



姚利,张海兰,杨正涛,等.平菇菌渣制备番茄栽培基质配方优化[J].黑龙江农业科学,2021(9):36-39.

# 平菇菌渣制备番茄栽培基质配方优化

姚利,张海兰,杨正涛,郭兵,单洪涛,赵自超

(山东省农业科学院农业资源与环境研究所/农业农村部废弃物基质化利用重点实验室,山东济南250100)

**摘要:**为促进番茄有机生态无土栽培,本研究将平菇菌渣、牛粪和稻壳进行配比试验,以草炭和蛭石(体积比3:1)为对照,研究不同配方对番茄生长、产量和品质的影响。结果表明:全废弃物制备的生物基质可达到商品基质的栽培效果,处理P3和P4(菌渣:牛粪:稻壳的配比为4:3:3或3:3:4)可获得较好的效果,与对照相比,P4产量和维生素C含量分别提高2.0%和6.3%。生物基质中丰富的养分和微量元素有助于作物生长,但需关注其盐分含量。

**关键词:**菌渣;栽培基质;番茄;配方优化

番茄是重要的茄果类蔬菜,我国是世界最大的番茄生产国和消费国之一,全国种植面积超过100万hm<sup>2</sup><sup>[1]</sup>。近年来,随着消费升级、土传病害等因素,无土栽培越来越受到广大番茄种植者的

欢迎。无土栽培可以增强作物生理生化作用,提升作物维生素C和可溶性糖含量<sup>[2]</sup>;降低温度、水分对作物的胁迫作用,具有土壤栽培不可比拟的优越性<sup>[3-4]</sup>。但常规用于无土栽培的草炭成本较高,寻找可以替代草炭且物美价廉、性能优越的原料是番茄产业发展的重要课题。

食用菌菌渣来源广泛,具备营养丰富、容重小、质地柔软、孔隙度高和持水性好等优点,是制备有机基质的良好原料。菌渣通过处理并复配后,完全可用作无土栽培的基质。沈少华等<sup>[5]</sup>将菌渣与树皮比例8:2作为铁皮石斛的栽培配方,能有效促进铁皮石斛植株生长。焦娟等<sup>[6]</sup>发现不

收稿日期:2021-05-19

基金项目:山东省农业重大应用技术创新项目(SD2019ZZ020);山东省现代农业产业技术体系食用菌创新团队产后加工与菌渣利用岗位专家项目(SDAIT-07-09)。

第一作者:姚利(1979-),女,硕士,副研究员,从事废弃物资源化利用、农业环境保护方面的研究。E-mail:nkyyaoli@163.com。

通信作者:张海兰(1962-),女,博士,研究员,从事食用菌菌渣利用技术研究。E-mail:hailan.zhang@163.com。

## Study on Three Stage High Yield Chemical Controlled Fertilization Technology of Rice

ZHANG Mao-ming, GU Xin, YANG Xiao-he, YAO Liang-liang, GAO Xue-dong, LIU Wei, QIU Lei, DING Jun-jie

(Jiamusi Branch, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Jiamusi 154007, China)

**Abstract:** In order to improve the application efficiency of fertilizer in rice field, reduce fertilizer application and increase efficiency, and improve rice resistance and yield, a field randomized block experiment was conducted to carry out three-stage high-yield chemical controlled fertilization and conventional fertilization at rice seedling stage, growth stage and mature stage, effects of three-stage high-yield chemical controlled fertilization technology of nano silicon and potassium dihydrogen phosphate on agronomic characters and yield of rice. The results showed that the three-stage high-yield chemical controlled fertilization technology significantly increased the number of tillers, chlorophyll value, leaf area, root length, 1 000 grains weight, effective panicles and grains per panicle of rice by adding microbial agents, nano silicon fertilizer and potassium dihydrogen phosphate. The lodging area ratio of rice decreased by 82.15%, the yield increased by 6.74% and the rice yield increased by 7.6%.

**Keywords:** rice; microbial agent; silicon fertilizer; potassium dihydrogen phosphate

同菌渣基质配比可增加番茄单果重和产量,以菌渣:稻壳:牛粪:沙子为4:2:1:1的配方效果最好。本研究通过将废弃物原料菌渣、牛粪和稻壳进行有机复配,考察不同配方对番茄生长、产量和品质的影响,优化得到性能优良的基质配方,为番茄的有机生态无土栽培技术提供参考。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材 料

