

陈月红,黄莹,林久军,等. 基质中添加不同量发酵菜粕对草莓品质和产量的影响[J]. 江苏农业科学,2023,51(24):141-146.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2023.24.019

基质中添加不同量发酵菜粕对草莓品质和产量的影响

陈月红¹,黄莹¹,林久军¹,曹荣祥¹,唐泉¹,蒋立奔¹,何娟²,郭成宝¹

(1. 江苏丘陵地区南京农业科学研究所,江苏南京 210046; 2. 江苏省南京市栖霞区农业综合行政执法大队,江苏南京 210046)

摘要:在配比为草炭:蛭石:珍珠岩=4:1:1的基质中添加不同量发酵菜粕,按照体积比分别添加4%、8%、12%、16%的量,以不添加发酵菜粕的基质为对照(CK),研究其对宁玉草莓品质和产量的影响。结果表明,基质中发酵菜粕添加量为4%条件下草莓植株长势最优,果实采收最早,但果实品质和产量低于添加量8%和添加量12%;而8%添加量条件下草莓在12月至翌年3月果实可溶性固形物含量最高、产量也高,4—5月果实可溶性固形物含量降低、产量也降低;12%添加量条件下生长草莓果实产量最高;16%条件下生长草莓果实在12月至翌年3月果实可溶性固形物含量和产量较低,4—5月果实可溶性固形物含量最高。基质中添加适量发酵菜粕可显著提高草莓果实中果糖、蔗糖含量,产量也显著增加;发酵菜粕添加过量果实总酸含量高、果糖含量降低,产量也降低。结合草莓品质、产量和市场价格等因素,选择基质中添加8%的发酵菜粕最为适宜。

关键词:草莓;发酵菜粕;品质;产量;生物学特性;产值

中图分类号:S668.404 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2023)24-0141-06

草莓产业以生产周期短、见效快等优势成为农业增效、农民增收的特色产业。江苏省设施草莓栽培面积由2015年的1.87万hm²增加为2019年的

2.15万hm²^[1],增速明显。

党的二十大报告强调:推动绿色发展,促进人与自然和谐共生。江苏省地处长三角经济地区,草莓产业发展正逐步实现绿色生产、健康消费的产业新发展模式^[1]。推进化肥与化学农药“两减”工作筑牢了农业发展绿色基底^[2]。施用有机肥在品质^[3-5]和抗病性^[3]等方面显著优于单施化肥。合理施用菜籽饼肥,可以增加烟叶香气物质成分总含量,提高烟叶品质^[6-7],可以增加土壤微生物活

收稿日期:2022-11-07

基金项目:江苏省亚夫科技服务项目[编号:KF(21)2015]。

作者简介:陈月红(1975—),女,江苏盐城人,硕士,副研究员,主要从事园艺植物栽培研究。E-mail:cyh2007104026@163.com。

通信作者:郭成宝,硕士,研究员,主要从事园艺植物研究。E-mail:gchengbao@163.com。

[15]侯振安,李品芳,龚元石. 盐渍条件下苜蓿和羊草生长与营养吸收的比较研究[J]. 草业学报,2000,9(4):68-73.

[16]康文钦,娜荷雅,张子义,等. NaCl胁迫对燕麦与小麦幼苗生长及其营养吸收的影响[J]. 华北农学报,2010,25(3):97-101.

[17]张科,张道远,王雷,等. 自然生境下盐角草的离子吸收-运输特征[J]. 干旱区研究,2007,24(4):480-486.

[18]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,2000:130-137.

[19]张兆辉,汪李平,王林,等. 外源氯对西瓜幼苗生长及离子分配的影响[J]. 华中农业大学学报,2009,28(3):316-319.

[20]吴欣明,王运琦,刘建宁,等. 羊茅属植物耐盐性评价及其对盐胁迫的生理反应[J]. 草业学报,2007,16(6):67-73.

[21]李秧秧,刘文兆. 灌水对小麦旗叶光合功能衰退的影响[J]. 西北植物学报,2001,21(1):75-80.

