

不同农业废弃物配比基质对设施薄皮甜瓜生长、品质和产量的影响

李耀霞, 张晓霞, 肖正璐, 秦一统, 南炳东, 李 欣

(庆阳市农业科学研究院 甘肃庆阳 745000)

摘要:为获得最适薄皮甜瓜栽培的基质配方,以薄皮甜瓜星甜二十号为试验材料,采用9种基质配方,探究不同农业废弃物配比处理基质的理化性质及其对薄皮甜瓜生长、品质和产量的影响。结果表明,基质理化性质中高比例的菌渣及牛粪羊粪体积比为2:1时全氮、全磷、有机质、碱解氮含量较高,能促进作物生长,9种不同基质配方栽培的薄皮甜瓜中,TP7处理表现出良好的长势,果实纵径和横径、可溶性固体含量、产量最高,其次是TP5处理,TP7处理的产量较CK显著提高了18.90%,TP5处理较CK显著提高了6.71%。综上,TP7(香菇菌渣、玉米秸秆、牛粪、羊粪、炉灰体积比为4:1:2:1:2)或TP5(香菇菌渣、玉米秸秆、牛粪、羊粪、炉灰体积比为3:2:2:1:2)处理的混配基质,能有效提高薄皮甜瓜的果实品质及产量,实现农牧菌废弃物资源的循环利用。

关键词:薄皮甜瓜; 废弃物; 基质栽培; 基质配比

中图分类号:S652

文献标志码:A

文章编号:1673-2871(2026)02-089-06

Effects of different agricultural waste ratio substrates on growth, quality and yield of oriental melon in greenhouse

LI Yaoxia, ZHANG Xiaoxia, XIAO Zhenglu, QIN Yitong, NAN Bingdong, LI Xin

(Qingyang Academy of Agricultural Sciences, Qingyang 745000, Gansu, China)

Abstract: In order to obtain the optimal substrate formula for the cultivation of oriental melon, the oriental melon Xingtian No. 20 was used as the experimental material, and 9 kinds of substrate formulas were used to explore the physical and chemical properties of substrates with different agricultural waste ratio and their effects on the growth, quality and yield of oriental melon. The results showed that substrate physicochemical properties of total nitrogen, total phosphorus, organic matter and alkali-hydrolyzable nitrogen content were high when the ratio of mushroom residue to cow dung and sheep manure was 2:1, which promoted the growth of crops. The oriental melon cultivated in 9 different matrix formulas showed good growth vigor with TP7 treatment (the volume ratio of mushroom residue, corn straw, cow dung, sheep manure and furnace ash is 4:1:2:1:2), and the fruit vertical and horizontal diameter, soluble solids content and yield were the highest, followed by TP5 treatment (the volume ratio of mushroom residue, corn straw, cow dung, sheep manure and furnace ash is 3:2:2:1:2). The yield of TP7 treatment was 18.90% higher than that of CK, and TP5 treatment was 6.71% higher than that of CK. In summary, the mixed substrates treated with TP7 or TP5 can effectively improve the fruit quality of melon, increase the yield, and realize the recycling of agricultural and animal husbandry waste resources.

Key words: Oriental melon; Waste; Substrate cultivation; Matrix ratio

2021年以来,庆阳市主动顺应农业绿色发展政策导向,创新实践“三元双向”循环农业模式,即以种植业、养殖业、菌业产生的废弃物作为资源在三个产业之间双向闭合循环利用的绿色生态农业模

式,推动形成种养菌产业双向互促、废弃物资源循环利用、农业面源污染有效治理、特色产业延链增效的绿色低碳发展模式。该模式在种植业方面极大地推进了秸秆、菌渣、畜禽粪便等农牧菌废弃物

