

刘衍晨,白惠敏,乔 鹏,等. 蛭石为主的复合基质对辣椒植株生长发育及产量的影响[J]. 江苏农业科学,2022,50(5):141-145.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2022.05.022

蛭石为主的复合基质对辣椒植株生长发育及产量的影响

刘衍晨^{1,2}, 白惠敏¹, 乔 鹏¹, 徐 诚^{1,2}, 白新慧¹, 张 娟^{1,2}

(1. 塔里木大学植物科学学院, 新疆阿拉尔 843300;

2. 塔里木大学南疆特色果树高效优质栽培与深加工技术国家地方联合工程实验室, 新疆阿拉尔 843300)

摘要:以新疆产蛭石为主,与炉渣、菇渣复配,从而筛选出适合新疆南疆地区温室辣椒生产的基质配方。试验采用随机区组设计,以纯蛭石为对照,共设 5 个处理,对不同基质配方的化学性状及辣椒株高、茎粗、叶面积及果实动态发育进行测定。结果表明: $T_3(V_{\text{蛭石}}:V_{\text{炉渣}}:V_{\text{菇渣}}=2:1:1)$ 处理下辣椒株高与其他处理差异显著, $T_5(V_{\text{蛭石}}:V_{\text{炉渣}}:V_{\text{菇渣}}=4:1:1)$ 处理在茎粗、叶面积、单株果数、单果质量、单株产量、折合产量较其他处理有显著提高且均优于对照。综合辣椒生长及果实品质指标可以得出,在南疆温室条件下,最适宜辣椒生长期栽培的基质配方为 $T_5(V_{\text{蛭石}}:V_{\text{炉渣}}:V_{\text{菇渣}}=4:1:1)$ 。

关键词:蛭石;辣椒;株高;茎粗;单果质量;产量

中图分类号:S641.304

文献标志码:A

文章编号:1002-1302(2022)05-0141-05

基质是一种代替土壤为种植作物提供养分与根际环境材料^[1],富含植物生长所需要的氮(N)、磷(P)、钾(K)、钙(Ca)、镁(Mg)等 12 种元素^[2-3]。目前生产中常用的基质包括草炭、蛭石、炉渣等^[4],其中草炭是不可再生资源,其价格昂贵,是限制它作为基质栽培主材料的主要因素^[5]。而新疆拥有全国最大的蛭石产区,现如今蛭石也大量用作栽培基质,具有吸水性强等特性^[6],如果利用蛭石为主作为辣椒生产栽培基质,可以降低生产成本,提高农民经济收入。

辣椒(*Capsicum annuum* L.)为茄科辣椒属植物,在新疆广泛种植。目前已知无土栽培基质大多使用泥炭、蛭石、菇渣、炉渣、珍珠岩等^[7],这些基质不仅来源广、易获取,而且菇渣和炉渣价格低廉。刘超杰等的研究表明,混配基质中随着蛭石含量的增加^[8],辣椒株高、茎粗^[9]、单株叶面积^[10]和生物量逐步升高,添加保水性能良好的蛭石,有助于辣椒幼苗的生长。复配基质对辣椒纵横径^[11]、单果质量^[12]、单株产量^[13]及产量^[14]的影响不同。

本试验以猪大肠辣椒为试材,以新疆产蛭石为主要基质,复配炉渣、菇渣,以纯蛭石为对照,探究不同基质配比的化学性状以及对辣椒株高、茎粗、叶面积、单果质量、折合产量的影响,旨在筛选出适合南疆地区辣椒温室栽培的基质配方,并为温室基质栽培辣椒提供理论依据和技术支持。

收稿日期:2021-08-20

基金项目:新疆生产建设兵团科技攻关项目(编号:2018BB046)。

作者简介:刘衍晨(1997—),男,新疆哈密人,硕士研究生,主要从事设施栽培研究。E-mail:1847194299@qq.com。

通信作者:张 娟,博士研究生,副教授,研究方向为设施栽培。

E-mail:50237606@qq.com。

[19] Koyuncu M A, İslam A, Küçük M. Fat and fatty acid composition of hazelnut kernels in vacuum packages during storage[J]. Grasas y Aceites, 2005, 56(4): 263-266.

