不同栽培基质对大花荣耀木生长的影响*

许海波 苏 杨 张俊涛 梁春梅 周 欢 许昌超
（广州市林业和园林科学研究院 / 广东省计量认证实验室 / 广州市生态园林科技协同创新中心，广东 广州 510405）

摘要 为提升大花荣耀木 *Tibouchina granulosa* 栽培技术、筛选适宜其生长的栽培基质，以园林废弃物堆肥、椰糠、蛭石等材料均匀混配 9 种基质，以园林废弃物堆肥：黄泥 = 6 ∶ 4 为对照，研究不同栽培基质的理化性质及对大花荣耀木株高、冠幅、茎粗、SPAD、分枝数、生物量、根系形态等指标的影响，并采用隶属函数分析进行综合评价。结果表明：与对照相比，9 种栽培基质的理化性质出现明显变化，pH 降低 0.1~1.3 个单位，容重降低 0.4~0.7 g/cm^3，有机质含量增加 3.4~38.9 g/kg、总孔隙度增加 4.2%~16.4% 以及通气度增加 2.5%~15.2%，并有效促进了大花荣耀木的生长。隶属函数分析结果表明，T8（园林废弃物堆肥：黄泥：椰糠：珍珠岩：蛭石 = 4 ∶ 1 ∶ 2 ∶ 1 ∶ 2）为大花荣耀木较优的基质配方。

关键词 大花荣耀木；栽培基质；隶属函数
中图分类号：S723.1 **文献标志码**：A **文章编号**：2096-2053（2023）03-0097-09

Effect of Different Cultivation Substrates on the Growth of *Tibouchina granulosa*

XU Haibo SU Yang ZHANG Juntao LIANG Chunmei
ZHOU Huan XU Changchao
（Guangzhou Institute of Forestry and Landscape Architecture/Guangdong Provincial Metrology Certification Laboratory/ Guangzhou Collaborative Innovation Center on Science-tech of Ecology and Landscape, Guangzhou, Guangdong 510405,China）

Abstract In order to improve the cultivation technique and screen out the suitable cultivation substrates for the growth of *Tibouchina granulosa*, nine substrates were designed by using garden waste compost, coconut bran, vermiculite, etc. Garden waste compost: yellow soil= 6∶4 was used as control. The substrates physicochemical properties and their effects on plant height, crown width, stem diameter, SPAD, branch number, biomass, and root morphology were studied and comprehensively evaluated by membership function analysis. The results showed that the pH decreased by 0.1-1.3, bulk density of the nine cultivation substrates decreased by 0.4-0.7 g/cm^3, the organic matter content increased by 3.4-38.9 g/kg, total porosity increased by 4.2%-16.4%, and venting quality increased by 4.2%-16.4% when compared with the control, which effectively promoted the growth of *T. granulosa*. The membership function analysis showed that the formula T8 (garden waste compost∶yellow soil∶coconut bran∶perlite∶vermiculite= 4∶1∶2∶1∶2) is more suitable for the growth of *T. granulosa*.

Key words *Tibouchina granulosa*；cultivation substrate；membership function

* **基金项目**：广州林业园林科学技术研究专项（2061900000139）。
第一作者：许海波（1985—），男，工程师，主要从事园林植物栽培及应用技术研究，E-mail：258459820@ qq.com。
通信作者：张俊涛（1981—），男，正高级工程师，主要从事土壤质量评估和修复改良工作，E-mail：350965652@ qq.com。

大花荣耀木 *Tibouchina granulosa* 原产于南美，是野牡丹科蒂牡花属常绿灌木或小乔木，其观赏性优、适应性强，是一种优良的园林花灌木植物品种，目前东莞、柳州、广州等地有引种栽培[1-3]。现有关大花荣耀木的研究主要集中于栽培性状评价[1]、观赏价值及应用价值的评价分析[2-3]等内容上，而对其栽培基质尚未见研究报道。目前大花荣耀木栽培技术尚不成熟，导致规模化生产受到影响，植株个体间差异明显，限制了其在园林上的应用[3]。为解决以上问题，本论文以现阶段常用的大花荣耀木栽培基质为基础，进行基质原料组分和配比方面的调试，并采用袋苗种植试验研究不同栽培基质对其生长的影响，从而筛选出适宜其生长的栽培基质。该研究成果对大花荣耀木的应用和推广具有积极意义。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试植物：大花荣耀木组培苗，株高 12~18 cm，冠幅 15~20 cm，茎粗 2.8~4.8 mm。

供试基质：以园林废弃物堆肥、黄泥、椰糠、生物炭、珍珠岩、蛭石等为原材料自行配制（表 1）。

肥料：挪威复合肥 15-15-15。

1.2 试验方法

试验于 2022 年 8 月至 2023 年 1 月在广州市林业和园林科学研究院东平基地生产大棚中进行，种植期共 160 天。栽培基质配方设置 9 个处理（T1-T9）及对照（CK），见表 1，每组重复 10 株。

大花荣耀木采用种植袋种植。种植袋直径 30 cm，深 25 cm。每袋栽植 1 株，种植袋底部铺放 3 cm 厚度的陶粒后，装入栽培基质，将大花荣耀木苗种植于种植袋中，浇水至栽培基质充分饱和。试验期间进行统一水肥管理：每周施 1 次水肥（复合肥 1 g/L），5 L/ 盆；每周浇水 1 次，与施水肥间隔 3 天，浇水量 5 L/ 盆。