[22]胡小婉. 氯对油菜生长与营养吸收利用的效应及其机制[D]. 南京:南京农业大学,2013:13-29.

[23]肖丽,孙宁波,隋方功. 氯对白菜幼苗的生长及养分吸收的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2008,14(3):608-612.

[24]金安世,郭鹏程,张秀英. 氯对作物养分离子吸收与酶活性的影响[J]. 土壤通报,1993,24(1):35-36.

[25]卢红霞. 氯(Cl⁻)对马铃薯的某些生理效应及对土壤中氮肥行为的影响[D]. 杭州:浙江大学,2001.

[26]刘正祥,张华新,杨秀艳,等. 植物对氯化钠和硫酸钠胁迫生理响应研究进展[J]. 世界林业研究,2015,28(4):17-23.

[27]冯婵莹,郑成洋,田地. 氮添加对森林植物磷含量的影响及其机制[J]. 植物生态学报,2019,43(3):185-196.

[28]王德清,郭鹏程,董翔云. 氯对作物毒害作用的研究[J]. 土壤通报,1990,21(6):258-261.

[29]林瑞余,梁元元,蔡碧琼,等. 不同品种水稻产量形成过程的养分积累与分配特征研究[J]. 中国生态农业学报,2007,15(5):139-146.

[30]Adams P, Thomas J C, Vernon D M, et al. Distinct cellular and organismic responses to salt stress[J]. Plant and Cell Physiology, 1992,33(8):1215-1223.

[31]Greenway H, Munns R. Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes[J]. Annual Review of Plant Physiology, 1980,31:149-190.

性^[8],菜粕堆肥作为一种优质的外源添加氨基酸措施,具有碳源活性高、氮素有效性高等特性^[9]。因此,本试验以基质中添加不同量发酵菜粕,探求最佳的配比比例,提高草莓品质和产量,以期为有机肥替代化肥施用提供技术支持。

1 材料与方法

1.1 草莓品种与方法

供试草莓品种为宁玉。试验 1 在江苏省南京市江宁区禄口镇铜山街道金陵绿谷现代农业科技示范园的玻璃温室内。试验采用盆栽,盆钵规格为 45 cm×20 cm×15 cm,基质配比为草炭:蛭石:珍珠岩=4:1:1,其理化性质为 pH 值 4.88,EC 值 532 μS/cm,有机质含量 14.71 g/kg,水解氮含量 0.91‰,速效磷含量 0.99‰,速效钾含量 1.38‰,基质中添加发酵菜粕^[10],按照体积比分别添加 4% (处理 A)、8% (处理 B)、12% (处理 C)、16% (处理 D)的量(发酵前后菜粕理化性质见表 1,游离氨基

酸含量见表 2),以不添加菜粕的基质为对照(CK)。采用滴灌给水,2015 年 9 月 10 日定植草莓苗,缓苗后用山崎草莓营养液配方[Ca(NO₃)₂·4H₂O 236 mg;KNO₃ 303 mg;NH₄H₂PO₃ 57 mg;MgSO₄·7H₂O 123 mg]施肥,每 4 周施用 1 次,共计施肥 8 次。植株进行正常管理。

试验 2 在江苏省南京市栖霞区仙林现代农业科技示范园的玻璃温室内进行。试验采用高架栽培,栽培架高 80 cm,栽培槽深度为 30 cm,宽度为 30 cm,基质配比为草炭:蛭石:珍珠岩=4:1:1,基质中添加体积比为 8% 的发酵菜粕(处理 A1),以不添加发酵菜粕的基质为对照(CK0)。2021 年 9 月 10 日选取 5 叶 1 心、整齐一致的草莓苗,以株行距 20 cm×20 cm 双行定植于基质槽中。营养液追施采用复合肥(养分含量为 N 15%、P₂O₅ 15%、K₂O 15%)。处理 A1 供氮总量为 1.5 g/株,CK0 施氮量为 1.5 g/株。试验采用随机区组设计,每个处理种 10 株,重复 3 次。植株进行正常管理。