[20] Balta M F, Yanılgaç T, Aşkın M A, et al. Determination of fatty acid compositions, oil contents and some quality traits of hazelnut genetic resources grown in eastern Anatolia of Turkey[J]. Journal of Food Composition and Analysis, 2006, 19(6/7): 681-686.

[21] 常 君, 张潇丹, 王开良, 等. 不同薄壳山核桃无性系种仁氨基酸组成的比较[J]. 经济林研究, 2020, 38(4): 125-133.

[22] 张俊环, 张美玲, 姜凤超, 等. 不同种和品种杏资源种仁中的重要营养成分评价[J]. 中国果树, 2021(2): 49-54.

[23] 王馨雨, 王蓉蓉, 王 婷, 等. 不同品种百合内外鳞片游离氨基酸组成的主成分分析及聚类分析[J]. 食品科学, 2020, 41(12): 211-220.

[24] 莫润宏, 汤富彬, 丁 明, 等. 雷竹笋不同部位的游离氨基酸含量[J]. 浙江农业科学, 2012, 53(7): 961-963.

[25] 刘 伟, 张 群, 李志坚, 等. 不同品种黄花菜游离氨基酸组成的主成分分析及聚类分析[J]. 食品科学, 2019, 40(10): 243-250.

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验于 2020 年 6—11 月在塔里木大学园艺试验站日光温室内进行。试验地地处暖温带(81°17'24"E、40°32'40"N),海拔 984.31 m,年平均太阳总辐射量 559.65 ~ 612.39 kJ/cm²,年日照时数 2 855 ~ 2 967 h。

试验温室坐北朝南,长 21 m、跨度 8 m、脊高 3.2 m。栽培方式为下挖式种植槽,长 5 m、宽 0.3 m、深 0.35 m,槽间距为 0.2 m,单行种植株距 0.25 m,采用膜下滴管进行肥水灌溉。

1.2 试验材料

供试材料为新疆阿克苏市乌什县蛭石(35 目)、菇渣(经发酵处理,25 目)、炉渣(10 目)。以猪大肠辣椒品种为试验对象(新疆杰农种子有限责任公司);肥料使用大量元素水溶肥(大量元素:N + P₂O₅ + K₂O ≥ 60%,微量元素:B + Fe + Mn + Zn = 0.5% ~ 3.0%,上海永通生态工程股份有限公司)。

1.3 试验设计

本试验以猪大肠辣椒为试验对象,以蛭石为基质主要材料,复配炉渣、菇渣,共设 5 个处理:T₁(V_{蛭石}:V_{炉渣}:V_{菇渣} = 1:1:0)、T₂(V_{蛭石}:V_{炉渣}:V_{菇渣} = 2:1:0)、T₃(V_{蛭石}:V_{炉渣}:V_{菇渣} = 2:1:1)、T₄(V_{蛭石}:V_{炉渣}:V_{菇渣} = 3:1:0)、T₅(V_{蛭石}:V_{炉渣}:V_{菇渣} = 4:1:1),以新疆产纯蛭石作为对照(CK, V_{蛭石}:V_{炉渣}:V_{菇渣} = 1:0:0),采用随机区组设计,每个处理 3 次重复;每个重复 1 个栽培槽。采用统一的环境、病虫害防治及肥水管理

1.3 指标测定方法

1.3.1 基质物理及化学指标的测定 容重、总孔隙、通气与持水孔隙、气水比的测定参照文献[15]进行;用 pHs - 3cpH(上海雷磁)测定 pH 值;用

DDS - 307 电导率仪(上海雷磁)测定 EC 值^[16];速效氮含量的测定采用碱解扩散法^[17];速效磷含量的测定采用碳酸氢钠法^[18];速效钾含量的测定采用醋酸铵 - 火焰光度计法^[19];有机质含量测定采用油浴加热重铬酸钾氧化 - 容量法^[20];钙含量、镁含量的测定采用原子吸收分光光度计法^[21]。

1.3.2 辣椒生长形态指标测定 每个处理选取 10 株长势一致的辣椒进行标记,从定植 7 d 开始测量,每 7 d 测 1 次,共测 8 次,分别测量株高、茎粗、叶面积。