1.3 测定项目及方法

各栽培基质配制完成后，检测 pH、EC、有机质、水解性氮、有效磷、速效钾等指标；在大花荣耀木栽种一周后用环刀取样，测定稳定状态下栽培基质容重、总孔隙度等物理指标；在试验结束时，采集基质样品，检测其 pH。土壤 pH 值采用电位法测定[4]，EC 值采用电导法测定[5]，水解性氮采用碱解扩散法测定[6]，有效磷含量采用碳酸氢钠—钼锑抗比色法测定[7]，速效钾含量采用乙酸铵提取—火焰光度计法测定[8]，有机质含量采用重铬酸钾氧化 - 外加热法测定[9]，总孔隙度、容重、通气度、非毛管孔隙采用环刀法测定[10]。

在种植当天、种植后 80 d 以及种植后 160 d，分别进行大花荣耀木生长指标观测，记录株高、冠幅、茎粗等形态指标，株高和冠幅用卷尺测定、茎粗用游标卡尺测定；种植后 160 d，用 SPAD 叶绿素仪测定叶片 SPAD 值；种植后 80 d 和 160 d 对大花荣耀木进行破坏性采样，记录根、茎、叶鲜质量和叶数，同时取地下部根系用 WinRHIZO

表 1 不同处理基质的原料组成和体积配比

Table 1 Material composition and volume ratio of different treatments

处理 Treatment	园林废弃物堆肥 Garden waste compost	黄泥 Yellow soil	椰糠 Coconut bran	生物炭 Biochar	珍珠岩 Perlite	蛭石 Vermiculite
CK	6	4				
T1	4	4	2			
T2	4	2	2		2	
T3	4	2	1.5	0.5	2	
T4	4	2	1	1	2	
T5	4	2	2			2
T6	4	2	3			1
T7	4	2	2		1	1
T8	4	1	2		1	2
T9	4	1	2		2	1

STD1600 根系扫描仪（加拿大 REGENT 公司）测定根系总长度、根表面积、根体积、平均直径及根尖数等根系形态学参数。

1.4 数据分析

采用隶属函数法对大花荣耀木在不同栽培基质下的生长进行综合评定。

$X(u)=(X-X_{min})/(X_{max}-X_{min})$；

式中：X(u) 为隶属函数值；X 为单项生长指标的平均值；X_{max} 和 X_{min} 分别为最大值和最小值。

采用 SPSS21.0 对栽培基质理化指标及植物指标进行方差分析和多重比较（P<0.05），并用 Pearson 相关分析法分析植株生长指标与栽培基质理化性质的关系 [11]。

2 结果与分析

2.1 不同栽培基质理化特性分析

在配制初期，各栽培基质的初始 pH 和容重均显著低于对照组（P<0.05），有机质含量、总孔隙度以及通气度均高于对照组，部分未达显著水平（P>0.05）。不同栽培基质的理化性质详见表 2。

其中，CK 和 T4 的初始 pH 值显著高于其他处理（P<0.05），这可能与二者分别添加了高比例的园林废弃物和生物炭有关，园林废弃物和生物炭呈碱性；而 T1 的初始 pH 值显著低于其他处理（P<0.05），T1 中添加了高比例的椰糠，椰糠呈酸性。160 天后，对照组基质 pH 值保持不变，而处理组基质 pH 值均升高或降低至 7.1~7.4。

在配制初期，各栽培基质的容重均显著低于 CK（P<0.05），说明在栽培基质中添加椰糠、蛭石、珍珠岩可以有效降低基质容重，其中 T8 容重最低。T2 的容重显著低于 T5（P<0.05），说明珍珠岩在降低基质容重上的效果优于蛭石。

2.2 不同栽培基质对大花荣耀木生长的影响

2.2.1 植株株高 株高作为植物最基本的生长指标之一，能够客观明确地反映植株生长的优劣。如图 1 所示，种植 80 天后，CK 及 T1~T9 处理组的大花荣耀木株高均明显增长，增长量分布在 13.1~24.6 cm 区间。所有处理组的大花荣耀木株高增长量均显著高于 CK（P<0.05），其中，T7 的增长量最高，T8 次之（P<0.05）。种植 160 天后，大花荣耀木 CK 及 T1~T9 处理株高增长量分布在 25.5~48.9 cm 区间。所有处理组的大花荣耀木株高增长量均显著高于 CK（P<0.05），其中，T5 的增长量高于其他处理组。

2.2.2 植株冠幅 种植 80 天后，CK 及 T1~T9 处理的大花荣耀木冠幅均出现明显增长，增长量分布在 16.0~30.4 cm 区间（图 1）。所有处理组的大花荣耀木冠幅增长量均显著高于 CK（P<0.05），其中，T8 的增长量最高。种植 160 天后，CK 及 T1~T9 处理冠幅增长量为分布在 34.3~51.9 cm 区间。所有处理组的大花荣耀木冠幅增长量均显著高于 CK（P<0.05），其中，T9 的增长量最高，T6 和 T8 次之。