表 1 发酵前后菜粕理化性质的变化

处理	中值粒径 (μm)	pH 值	EC 值 (mS/cm)	总有机质含量 (%)	全 N 含量 (g/kg)	全 P 含量 (g/kg)	全 K 含量 (g/kg)
发酵前	242.0	5.37	4.45	48.26	104.80	5.48	6.62
发酵后	308.4	5.91	4.77	43.16	67.93	8.37	11.02

表 2 发酵前后菜粕中游离氨基酸含量变化

mg/g							
处理	天门冬氨酸含量	苏氨酸含量	丝氨酸含量	谷氨酸含量	甘氨酸含量	丙氨酸含量	缬氨酸含量
发酵前	0.006	0.006	未检出	0.024	0.005	0.006	未检出
发酵后	0.044	0.054	0.007	0.095	0.021	0.071	0.075
处理	蛋氨酸含量	异亮氨酸含量	亮氨酸含量	酪氨酸含量	苯丙氨酸含量	赖氨酸含量	精氨酸含量
发酵前	0.041	未检出	未检出	0.088	未检出	0.023	0.019
发酵后	0.043	0.06	0.116	0.11	0.152	0.045	0.033

1.2 草莓生物学特性测定

定植 30 d 后分别测量各个处理草莓植株的株高、冠径、叶柄长、叶柄粗、叶长、叶宽、叶面积。测量均按照《草莓种质资源描述规范和数据标准》^[11]进行。叶面积测定参照文献[12]进行。

1.3 草莓物候期统计

记录草莓花序显露期、初花期、盛花期、采收始期。记录方法参照《草莓种质资源描述规范》^[11]。

1.4 草莓品质、产量测定

取样和测定方法均按照《草莓种质资源描述规范》^[11]进行。每月采集样品测定可溶性固形物含量,2016 年 3 月采集果实测定硬度、有机酸、维生素

C、可溶性糖含量。可溶性固形物含量用糖度计(LB20T 型)测定;果实硬度用数显式水果硬度计 GY-4 测定;有机酸含量采用 NaOH 滴定法测定;维生素 C 含量用紫外比色法测定;可溶性总糖、果糖、葡萄糖、蔗糖含量测定参照蒽酮比色法并做改进。用 105 ℃下烘干 2 h 后的蔗糖、葡萄糖和果糖配成标准糖工作液作标准曲线计算糖含量。

1.5 草莓产值计算

草莓产值=Σ(月产量×每月草莓批发价格)。每月草莓批发价格以农业农村部市场与信息化司的全国重点农产品市场信息平台发布的数据为准。

1.6 数据处理

用 Excel 对有关数据进行分析,数据均以平均值表示;使用 SPSS 13.0 进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 基质中添加不同量发酵菜粕对草莓植株生物学特性的影响

由表 3 可以看出,试验 1 处理 B 生长植株株高最高,显著高于其他 4 个处理;处理 A、处理 C 生长植株株高之间无显著差异,但显著高于 CK 和处理 D;处理 D 和 CK 条件下生长植株株高之间无显著差异。

处理 B 生长植株冠径和处理 A 差异不显著,但显著高于其余处理;处理 A 和处理 C 生长植株冠径之间差异不显著,但显著高于 CK、处理 D;处理 D 和 CK 条件下生长植株冠径之间无显著差异。

处理 A 和处理 B 生长植株叶长、叶宽、叶面积之间无显著差异,但显著高于其他 3 个处理;处理 C 生长植株叶长、叶宽、叶面积显著高于 CK、处理 D;处理 D 生长植株叶长、叶宽、叶面积显著低于 CK。

处理 A 和处理 B 生长植株叶柄长之间无显著差异,但显著高于其他 3 个处理;处理 C 生长植株叶柄长显著高于 CK 和处理 D;处理 D 生长植株叶柄长与 CK 无显著差异。

处理 A 生长植株叶柄粗最粗,显著高于其他 4 个处理;处理 B 生长植株叶柄粗显著大于 CK、处理 C 和处理 D;处理 C 和 CK 条件下生长植株叶柄粗之间无显著差异,但显著大于处理 D。