株高:用钢卷尺测量从植株基部到植株顶部的距离。

茎粗:游标卡尺测量辣椒子叶下端 1 mm 处。

叶面积:植株从下往上的第 6 张真叶叶面积,用网格法^[22]测定。

1.3.3 辣椒产量测定 从门椒成熟开始采摘,每 15 d 采收 1 次,直到最后全部采收,用游标卡尺测定果实纵横径;用科学计数法计算单株辣椒果实数量;用电子秤测定单果质量及每个小区的产量。

1.4 数据统计与分析

图表数据在 Excel 2016 中进行处理,数据采用 SPSS 26.0 软件进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 不同基质配比物理与化学性质比较

由表 1 可以看出,各处理与 CK 均有显著差异,CK 除容重与 EC 值(分别为 0.21 g/cm³、0.35 mS/cm)最低外,总孔隙、通气孔隙、持水孔隙、气水比与 pH 值均最高,分别为 94.15%、26.74%、67.39%、0.40、8.47。T₁ 处理容重最大,为 0.65 g/cm³,T₃ 处理 EC 值最高,为 1.47 mS/cm。

由表 2 可知,各处理间有机质含量在 1.72% ~ 11.24%,各处理与 CK 相比,均有显著差异,其中 T₂

表 1 不同基质配比物理与化学性质的比较

处理	容重 (g/cm ³)	总孔隙 (%)	通气孔隙 (%)	持水孔隙 (%)	气水比	pH 值	EC 值 (mS/cm)
CK	0.21 ± 0.01e	94.15 ± 0.05a	26.74 ± 0.10a	67.39 ± 0.09a	0.40 ± 0.00a	8.47 ± 0.01a	0.35 ± 0.01f
T ₁	0.65 ± 0.00a	69.34 ± 0.08f	16.67 ± 0.21e	52.57 ± 0.36e	0.32 ± 0.01d	7.31 ± 0.01f	0.58 ± 0.01c
T ₂	0.43 ± 0.00b	81.53 ± 0.26c	21.72 ± 0.06c	59.78 ± 0.29c	0.36 ± 0.00c	7.89 ± 0.01c	0.47 ± 0.01d
T ₃	0.42 ± 0.01c	72.88 ± 0.13e	15.57 ± 0.23f	57.28 ± 0.08d	0.27 ± 0.01e	7.50 ± 0.01e	1.47 ± 0.01a
T ₄	0.36 ± 0.01d	86.43 ± 0.08b	23.62 ± 0.15b	62.41 ± 0.05b	0.38 ± 0.00b	8.17 ± 0.01b	0.43 ± 0.01e
T ₅	0.41 ± 0.01c	78.34 ± 0.03d	18.48 ± 0.36d	59.61 ± 0.29c	0.31 ± 0.01d	7.57 ± 0.01d	1.31 ± 0.01b

注:同列数据后不同小写字母表示处理间差异显著(P < 0.05)。下表同。

表 2 不同基质配比化学性质的比较

处理	有机质含量 (%)	速效氮含量 (mg/kg)	速效磷含量 (mg/kg)	速效钾含量 (mg/kg)	钙含量 (g/kg)	镁含量 (g/kg)
CK	1.72 ± 0.09c	3.97 ± 0.20d	20.55 ± 0.58c	135.72 ± 7.59d	10.34 ± 0.43e	103.57 ± 4.20a
T ₁	10.38 ± 0.32b	11.67 ± 0.88c	10.53 ± 0.26d	457.18 ± 12.45c	26.34 ± 0.26b	19.02 ± 0.43e
T ₂	11.24 ± 0.28a	11.90 ± 0.93c	20.22 ± 0.30c	417.59 ± 16.43c	16.91 ± 0.51c	32.46 ± 0.78d
T ₃	10.96 ± 0.22a	109.78 ± 4.09a	210.39 ± 2.59a	2 513.54 ± 147.50a	47.25 ± 0.65a	14.97 ± 0.24f
T ₄	10.29 ± 0.27b	3.97 ± 0.20d	7.77 ± 0.19d	356.42 ± 9.10c	13.43 ± 0.76d	63.40 ± 1.38c
T ₅	10.01 ± 0.24b	86.10 ± 1.95b	123.44 ± 3.88b	1 600.19 ± 36.32b	12.35 ± 0.93d	91.60 ± 1.59b