2.2.3 植株茎粗 种植 80 天后，CK 及 T1~T9 处

表 2 栽培基质基本理化性质

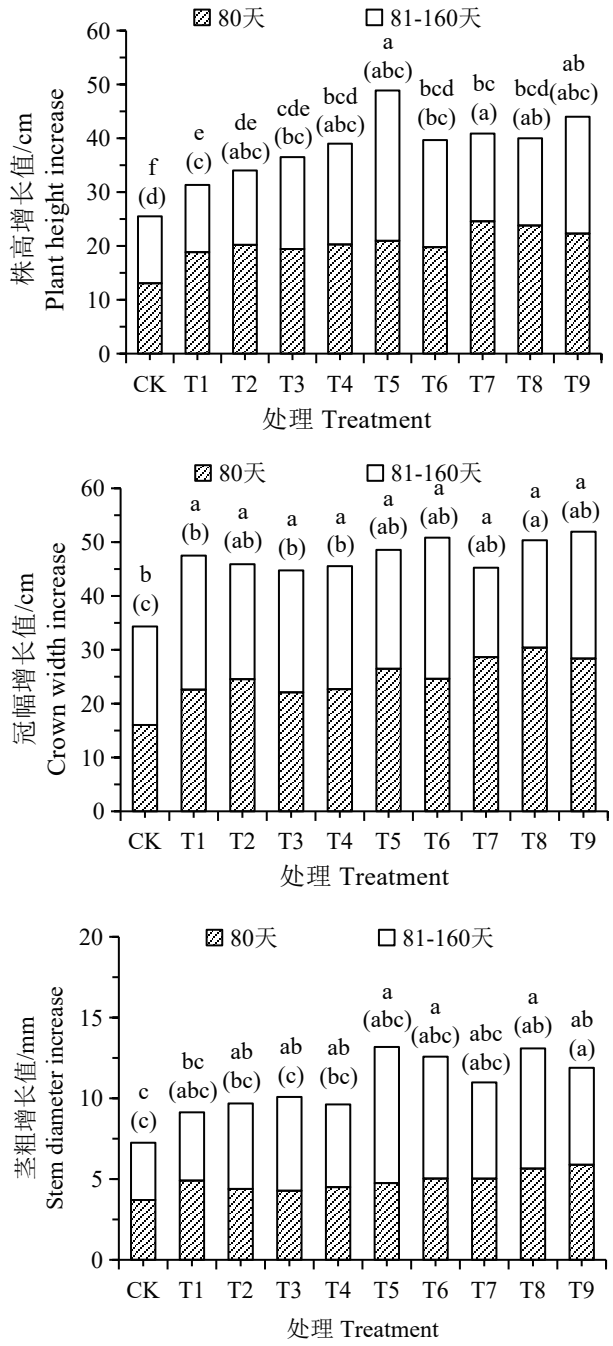
Table 2 Basic physicochemical properties of cultivation substrates

处理 Treatment	初始 pH	EC/(mS · cm^{-1})	有机质/(g · kg^{-1}) Organic matter	水解性氮/(mg · kg^{-1}) Available N	有效磷/(mg · kg^{-1}) Available P	速效钾/(mg · kg^{-1}) Available K	总孔隙度/%Total porosity	容重/(g · cm^{-3}) Bulk density	通气度/% Venting quality	非毛管孔隙/% Non-capillary porosity	160 天后 pH
CK	7.8 ± 0.1a	0.51 ± 0.04abc	52.0 ± 11.3d	167.8 ± 2.9b	54.8 ± 18.3de	1402.4 ± 56.3ab	51.4 ± 2.2c	1.0 ± 0.0a	17.2 ± 1.9d	7.8 ± 0.5e	7.8 ± 0.2a
T1	6.5 ± 0.6c	0.32 ± 0.09d	76.4 ± 9.5abcd	170.4 ± 53.8b	26.3 ± 1.0f	908.3 ± 111.0d	59.8 ± 4.9abc	0.6 ± 0.1b	22.9 ± 5.0bcd	17.4 ± 2.0cd	7.1 ± 0.3b
T2	7.1 ± 0.2b	0.50 ± 0.02bc	76.5 ± 0.7abcd	220.3 ± 32.6ab	60.4 ± 22.4cde	1255.7 ± 62.3bc	55.6 ± 2.6bc	0.4 ± 0.1de	19.7 ± 2.2cd	18.6 ± 5.8bcd	7.4 ± 0.2b
T3	7.4 ± 0.1ab	0.52 ± 0.05abc	63.0 ± 0.2bcd	261.0 ± 51.2a	78.7 ± 7.7abcd	1445.8 ± 82.3ab	62.5 ± 6.2abc	0.4 ± 0.1cde	19.7 ± 1.3cd	25.3 ± 4.6ab	7.3 ± 0.3b
T4	7.7 ± 0.1a	0.53 ± 0.01abc	55.5 ± 6.3cd	180.5 ± 27.6b	92.1 ± 14.5ab	1508.9 ± 63.5a	59.0 ± 5.0abc	0.5 ± 0.1bcd	24.3 ± 5.5bc	18.4 ± 4.8bcd	7.4 ± 0.1b
T5	7.0 ± 0.1b	0.47 ± 0.06c	75.5 ± 3.5abcd	260.1 ± 46.0a	49.8 ± 18.7ef	1155.9 ± 132.2c	67.8 ± 10.3a	0.6 ± 0.1bc	22.6 ± 1.8bcd	17.4 ± 0.4cd	7.2 ± 0.1b
T6	7.0 ± 0.1b	0.56 ± 0.09abc	91.0 ± 1.4a	215.5 ± 20.6ab	95.6 ± 13.3ab	1320.1 ± 136.7abc	61.8 ± 3.9abc	0.5 ± 0.1bcd	20.5 ± 3.0cd	21.0 ± 2.1abc	7.3 ± 0.3b
T7	7.1 ± 0.3b	0.54 ± 0.07abc	86.9 ± 21.3ab	176.8 ± 15.6b	70.6 ± 7.4bcde	1249.8 ± 105.2bc	62.3 ± 4.7abc	0.6 ± 0.1b	28.5 ± 4.3ab	11.9 ± 1.4de	7.4 ± 0.1b
T8	7.1 ± 0.0b	0.62 ± 0.06ab	85.2 ± 10.1ab	229.0 ± 11.0ab	83.4 ± 2.6abc	1445.1 ± 110.6ab	57.3 ± 6.9abc	0.3 ± 0.0ef	28.8 ± 3.4ab	18.7 ± 5.7bcd	7.3 ± 0.1b
T9	7.1 ± 0.1b	0.65 ± 0.09a	79.4 ± 0.8abc	266.9 ± 27.9a	99.9 ± 19.5a	1490.0 ± 275.0ab	64.7 ± 6.8ab	0.3 ± 0.1f	32.4 ± 3.6a	26.0 ± 4.0a	7.3 ± 0.1b