番茄供试品种为圣罗兰(3689),购自山东济南。该品种适合越冬栽培,具有易管理、耐低温弱光、产量高等优点。

基质原料分别为平菇菌渣、稻壳和牛粪。原料的理化特性并详见表 1。

表 1 生物基质原料特性

项目	平菇菌渣	稻壳	牛粪
pH	7.60	7.10	7.68
EC 值/(mS·cm <sup>-1</sup> )	1.86	0.57	3.35
含水率/%	54.60	8.65	77.50
有机质/(g·kg <sup>-1</sup> )	523.00	712.00	403.00
碱解氮/(g·kg <sup>-1</sup> )	1.28	4.89	4.51
有效磷/(g·kg <sup>-1</sup> )	2.95	3.21	0.32
速效钾/(g·kg <sup>-1</sup> )	5.06	2.70	5.56
容重/(t·m <sup>-3</sup> )	0.68	0.13	0.95
通气孔隙度/%	22.40	48.30	10.36

### 1.2 方 法

1.2.1 试验设计 生物基质以表 2 中各成分的体积比进行充分混合,并分别建堆发酵。发酵过程中每 2~3 d 翻堆 1 次,发酵时间 45 d。田间试验于 2018 年 9 月—2019 年 3 月在山东济南孙耿镇西代村温室大棚内进行。2018 年 8 月 10 日开始堆料,9 月 25 日定植。栽培槽采用地挖沟槽铺塑料膜的方式,栽培槽规格为 10.0 m×0.6 m×0.3 m,每槽定植 2 行,每行 35 株。试验设 4 个处理,以草炭+蛭石(体积比 3:1)基质为对照,每个处理 3 次重复,共 15 个小区,各处理田间管理措施一致。

表 2 生物基质配方体积比设计

处理	平菇菌渣	牛粪	稻壳
P1	6	2	2
P2	5	2	3
P3	4	3	3
P4	3	3	4

1.2.2 测定指标与方法 从花期开始,每个处理标记 15 株,每隔 15~20 d 测量栽培槽表面到最顶部叶片叶腋处的长度,记为株高;用游标卡尺测量第一穗果下方 3 cm 处直径,记为茎粗。

番茄成熟时,每隔 4~6 d 采收 1 次,记录每个处理的植株总产量。

维生素 C 含量采用滴定法测量,还原糖含量采用 3,5-二硝基水杨酸(DNS)比色法测定;可溶性糖含量采用蒽酮法测定;可滴定酸含量采用滴定法测定<sup>[7]</sup>。氮、磷、钾、有机质采用《有机肥料》(NY 525—2012)中的方法测定。

环刀法测基质容重,比重瓶法测比重,根据两者的值计算出基质的孔隙度。pH 和 EC 值采用《蔬菜育苗基质》(NY/T 2118—2012)中的方法测定。

1.2.3 数据分析 方差分析采用 SPSS 17.0 软件,数据统计和作图采用 Excel 2013 软件。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同物料配比对番茄生长的影响

由图 1 和图 2 可以看出,定植后番茄株高和茎粗逐渐增长,但是不同处理间的增长率不同。株高在定植 120 d 后基本不再增加,P3 最高(193.3 cm),CK 最低(173.2 cm),各处理间差别不大。茎粗增长的趋势和株高有所区别,除 CK 在定植 90 d 后基本停滞外,其他处理的增长一直持续到采收期,P3 明显高于其他处理,P4 最低。从生长期的表现来看,P3 配方的基质对番茄的营养生长有较好的促进作用,CK 和其他各配方的株高和茎粗在后期增长缓慢。

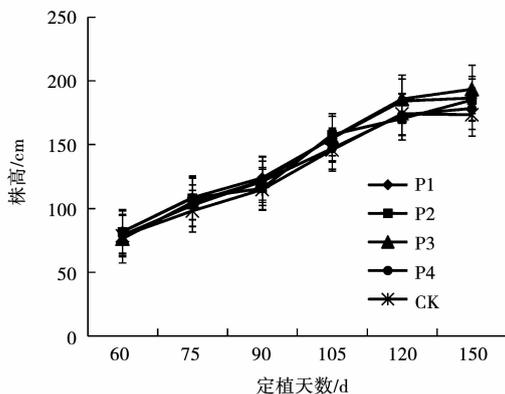


图 1 不同基质配方对番茄株高的影响

### 2.2 不同物料配比对番茄产量的影响

从表 3 可以看出,利用菌渣、牛粪等制备的全废弃物基质 P3、P4 可以达到商品基质相似的产

量。废弃物的配比对产量的影响显著,其中 P4 处理的番茄产量最高,超过 CK 2.0%,P3 大果比例最高,达 41.2%。对比图 1、图 2 和表 3 可以发现,生育期生产指标较优的处理和番茄的产量不具备相关性,过度的营养生长在一定程度上会影响生殖生长。

