in upper parts with different treatments							
处理 Treatments	单株干物质质量 Dry matter weight per plant/mg				比例 Proportion/%		
	茎 Stem	叶 Leaf	叶柄 Leaf stalk	总干重 Total weight	茎的比例 Ratio of stem	叶的比例 Ratio of leaf	叶柄的比例 Ratio of leaf stalk
CK	149.62 c	382.38 a	66.49 c	598.49	25.00	63.89	11.11
T1	88.30 d	99.10 e	145.94 a	333.35	26.49	29.73	43.78
T2	228.11 a	304.11 b	64.31 c	596.53	38.24	50.98	10.78
T3	217.35 b	187.95 c	82.21 b	487.51	44.58	38.55	16.86
T4	160.42 c	173.05 d	37.96 d	371.43	43.19	46.59	10.22
T5	72.11 d	86.53 f	28.85 e	187.49	38.46	46.15	15.39

### 2.3 不同处理黄瓜的根冠比和壮苗指数

由表 4 可见,T2 处理地下部的干物质重量及全株干物质重量最大,显著高于其他处理;T1 处

表 2 不同处理黄瓜的形态指标

Table 2 The morphological indexes of cucumber with different treatments

处理 Treatments	株高 Plant height/cm	茎粗 Stem diameter/cm	根长 Root lenth/cm
CK	6.60 ab	0.26 a	27.24 f
T1	6.70 a	0.28 a	40.52 a
T2	6.52 b	0.27 a	40.04 b
T3	5.95 c	0.25 ab	38.55 c
T4	5.45 d	0.23 ab	36.8 d
T5	5.28 e	0.23 ab	31.75 e

同列不同小写字母代表在 0.05 水平上的差异显著性,下同。  
Different lowercase letters in the same column indicate significant difference at 0.05 level,the same below.

### 2.2 黄瓜地上部各部分的干物质重量及所占比例

由表 3 可见,不同处理黄瓜地上部干物质重量存在差异,对照组黄瓜叶片的干物质重量占的比重最大,可达 63.89%;茎次之为 25.00%,叶柄占 11.11%。T1 处理叶柄的干物重所占的比重最大 43.78%,茎及叶片所占比重相当介于 20%~30%。T2 处理与对照的比例分配相似,叶所占的比重最大。T3 处理茎的干物质重量所占比重最大 44.58%,叶 38.55%。T4 处理茎和叶的干物质重量所占比例相当,分别为 43.19%和 46.59%。T5 处理与对照及 T2,各部分所占比重的趋势相同。可见,金针菇菌糠的不同添加比例对黄瓜地上部分的器官建成分配有重要影响。T2、T5 及对照黄瓜叶片所占比例最大;T1 的黄瓜叶柄粗壮;T3 和 T4 茎和叶片所占比例相当。

Table 3 Weight and proportion of dry matter in upper parts with different treatments

处理 Treatments	单株干物质质量 Dry matter weight per plant/mg				比例 Proportion/%		
	茎 Stem	叶 Leaf	叶柄 Leaf stalk	总干重 Total weight	茎的比例 Ratio of stem	叶的比例 Ratio of leaf	叶柄的比例 Ratio of leaf stalk
CK	149.62 c	382.38 a	66.49 c	598.49	25.00	63.89	11.11
T1	88.30 d	99.10 e	145.94 a	333.35	26.49	29.73	43.78
T2	228.11 a	304.11 b	64.31 c	596.53	38.24	50.98	10.78
T3	217.35 b	187.95 c	82.21 b	487.51	44.58	38.55	16.86
T4	160.42 c	173.05 d	37.96 d	371.43	43.19	46.59	10.22
T5	72.11 d	86.53 f	28.85 e	187.49	38.46	46.15	15.39