注：表中数值表示平均值 ± 标准误，不同小写字母表示处理之间差异性显著（P<0.05）。

Note: the values in the table indicate average ± standard error; different letters mean significant difference(P<0.05).

理的大花荣耀木茎粗均出现明显增长，增长量分布在3.7~5.9 mm区间（图1）。所有处理组的大花荣耀木茎粗增长量均高于CK，但仅T8和T9达显著水平（P<0.05）。种植160天后，CK及T1~T9处理茎粗增长量为分布在7.3~13.2 mm区间。所有处理组的大花荣耀木茎粗增长量均高于CK，仅T1未达显著水平（P>0.05），其中，T5的增长量最高，T8和T6次之。



注：括号内及括号外小写英文字母不同者分别表示种植80天和160天各处理间差异显著。

Note: different lowercase letters in and outside the parentheses represent significant differences among various treatments at 80 and 160 days growth stages, respectively.

图1 不同栽培基质大花荣耀木的生长量

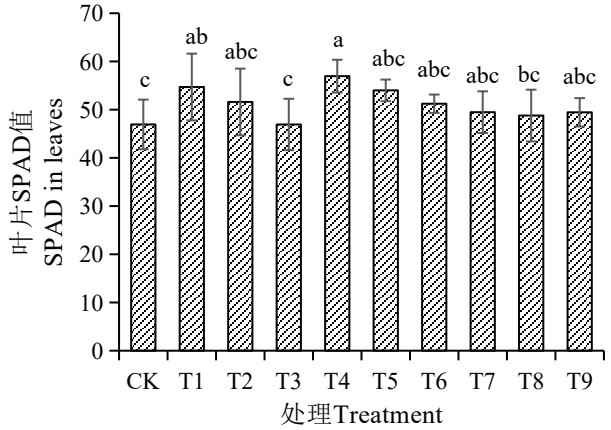
Figure 1 Growth increase of *T. granulosa* among treatments

2.2.4 叶片SPAD值 种植160天后，不同处理组大花荣耀木的叶片SPAD值分布在47~57区间，均高于对照，其中T4处理组最高（图2）。

2.2.5 地上部分生长性状 试验期间，不同处理组大花荣耀木地上部分生长指标表现出明显差异（图3）。

种植80天后，T5和T9处理组一级分枝数增长最多，但与其他处理组差异不显著（P>0.05）；但当生长到160天时，T9处理组的一级分枝数最多，且显著高于CK和T1-T5（P<0.05）。二级分枝增长在前80天就表现出了明显的差异，其中T9增长量最多，且显著高于CK、T1、T3和T8（P<0.05）；当生长到160天时，T8、T2和T9增长量最多，显著高于CK和T3、T4处理组（P<0.05）。

在种植80天和160天后，所有处理组的叶数和叶鲜质量增长量均高于CK。其中T2处理组的叶数增长量在80天和160天时均为最高，T9次之；80天时T7叶鲜质量增长量最高，T9次之，且显著高于T1-T5处理组（P<0.05）；160天时T9



注：括号内及括号外小写英文字母不同者分别表示种植80天和160天各处理间差异显著。

Note: different lowercase letters in and outside the parentheses represent significant differences among various treatments at 80 and 160 days growth stages, respectively.