收稿日期:2025-05-28;修回日期:2025-07-31

基金项目:甘肃省重点研发计划-农业类(23YFNM0001);甘肃省陇原青年英才

作者简介:李耀霞,女,农艺师,主要从事设施瓜菜育种及栽培技术研究。E-mail:2503184280@qq.com

通信作者:肖正璐,男,正高级农艺师,主要从事设施瓜菜育种及栽培技术研究。E-mail:2470464106@qq.com

南炳东,男,高级农艺师,主要从事瓜菜育种及栽培技术研究。E-mail:nanbingdong@163.com

的基质化利用,为庆阳市基质栽培的发展提供保障,促进经济效益与生态效益的双重提高^[1]。

基质可以为作物提供更为精准和可控的生长环境^[2],从而在非土壤环境中实现高效优质的作物生产^[3]。近年来,农业废弃物基质化利用成为研究的热点,发现其在作物育苗方面效果显著^[4-9],尤其在基质栽培茄果类方面的提质增效更为明显^[10-12]。但是不同地区的农业废弃物特性及不同配比,导致其配制的复合基质效果存在差异^[13],影响栽培作物的生长。因此,在实际生产中,选择因地制宜、成本低、营养丰富且栽培效果佳、便于获取、不污染环境的基质是推广相关模式的关键^[14]。

笔者利用庆阳资源优势,通过选用菌渣、玉米秸秆、牛粪、羊粪等农牧菌废弃物及炉灰混合,设置不同基质配比,以薄皮甜瓜品种星甜二十号为材料,研究不同基质配比的理化性质及其对薄皮甜瓜品质、产量等指标的影响,以期获得最适合设施薄皮甜瓜栽培的基质配方,为设施薄皮甜瓜无土栽培基质配方优化及优质生产提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

供试的甜瓜品种为星甜二十号,由河北双星种业股份有限公司选育,该品种耐低温、抗逆性强、植

株长势健壮、雌花多、易结果、品质佳、商品性佳。供试的牛粪、羊粪均来自于当地养殖场;作物秸秆选用温泉科研基地周边农户种植收获后粉碎的玉米秸秆;菌渣选用合水县鑫旭食用菌有限公司的香菇菇渣;无机质选用甘肃震建热力有限公司烧锅炉产生的炉灰。腐熟剂选用洛阳欧克生物科技有限公司生产的秸秆腐熟剂,按照2019年9月1日实施的《畜禽粪污堆肥技术规范》(NY/T 3442—2019)^[15]所要求的技术标准发酵备用。本试验选择槽式栽培,从河北石家庄尚丰立体种植槽厂购买PVC材质种植槽,种植槽上宽30 cm、下宽19 cm、高20 cm、长3 m,槽间距70 cm,种植槽北高南低略有斜度,南侧留有排水孔以防积水沤根。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 试验于2024年2—7月在庆阳市农业科学研究院温泉科研基地东2#温室中实施。温室长60 m,宽8 m,种植面积408 m²。通过文献查阅,按体积比设置8个栽培基质配比,以宁夏中青农业科技有限公司生产的纯栽培基质为对照(CK)。试验采用随机区组设计,栽培基质配比(TP1~TP8)及对照相互组合,共9个组合,每种植槽设置为1个小区,小区面积2.4 m²,3次重复。基质配比详见表1。

1.2.2 发酵处理 采用槽式堆肥发酵,将菌渣、玉

表1 不同处理基质配比
Table 1 Matrix ratio of different treatments

处理 Treatment	栽培基质 Culture substrate	香菇菇渣 Mushroom residue	玉米秸秆 Corn straw	牛粪 Cow dung	羊粪 Sheep dung	炉灰 Furnace ash
TP1	0	4	1	3	0	2
TP2	0	4	1	0	3	2
TP3	0	3	2	3	0	2
TP4	0	3	2	0	3	2
TP5	0	3	2	2	1	2
TP6	0	3	2	1	2	2
TP7	0	4	1	2	1	2
TP8	0	4	1	1	2	2
CK	10	0	0	0	0	0

米秸秆粉碎,与选用的羊粪、牛粪、炉灰等按试验设置的配比混合搅拌,搅拌均匀后铺设到种植槽。种植槽底部铺设无纺布便于积水排出。发酵过程保持发酵温度控制在55~65 °C,在早晨进行棚室通风并为槽内基质补水,保持发酵物料的水分含量(w ,后同)在60%~65%,然后密闭棚室继续发酵,待物料全部呈黑色、手感柔软且易碎时晾干后即可使用。

