

食用菌渣在草莓栽培中的应用

董琼娥 童江云 包涛 魏世杰 (昆明市农业科学研究院, 云南昆明 650118)

摘要 [目的]研究食用菌渣在草莓栽培中的应用。[方法]以金针菇渣为主要原料,加入复合发酵微生物充分堆制发酵生产栽培基质,并与草炭、珍珠岩按不同体积比例混配。[结果]食用菌渣发酵后按照体积比与草炭、珍珠岩混合成5:1:4是最佳配方。该基质栽培的草莓产量、品质均有提高,且生产成本较低,是一种优质的作物栽培基质。[结论]该研究为食用菌渣的资源化利用及草莓的基质栽培提供相关参考。

关键词 食用菌渣;混配基质;草莓栽培;果实品质

中图分类号 S668.4 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2018)19-0054-03

The Application of Edible Fungi Residue in Strawberry Cultivation

DONG Qiong-e, TONG Jiang-yun, BAO Tao et al (Kunming Academy of Agricultural Science, Kunming, Yunnan 650118)

Abstract [Objective] To research the application of edible fungi residue in strawberry cultivation. [Method] Residue of *Flammulina velutipes* was tested as raw material to produce cultivation substrate. Composite microorganisms were added as supplemental materials. The fermentation products should be mixed with turves and perlite at different volumes. [Result] The mixed substrate formula (the products of *Flammulina velutipes* residue: turves: perlite 5:1:4) was proved to be a good plant substrate in cutting costs, which improved yields and quality of strawberry. [Conclusion] This research provided references for the resource utilization of edible fungi residue and the substrate culture of strawberry.

Key words Edible fungi residue; Mixed substrate; Strawberry cultivation; Fruit quality

草莓(*Fragaria×ananassa*)为蔷薇科(Rosaceae)多年生草本浆果植物,具有极高的营养、经济价值。草莓的设施无土栽培近年来在我国得到迅猛发展,已成为休闲农业发展的新热点^[1]。基质是无土栽培的基础,常用的有草炭、岩棉、珍珠岩,但岩棉的污染性及草炭的不可再生性使得利用农业废弃物开发环保新型基质成为无土栽培关键课题之一^[2-3]。

我国是世界上最大的食用菌生产国,每年产出大量的菌渣,利用食用菌渣制作无害化无土栽培基质,不仅可以解决当前棘手的农业环境污染与资源浪费问题,而且还为园艺、果蔬基质产品开发提供原料^[4]。国内外园艺基质生产者对利用食用菌渣堆制发酵生产基质进行了研究^[5-6]。鉴于此,笔者以食用菌渣为试验材料,研究利用食用菌渣生产的基质及其混配基质的理化性状,以及不同混配比例对章姬草莓生长状况、果实品质及抗性的影响,旨在为食用菌渣的资源化利用及草莓的基质栽培提供相关参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料 试验于2016年8月底—2017年5月下旬在昆明市西山区自耕农庄园试验大棚内进行。供试草莓品种为章姬(*Akihime*),采用高架种植槽栽培,配以GAVISH control systems水肥一体机。食用菌渣为云南领鑫农业科技有限公司食用菌生产基地的金针菇渣,用于发酵食用菌渣的微生物复合菌剂由本实验室前期研究获得。珍珠岩、草炭采购于市场。

1.2 试验方法

1.2.1 食用菌渣发酵腐熟。工厂化生产金针菇产生的菌

渣,其原料主要成分为玉米杆、棉籽壳、甘蔗渣、稻糠。菌渣与微生物复合菌剂(含贝莱斯芽孢杆菌、枝状枝孢菌、青霉菌等)按体积1 000:1的比例混匀,控制含水量在55%左右,每隔24 h翻堆1次,翻堆2次后待温度每次升至65℃及以上时再翻堆,这样翻堆4次后发酵料转变为黑褐色,无恶臭刺鼻气味,团粒松散适度即腐熟完成。

1.2.2 基质的混配。根据设施无土栽培基质的基本要求,通过大量的预实验,认为食用菌渣与珍珠岩、草炭混配较为适宜,并按照不同体积比例进行混合,分别制成食用菌渣:草炭:珍珠岩为6:1:3(C_1)、6:2:2(C_2)、5:1:4(C_3)、5:2:3(C_4)、4:2:4(C_5)、4:3:3(C_6)的栽培基质,以目前该地区常用的草炭:珍珠岩=1:1(CK)的栽培基质为对照,并测定其pH、EC、容重、有机质、总孔隙度、通气孔隙、持水孔隙、吸水力等理化性状。