图2 不同栽培基质大花荣耀木的叶片SPAD值

Figure2 SPAD values in leaves of *T. granulosa* among treatments

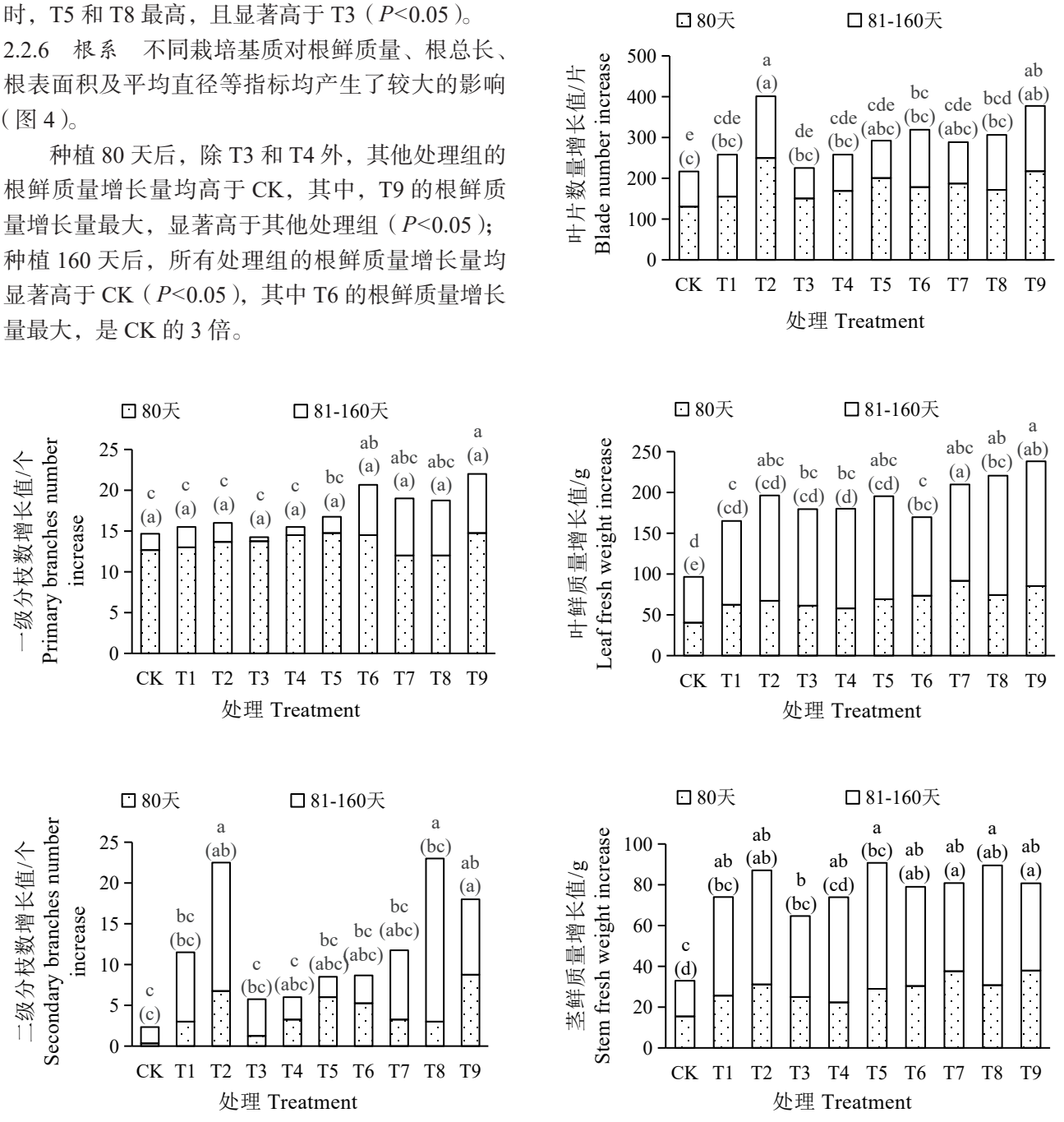
的叶鲜质量增长量最高，显著高于 T1、T3、T4 和 T6（P<0.05）。

所有处理组在 80 天和 160 天时的茎鲜质量增长量均显著高于 CK，其中，80 天时 T9 最高，T7 次之，且显著高于 T1、T3-T5（P<0.05）；160 天时，T5 和 T8 最高，且显著高于 T3（P<0.05）。

2.2.6 根系 不同栽培基质对根鲜质量、根总长、根表面积及平均直径等指标均产生了较大的影响（图 4）。

种植 80 天后，除 T3 和 T4 外，其他处理组的根鲜质量增长量均高于 CK，其中，T9 的根鲜质量增长量最大，显著高于其他处理组（P<0.05）；种植 160 天后，所有处理组的根鲜质量增长量均显著高于 CK（P<0.05），其中 T6 的根鲜质量增长量最大，是 CK 的 3 倍。

种植 80 天后，CK 的根总长增长量最少，T3 和 T4 次之；种植 160 天后，所有处理组根总长的增长量均显著高于 CK（P<0.05），其中 T6 最高，是 CK 的 2.6 倍。