1.2.3 栽培管理 每槽铺设1条滴孔间距30 cm的滴灌带,并与过滤器、水肥一体化设施等连接。采用72孔穴盘育苗,待3叶1心时进行移栽,株距30 cm,采用主干整枝和常规的病虫害防治方法及统一的水肥管理。

1.3 指标测定

1.3.1 基质理化性质测定 发酵完成后,对每个处

理的复配基质采样,每个处理重复3次。采用杭州绿博LT-EC-pH土壤速测仪测定基质pH和EC值;采用半微量开氏法测定全氮含量^[16];采用氢氧化钠碱熔-钼锑抗比色法测定全磷含量^[17];采用氢氟酸消解法-火焰光度法测定全钾含量^[18];采用重铬酸钾容量法-外加热法测定有机质含量^[19];参照赵雄等^[20]的碱解扩散法测定碱解氮含量;利用上海极威生物科技有限公司生产的试剂盒(YX-W-B919/B912/A810)采用分光光度计法测定速效磷、速效钾、硝态氮含量。

1.3.2 生长指标测定 定植后10 d,每小区任意选取10株每10 d测定1次株高和茎粗,3次重复,株高用钢卷尺测量从地面到顶端生长点的距离,茎粗用游标卡尺在第一节位上部1 cm处测定。在整个结果期对各处理的甜瓜进行累计测产,包括果数和单果质量,折合成667 m²产量。

1.3.3 果实品质测定 在盛果期每个处理取3个成熟的果实,3次重复。参照NY/T1278—2007^[21]蔬菜及其制品中可溶性固体物含量的测定方法,采用数字折射仪测定可溶性固体物含量,采用游标卡尺

测量果实横径、纵径,果形指数=果实纵径/果实横径。

1.4 数据分析

采用Microsoft Excel 2019软件处理试验数据和绘图,采用SPSS19.0软件进行统计分析,采用Duncan法进行差异显著性检验。

2 结果与分析

2.1 不同基质配比的理化性质

由表2可知,不同基质配比处理的理化性质存在不同程度的差异。各个配比基质的pH均小于6,在5.4~5.9之间,呈弱酸性;EC方面以TP6处理最高,CK最低。全氮含量方面以TP7处理最高,且与TP4、TP5处理无显著差异,CK与TP4、TP5、TP6、TP7处理呈显著差异,TP6处理的全氮含量最低,显著低于除TP2处理外的其他处理;全磷含量以CK最高,显著高于除TP7处理外的其他处理,TP6处理最低,显著低于其他处理;TP2处理的全钾含量最高,与TP1处理差异不显著,但二者显著高于其他处理,TP6处理的全钾含量最低,显著低于其他处理;速效磷含量以TP3处理最高,且与TP4处