由此表明,处理 A、处理 B 生长植株长势最优,其次为处理 C,均优于 CK,处理 D 生长植株长势最差。

表 3 基质中添加不同量发酵菜粕对草莓植株生物学特性的影响

处理	株高 (cm)	冠径 (cm)	叶长 (cm)	叶宽 (cm)	叶面积 (cm ²)	叶柄长 (cm)	叶柄粗 (mm)
CK	10.57 ± 1.03c	24.65 ± 0.76c	6.37 ± 0.05c	6.37 ± 0.12c	40.58 ± 0.99c	6.39 ± 0.20c	3.37 ± 0.16c
A	13.02 ± 0.10b	28.69 ± 0.10ab	7.54 ± 0.13a	7.34 ± 0.21a	55.38 ± 2.46a	8.73 ± 0.23a	3.91 ± 0.10a
B	14.89 ± 0.28a	30.53 ± 1.32a	7.37 ± 0.25a	7.15 ± 0.26a	52.74 ± 3.73a	9.04 ± 0.24a	3.58 ± 0.08b
C	12.53 ± 0.66b	28.23 ± 1.31b	6.94 ± 0.06b	6.71 ± 0.05b	46.57 ± 0.65b	7.71 ± 0.50b	3.33 ± 0.10c
D	10.71 ± 0.58c	24.40 ± 0.46c	6.07 ± 0.07d	5.87 ± 0.12d	35.60 ± 0.35d	6.21 ± 0.30c	2.94 ± 0.04d

注:同列数据后不同小写字母表示处理间差异显著(P<0.05)。表 5、表 6、表 9 同。

2.2 基质中添加不同量发酵菜粕对草莓植株物候期的影响

由表 4 可以看出,处理 A 和处理 B 生长植株花序显露期、初花期较早,其次为处理 C,处理 D 和 CK 条件下生长植株花序显露期、初花期最晚;处理 B

和处理 C 生长植株盛花期较早,其次为处理 A 和处理 D,CK 条件下生长植株盛花期最晚;处理 A 生长植株采收始期最早,其次为处理 B,处理 C、处理 D 和 CK 条件下生长植株采收始期较晚。

表 4 基质中添加不同量发酵菜粕对草莓植株物候期的影响

处理	花序显露期 (年-月-日)	初花期 (年-月-日)	盛花期 (年-月-日)	采收始期 (年-月-日)
CK	2015-10-24	2015-11-01	2015-11-20	2015-12-14
A	2015-10-18	2015-10-26	2015-11-05	2015-12-10
B	2015-10-16	2015-10-23	2015-11-01	2015-12-12
C	2015-10-20	2015-10-29	2015-11-02	2015-12-14
D	2015-10-25	2015-11-01	2015-11-07	2015-12-13

由此表明,处理 A 生长植株采收最早,其次为处理 B,然后为处理 D,均早于处理 C 和 CK。

2.3 基质中添加不同量发酵菜粕对草莓果实品质的影响

由表 5 可以看出,处理 D 生长植株果实总酸含量最高,显著高于其他 4 个处理,处理 A、处理 B、处

理 C 和 CK 条件下生长植株总酸含量无显著差异;处理 C 和 CK 条件下生长植株果实可溶性糖含量最高,显著高于其他 3 个处理,处理 A、处理 B 和处理 D 生长植株可溶性糖含量无显著差异;处理 C 和 CK 条件下生长植株果实糖酸比最高,显著高于其他 3 个处理,处理 A 和处理 B 生长植株糖酸比之间无显

著差异,但显著大于处理 D;处理 B 生长植株果实硬度和 CK 之间差异不显著,但 CK 显著大于其他 3 个处理,处理 B 生长植株果实硬度和处理 A、处理 C、处理 D 差异不显著,处理 A、处理 C、处理 D 之间无显著差异;处理 B 和处理 C 生长植株果实维生素 C