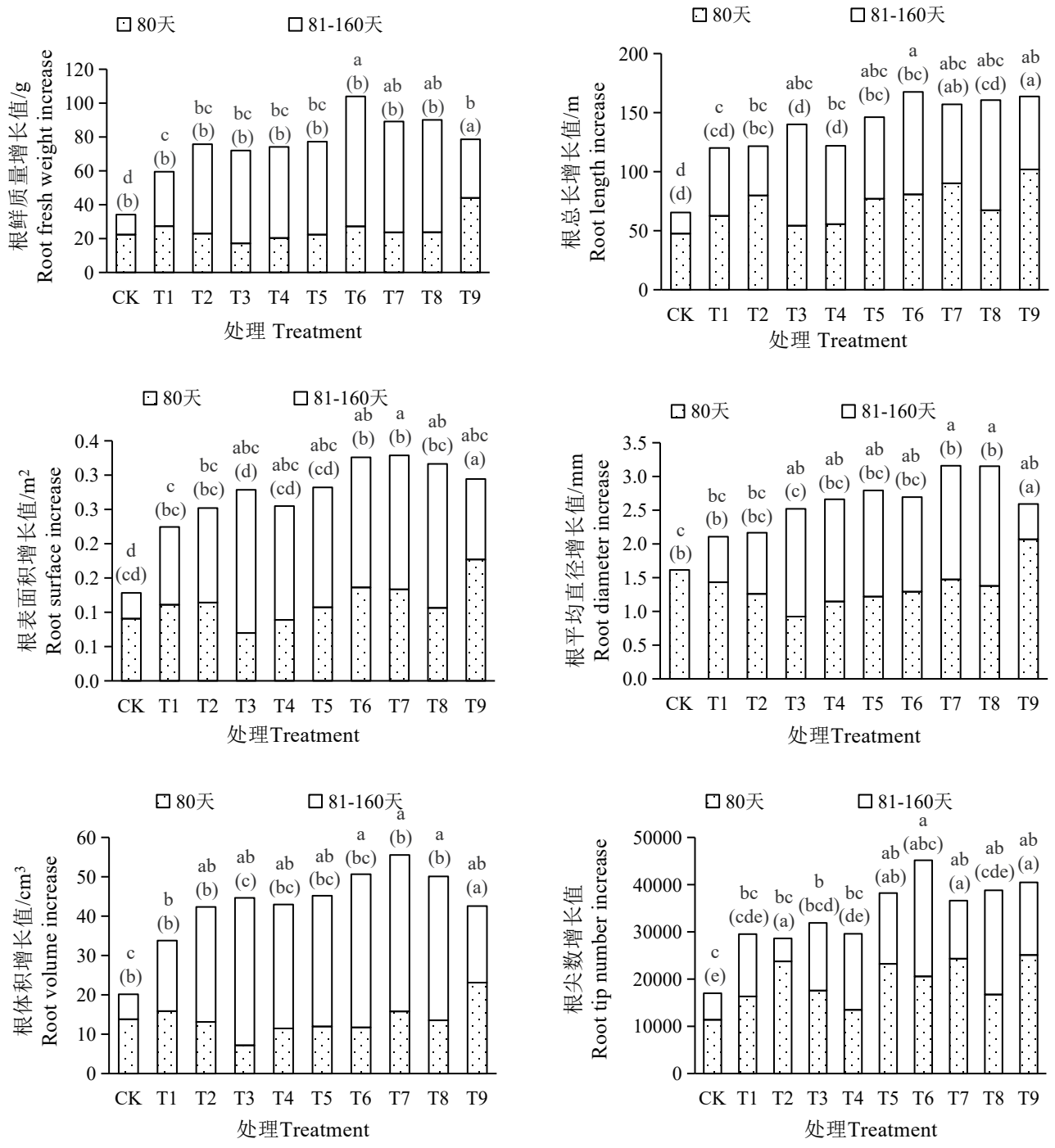


注：括号内及括号外小写英文字母不同者分别表示种植 80 天和 160 天各处理间差异显著

Note: different lowercase letters in and outside the parentheses represent significant differences among various treatments at 80 and 160 days growth stages, respectively.

图 3 不同栽培基质大花荣耀木的地上部分生长变化

Figure 3 The aboveground growth of *T. granulosa* among treatments



注：括号内及括号外小写英文字母不同者分别表示种植80天和160天各处理间差异显著。

Note: different lowercase letters in and outside the parentheses represent significant differences among various treatments at 80 and 160 days growth stages, respectively.

图4 不同栽培基质大花荣耀木的根系生长变化

Figure 4 Root growth of *T. granulosa* among treatments

根表面积、平均直径和体积增长量统计结果表明，种植80天后，T9处理组表现最好；种植160天后，T7处理组表现最好。

种植80天后，所有处理组的根尖数增长量均高于CK，仅T1、T4和T8未达显著水平，T9的根尖数增长量最多，为CK的2.2倍；种植160天

后，所有处理组的根尖数增长量均显著高于 CK（P<0.05），其中 T6 的根尖数增长量最大，是 CK 的 2.7 倍。

2.3 栽培基质理化性质与大花荣耀木生长指标间的关系

相关性分析结果表明，大花荣耀木的 SPAD、叶数、根表面积、根平均直径与基质理化性质无显著相关性（表 3）。大花荣耀木的株高与基质的水解性氮含量、总孔隙度显著（P<0.05）或极显著（P<0.01）相关，冠幅与基质初始 pH、有机质含量、总孔隙度、容重、非毛管孔隙度显著（P<0.05）或极显著（P<0.01）相关，茎粗与基质的有机质含量、水解性氮含量、总孔隙度显著（P<0.05）相关，一级分枝数与 EC、有机质含量和通气度显著（P<0.05）相关，二级分枝数与基质容重显著（P<0.05）相关，叶鲜质量与基质

