

不同基质配比对戈壁温室黄瓜生理代谢和产量及品质的影响

胡小明¹, 陈修斌^{2,3}, 李翊华^{2,3}

(1. 张掖神舟绿鹏农业科技有限公司, 甘肃 张掖 734000; 2. 河西学院农业与生态工程学院, 甘肃 张掖 734000; 3. 河西学院河西走廊精准设施园艺工程技术研究中心, 甘肃 张掖 734000)

摘要: 基质是黄瓜生长的基础, 对其产量品质影响巨大, 为得到戈壁温室有机生态型无土栽培中高品质黄瓜生产的最适基质配比, 以当前生产中常用基质配比为对照, 研究了5种不同配方的基质对黄瓜叶片叶绿素荧光参数及产量品质影响, 并比较了不同处理下黄瓜生长生理及产量品质指标。结果表明, 采用配方为腐熟牛粪、粉碎玉米秸秆、菌渣、草炭、蛭石体积比为3:2:2:2:1的基质栽培时, 黄瓜叶片最大量子产额(F_v/F_m)与生长潜在活性(F_v/F_o)的值最大, 分别为0.76、3.18; 黄瓜株高196.15 cm、茎粗0.92 cm、叶片数38.31片、单株结瓜数17.65个、单株产量3.58 kg、折合产量155 508.90 kg/hm², 均高于其他处理。采用该基质配比时黄瓜果实的Vc含量与可溶性糖含量均最高, 分别为167.28、19.83 mg/g FW; 硝酸盐含量最低, 为78.94 μg/g FW。可见, 使用腐熟牛粪、粉碎玉米秸秆、菌渣、草炭、蛭石体积比为3:2:2:2:1的基质配方时黄瓜综合表现最佳, 产量及品质最优。

关键词: 基质配比; 黄瓜; 生理代谢; 产量; 品质

中图分类号: S642.2; S626.5

文献标志码: A

文章编号: 2097-2172(2024)04-0354-05

doi: 10.3969/j.issn.2097-2172.2024.04.010

Effects of Different Substrate Ratios on the Physiological Metabolism, Yield and Quality of Cucumbers in Gobi Greenhouses

HU Xiaoming¹, CHEN Xiubin^{2,3}, LI Yihua^{2,3}

(1. Zhangye Shenzhou Lüpeng Agricultural Technology Limited Corporation, Zhangye Gansu 734000, China; 2. College of Agriculture and Ecological Engineering, Hexi University, Zhangye Gansu 734000, China; 3. Hexi Corridor Precision Facilities Horticulture Engineering Technology Research Centre, Hexi University, Zhangye Gansu 734000, China)

Abstract: The substrate is the foundation of cucumber growth and has a significant impact on its yield and quality. In order to obtain the optimal substrate ratio for high-quality cucumber production in organic ecological soilless cultivation in Gobi greenhouses, this experiment used the commonly used substrate ratio in production as a control to study effects of 5 different substrate formulations on cucumber leaf chlorophyll fluorescence parameters, yield and quality. Through comparative analysis of cucumber growth physiology and yield and quality indicators under different treatments. The results showed that using the substrate formula of treatment IV (decomposed cow manure, crushed corn straw, bacterial residue, peat, vermiculite at 3:2:1:2:1), the maximum quantum yield (F_v/F_m) and growth potential activity (F_v/F_o) of cucumber leaves were the highest, with values of 0.76 and 3.18, respectively. Plant height, stem diameter, number of leaves, number of fruits per plant, yield per plant, and yield peaked, with values of 196.15 cm, 0.92 cm, 38.31 leaves, 17.65 pieces, 3.58 kg, and 155 508.90 kg/ha, respectively, which were higher than other treatments. The fruits treated with this method had the highest contents of Vc and soluble sugars, which were 167.28 mg·g⁻¹ and 19.83 mg/g FW, respectively, the lowest nitrate content at 78.94 μg/g FW. From this, it can be seen that the matrix formula of decomposed cow manure, crushed corn straw, bacterial residue, peat, vermiculite at 3:2:2:2:1 has the best comprehensive performance, and the cucumber yield and quality are the best.