1.3 指标测定

1.3.1 基质理化性质测定。食用菌渣及其混配基质的pH、EC、容重、有机质、总孔隙度、通气孔隙、持水孔隙、吸水力等理化性状测定参考《土壤农化分析》(第3版)^[7]及《无土栽培原理与技术》^[8]。

1.3.2 草莓植株生长及果实品质分析。①植株生长指标。定植后的植株经过缓苗期成活后,对不同基质处理草莓的生物学性状进行观测^[2,9-10],比较不同处理草莓植株定植后各个生物学指标的差异,包括植株生长势、株高、叶柄长度、叶片数目、叶面积、冠幅、单株花序数、座果率等。每7 d调查1次,每处理随机取样15株,3次重复取平均值。成熟采收时用电子天平测定单果重并计算单株产量。②果实品质分析。在盛果期采集八成熟的1级果,每处理随机选取20个果实带回实验室,观测草莓果实的果形、颜色、口感、果实纵横径、硬度、可溶性固形物含量、糖酸比等。可溶性固形物含量采用日本ATAGO数字折光仪PAL-1测定,总酸含量采用GB/

基金项目 云南省级财政支持项目“水源区绿色生态高效栽培模式攻关项目”(2130124);昆明市级财政支持项目“农业资源环境关键技术研发及推广应用”(2130106)。

作者简介 董琼娥(1988—),女,云南曲靖人,助理农艺师,硕士,从事农业微生物与资源环境研究。

收稿日期 2018-03-22

T 12456–2008 标准测定^[11] 硬度的测定取果实中间 2 个对称部位测定,采用 GY-4 型果实硬度计测定。

1.3.3 草莓抗性调查。抗性调查主要是测定不同处理下草莓的适应性及抗病性。

适应性测定:在定植后 20 d,以目测方法调查各处理死亡株数,计算成活率。

抗病性测定:草莓的主要病害为白粉病和灰霉病,在草莓生长期(10 月初—翌年 3 月底)随机调查不同基质处理草莓各 20 株,取展开的成龄叶片^[12],观察记录叶片的发病情况,发病率=总病叶数/调查总叶数×100%;在草莓结果期采摘果实(各 20 株),调查果实的感病率,感病率=总病果数/

调查总果实数×100%。

1.4 数据处理 用 Microsoft Excel 2003 及 SPSS 软件对所观测数据进行处理、分析和比较。

2 结果与分析

2.1 食用菌渣发酵前后的理化性质比较 食用菌渣经过发酵后理化性质测定比较结果如表 1。通过发酵,食用菌渣的容重、吸水力、EC 值、pH 及 CEC 值均有显著提高。尤其是 CEC 的提高有利于栽培基质对养分的吸收和缓冲,符合优质栽培基质的要求。此外,食用菌渣有机质含量 49%,全 N、P、K 分别为 2.43%、0.68%、1.55%。

表 1 食用菌渣发酵前后理化性状比较

Table 1 Comparison of physical and chemical properties of edible fungi residue before and after fermentation

理化性质 Physical and chemical properties	pH	EC mS/cm	容重 Volume weight g/cm ³	总孔隙度 Total porosity %	通气孔隙 Aeration pore %	持水孔隙 Water-holding porosity//%	吸水力 Suction force g/kg	CEC mmol/kg
发酵前 Before fermentation	6.71	1.65 b	0.23 b	85.20	41.23	42.82	2 035.6 b	20.42 b
发酵后 After fermentation	7.13	2.56 a	0.36 a	77.82	21.23	41.57	2 298.6 a	36.21 a

注:同列不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著
Note: Different lowercases in the same column indicated significant differences at 0.05 level

2.2 不同配比基质的理化性质比较 发酵后的食用菌渣渗透性、保水能力强且含有多种营养元素,但 EC 值偏高、通气孔隙减小,故与保肥能力强、保水能力弱的草炭及通透性强的珍珠岩混配使用。

配后,理化性质有很大改善。EC 值显著降低,通气孔隙提高,CEC 随着菌渣比例的减小而降低。结合食用菌渣、珍珠岩、草炭的成本以及草炭的不可再生性考虑,选用 C₃ 作为最佳混配方案。