表 3 Pearson 相关性分析

Table 3 Pearson correlation analysis

指标 Index	pH	EC	有机质 Organic matter	水解性氮 Available N	有效磷 Available P	速效钾 Available K	总孔隙度 Total porosity	容重 Bulk density	通气度 Venting quality	非毛管孔隙 Non-capillary porosity
株高 Plant height	-0.263	0.399	0.491	0.637*	0.405	0.115	0.859**	-0.544	0.585	0.460
冠幅 Crown width	-0.651*	0.264	0.744*	0.546	0.374	-0.077	0.667*	-0.824**	0.609	0.718*
茎粗 Stem diameter	-0.422	0.458	0.732*	0.634*	0.410	0.072	0.685*	-0.604	0.526	0.459
SPAD	-0.269	-0.496	-0.100	-0.243	-0.241	-0.412	0.193	-0.063	-0.014	0.031
一级分枝数 Primary branch number	-0.341	0.634*	0.754*	0.32	0.581	0.191	0.419	-0.447	0.701*	0.330
二级分枝数 Secondary branch number	-0.463	0.322	0.600	0.305	0.131	-0.017	-0.023	-0.690*	0.528	0.306
叶数 Leaf number	-0.382	0.383	0.594	0.402	0.289	0.025	0.174	-0.597	0.397	0.387
叶鲜质量 Leaf fresh weight	-0.417	0.463	0.617	0.570	0.421	0.134	0.593	-0.858**	0.810**	0.592
茎鲜质量 Stem fresh weight	-0.614	0.151	0.721*	0.443	0.170	-0.197	0.580	-0.750*	0.527	0.462
根鲜质量 Root fresh weight	-0.381	0.447	0.793**	0.373	0.569	0.114	0.528	-0.690*	0.447	0.476
根总长度 Root length	-0.738*	-0.190	0.461	0.581	-0.244	-0.402	0.359	-0.598	0.148	0.600
根表面积 Root surface	-0.427	-0.289	0.129	0.469	-0.322	-0.304	0.228	-0.438	-0.089	0.461
根平均直径 Root diameter	-0.151	-0.282	-0.208	0.513	-0.410	-0.221	0.226	-0.070	-0.221	0.288
根体积 Root volume	-0.607	0.169	0.586	0.690*	0.072	-0.210	0.625	-0.397	0.336	0.512
根尖数 Root tip numbers	-0.788**	-0.075	0.582	0.661*	-0.133	-0.404	0.592	-0.521	0.287	0.600

注：* 表示在 0.05 级别（双尾）相关性显著，** 表示在 0.01 级别（双尾）相关性显著。

Note: * indicates significant correlation at the 0.05 level (double-tailed), and ** indicates significant correlation at the 0.01 level (double-tailed).

容重、通气度极显著（$P<0.01$）相关，茎鲜质量、根鲜质量与有机质含量、容重显著（$P<0.05$）或极显著（$P<0.01$）相关，根总长度与基质pH显著（$P<0.05$）相关，根体积与水解性氮含量显著（$P<0.05$）相关，根尖数与基质pH和水解性氮含量显著（$P<0.05$）或极显著（$P<0.01$）相关。

2.4 不同栽培基质对大花荣耀木生长影响的综合评价

单一指标无法有效反映植物生长发育过程中的综合性状，多指标的综合评价可避免和弥补单个指标评定结果的片面性，使评定结果更加客观准确[11]。选取株高、冠幅、茎粗、叶鲜质量、茎鲜质量、根鲜质量6项主要生长指标进行的隶函数值综合评价，结果表明（表4），不同栽培基质对大花荣耀木生长的促进作用从大到小依次为T8＞T5＞T9＞T7＞T6＞T2＞T4＞T3＞T1＞CK。

3 结论与讨论

基质的理化性质对植物生长有重要影响，良好的基质可以为植物生长发育提供足够的空气、养分、水分和支撑力[12-13]。相同水肥管理的情况下，不同栽培基质种植的大花荣耀木生长表现存在明显差异。本研究中，T8处理组大花荣耀木综合表现最优，这可能与T8处理加入了蛭石有关，因为蛭石可提升基质的持水性和总孔隙度，含有多种营养元素，可促进植物生长，与相关性分析结果吻合，也与赵翔等[14]研究结果一致。

植物生物量能够有效反映植物的生长状态，生长状态越好其生物量越高[15]。研究表明，容重是基质影响苗木生长的关键因素[16-17]，基质中的养分含量也会影响植物生物量的变化[18]。本研究中，大花荣耀木种植160天后叶鲜质量、茎鲜质量和根鲜质量最高的分别为T9、T8和T6，其中T8和T9容重最小，T6有机质含量最高。相关性分析结果也表明，大花荣耀木根、茎、叶鲜质量与基质的有机质含量和通气度呈正相关关系、与容重呈负相关关系，进一步验证了高的有机质含量、良好的通气度和较低的容重有利于大花荣耀木生物量的增长。

生物炭是农林废弃物等生物质在缺氧条件下热裂解形成的生物质材料[19]，具有比表面积大、阳离子交换量高、孔隙丰富的特征，可疏松土壤、保肥保水、提高微生物的数量和活性、促进植物生长，广泛应用于栽培基质中[20-22]。本研究试验了生物炭作为大花荣耀木栽培基质的可能性，其中T3和T4处理的基质中分别添加5%、10%生物炭，在初始阶段其pH值明显高于其他处理，也导致大花荣耀木在前80天的生长状况较其他处理差；但160天时其pH值降低至7.3~7.4，与其他处理组相近，后80天的生长表现也随之优于前80