含量较高,显著高于其他 3 个处理,处理 A、处理 D 和 CK 条件下生长植株果实维生素 C 含量之间无显著差异。由此表明,处理 B 生长果实硬度高,维生素 C 含量也高;CK、处理 C 生长果实糖酸比较高,其次为处理 A 和处理 B,处理 D 生长果实糖酸比最低。

表 5 基质中添加不同量发酵菜粕对草莓果实品质的影响

处理	总酸含量 (%)	可溶性糖含量 (%)	糖酸比	果实硬度 (kg/cm ²)	维生素 C 含量 (mg/100 mg)
CK	4.06 ± 0.22b	6.38 ± 0.10a	1.57 ± 0.08a	1.29 ± 0.22a	55.96 ± 0.72b
A	3.85 ± 0.07b	5.48 ± 0.43b	1.42 ± 0.14b	0.93 ± 0.21b	57.21 ± 0.96b
B	3.91 ± 0.11b	5.33 ± 0.22b	1.36 ± 0.05b	0.99 ± 0.16ab	66.10 ± 0.90a
C	4.04 ± 0.15b	6.40 ± 0.14a	1.59 ± 0.06a	0.88 ± 0.12b	65.59 ± 0.70a
D	4.46 ± 0.07a	5.29 ± 0.18b	1.19 ± 0.04c	0.92 ± 0.08b	57.34 ± 1.28b

2.4 基质中添加不同量发酵菜粕对草莓果实可溶性固形物含量的影响

由图 1 可以看出,处理 B 生长植株果实可溶性固形物含量在 12 月至翌年 2 月均为最高,其次为处理 A,2 月 CK 生长植株果实可溶性固形物含量最低;3 月后随着温度的升高,处理 D 生长植株果实可溶性固形物含量升至最高,其次为处理 B,CK 仍较低。由此表明,12 月至翌年 2 月处理 B 生长果实可溶性固形物含量高,3—5 月处理 D 生长果实可溶性固形物含量高。

处理 B 植株果实葡萄糖含量显著高于处理 D。

处理 A 生长植株果实蔗糖含量最高,显著高于其他 4 个处理;处理 D 生长植株果实蔗糖含量显著高于 CK、处理 B 和处理 C。处理 B 生长植株果实蔗糖含量显著高于 CK 和处理 C。CK 和处理 C 生长植株果实蔗糖含量之间无显著差异。

由此表明,处理 C 生长果实果糖含量最高;CK、处理 A 和处理 C 生长果实葡萄糖含量最高;处理 A 生长果实蔗糖含量最高,其次为处理 D,然后为处理 B,显著高于 CK。

表 6 基质中添加不同量发酵菜粕对草莓果实糖积累的影响

处理	含量 (%)		
	果糖	葡萄糖	蔗糖
CK	2.91 ± 0.01b	2.62 ± 0.04a	0.12 ± 0.01d
A	2.85 ± 0.07bc	2.68 ± 0.03a	0.31 ± 0.01a
B	2.75 ± 0.05c	2.44 ± 0.09b	0.19 ± 0.03c
C	3.02 ± 0.09a	2.67 ± 0.06a	0.15 ± 0.03d
D	2.57 ± 0.04d	2.31 ± 0.09c	0.24 ± 0.02b

2.6 基质中添加不同量发酵菜粕对草莓果实单果质量的影响

由图 2 可以看出,处理 D 生长植株果实单果质量在 12 月和翌年 1 月最高,其次为 CK 和处理 C,2 月处理 C 生长植株果实单果质量最高;3—5 月随着温度的升高,CK 和处理 A 生长植株果实单果质量较高。