从表 2 可以看出,发酵的食用菌渣在与草炭和珍珠岩混

表 2 7 种混配基质的理化性质比较

Table 2 Comparison of physical and chemical characteristics of 7 compound substrates

处理编号 Treatment code	pH	EC mS/cm	容重 Volume weight g/cm ³	总孔隙度 Total porosity %	通气孔隙 Aeration pore %	持水孔隙 Water-holding porosity//%	吸水力 Suction force g/kg	CEC mmol/kg
C ₁	6.01	1.15 a	0.272	65.20	31.52	45.51	2 025.0 b	33.30 a
C ₂	5.92	1.11 a	0.307	66.14	28.46	48.06	2 016.0 b	34.52 a
C ₃	6.18	0.98 ab	0.325	66.21	30.08	45.08	2 211.2 a	31.12 b
C ₄	6.09	0.92 b	0.298	61.03	32.13	42.67	2 156.7 ab	31.23 ab
C ₅	6.20	0.79 c	0.235	62.78	28.79	38.58	1 989.8 b	28.89 b
C ₆	6.02	0.75 c	0.256	61.10	26.22	39.09	1 980.5 b	29.02 b
CK	5.56	0.21 d	0.315	60.17	29.10	38.16	1 622.0 c	35.50 a

注:同列不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著
Note: Different lowercases in the same column indicated significant differences at 0.05 level

2.3 食用菌渣混配基质用于栽培草莓的效果

在草莓定植 42 d 后对不同基质处理的草莓进行生物学

2.3.1 混配基质对草莓植株生长的影响。利用 C₃ 食用菌渣混配基质进行章姬草莓的生产性栽培试验,比较 C₃ 混配基质与 CK 基质栽培草莓的效果。

性状调查,试验结果如表 3。用 C₃ 栽培的草莓生长情况优于 CK,生长势、单株产量和座果率均有很大提高。

表 3 不同混配基质对草莓生物学性状的影响

Table 3 Effects of different substrate treatments on the biological characters of strawberry

基质处理 Substrate treatment	生长势 Growth vigor	株高 Plant height cm	叶柄长度 Length of petiole//cm	叶片数目 Leaf number 片	叶面积 Leaf area cm	冠幅 Canopy cm	单株花序数 Inflorescences per plant//朵	座果率 Percentage of fertile fruit//%	单株产量 Yield per plant//g
CK	中	20.98 b	12.28 b	7.8 a	8.12×6.51	32.2	9.1 b	65.56 b	228.32 b
C ₃	强	24.58 a	13.72 a	8.5 a	8.58×7.01	34.3	10.5 a	72.35 a	241.28 a

注:同列不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著
Note: Different lowercases in the same column indicated significant differences at 0.05 level

2.3.2 混配基质对草莓果实品质的影响。从表 4 可以看出 C₃ 栽培的草莓果实硬度、可溶性固形物、单果重与 CK 栽培差异极显著 糖酸比更高 风味更好。

表 4 不同混配基质对草莓果实外观和品质的影响

Table 4 Effects of different substrate treatments on the fruit appearance and quality of strawberry

基质处理 Substrate treatment	果形指数 Fruit shape index	硬度 Hardness kg/cm ²	可溶性固形物 Soluble solid (Brix)	糖酸比 Sugar-acid ratio	单果重 Single fruit weight//g	颜色 Color	整齐度 Uniformity	果面光滑程度 Fruit smoothness
CK	1.597	1.0 b	12.89 b	19.08	21.12 b	红	较整齐	良
C ₃	1.674	1.2 a	14.56 a	22.03	24.04 a	艳红	整齐	良

注: 同列不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著
Note: Different lowercases in the same column indicated significant differences at 0.05 level

2.3.3 混配基质对草莓的抗性影响。在草莓基质栽培中, 种植基质栽培抗性自然鉴定 结果如表 5。C₃ 基质栽培的草莓在成活率和抗白粉病、灰霉病方面均优于 CK 栽培 二者栽培的植株抗灰霉病能力良好。

表 5 不同混配基质栽培草莓的抗性比较

Table 5 Comparison of different substrate treatments on the resistance of strawberry