表2 不同基质配比处理的理化性质

Table 2 Physicochemical properties of different matrix ratio treatment

处理 Treatment	pH	EC/(μS·cm ⁻¹)	w(全氮) Total nitrogen content/(g·kg ⁻¹)	w(全磷) Total phosphorus content/%	w(全钾) Total potassium content/(mg·g ⁻¹)
	w(速效磷) Rapidly available phosphorus content/(μg·g ⁻¹)		w(速效钾) Rapidly available potassium content/(mg·g ⁻¹)	w(有机质) Organic matter content/%	w(硝态氮) Nitrate nitrogen content/(mg·kg ⁻¹)
TP1	5.7	1668	1.40±0.05 d	0.16±0.01 c	15.97±0.16 a
TP2	5.6	1442	1.21±0.02 df	0.26±0.01 b	16.45±0.02 a
TP3	5.7	1435	1.34±0.12 de	0.17±0.00 c	12.25±0.49 cd
TP4	5.5	1569	1.78±0.06 a	0.25±0.00 b	12.54±0.73 c
TP5	5.6	1341	1.67±0.01 ab	0.28±0.00 b	12.68±0.47 c
TP6	5.9	1702	1.13±0.08 f	0.11±0.01 d	9.60±0.16 f
TP7	5.4	1293	1.82±0.04 a	0.35±0.00 a	11.70±0.16 d
TP8	5.5	1275	1.57±0.01 bc	0.25±0.01 b	14.30±0.03 b
CK	5.8	1250	1.43±0.09 cd	0.38±0.04 a	13.67±0.02 b
处理 Treatment	w(速效磷) Rapidly available phosphorus content/(μg·g ⁻¹)	w(速效钾) Rapidly available potassium content/(mg·g ⁻¹)	w(有机质) Organic matter content/%	w(硝态氮) Nitrate nitrogen content/(mg·kg ⁻¹)	w(碱解氮) Alkaline hydrolysis nitrogen content/(mg·kg ⁻¹)
TP1	52.20±1.73 c	5.37±0.01 b	3.85±0.01 bc	36.31±3.54 c	84.46±7.37 d
TP2	66.03±0.20 b	4.35±0.16 de	3.46±0.42 cd	55.79±4.31 ab	220.25±25.58 b
TP3	74.34±2.76 a	3.97±0.03 f	3.80±0.00 bc	16.90±0.97 d	184.35±20.77 c
TP4	72.49±0.11 a	3.35±0.07 g	3.92±0.21 abc	62.41±4.57 a	236.48±17.42 b
TP5	54.78±1.84 c	4.22±0.00 e	4.30±0.13 ab	52.85±6.53 ab	277.86±0.22 a
TP6	64.88±4.39 b	4.42±0.01 d	3.17±0.04 d	26.24±3.52 d	187.50±2.08 c
TP7	53.80±0.88 c	5.69±0.04 a	4.43±0.33 a	48.69±0.59 ab	277.04±18.35 a
TP8	50.99±0.21 c	4.73±0.01 c	4.08±0.12 ab	22.66±2.90 d	273.33±4.15 a
CK	43.17±0.23 d	4.27±0.04 e	4.15±0.20 ab	39.03±5.96 c	156.14±8.54 c

注:同列不同小写字母表示在0.05水平差异显著。下同。

Note: Different small letters in the same column indicate significant difference at 0.05 level. The same below.

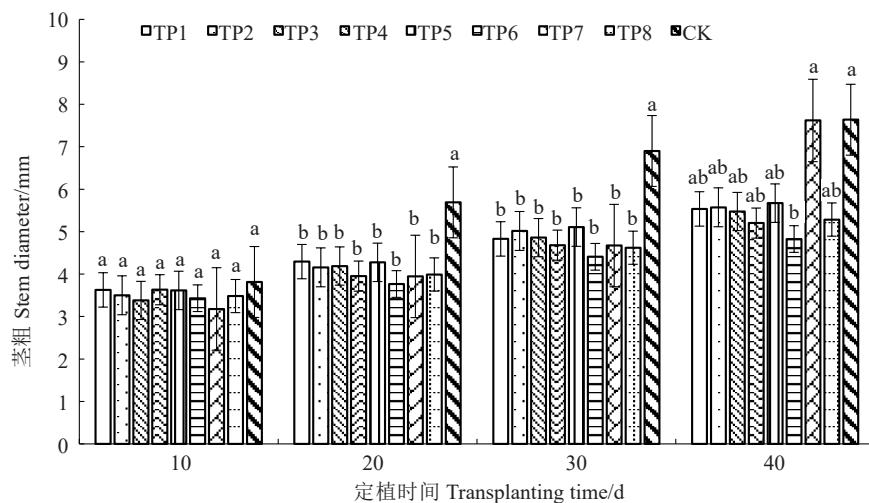
理无显著差异,二者显著高于其他处理,即当菌渣与玉米秸秆比为3:2时,牛羊粪占比为3时,基质速效磷含量最高,CK最低,显著低于其他处理;速效钾含量以TP7处理最高,且与其他处理均存在显著差异,TP4处理最低,显著低于其他处理;有机质含量以TP7处理最高,但与TP4、TP5、TP8处理及CK无显著差异,TP6处理最低,显著低于除TP2处理外的其他处理;硝态氮含量以TP4处理最高,且与TP2、TP5、TP7处理无显著差异,CK与除TP1处理外的其他处理均存在显著差异,TP3处理最低;碱解氮含量以TP5处理最高,其次是TP7、TP8处理,三