2.7 基质中添加不同量发酵菜粕对草莓果实单株产量的影响

由表 7 可以看出,12 月处理 A 生长植株果实单株产量最高,其次为处理 B;1 月处理 B 生长植株果

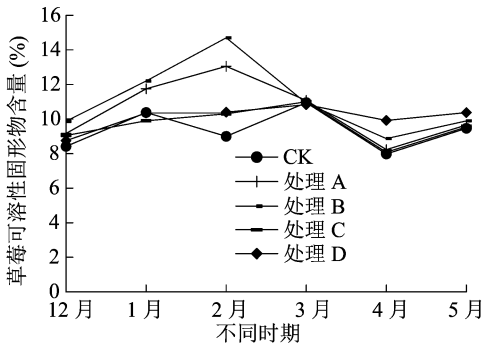


图1 基质中添加不同量发酵菜粕对草莓果实可溶性固形物含量的影响

2.5 基质中添加不同量发酵菜粕对草莓果实糖积累的影响

由表 6 可以看出,试验 2 处理 C 生长植株果实果糖含量最高,显著高于其他 4 个处理;CK 与处理 A 生长植株果实果糖含量差异不显著;处理 B 和处理 A 生长植株果实果糖含量差异不显著,但显著高于处理 D。

处理 A、处理 C 和 CK 条件下生长植株果实葡萄糖含量差异不显著,但显著高于处理 B 和处理 D;

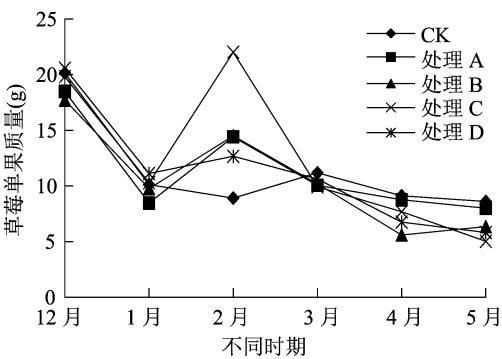


图2 基质中添加不同量发酵菜粕对草莓果实单果质量的影响

表 7 基质中添加不同量发酵菜粕对草莓果实单株产量的影响

处理	单株产量(g)						
	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	合计
CK	8.06	26.61	26.09	46.64	37.24	8.87	153.51
A	41.98	30.38	29.25	69.11	63.34	18.96	253.02
B	37.21	34.11	50.76	97.06	34.27	6.16	259.57
C	35.68	27.05	47.92	94.28	56.93	4.02	265.88
D	29.43	27.03	52.83	87.89	38.67	5.06	240.91

2.8 基质中添加不同量发酵菜粕对草莓果实单株产值的影响

由表 8 可以看出,试验 1 的 12 月处理 A 生长草莓果实收益最高,其次为处理 B;1 月处理 B 生长草莓果实收益最高,其次为处理 A;2 月处理 D 生长草莓果实收益最高,其次为处理 C;3 月处理 B 生长草莓果实收益最高,其次为处理 C;4 月处理 A 生长草莓果实收益最高,其次为处理 C。4 月和 5 月处理 A 生长草莓果实收益最高。在整个生长期中,处理 B 生长草莓果实收益最高,然后依次为 CK、处理 A 和处理 D。由此表明,处理 B 生长草莓果实产值之和最高。

2.9 等氮条件下基质中添加 8% 发酵菜粕对草莓果实单株产量的影响

由表 9 可以看出,试验 2 等氮条件下基质中添加 8% 发酵菜粕的草莓果实单株产量均高于不添加发酵菜粕的 CK0,3 月差异显著。总产量差异达显著水平,添加 8% 发酵菜粕处理较 CK0 每株平均高出 41.73 g。

表 9 等氮条件下基质中添加 8% 发酵菜粕对草莓果实单株产量的影响

处理	单株产量(g)					
	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	合计
CK0	37.45 ± 9.19a	25.70 ± 0.57a	15.78 ± 7.18a	59.68 ± 16.15b	82.88 ± 12.71a	221.49 ± 6.59b
A1	39.05 ± 8.15a	27.02 ± 7.52a	20.53 ± 5.10a	88.00 ± 17.58a	88.62 ± 11.65a	263.22 ± 13.33a