理和对照的地下部干物质重量相差不多,其他处理显著低于对照处理。T1 处理的根冠比最高 0.52,除 T5 处理根冠比低于对照外,T2、T3、T4

三个处理与对照的根冠比相当,均在 0.32~0.37。T2 处理的壮苗指数为 33.94 明显高于对照及其他处理;对照处理的壮苗指数为 30.74,与

T3 处理的壮苗指数 29.48 相近,其他处理的壮苗指数低于对照处理。

表 4 不同处理的干物重、根冠比及壮苗指数

Table 4 The dry matter weight, root-shoot ratio and strong seedling index of different treatments					
Treatments	地上部干重 Dry matter of upper parts/mg	地下部干重 Dry matter of underground parts/mg	全株干重 Dry weight per plant/mg	根冠比 Root-shoot ratio	壮苗指数 Strongseedling index
CK	598.49	181.87 b	780.36	0.30	30.74
T1	333.35	174.37 bc	507.72	0.52	21.22
T2	596.53	223.01 a	819.54	0.37	33.94
T3	487.51	155.18 c	642.69	0.32	29.48
T4	371.43	118.29 d	489.72	0.32	21.33
T5	187.49	26.24 e	213.73	0.14	8.26

2.4 不同叶位黄瓜叶片中叶绿素 a+b 的含量

由图 1 可知,黄瓜不同叶位叶片中叶绿素 a+b 的含量不同,第一叶位中 CK 的含量最大为 2.17 mg·g<sup>-1</sup>,其次 T2 处理为 1.62 mg·g<sup>-1</sup>,T5 处理最小,为 0.16 mg·g<sup>-1</sup>。第二叶位中 T3 处理叶片中叶绿素 a+b 含量最高,为 2.06 mg·g<sup>-1</sup>,其次为 T2 处理和 CK,分别为 1.69 和 1.68 mg·g<sup>-1</sup>,T5 处理最小,为 0.15 mg·g<sup>-1</sup>。第三叶位 T2 处理叶片中的叶绿素 a+b 含量最高,为 1.79 mg·g<sup>-1</sup>,其次为 T3,为 1.45 mg·g<sup>-1</sup>,T5 处理最小,为 0.15 mg·g<sup>-1</sup>。

三叶位黄瓜叶片中叶绿素 a+b 的总量,T2、T3 处理分别为 5.10 和 4.51 mg·g<sup>-1</sup>,CK 为 5.02 mg·g<sup>-1</sup>,其他处理均明显低于 CK,T5 处理的含量最低。可见,T2 和 T3 处理可明显影响叶片中叶绿素的含量,T2 的影响最大。

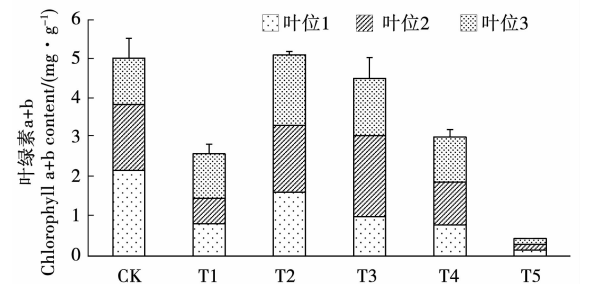


图 1 不同叶位叶片中叶绿素 a+b 的含量  
Fig. 1 Chlorophyll a+b content of leaf in different leaf position

2.5 黄瓜叶片中可溶性蛋白的含量

由图 2 可知,黄瓜不同叶位叶片中可溶性蛋白的含量不同,第一叶位中 T5 处理的含量最大,为 3.01 mg·g<sup>-1</sup>,其次 T3 处理为 2.90 mg·g<sup>-1</sup>,T1

处理最小,为 2.04 mg·g<sup>-1</sup>;除 T1 处理低于 CK 外,其他处理均高于对照。第二叶位 T3 处理叶片中可溶性蛋白的含量最高,为 2.98 mg·g<sup>-1</sup>,其次为 T5 处理,为 2.71 mg·g<sup>-1</sup>,T1 处理最低为 1.89 mg·g<sup>-1</sup>;除 T1 处理低于 CK 处理外,其他处理均高于 CK。第三叶位 T3 处理叶片中的含量最高,为 2.7 mg·g<sup>-1</sup>,其次为 T5,为 2.32 mg·g<sup>-1</sup>,CK 处理为 2.26 mg·g<sup>-1</sup>,其他处理低于 CK 处理。