者无显著差异,TP1处理最低,显著低于其他处理。

2.2 不同基质配比对薄皮甜瓜茎粗和株高的影响

由图1可知,在薄皮甜瓜发育过程中,同一时间不同配比处理的薄皮甜瓜的茎粗存在差异,且各处理的茎粗均随生长日期的延长而增大。在定植后第10天,各处理间薄皮甜瓜的茎粗并无显著差异;在定植后第20天和30天,CK显著高于其他处理,但其他8个配比处理间无显著差异;在定植后第40天,TP7处理与CK无显著差异,二者显著高于TP6处理,与其他配比处理差异不显著。

由图2可知,4次数据采集的薄皮甜瓜株高均



注:不同小写字母表示同一时间的不同处理在0.05水平差异显著。下同。

Note: Different small letters indicate significant difference among different treatments of the same time at 0.05 level. The same below.

图1 不同基质配比对薄皮甜瓜茎粗的影响

Fig. 1 Effects of different matrix ratios on stem diameter of oriental melon

以CK最高,TP6处理最低。在定植后第10天,CK与TP1、TP4、TP5、TP7处理差异不显著,但显著高于TP2、TP3、TP6、TP8处理;在定植后第20天和30天,CK显著高于其他配比处理,在第20天,除CK外,其他8个配比处理中,以TP7处理最高,其次是TP4、TP5处理,且三个处理间无显著差异,但在第30天,除CK外,其他8个配比处理中,以TP5处理最高,其次是TP7、TP2处理,且三个处理间无显著差异;在定植后第40天,CK与TP2、TP3、TP4、TP7、TP5处理差异不显著。

2.3 不同基质配比对薄皮甜瓜品质的影响

从表3可知,薄皮甜瓜果实边部可溶性固形物含量以TP7处理最高,其次是TP5处理和CK,三个处理间差异不显著,TP6处理最低;果实中心可溶性固形物含量以TP7处理最高,显著高于TP1、TP4、TP6处理,与其他5个处理差异不显著。果实纵径和横径均以TP7处理最高,且与其他8个处理

均呈显著差异,TP6处理的果实纵径和横径最小。CK的果实纵径显著小于TP5和TP7处理,与其他6个处理均无显著差异;CK的果实横径与TP4和TP5处理差异不显著,与其他6个处理均呈显著差异。不同处理的果形指数均无显著差异,也就说明不同基质配比处理对薄皮甜瓜的可溶性固形物含量及果实大小有着不同程度的影响,但对果形无明显影响。

2.4 不同基质配比对薄皮甜瓜产量的影响

从成产因素看,薄皮甜瓜产量主要由单果质量、单株果数、单株产量等因素构成,由于该试验采用的是主干整枝,单株果数统一留有5个瓜,不作分析。从表4可知,TP7处理的单果质量、单株产量和产量均显著高于其他处理,其次是TP5处理,与CK呈显著差异,TP7、TP5处理的单株产量分别达1508.07和1353.40 g·株⁻¹,较CK分别显著提高了18.90%和6.71%,产量分别达4192.44和3762.46 kg·667 m⁻²,较CK分别显著提高了