表4 隶属函数及综合排名

Table 4 Membership function and comprehensive ranking

处理 Treatment	株高增长值 The net of height	冠幅增长值 The net of crown	茎粗增长值 The net of stem diameter	叶鲜质量 Leaf fresh weight	茎鲜质量 Stem fresh weight	根鲜质量 Root fresh weight	平均隶属函数值 Mean membership function value	排名 Rank
CK	0.11	0.11	0.06	0.04	0.04	0.03	0.06	10
T1	0.39	0.49	0.37	0.40	0.49	0.30	0.41	9
T2	0.31	0.49	0.45	0.56	0.63	0.47	0.52	6
T3	0.42	0.44	0.38	0.47	0.49	0.43	0.44	8
T4	0.55	0.44	0.46	0.47	0.49	0.45	0.46	7
T5	0.76	0.64	0.78	0.55	0.75	0.60	0.66	2
T6	0.67	0.56	0.67	0.42	0.54	0.65	0.57	5
T7	0.58	0.41	0.57	0.63	0.56	0.71	0.58	4
T8	0.41	0.56	0.81	0.68	0.66	0.62	0.67	1
T9	0.69	0.60	0.65	0.68	0.56	0.50	0.60	3

天。但生物炭作为喜酸植物栽培基质仍有待进一步研究。

通过本试验的开展，筛选出了适宜大花荣耀木栽培基质的配方，大花荣耀木整体长势得到进一步提升。后续，研究团队将对大花荣耀木栽培过程中的水肥管理、中微量元素调控等方面开展系统的研究，以期全面提升其栽培技术，为实现大花荣耀木规模化生产及推广提供技术支撑。

参考文献

[1] 苏纯兰,张尚坤,胡秋艳,等.16种野牡丹科植物栽培性状综合评价[J].林业与环境科学,2020,36(2):94-100.

[2] 王正才,蒙兴宁,李洁.大花荣耀木在柳州的引种及栽培技术研究[J].绿色科技,2022,24(5):137-138，141.

[3] 倪建中,张继方,何仲坚,等.野牡丹科观花植物在广州园林中的应用分析[J].热带农业科学,2018,38(3):112-117，135.

[4] 中国林业科学研究院林业研究所森林土壤研究室.森林土壤pH值的测定；LY/T1239-1999[S].北京:中国标准出版社,1999.

[5] 北京农业大学土壤及植物营养系.森林土壤水溶性盐分析：LY/T1251-1999[S].北京:中国标准出版社,1999.

[6] 中国林业科学研究院林业研究所.森林土壤氮的测定：LY/T1228-2015[S].北京:中国标准出版社,2015.

[7] 中国林业科学研究院林业研究所.森林土壤磷的测定：LY/T1232-2015[S].北京:中国标准出版社,2015.

[8] 中国林业科学研究院林业研究所.森林土壤钾的测定：LY/T1234-2015[S].北京:中国标准出版社,2015.

[9] 中国林业科学研究院林业研究所森林土壤研究室.森林土壤有机质的测定及碳氮比的计算：LY/T1237-1999[S].北京:中国标准出版社,1999.

[10] 中国林业科学研究院林业研究所森林土壤研究室.森林土壤水分-物理性质的测定：LY/T1237-1999[S].北京:中国标准出版社,1999.

[11] 郝惠蓉,孙向阳,李素艳,等.金叶莸和扶芳藤在轻型基质中的栽培效果[J].草业科学,2021,38(8):1487-1497.

[12] 康红梅,张启翔,唐菁.栽培基质的研究进展[J].土壤通报,2005,36(1):124-127.

[13] 胡柔璇,魏丹,唐洪辉,等.不同基质处理对洋紫荆幼苗生长的影响[J].林业与环境科学,2021,37(1):97-104.

[14] 赵翔,李清莹,姜清彬,等.不同基质和促根剂对灰木莲嫩枝扦插生根的影响[J].南京林业大学学报(自然科学版),2019,43(2):23-30.

[15] 张尚坤,莫罗坚,李果惠,等.不同栽培基质对3种野牡丹属植物生长的影响[J].林业与环境科学,2020,36(2):101-106.

[16] 余萍,丁志彬,程龙霞,等.不同基质对欧洲鹅耳枥1年生播种苗生长及生理特性影响[J].中南林业科技大学学报,2016,36(9):44-50,56.

[17] 冯秀丽,赵兴华,岳玲.三种栽培基质的理化性质比较及其对君子兰生长的影响[J/OL].分子植物育种:1-6[2023-03-22].http://kns.cnki.net/kcms/detail/46.1068.s.20210616.1610.022.html.

[18] 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.

[19] Antal M J, Gronali M. The art, science and technology of charcoal production[J].Industrial and Engineering Chemistry,2003,42(8):1619-1640.

[20] 陈温福,张伟明,孟军.农用生物炭研究进展与前景[J].中国农业科学,2013,46(16):3324-3333.

[21] 卜晓莉,姬慧娟,马青林,等.生物炭-泥炭复合基质对马缨杜鹃生长和生理的影响[J].植物资源与环境学报,2021,30(5):58-68.

[22] 胡蒙爱,马嘉伟,张雪艳.生物炭引入蚯蚓粪和草炭对基质环境、黄瓜植株生长和果实品质特性的影响[J].江西农业大学学报,2022,44(4):852-861.