实单株产量最高,其次为处理 A;3 月处理 B 生长植株果实单株产量最高,其次为处理 C;截至 3 月底处理 B 生长植株果实单株产量最高,其次为处理 C;4 月处理 A 生长植株果实单株产量最高,其次为处理 C;5 月处理 A 生长植株果实单株产量最高,其次为 CK。总的以处理 C 生长植株果实单株产量最高,其次为处理 B。由此表明,添加发酵菜粕的基质生长草莓果实产量均高于不添加发酵菜粕的对照处理,添加量为 12% 条件下生长植株果实单株产量最高,其次为 8% 添加量。

表 8 基质中添加不同量发酵菜粕对草莓收益的影响

处理	收益(元/株)						
	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	合计
CK	0.20	0.55	0.46	0.71	0.42	0.01	2.35
A	1.03	0.63	0.52	1.06	0.72	0.25	4.21
B	0.91	0.70	0.90	1.48	0.39	0.07	4.45
C	0.87	0.56	0.84	1.44	0.63	0.04	4.38
D	0.72	0.56	0.93	1.34	0.44	0.05	4.04

3 讨论

本研究草莓生物学特性测定中,基质中添加 4%、8% 发酵菜粕条件下生长植株长势最优,基质中添加量为 4% 条件下生长植株采收最早,其次为 8% 添加量,表明基质中添加 4% 和 8% 发酵菜粕适宜草莓植株生长。姚强等通过田间小区试验,在配方施肥的基础上增施不同量的饼肥,研究认为增施 375 kg/hm² 发酵菜粕肥能显著提高烟叶的产量和产值,其效果优于增施 750 kg/hm² 发酵菜粕肥和不施发酵菜粕的配方施肥^[13],说明添加适量发酵菜粕

有利于植物生长。

刘继培等研究认为,温室草莓追施腐殖酸肥、生物肥、腐殖酸+生物肥的产量均显著高于对照(常规施肥处理),同时能显著降低草莓白粉病、灰霉病、烂果病的发生率,施用腐殖酸+生物肥能显著提高草莓蛋白质、维生素 C 及可溶性糖含量,降低草莓游离酸含量,进而提高了糖酸比,改善了草莓口感^[4]。

于跃跃等研究认为,施用蚯蚓粪可以明显培肥土壤,增加土壤有机质幅度,碱解氮、有效磷含量显著高于对照处理(不施用蚯蚓粪);同时提高了果实可溶性固形物含量和产量,显著降低了硝酸盐含量^[14]。高有机质含量的基质可以促进草莓植株的生长发育,生长草莓植株繁殖子苗数高于对照^[15-16],后期草莓植株仍能保持一定的生长优势,果实产量高,草莓可滴定酸含量较低,可溶性糖含量高,进而提高了糖酸比,改善了草莓品质^[15]。

任小利等研究认为,与单施无机肥处理相比,配施处理上等烟比例提高了 6%~10%。随着菜粕堆肥替代比例的增加,烤烟根表细菌的数量逐渐增加,而真菌数量则呈现先降低后增加的趋势,菜粕堆肥替代无机肥氮的比例为 10%~20% 时,能提高烤烟质量和改善土壤微生物多样性^[9]。

12 月至翌年 2 月基质中发酵菜粕添加量为 8% 条件下生长草莓果实可溶性固形物含量高,3—5 月 16% 发酵菜粕添加量条件下生长草莓果实可溶性固形物含量高。基质中发酵菜粕添加量为 8% 条件下生长草莓果实硬度高,维生素 C 含量也高;CK、12% 发酵菜粕添加量条件下生长草莓果实糖酸比较高,其次为 4% 和 8% 添加量,16% 添加量条件下生长草莓果实糖酸比最低。基质中发酵菜粕添加量为 12% 条件下生长草莓果实果糖含量最高;CK、基质中发酵菜粕添加量为 4% 和 12% 条件下生长草莓果实葡萄糖含量较高,4% 发酵菜粕添加量条件下生长草莓果实蔗糖含量最高,其次为 16% 添加量,然后为 8% 添加量,高于 CK。表明基质中发酵菜粕添加量为 8% 和 16% 条件下生长草莓果实品质最优。基质中添加发酵菜粕有利于改善草莓品质可能与发酵菜粕中高含量的有机质有关。