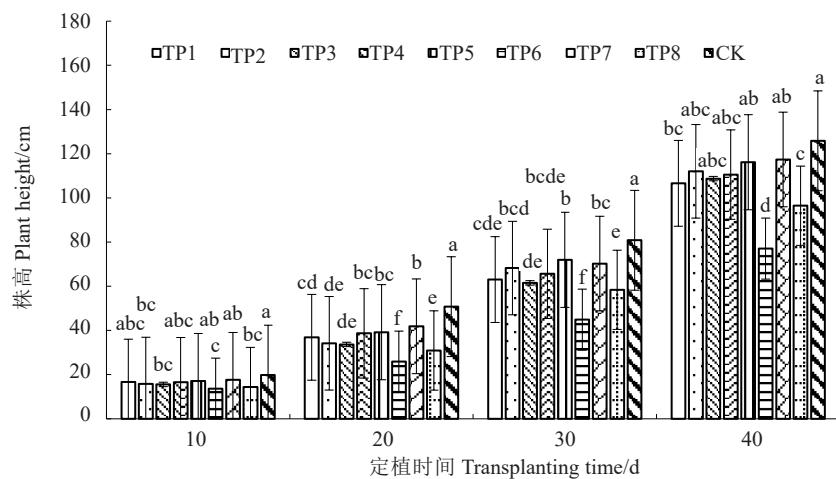


图2 不同基质配比对薄皮甜瓜株高的影响

Fig. 2 Effects of different substrate ratios on the plant height of oriental melon

表3 不同基质配比对薄皮甜瓜品质的影响

Table 3 Effects of different matrix ratios on the quality of oriental melon

处理 Treatment	w(边部可溶性固体) Content of soluble solids at the edge/%	w(中心可溶性固体) Content of soluble solids in the center/%	纵径 Longitudinal diameter/cm	横径 Transverse diameter/cm	果形指数 Fruit shape index
TP1	6.87±0.74 d	12.67±1.86 d	6.93±0.65 bc	8.07±0.21 de	0.86±0.06 a
TP2	7.17±0.21 cd	15.03±0.31 a	6.93±0.35 bc	8.37±0.06 cde	0.83±0.04 a
TP3	7.20±0.36 bcd	14.60±0.44 a	7.00±0.61 bc	8.53±0.67 cde	0.82±0.12 a
TP4	7.10±0.17 abc	13.47±0.40 bcd	6.70±0.46 bc	8.67±0.25 bcd	0.78±0.08 a
TP5	8.40±0.10 a	15.10±0.30 a	7.53±0.46 b	9.00±0.35 bc	0.84±0.08 a
TP6	6.80±0.98 d	12.90±1.46 cd	6.47±0.72 c	7.97±0.32 e	0.81±0.08 a
TP7	8.77±0.42 a	15.43±0.25 a	8.63±0.49 a	9.90±0.36 a	0.88±0.07 a
TP8	7.33±0.15 cd	14.37±0.38 abc	6.47±0.51 c	8.37±0.06 e	0.77±0.06 a
CK	8.23±0.12 ab	14.93±0.23 ab	7.43±0.46 c	9.20±0.50 b	0.81±0.07 a

表4 不同基质配比对薄皮甜瓜产量的影响

Table 4 Effects of different matrix ratios on yield of
oriental melon

处理 Treatment	单果质量 Single fruit mass/g	单株产量 Single plant yield/g	产量 Yield/ (kg·667 m ⁻²)
TP1	216.81±3.43 f	1 084.04±17.17 f	3 013.63±47.73 f
TP2	225.10±3.82 e	1 125.49±19.10 e	3 128.86±53.09 e
TP3	229.59±3.51 e	1 147.96±17.53 e	3 191.34±48.72 e
TP4	245.24±9.33 d	1 226.18±46.64 d	3 408.77±129.65 d
TP5	270.68±3.99 b	1 353.40±19.94 b	3 762.46±55.43 b
TP6	178.67±8.51 g	893.36±42.57 g	2 483.54±118.36 g
TP7	301.61±7.56 a	1 508.07±37.80 a	4 192.44±105.08 a
TP8	243.50±6.63 d	1 217.51±33.14 d	3 384.68±92.13 d
CK	253.66±2.51 c	1 268.30±12.55 c	3 525.88±34.88 c

18.90%和6.71%。

3 讨论与结论

栽培基质是优质高产的关键,合理的基质配比

栽培可为薄皮甜瓜根系创造生长所需的良好根部生态环境^[22],促进植株生长、改善品质并提高产量。近年来,众多学者在无土栽培基质配制方面做了大量研究。柳霖等^[23]研究表明,以黑木耳菌渣为主的栽培基质可提高生菜的品质及产量。滕献有等^[24]研究发现,平菇菌渣能促进大棚厚皮甜瓜的生长,提升果实品质、产量和抗病性。本试验根据庆阳市资源特点,选用价廉易得的菌渣、玉米秸秆、牛粪、羊粪以及炉灰作为复配基质的原料,每种原料成分不同,其肥效也不同,因此不同基质配比会对甜瓜生长发育及品质和产量产生较大影响^[25]。