处理有机质含量最高,为 11.24%,有机质含量由高到低依次为 T₂ > T₃ > T₁ > T₄ > T₅ > CK。T₃ 处理速效氮、速效磷、速效钾含量均显著高于其他处理,其中速效氮含量为 109.78 mg/kg,速效磷含量为 210.39 mg/kg,速效钾含量为 2 513.54 mg/kg;速效氮含量最低的处理为 CK 与 T₄,均为 3.97 mg/kg,速效磷含量最低的为 T₄ 处理(7.77 mg/kg),速效钾含量最低的为 CK(135.72 mg/kg)。钙含量最高的为 T₃ 处理(47.25 g/kg),CK 最低(10.34 g/kg);镁含量最高的为 CK(103.57 g/kg),T₃ 处理最低(14.97 g/kg)。

2.2 不同基质配比对辣椒生长形态指标的影响

2.2.1 不同基质配比对辣椒株高、茎粗的影响 由图 1、图 2 可知,定植后 7~56 d,随着生长时间的延

长,辣椒的株高、茎粗均呈现“S”形生长曲线,定植后 7~35 d 辣椒生长迅速,其后生长趋于平缓。由图 1 可见,T₃、T₅ 与 CK 处理辣椒株高的生长速率明显高于 T₁、T₂ 与 T₄ 处理。在 56 d 时 T₃ 处理株高达到最高,为 60.34 cm,T₅ 处理次之,为 55.83 cm,T₄ 处理生长速率最低,株高仅为 36.13 cm。由图 2 可见,T₅、T₃ 与 CK 处理的茎粗生长速率也均高于 T₁、T₂ 与 T₄ 处理,其中 T₅ 处理茎粗的增长幅度最大。在 56 d 时,T₅ 处理最粗,为 10.70 mm,T₄ 处理最细,为 6.65 mm。综上所述,T₃ 处理有利于促进辣椒株高的生长,T₅ 处理有利于促进辣椒茎粗的生长。

2.2.2 不同基质配比对辣椒叶片生长的影响 由图 3 可见,定植后 7~56 d,辣椒叶面积前期生长缓慢,定植 42 d 后开始迅速生长。定植 56 d 时 T₅ 处