添加发酵菜粕基质条件下生长的草莓果实产量均高于不添加发酵菜粕的对照处理,添加量为 12% 条件下生长植株果实单株产量最高,其次为 8% 和 4% 添加量。刘红艳等研究认为,加入微生物菌剂的菜籽饼可提早腐熟,相对加快了发酵进程^[10]。菜籽

饼发酵制成生物有机肥施用,明显增加了茶园土壤养分含量,显著提高了茶园的土壤肥力,增加了茶叶产量。任小利等研究认为,菜粕堆肥与无机肥配施后能获得与单施无机肥相近或较高的烤烟产量^[9]。

本研究中发酵菜粕添加量为 8% 条件下生长草莓果实产值之和最高。结合草莓生长特性、品质、产量和市场价格等因素,本试验认为添加 8% 的发酵菜粕最为适宜。

参考文献:

- [1] 田 跃,姚冠新. 江苏省设施果树产业发展现状、问题及对策[J]. 中国果树,2022(3):98-102.
- [2] 实施绿色优质农产品工程,促进农业增效农民增收,农村增绿生态农业“绿”意盎然[EB/OL]. (2022-08-08)[2022-09-08]. [http://www. nanjing. gov. cn/njxx/202208/t20220808 _ 3666282. html](http://www.nanjing.gov.cn/njxx/202208/t20220808_3666282.html)
- [3] 张建军,刘 红,李 霞. 不同有机肥配施对大棚草莓品质及土传病害发生率的影响[J]. 安徽农业大学学报,2013,40(1):65-69.
- [4] 刘继培,刘唯一,周 婕,等. 施用腐殖酸和生物肥对草莓品质、产量及土壤化性状的影响[J]. 农业资源与环境学报,2015,2(32):54-59.
- [5] 苟久兰,李 剑,肖厚军,等. 绿意有机肥在草莓上的施用效果[J]. 贵州农业科学,2007,35(2):67-68.
- [6] 张晓海,杨春江,王绍坤,等. 烤烟施用菜籽饼对烟田土壤后期供氮及烟叶品质的影响[J]. 云南农业大学学报,2004,19(1):95-99.
- [7] 武雪萍,钟秀明,秦艳青,等. 不同种类饼肥与化肥配施对烟叶香气质量的影响[J]. 中国农业科学,2006,39(6):1196-1201.
- [8] 付利波,苏 帆,陈 华,等. 菜籽饼肥不同用量对烤烟产量及质量的影响[J]. 中国生态农业学报,2007,15(6):77-80.
- [9] 任小利,王丽萍,徐大兵,等. 菜粕堆肥与无机肥配施对烤烟产量和品质以及土壤微生物的影响[J]. 南京农业大学学报,2012,35(2):92-98.
- [10] 刘红艳,张亚莲,常硕其,等. 菜籽饼发酵过程中速效养分变化及对茶叶产量与品质的影响[J]. 江西农业学报,2012,24(10):43-45.
- [11] 赵密珍,王桂霞,钱亚明,等. 草莓种质资源描述规范和数据标准[M]. 北京:中国农业出版社,2006:16-18,28-30.
- [12] 陈秀娟,陈卫平,糜 林,等. 南方草莓叶面积计算方法的研究[J]. 中国农学通报,2009,25(14):190-193.
- [13] 姚 强,向鹏华,颜成生,等. 饼肥不同施用量对烟叶产质量的影响试验[J]. 湖南农业科学,2012(10):17-18.
- [14] 于跃跃,王胜涛,金 强,等. 施用蚯蚓粪对草莓生长和土壤肥力的影响[J]. 中国农学通报,2014,30(7):219-223.
- [15] 陈月红,童晓利,曹荣祥,等. 不同草炭配制基质对草莓高架育苗的影响[J]. 江苏农业科学,2016,44(11):186-188.
- [16] 童晓利,陈月红,郭成宝,等. 草醋液对草莓生物学特性及果实品质的影响[J]. 江苏农业科学,2012,40(10):165-167.