基质的理化性质决定了复配基质是否可为作物的生长发育提供良好的根际生长环境^[26],复配原料的不同,其基质的基础肥力也各有差异^[27]。本试验对栽培基质的基础肥力指标进行测定,发现各个处理都能满足作物的生长要求,但在菌渣与玉米秸秆占比相同时,牛粪与羊粪不同占比对基质基础肥

力的各个指标含量有所调节,其中CK的全N、全K、速效P、速效K、硝态氮、碱解氮含量并非最高,说明试验所选用的菌渣、玉米秸秆、牛粪、羊粪作为栽培基质原料在一定基础上是可以替代泥炭、椰糠、蛭石等高成本原料。

本试验发现,薄皮甜瓜的茎粗和株高随着生育期的推进而增大,且均以对照最高,但在薄皮甜瓜生长初期茎粗和株高的涨幅变化并不明显,可能是采用的静态槽式发酵方式和基质原料不同,其腐熟程度不一致,导致复合基质中部分原料发酵腐熟并不完全彻底,致使幼苗在生长前期缓苗时间延长。在薄皮甜瓜整个生育期,不同基质配比处理对茎粗的影响并不明显,这与王保平等^[28]的研究结果一致,但在后期TP7处理的茎粗和株高与对照差异不显著。

可溶性固体物含量是衡量果实风味品质和成熟度的指标之一。本试验结果表明,高占比的菌渣以及牛羊粪体积配比为2:1时可有效提高薄皮甜瓜的可溶性固体物含量,牛粪的有机质和养分含量在各种家畜中最低,但羊粪中有机质含量比其他畜粪高,两者按一定比例混合后,适合薄皮甜瓜生长对养分的需求,能有效提升果实品质^[29],其中TP7、TP5处理的可溶性固体物含量高于对照。纵径和横径指标反映薄皮甜瓜果实大小,不同处理的纵径和横径指标各有差异,以TP7、TP5处理的果实纵径和横径大于对照,但果形指数均无显著差异,说明不同配比处理对果实大小有显著影响,但对果形并无明显影响。

在本试验条件下,TP7、TP5处理的薄皮甜瓜单果质量、产量均高于对照,较对照分别显著提高了18.90%和6.79%,进一步说明合理的基质配比能够促进作物生长发育和产量的提高,这与肖守华等^[30]、颉旭等^[31]、滕献有等^[24]的研究结果一致。

综合比较得出,栽培基质以香菇菌渣、玉米秸秆、牛粪、羊粪、炉灰体积比为4:1:2:1:2或香菇菌渣、玉米秸秆、牛粪、羊粪、炉灰体积比为3:2:2:1:2时,能够为薄皮甜瓜的整个生长发育提供良好的水肥环境,在果实品质和产量方面优于对照,可在当地推广应用。