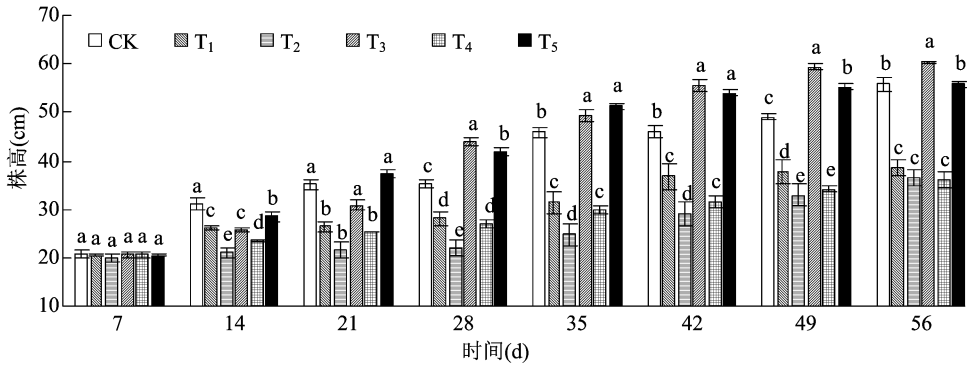


图1 不同基质配比对辣椒株高的影响

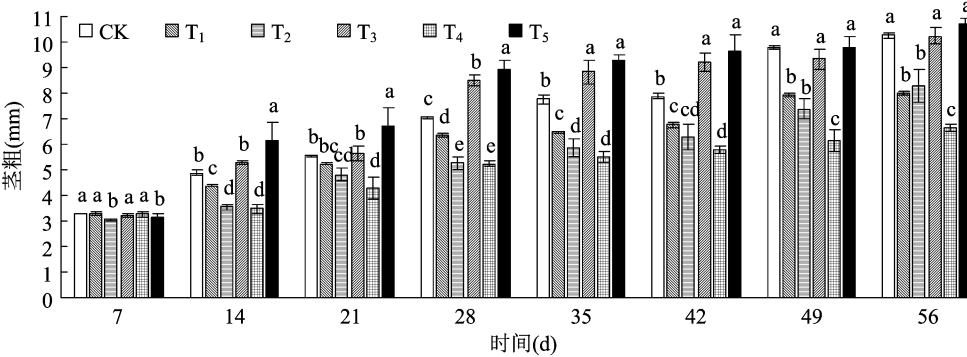


图2 不同基质配比对辣椒茎粗的影响

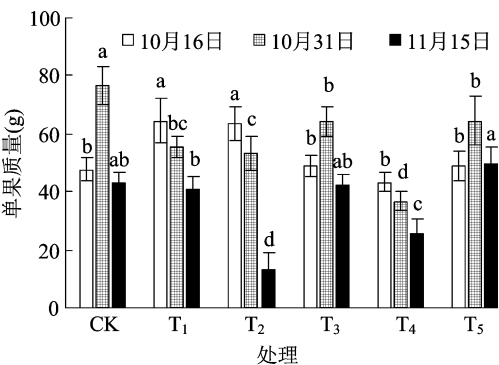


图3 不同基质配比对果实单果质量的影响

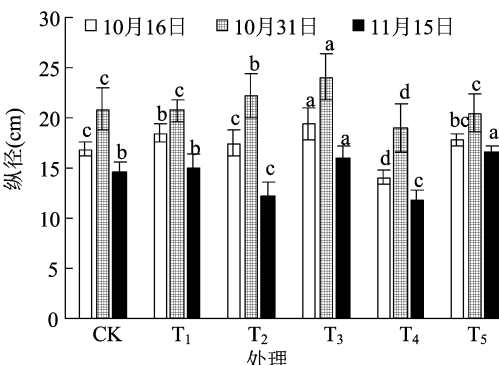


图4 不同基质配比对果实纵径的影响

理的叶面积最大,为 98.49 cm²,与其他处理组均有显著差异。叶面积由高到低为 T₅ > CK > T₃ > T₂ > T₁ > T₄。表明 T₅ 处理有利于促进辣椒叶片的生长。

2.3 不同基质比对辣椒果实发育的影响

2.3.1 不同基质比对辣椒果实纵径、横径的影响

由图 4、图 5 可以看出,10 月 16 日至 11 月 15 日不同处理间的辣椒果实纵径、横径大多都呈现先升后降的变化趋势。T₃ 处理组辣椒纵径在各个时期都优于其他处理,盛果期 T₃ 处理达到最高,为 24.07 cm,T₄ 处理最低,为 19.04 cm;T₂ 处理在盛果期横径最大,为 3.63 cm,T₄ 处理最小,为 1.82 cm。表明 T3 处理有利于促进辣椒果实纵径的生长。

2.3.2 不同基质比对辣椒果实产量的影响

由表 3 可知,蛭石含量不同的复合基质对辣椒的单株果数、单株产量和折合产量均有影响,其中 T₅ 与 T₃ 处理在单果质量、单株果数、单株产量和产量上均

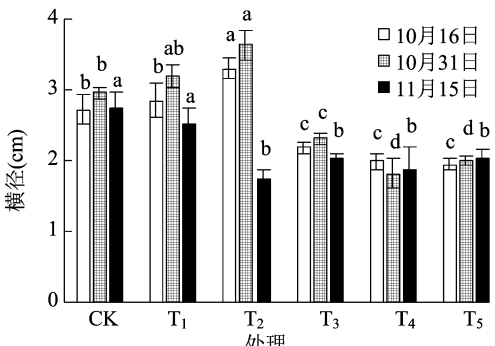


图5 不同基质比对果实横径的影响

差异不显著,但 T5 处理单株果数、单株产量和折合产量均略高于 T₃。T₅ 处理的单果质量、单株果数、单株产量与折合产量最高,分别为 55.93 g、30.67 个、1.72 kg 和 8 705.13 kg/667 m²。表明 T₅ 有利于促进辣椒果实单果质量、单株果数、单株产量与折合产量。