基质处理 Substrate treatment	成活率 Survival rate	灰霉病 Botrytis cinerea		白粉病 Powdery mildew	
		植株发病率 Plant incidence	果实感病率 Fruit infection rate	植株发病率 Plant incidence	果实感病率 Fruit infection rate
CK	95.56	0.10 a	8.17	4.50 a	6.05
C ₃	96.28	0.02 b	7.12	3.30 b	5.02

注: 同列不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著
Note: Different lowercases in the same column indicated significant differences at 0.05 level

3 讨论

基质不仅能为作物提供稳定协调的水、气、肥的生长介质 还有充当养分、水分“中转站”的作用^[13]。理想的基质容重为 0.1~0.8 g/cm³, 总孔隙度为 60%~96%, EC 值为 0.75~3.50 mS/cm^[8]。该研究应用发酵的食用菌渣混配的基质均在理想基质标准范围内 符合草莓的基质栽培要求, 但考虑到成本问题, 该研究选用了 C₃ 方案。

基质栽培可有效地减少农药、化肥用量, 解决设施栽培中连作土壤病害及土壤盐渍化等问题, 利于作物的生长发育、果实产量和品质的提高, 其优势远高于土壤栽培^[14]。对 3 种栽培模式对草莓果实品质影响的研究表明, 无土栽培生产的草莓果实品质最优^[15], 这与该研究结果相符。C₃ 配方的基质在其他作物栽培上的效果有待进一步研究。

通过试验比较得出 结合栽培基质的理化性质及经济成本, 确定发酵的食用菌渣:草炭:珍珠岩=5:1:4(C₃) 为最佳混配体积比。用其与草炭:珍珠岩=1:1(CK) 进行草莓生产性栽培试验 结果表明与 CK 相比, 该混配基质不仅可以改善草莓的生长状况、提高产量及果实品质, 还可以有效降低成本, 获得良好的栽培效果。

参考文献

[1] 陈杉艳 罗志伟 万红 等.4 个北京草莓品种在昆明宜良露地栽培比较

试验[J]. 中国园艺文摘 2017 33(7):7-8 28.
[2] 王娟. 草莓无土栽培适宜品种与栽培基质筛选评价[D]. 北京: 中国农业科学院 2014.
[3] 李谦盛, 卜崇兴, 张艳琴. 菇渣发酵园艺基质的理化性状和应用效果[J]. 中国土壤与肥料 2006(5):56-58.
[4] 严玲 姜庆 王芳. 食用菌菌渣循环利用模式剖析: 以成都市金堂县为例[J]. 中国农学通报 2011 27(14):94-99.
[5] CHONG C, CLINE R A, RINKER D L. Bark-and peat-amended spent mushroom compost for containerized culture of shrubs [J]. HortScience, 1994 29(7):781-784.
[6] SCHMILEWSKI G K. Quality control and use of composted organic wastes as components of growing media in the Federal Republic of Germany [J]. Acta horticulturae 1991 294:89-98.
[7] 鲍士旦. 土壤化学分析[M]. 3 版. 北京: 中国农业出版社 2000.
[8] 连兆煌, 李式军. 无土栽培原理与技术[M]. 北京: 中国农业出版社 1994.
[9] 张宁. 不同配比基质对草莓开花结果和果实品质的影响[J]. 安徽农业科学 2011 39(26):15876-15877 15881.
[10] 孙升学 席小祥. 草莓无土栽培基质筛选研究[J]. 现代农业科技 2013 (5):96-97.
[11] 中国国家标准化管理委员会. 食品中总酸的测定: GB/T 12456—2008 [S]. 北京: 中国标准出版社 2008.
[12] 莫熙礼. 辣椒白粉病的诱导抗病性研究[D]. 贵阳: 贵州大学 2008.
[13] 田吉林 汪寅虎. 设施无土栽培基质的研究现状、存在问题与展望(综述) [J]. 上海农业学报 2000 16(4):87-92.
[14] 汪小利 王震星 张卫华. 草莓无土栽培及营养液配方研究进展[J]. 天津农业科学 2017 23(6):83-86.
[15] 朱子龙. 草莓无土栽培方式及基质研究[D]. 泰安: 山东农业大学 2008.

科技论文写作规范——作者

论文署名一般不超过 5 个。中国人姓名的英文名采用汉语拼音拼写, 姓氏字母与名字的首字母分别大写; 外国人姓名、名字缩写可不加缩写点。