Key words: Substrate ratio; Cucumber; Physiological metabolism; Yield; Quality

收稿日期: 2024-01-18

基金项目: 2023年张掖市科技计划-技术研究开发专项(ZY2023JS18)。

作者简介: 胡小明(1983—), 男, 甘肃天水人, 农艺师, 主要从事农作物栽培与生理工作。Email: 915613056@qq.com。

通信作者: 陈修斌(1968—), 男, 河南邓州人, 教授, 硕士, 主要从事蔬菜栽培与生理工作。Email: 617190368@qq.com。

张掖市位于河西走廊中段, 总面积为 386.00 万 hm^2 , 占甘肃省总面积的 8.67%。全市可用于发展戈壁农业的裸地面积 36.40 万 hm^2 , 其中戈壁、沙漠占 28.90%, 是一个以农业生产为主的地区。近年来, 张掖市充分利用当地自然资源, 大力发展戈壁温室, 戈壁温室蔬菜种植已经成为当地增加农民收入、繁荣农村经济和实现乡村振兴的主要产业^[1-3]。

黄瓜 (*Cucumis sativus* L.) 营养丰富, 适应性强, 为当地戈壁温室主要栽培的蔬菜种类之一, 无土栽培在黄瓜生产中应用广泛^[4-6]。近年来, 黄瓜采用有机生态型无土栽培常因基质配比不适宜, 导致营养失调、产量品质下降等问题, 影响了黄瓜的高产优质化生产^[7]。有关基质在蔬菜生产上的应用方面, 张国芳等^[8]研究了金针菇渣基质对荷兰黄瓜生长的影响, 得到了采用金针菇渣为基质的最适用量; 梁倩玉等^[9]研究了菇渣复合基质对黄瓜幼苗生长的影响, 得到了黄瓜在出苗率和叶片叶绿素含量最高、幼苗生长良好时的最佳育苗基质配方; 张黎杰等^[10]研究表明, 适宜的菌渣复合基质配比可以促进黄瓜株高、叶片数、叶长、叶宽等形态指标的生长; 徐诚等^[11]研究了以蛭石为主的基质对日光温室黄瓜生长、产量及果实品质的影响, 得到了提升日光温室黄瓜栽培中产量和品质的最适配比; 杨雪松等^[12]研究表明, 适宜的基质配比可使黄瓜 Vc 含量、可溶性糖含量增加, 硝酸盐含量减少, 提升品质; 时振宇等^[13]筛选出了适宜黄瓜幼苗生长的最佳复合基质配比, 显著提高了黄瓜幼苗的地下鲜质量、地下干质量、可溶性糖和可溶性蛋白含量。以上研究可以发现, 国内学者均是立足当地的资源条件, 筛选出了适合本地黄瓜生长的最适基质配比。我们立足当地的自然资源与生产条件, 以玉米秸秆和菌棒为主要原料, 研究其不同配比对黄瓜叶绿素荧光参数及产量品质的影响, 以期筛选出黄瓜在代谢能力最强与产量品质最优时的基质配比, 旨在为戈壁温室黄瓜实现高产优质化提供技术支撑。

1 材料与方法

1.1 供试材料

指示黄瓜品种为津优 31 号, 由天津科润黄瓜研究所培育并提供。供试基质原料为粉碎的玉米

秸秆、菌渣(鸡腿菇菌棒)、草炭、炉渣、蛭石、牛粪, 以上材料均购自临泽县当地。玉米秸秆和菌棒在使用前粉碎, 用塑料薄膜覆盖发酵 25~30 d 待用。炉渣按粒径 3~5 mm 过筛后备用。

1.2 试验方法

试验于 2023 年 3—8 月在临泽县倪家营镇戈壁日光温室内进行。温室跨度 9.0 m, 脊高 4.5 m, 长度 60.0 m, 坐北朝南, 东西延长。试验采用槽培方式, 栽培槽规格为长 8.5 m、宽 0.7 m、深 30 cm, 槽间距 0.6 m, 槽内铺设塑料膜。采用单因素随机排列设计, 共设 6 个处理, 分别为 CK(腐熟牛粪: 粉碎的玉米秸秆: 菌渣: 炉渣体积比为 4: 3: 2: 1, 依据当前生产中常用的基质配比而设定)^[12-13]、处理 I(腐熟牛粪、腐熟玉米秸秆、菌渣、蛭石体积比为 4: 3: 1: 2)、处理 II(腐熟牛粪、玉米秸秆、菌渣、炉渣体积比为 3: 3: 2: 2)、处理 III(腐熟牛粪、粉碎的玉米秸秆、菌渣、草炭体积比为 4: 3: 1: 2)、处理 IV(腐熟牛粪、粉碎的玉米秸秆、菌渣、草炭、蛭石体积比为 3: 2: 2: 2: 1)、处理 V(腐熟牛粪、粉碎的玉米秸秆、菌渣、炉渣、蛭石体积比为 4: 2: 2: 1: 1)。每处理种植 1 槽, 3 次重复。在栽培槽内填充 25 cm 深的不同比例的复配基质, 于 3 月 10 日采用 50 孔穴盘育苗, 4 月 20 日按株距 35 cm 每槽定植 2 行, 保苗 43 455 株/ hm^2 。各处理定植后的管理与日光温室常规管理相同。