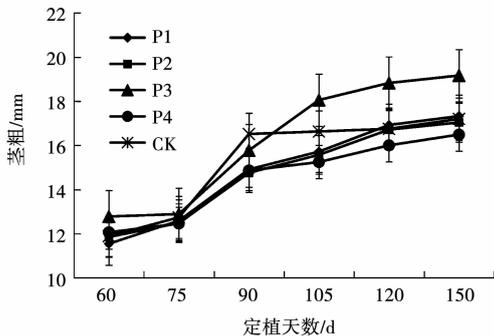


图 2 不同基质配方对番茄茎粗的影响

表 3 不同处理的番茄产量及果实质量分布

处理	30 m <sup>2</sup> 产量/kg	>150 g 大果质量百分比/%	100~150 g 中果质量百分比/%	<100 g 小果质量百分比/%
P1	456	25.2	37.5	37.3
P2	567	36.8	44.1	19.1
P3	582	41.2	36.7	22.1
P4	609	39.8	41.8	18.4
CK	597	37.2	34.1	28.7

2.3 不同物料配比对番茄品质的影响

由表 4 可以看出,P4 处理的番茄 VC 含量最高,显著高于其他各处理,比 CK 增加 6.3%,硝酸盐含量最低,且糖酸比和对照类似,口感优越。说明经过合适配比的废弃物基质可以栽培出质量优良的番茄,可完全替代草炭。

表 4 不同基质配方对番茄品质的影响

处理	VC/(mg·100 g <sup>-1</sup> )	硝酸盐/(mg·kg <sup>-1</sup> )	总糖/%	有机酸/%	糖酸比
P1	32.9±2.21 c	138.4±12.3 c	2.75±0.14 d	0.38±0.02 d	7.28±0.28 d
P2	32.6±1.18 c	170.5±19.5 a	3.95±0.28 ab	0.42±0.05 b	9.36±0.36 a
P3	34.8±2.26 bc	157.4±14.8 b	3.27±0.15 c	0.40±0.03 c	8.11±0.21 c
P4	38.6±2.33 a	119.7±13.2 d	3.71±0.19 b	0.41±0.02 c	9.16±0.33 b
CK	36.3±1.32 b	135.8±15.9 c	4.09±0.22 a	0.45±0.04 a	9.19±0.46 b

2.4 试验前后基质指标的变化

从表 5 营养指标来看,各处理的氮、磷、EC 值均有增高,特别是 EC 值明显增高,这是由于栽培过程中采用水溶肥进行滴灌,经过一季的栽培,部分肥料成分留存在基质中。试验过程中追肥时采用 15-25-35 高钾复合肥冲施,但各处理的基质中钾素含量仍有所下降,这是由于后期番茄对钾吸收量增大,肥料氮磷钾与蔬菜吸收规律不匹配,造成基质钾素损失。从物理特性来看,栽培后基质

的容重略微增加,生物基质的通气孔隙度降低 12.2%~22.6%,而对照基质的孔隙度变化不大。一方面是由于牛粪、菌渣有机物料的降解,导致生物基质粒径减小及微观形态的变化,从而降低了基质孔隙度,另一方面由于灌溉和栽培造成基质的压实作用。总体而言,生物基质的物理特性与对照类似,栽培前后性质稳定,且营养丰富、有机质高,可作为栽培基质的优良替代产品。

表 5 试验前后各处理的基质性质变化

项目	P1		P2		P3		P4		CK	
	前	后	前	后	前	后	前	后	前	后
pH	8.33	7.64	8.54	7.48	8.69	7.73	8.07	7.86	8.29	7.80
EC 值/(mS·cm <sup>-1</sup> )	1.11	3.95	1.15	3.56	1.68	3.50	1.16	2.91	1.33	3.24
有机质/%	44.26	25.12	47.98	30.26	46.05	33.05	49.94	28.80	43.22	23.45
碱解氮/%	0.65	0.91	0.58	0.74	0.65	0.76	0.66	1.13	0.59	0.60
有效磷/%	0.97	1.25	2.03	1.49	0.93	1.44	1.04	1.11	0.96	2.07
速效钾/%	1.76	1.22	1.75	1.41	1.77	1.43	1.65	1.16	1.66	1.25
容重/(t·m <sup>-3</sup> )	0.49	0.51	0.55	0.53	0.46	0.39	0.61	0.55	0.62	0.57
通气孔隙度/%	49.8	41.5	42.1	32.6	47.6	41.8	52.3	43.9	44.5	43.0