表 3 不同基质比对辣椒果实产量的影响

处理	单果质量 (g)	单株果数 (个)	单株产量 (kg)	折合产量 (kg/667 m ²)
CK	54.44 ± 1.92a	25.33 ± 0.58b	1.38 ± 0.15ab	7 006.52 ± 743.43ab
T ₁	53.70 ± 2.67a	24.00 ± 1.00b	1.28 ± 0.15abc	6 507.26 ± 759.25abc
T ₂	43.33 ± 1.92b	8.33 ± 0.58d	0.36 ± 0.13c	1 846.88 ± 654.33c
T ₃	51.85 ± 0.98a	30.33 ± 1.53a	1.58 ± 0.25a	8 029.43 ± 1261.40a
T ₄	35.19 ± 1.48b	16.33 ± 0.58c	0.58 ± 0.09bc	2 914.85 ± 433.63bc
T ₅	55.93 ± 0.37a	30.67 ± 0.58a	1.72 ± 0.33a	8 705.13 ± 1674.7a

3 讨论与结论

基质的理化性质与植株的生长发育密切相关^[23]。一般情况下,基质总孔隙度在 55% ~ 96% 之间能够保证植株的生长条件,通气状况适宜对微生物的活动与繁殖有良好的促进作用,加快基质中有机质的分解,进而为根系生长带来更多的有机腐殖质;容重过大时,基质质地表现出较为紧密、不便

根系发育、通气性能差的性状;容重过小时,有利于根系发育,基质较为疏松,且通气性良好,但也有可能出现固定根系能力稍差的情况,在浇水时基质易漂浮,理想的基质范围应为 0.1 ~ 0.8 g/cm³;基质中的养分溶解效率与 pH 值的大小具有相关性,许多微量元素在特定的 pH 值条件下才能溶解,适合蔬菜生长的 pH 值范围一般为微酸性或中性^[24]。试验得出 T₅ (V_{蛭石} : V_{炉渣} : V_{菇渣} = 4 : 1 : 1) 容重为

0.41 g/cm³、总孔隙 78.34%、通气孔隙 18.48%、持水孔隙 59.61%、pH 值 7.57、EC 值 1.31 mS/cm、有机质含量 10.01%、速效氮含量 86.10 mg/kg、速效磷含量 123.44 mg/kg、速效钾含量 1 600.19 mg/kg、钙含量 12.35 g/kg、镁含量 91.60 g/kg,各项基质指标均符合蔬菜的基质栽培规定。

植株的株高、茎粗、分枝数、生长速度等表现都与产量有关,各性状对产量贡献值的重要程度与试验材料及种植条件等原因有密切关系^[25]。由本试验可知,随着时间的推移各处理与 CK 的栽培基质对于辣椒生长均有促进作用,其中 T₃ 处理的株高, T₅ 处理的茎粗、叶面积均比其他处理与 CK 更具优势。由形态指标数据分析可得, T₅ 处理对辣椒生长的促进效率最高, T₃ 处理次之;在果品及产量方面, T₃ 处理在辣椒纵径上表现最好,辣椒横径中 T₂ 处理表现最佳,辣椒单果质量、单株果数、单株产量、产量与蛭石含量有很大关系, T₅ 处理中辣椒单果质量、单株果数、单株产量、产量均最高, T₃ 除单果质量之外均次之。

综上所述,栽培复合基质 T₅(V_{蛭石}: V_{炉渣}: V_{菇渣} = 4:1:1)是最佳栽培基质配方,研究结果可为温室基质栽培辣椒提供理论依据和技术支持。

参考文献:

- [1] 周东亮,叶丙鑫. 论述蔬菜设施育苗基质的使用与发展[J]. 农业与技术,2020,40(7):27-28.
- [2] Ngo M N, Riddech N. Detection of microbial activity in some organic amendments[J]. Malaysian Journal of Microbiology, 2018, 14(4): 208-214.
- [3] 张芳,薛绪掌,张建丰,等. 基于叶片数增长动态的营养液供给对番茄生长、产量和品质的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2016, 22(5): 1374-1383.
- [4] 宋丽芬,陈军霞,杜滨舵,等. 利用工农业废弃物生产无土草皮卷基质的配方研究[J]. 江苏农业科学, 2015, 43(7): 166-169.
- [5] 杨凡,米国全,唐艳领,等. 小麦秸秆复合基质对番茄幼苗生长发育的影响[J]. 中国瓜菜, 2020, 33(4): 50-55.
- [6] Zhao H T, Li T P, Shan Y H, et al. Cow manure disposal using an earthworm bio-bed and the development of a vermicompost-based substrate for *Capsicum* seedlings[J]. Compost Science & Utilization, 2018, 26(3): 165-176.
- [7] 王树鹏. 辣椒基质无土栽培配方筛选研究[D]. 兰州:甘肃农业大学, 2015.
- [8] 刘超杰,郭世荣,王长义,等. 混配醋糟复合基质对辣椒幼苗生长的影响[J]. 园艺学报, 2010, 37(4): 559-566.
- [9] Pimentel N, Gazzana D, Spanevello J D F, et al. Effect of mini-cutting size on adventitious rooting and morphophysiological quality of *Ilex paraguariensis* plantlets[J]. Journal of Forestry Research, 2021, 32(2): 815-822.
- [10] Liu R X, Gu M M, Huang L, et al. Effect of pine wood biochar mixed with two types of compost on growth of bell pepper (*Capsicum annuum* L.) [J]. Horticulture, Environment, and Biotechnology, 2019, 60(3): 313-319.
- [11] 杨海俊. 复混基质对南疆日光温室番茄、薄皮甜瓜无土栽培效应的研究[D]. 阿拉尔:塔里木大学, 2020.
- [12] Nunes R R, Pigatin L B F, Oliveira T S, et al. Vermicomposted tannery wastes in the organic cultivation of sweet pepper: growth, nutritive value and production [J]. International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture, 2018, 7(4): 313-324.
- [13] Shin J H, Son J E. Changes in electrical conductivity and moisture content of substrate and their subsequent effects on transpiration rate, water use efficiency, and plant growth in the soilless culture of paprika (*Capsicum annuum* L.) [J]. Horticulture, Environment, and Biotechnology, 2015, 56(2): 178-185.
- [14] 高文瑞,王欣,徐刚,等. 猪发酵床废弃垫料不同配比基质对辣椒生长及品质的影响[J]. 土壤, 2017, 49(6): 1100-1107.
- [15] 郭世荣. 无土栽培学[M]. 2版. 北京:中国农业出版社, 2011.
- [16] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 3版. 北京:中国农业出版社, 2000.
- [17] 董环,娄春荣,张青,等. 调节草炭 pH 值对其有效养分和番茄、辣椒幼苗生长的影响[J]. 中国农学通报, 2020, 36(7): 55-62.
- [18] 王群,王建,张学林,等. 不同耕作模式下小麦玉米周年生产及土壤养分变化特征[J]. 河南农业大学学报, 2015, 49(4): 429-437.
- [19] 马小川,卢晓鹏,张子木,等. 湖南省不同纬度温州蜜柑园土壤和叶片营养及果实品质分析[J]. 果树学报, 2018, 35(4): 423-432.
- [20] 高玉秋,陈彩龙,马立晖,等. 鄂伦春旗耕地土壤有机质含量的时空变化趋势及其与大豆产量的关系[J]. 农学学报, 2021, 11(2): 57-63.
- [21] 王立草,孙晓妹,王媛,等. 秸秆还田及钾肥减量对设施黄瓜钾钙镁含量和土壤钾形态的影响[J]. 山西农业科学, 2021, 49(4): 461-466.
- [22] 陈洪,胡庭兴,王茜,等. 香樟凋落叶分解物对辣椒生长发育的影响[J]. 西北植物学报, 2014, 34(12): 2525-2534.
- [23] 刘燕,张凯鸣,孙萍,等. 添加矿质营养对蚓粪-蛭石育苗基质培育西红柿幼苗的影响[J]. 江苏农业科学, 2020, 48(22): 153-159.
- [24] 高统政. 生菜有机生态型无土栽培基质配方的筛选研究[D]. 广州:华南农业大学, 2018.
- [25] 于洁. 不同苜蓿材料产量、品质、耐盐性评价及遗传多样性分析[D]. 呼和浩特:内蒙古农业大学, 2017.