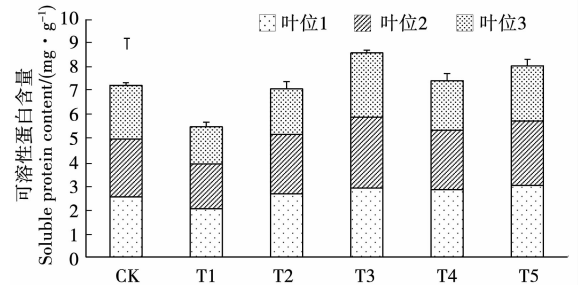


图 2 不同叶位叶片中可溶性蛋白的含量  
Fig. 2 Soluble protein content of leaf in different leaf position

黄瓜三叶位黄瓜叶片中可溶性蛋白含量的总和因处理不同而不同,T3 处理黄瓜叶片中可溶性蛋白总含量为 8.58 mg·g<sup>-1</sup>,其次为 T5 处理,为 8.03 mg·g<sup>-1</sup>,CK 为 7.22 mg·g<sup>-1</sup>,T1 和 T2 处理黄瓜叶片中可溶性蛋白的含量低于 CK 处理。可见,T3 处理对第二、第三叶位黄瓜叶片中可溶性蛋白的含量的影响最大,T5 处理对第一叶位叶片中可溶性蛋白的含量影响大;T3 处理黄瓜叶片中可溶性蛋白含量最高,其次为 T5 处理,两处理不同叶位及叶片中可溶性蛋白总量均明显高于 CK 处理。

2.6 黄瓜叶片中可溶性糖的含量

由图 3 可见,黄瓜不同叶位叶片中可溶性糖

的含量不同,第一叶位中 T2 处理的含量最大,为  $1.03 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ ,CK 处理为  $0.97 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ ,其他处理均低于 CK 处理;第二叶位中 CK 处理叶片中可溶性糖的含量最高,为  $1.14 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ ;第三叶位 CK 处理叶片中的含量最高,为  $1.16 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 。黄瓜叶片中可溶性糖总含量 CK 处理最高,为  $3.27 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 。

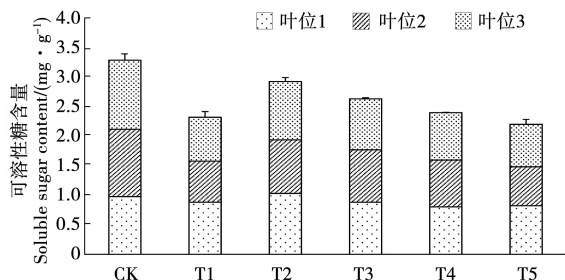


图3 不同叶位叶片中可溶性糖的含量

Fig. 3 Soluble sugar content of leaf in different leaf position

### 3 结论与讨论

食用菌菌糠中含有丰富的菌体蛋白及氮、磷、钾等多种营养元素,具有价格低廉、透气性好、容重小的优点,是育苗基质原料的最佳选择。金针菇菌糠不同添加比例对黄瓜株高、茎粗的影响不明显,不同于谢宇、胡文岩及刘国丽等的研究结果,菌糠体积比低于 50% 时利于树豆株高、茎粗的增加<sup>[15]</sup>;菌糠 40% 的添加量利于辣椒株高的提高<sup>[16]</sup>;50% 金针菇菌糠的添加可以提高番茄的株高、茎粗<sup>[17]</sup>。10% 和 20% 的添加量利于黄瓜根系的生长;20% 的添加量可显著提高黄瓜地下部干物质及全株干物质的重量,与谢宇、胡文岩及刘国丽等的研究结果相似,菌糠体积比低于 50% 时利于树豆干物质质量的积累<sup>[15]</sup>,40% 菌糠添加量利于辣椒地上部、地下部的鲜重的增加<sup>[16]</sup>;50% 金针菇菌糠的添加可以提高番茄的干物质含量<sup>[17]</sup>。