### 3 讨论与结论

利用农牧废弃物制备的生物基质具有丰富的养分和有机质,特别是畜禽粪便中含有丰富的氮磷钾和微量元素<sup>[8-9]</sup>,作为原料可提高基质品质<sup>[10]</sup>,番茄栽培后期对钾素需求量较大,废弃物基质中较高的钾含量对作物生长起到了辅助作用,有利于提高番茄产量和品质。因此,以各类废弃物联合处理并基质化利用,不仅可统筹解决种、养、培植业废弃物资源化利用问题,同时可充分利用其养分价值,大大减少栽培过程的肥料用量,促进农民增收。

生物基质原料中比例较高的牛粪,也造成了生物基质的 EC 值偏高。据统计,各种畜禽粪便的盐分含量均偏高,且鸡粪>猪粪>牛粪<sup>[11]</sup>。食用菌菌渣由于其原料配比的差异,也可能造成盐分偏高。较高的基础盐分将会造成植物渗透逆境<sup>[12]</sup>,显著影响番茄栽培过程的肥料施用,进而影响作物生长。因此,农牧废弃物基质化利用时,需检测相关指标,并控制畜禽粪便在原料中的比例。经过一季栽培之后,生物基质的电导率增加明显,如高于作物栽培的适宜范围,重复使用时需进行降盐处理,可采取洗盐或添加新料等措施。

本研究表明利用菌渣、牛粪和稻壳经合适配比进行发酵后制备生物基质栽培番茄,可完全替代以草炭为主的商品基质,番茄产量和品质指标

优异。菌渣:牛粪:稻壳的配比为4:3:3或3:3:4均可获得较好的效果。

#### 参考文献:

- [1] 霍建勇. 中国番茄产业现状及安全防范[J]. 蔬菜, 2016(6): 1-4.
- [2] 陈丽平, 赵方贵, 邹志荣, 等. 有机生态型无土栽培辣椒的研究初报[J]. 莱阳农学院学报, 2003, 20(2): 122-124.
- [3] 夏秀波, 于贤昌, 张琳. 水分对有机基质栽培番茄生长、生理特性和产量的影响[J]. 中国蔬菜, 2007(2): 16-18.
- [4] 葛桂民, 李建欣, 崔杏春, 等. 玉米秸和菇渣炭化发酵基质在蔬菜栽培中的应用[J]. 农业科技通讯, 2019(3): 139-141, 144.
- [5] 沈少华, 袁倩, 谢国强, 等. 木腐菌菌渣基质化利用栽培铁皮石斛初探[J]. 浙江农业科学, 2019, 60(4): 653-654.
- [6] 焦娟, 谷端银, 刘中良, 等. 菌渣基质配方对设施番茄生长、光合特性和品质的影响[J]. 山东农业科学, 2018, 50(1): 34-39, 44.
- [7] 赵世杰. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1998.
- [8] 刘晓永, 李书田. 中国畜禽粪尿养分资源及其还田的时空分布特征[J]. 农业工程学报, 2018, 34(4): 1-14, 316.
- [9] 包维卿, 刘继军, 安捷, 等. 中国畜禽粪便资源量评估相关参数取值商榷[J]. 农业工程学报, 2018, 34(24): 314-322.
- [10] 刘伟, 余宏军, 蒋卫杰. 中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.
- [11] 王辉, 董元华, 张绪美, 等. 江苏省集约化养殖畜禽粪便盐分含量及分布特征分析[J]. 农业工程学报, 2007, 23(11): 229-233.
- [12] 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(S): 1-4.

## Optimization of Tomato Bioculture Substrate Formula from Oyster Mushroom Residue

YAO Li, ZHANG Hai-lan, YANG Zheng-tao, GUO Bing, SHAN Hong-tao, ZHAO Zi-chao

(Institute of Agricultural Resource and Environment, Shandong Academy of Agricultural Sciences/Key Laboratory of Wastes Matrix Utilization, Ministry of Agriculture, Jinan 250100, China)

**Abstract:** In order to promote soilless culture, different proportions of oyster mushroom residue, cow dung and rice husk were carried out in this study, taking peat and vermiculite (volume ratio 3:1) as the control to study the effects of different formulas on the growth, yield and quality of tomatoes. The results showed that the biostroma prepared from total waste could reach the cultivation effect of commercial stroma, and the treatment of P3 and P4 (bacterial residue: cow dung: rice husk: ratio was 4:3:3 or 3:3:4) could obtain a better effect, and the yield and vitamin C content of P4 increased by 2.0% and 6.3%, respectively, compared with the control group. Rich nutrients and trace elements in biological matrix contribute to crop growth, but attention should be paid to its salt content.

**Keywords:** bacterial residue; culture medium; tomato; optimized formula