参考文献

- [1] 谢小林,李成江,周莲,等.以废弃羽毛、菌渣为主的基质及其应用效果[J].中国瓜菜,2024,37(6):119-125.
- [2] 邵江涛.设施蔬菜基质栽培技术的具体应用[J].农业工程技术,2024,44(9):70-71.
- [3] RATHOD K D, PATEL A J, CHAKRABORTY B. Strawberry cultivation practices in soil less growing substrates: A review article[J]. International Journal of Chemical Studies, 2021, 9(1): 1253-1256.
- [4] 冯平.不同基质配比对杉木扦插容器苗生长的影响[J].绿色科技,2024,26(17):42-45.
- [5] 郭勤,沈洁,唐山远,等.不同栽培基质对草莓育苗的影响[J].农业装备技术,2025,51(1):31-32.
- [6] 李婧,郁继华,颉建明,等.育苗基质中腐熟牛粪用量对辣椒穴盘苗质量的影响[J].甘肃农业大学学报,2012,47(4):38-42.
- [7] 韩超,常春元,张江鹏,等.发酵菌糠和发酵玉米芯用于叶菜育苗基质的研究[J].北方农业学报,2023,51(6):70-79.
- [8] 孙斌,李嘉琦,王升,等.不同基质栽培对蓝莓生长、产量和品质的影响[J].农业工程技术,2024,44(6):39-41.
- [9] 陈亮,栾倩倩,蔺毅,等.基质栽培模式对温室西瓜生长、产量和品质的影响[J].中国农学通报,2023,39(10):38-44.
- [10] 姜伊婷,邹宇,赵英明,等.香菇菌渣与牛粪复合基质对日光温室袋培番茄生长及前期产量的影响[J].辽宁农业科学,2024(4):75-77.
- [11] 陈耀兵,陈国辉,阮锡春.不同有机基质栽培对黄瓜生长的影响[J].现代农业科技,2018(17):65-66.
- [12] 邹悦,王晓巍,颉建明,等.不同配比基质对辣椒生长及生理代谢的影响[J].甘肃农业大学学报,2021,56(2):98-104.
- [13] 杨俊雪,王冲,石如岳,等.基质栽培对番茄产量和品质影响的Meta分析[J].中国瓜菜,2021,34(6):47-53.
- [14] 李培军.有机肥在不同基质中的营养释放及其对番茄生长的影响[D].北京:中国农业科学院,2008.
- [15] 中华人民共和国农业农村部.畜禽粪污堆肥技术规范:NY/T 3442—2019 [S].北京:中国农业出版社,2019.
- [16] 中华人民共和国农牧渔业部.土壤全氮测定法:NY/T 53—1987[S].北京:中国农业出版社,1987.
- [17] 中华人民共和国农业部.土壤全磷测定法:NY/T 88—1988[S].北京:中国农业出版社,1988.
- [18] 中华人民共和国农业部.土壤全钾测定法:NY/T 87—1988[S].北京:中国农业出版社,1988.
- [19] 中华人民共和国农业部.土壤有机质测定法:NY/T 85—1988 [S].北京:中国农业出版社,1988.
- [20] 赵雄,陈奎.土壤碱解氮传统检测方法的应用及分析条件的优化[J].环境与可持续发展,2017,42(4):125-126.
- [21] 中华人民共和国农业部.蔬菜及其制品中可溶性糖的测定铜还原碘量法:NY/T1278—2007 [S].北京:中国农业出版社,2007.
- [22] 高秀瑞,李冰,张敬敬,等.早春塑料大棚甜瓜简易高效基质无土栽培技术[J].中国瓜菜,2019,32(8):144-146.
- [23] 柳霖,高峰,韩宁,等.基于黑木耳菌渣的生菜栽培基质研究[J].浙江大学学报,2021,47(4):492-506.
- [24] 滕献有,李玉洪,邹虎成,等.平菇菌渣栽培对大棚厚皮甜瓜生长的影响[J].长江蔬菜,2021(14):62-64.
- [25] 胡国智,熊韬,冯炳鑫,等.施肥对甜瓜风味物质的影响[J].干旱地区农业研究,2020,38(2):93-98.
- [26] 杨飞,姚金晓,张志刚,等.有机生态栽培基质配比对生菜生长及品质的影响[J].分子植物育种,2020,18(6):1983-1990.
- [27] 吴科生,车宗贤,卢秉林,等.基于农业废弃物的日光温室茄子栽培基质配方筛选研究[J].寒旱农业科学,2024,3(7):646-649.
- [28] 王保平,周静,史向远,等.不同配比基质对设施甜瓜生长和产量的影响[J].山西农业科学,2019,47(12):2118-2121.
- [29] 成子明,梁明珠.不同基质配方对薄皮甜瓜品质和产量的影响[J].中国农学通报,2023,39(16):25-28.
- [30] 肖守华,赵西,肖真真,等.以椰糠为基质的设施甜瓜无土栽培基质配方筛选[J].山东农业科学,2019,51(1):61-64.
- [31] 颉旭,王新右,赵帆,等.栽培基质配方对日光温室番茄生长及果实品质的影响[J].甘肃农业大学学报,2014,49(4):58-62.