对黄瓜地上部分的器官建成分配有重要影响,20%、50% 及对照黄瓜叶片所占比例最大;10% 的黄瓜叶柄粗壮;30% 和 40% 茎和叶片所占比例相当。根冠比的大小可反映黄瓜地下部分与地上部分的相关性,衡量黄瓜苗子营养分配比例的。壮苗指数是衡量黄瓜苗子素质的一个指标,其数值越大种苗质量越好。10% 处理的根冠比最高,20% 处理的壮苗指数最高,30% 的壮苗指数与对照相当。

绿色植物通过叶绿素,利用光能进行光合作用,把二氧化碳和水转化为储存着能量的有机物。

其叶片中叶绿素含量越高其潜在的光合能力越强。与对照相比,20% 的添加比例可提高黄瓜三叶位叶片中叶绿素的总量,与刘国丽等<sup>[17]</sup>、孙晓红等<sup>[18]</sup>的研究结果相似,50% 的菌糠添加可提高番茄叶绿素含量,香菇和平菇菌糠复合使得西甜瓜的幼苗叶色绿。30% 的添加比例可提高黄瓜叶片中可溶性蛋白的含量,与吴英杰等<sup>[19]</sup>的研究结果相似,50% 菇渣的添加可提高辣椒可溶性蛋白的含量。

可见,金针菇菌糠不同添加比例对黄瓜生长发育的影响不同,菌糠与蛭石的体积比为 2:8 时可以促进黄瓜根系的生长,促进叶绿素含量的增加,促进地上部叶片的生长,壮苗指数高;3:7 时可提高黄瓜叶片中可溶性蛋白的含量,促进地上部分叶和茎的生长;1:9 时利于根系生长,根冠比增大,地上部分促进叶柄的生长。本研究的完成,为金针菇菌糠培育黄瓜提供一定的理论依据和基础,便于进一步研究金针菇菌糠与其他原料混配黄瓜育苗基质研究。

### 参考文献:

- [1] 郭世荣. 无土栽培学[M]. 北京:中国农业出版社,2011.
- [2] 刘士哲. 现代实用无土栽培技术[M]. 北京:中国农业出版社,2001.
- [3] 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.
- [4] 卫智涛,周国英,胡清秀. 食用菌菌渣利用研究现状[J]. 中国食用菌,2010,29(5):3-6.
- [5] 刘建华,肖光辉,李青峰. 蔬菜有机生态型无土栽培研究进展[J]. 湖南农业科学,2012(19):52-55.
- [6] 孙严艳. 我国蔬菜无土栽培的研究现状及进展[J]. 中国科技信息,2014(21):127-128.
- [7] 陆娜,袁卫东,周组法,等. 4 种工厂化食用菌菌糠的主要营养成分及重金属分析[J]. 中国食用菌,2015,34(6):42-44,49.
- [8] 刘振祥,王志勇,易曲,等. 工厂化金针菇菌糠栽培平菇试验[J]. 湖北农业科学,2014,53(24):5190-5191.
- [9] 宫志远,韩建东,任鹏飞,等. 工厂化金针菇菌糠栽培秀珍菇配方筛选试验[M]. 中国食用菌,2010,29(4):14-16.
- [10] Finney K N, Ryu C, Sharifi V N, et al. The reuse of spent mushroom compost and coal tailings for energy recovery: Comparison of thermal treatment technologies[J]. Biore-source Technology,2009,100(1):310-315.
- [11] Kapu N U S, Manning M, Hurley T B, et al. Surfactant-assisted pretreatment and enzymatic hydrolysis of spent mushroom compost for the production of sugars[J]. Biore-source Technology,2012,114(3):399-405.
- [12] 赵晓丽,刘学铭,陈智毅,等. 金针菇菌糠不同部位营养成分比较[J]. 食用菌学报,2012(4):21-24.

**Abstract:** In order to improve the utilization rate of waste horticultural plant residues and serious environmental pollution in Ningxia, the land without returning and with regular chicken manure were considered as CK1 and CK2, compost and soil mass ratio to 1.0%, 2.5%, 5.0%, 10.0% of composting returning treatment were designed, two season tests were applied. The effects of different composting returning amount on soil nutrient and yield of celery were researched. The results showed that soil pH and EC was increased with the increase of amount of compost, the pH of 10.0% amount compost was increased the most significantly, continuous application of chicken manure could increase EC and reduce pH significantly. The soil total nitrogen, available N and P content were increased with amount of composting, soil total nitrogen, available N and P content of 10.0% amount compost were the highest, and that of chicken manure was better than 1.0% and 2.5.0% amount compost, but lower than 5.0% and 10.0% amount compost. Soil Zn, Cu, Fe, Mn and heavy metal Cr were increased with the increasing of amount of composting in the first season, and Fe, Mn, Cr had the similar representation in the second season, and the Cd content of chicken manure was the highest. Soil microbial nitrogen and carbon were increased with the increasing of amount of composting. Soil microbial nitrogen and carbon of 10.0% amount compost were the highest, and that of 5.0% amount compost were higher than other treatments and that of chicken manure were lower than 5.0% and 10.0% amount compost. The plant fresh and dry weight and yield were increased with the increasing of amount of composting. The yield of celery of 10% compost treatment and chicken manure were higher than other treatments, 5.0% compost treatment was second. In a word, 10.0% gardening waste compost was the optimum amount, which could increase celery yield, and improve soil quality, 5.0% gardening waste compost was the second, chicken manure could increase the accumulation of salinity and heavy metals Cd.

**Keywords:** celery soil; gardening waste compost; soil remediation; cleaner production

(上接第 83 页)

[13] 孙凤清,张旭,王冰华,等.叶面喷施外源物质对黄瓜商品苗贮运质量的影响[J].中国蔬菜,2018(10):29-34.

[14] 李合生.植物生理生化实验原理和技术[M].北京:高等教育出版社,2000.

[15] 郝建军,刘延吉.植物生理学实验技术[M].沈阳:辽宁科学技术出版社,2001.

[16] 胡文岩,沈力,高寿梅,等.蘑菇菌糠配制黄瓜育苗基质研究[J].安徽农业科学,2014,42(32):11253-11255.

[17] 刘国丽,李超,李学龙,等.不同菌糠配比基质对番茄幼苗生长的影响[J].辽宁农业科学,2017(5):82-84.

[18] 孙晓红,韩梅琳,王秀玲.菌糠复合基质在西甜瓜育苗上的应用试验[J].北京农业,2014(12):34-35.

[19] 吴英杰,李玉娜,郑苹果,等.利用炉渣和菇渣进行辣椒无土栽培的研究[J].干旱地区农业研究,2017,35(1):22-25.

# Effect of Different Volume Ratio of *Flammulina velutiper* (Fr.) Sing Chaff on Growth and Development of Cucumber

YIN Shu-li<sup>1</sup>, ZHANG Gen-wei<sup>1</sup>, LI Shu-sheng<sup>1</sup>, LIANG Ran<sup>2</sup>

(1. Biology Institute of Hebei Academy of Sciences, Shijiazhuang 050081, China; 2. Agriculture and Rural Bureau of Shijiazhuang Luquan District, Shijiazhuang 050200, China)

**Abstract:** In order to explore the feasibility of replacing grass charcoal, with five kinds of different volume ratios, the conventional charcoal matrix as a comparison, we studied the effect of different treatments on cucumber morphological and physiological indexes. The results showed that compared with control, 20% *Flammulina Velutiper*(Fr.)sing chaff +80% vermiculite could increase the content of chlorophyll a+b, promote the growth of leaves and roots, the seedling index was 33.94.

**Keywords:** *Flammulina velutiper* (Fr.) sing; chaff; cucumber; morphological indicators; physiological indicators