1.3 指标测定

1.3.1 荧光参数指标 测定每小区标定 5 株黄瓜, 于结瓜期(6 月 10 日)选择晴天上午 10:00~12:00 时, 用英国产 Handy PEA 仪器测定黄瓜叶片生长最大量子产额 (F_v/F_m) 与黄瓜叶片生长潜在活性 (F_v/F_o), 其中 F_v/F_m 表示暗适应下 PS II 的最大量子产额, F_v/F_o 代表叶片 PS II 潜在活性。测定时光照强度为 3 000 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$, 光照持续 2 s, 取其平均值^[14]。

1.3.2 生长发育指标测定 每处理随机标记 5 株, 在黄瓜采收后期(7 月 20 日)测定株高、茎粗与叶片数等生长指标和单株结果数及单株产量。小区产量按照不同处理分别统计汇总并计算折合产量。

1.3.3 营养指标分析 在结瓜后期, 每处理随机摘取 10 个果实, 分别测定不同处理的果实内可溶

性糖、可滴定酸、Vc、可溶性蛋白质、游离氨基酸、硝酸盐含量^[15]，重复 3 次，取其平均值。

1.4 数据分析

采用 DPS 9.50 和 Excel 2003 软件进行数据分析，采用 Duncan's 法进行差异显著性分析，显著性水平设置为 $\alpha=0.05$ 。

2 结果与分析

2.1 黄瓜叶片荧光参数

叶绿素荧光技术是研究植物光合生理与环境因子关系的探针，可以反映植物光合效率的高低^[16]。从图 1 可以看出以采用处理 IV 的基质配比时，黄瓜叶片生长最大量子产额 (Fv/Fm) 数值最高，为

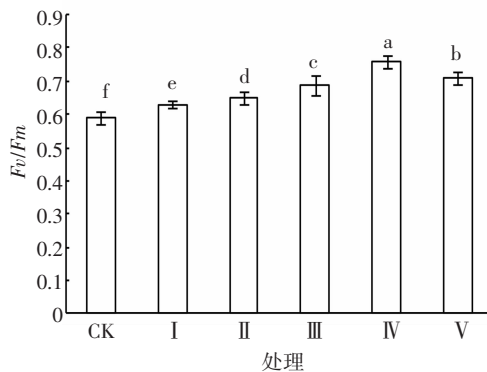


图 1 不同处理 Fv/Fm 值

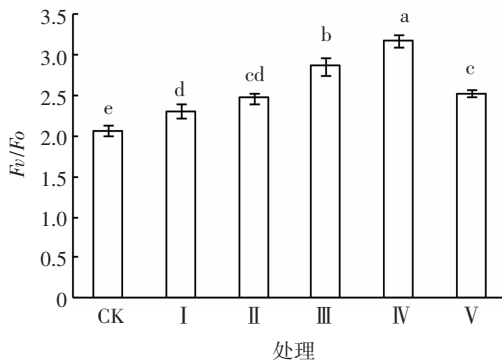


图 2 不同处理 Fv/Fo 值

0.76，与处理 CK、I、II、III 与 V 相比，分别高出 28.71%、20.63%、16.92%、10.14%、7.04%，不同处理呈显著差异水平。从图 2 可以发现，黄瓜叶片生长潜在活性 (Fv/Fo) 的变化与 Fv/Fm 相似，各处理也以处理 IV 为最高，为 3.18，与处理 CK、I、II、III 与 V 相比，分别高出 53.62%、37.66%、28.74%、11.19%、25.69%，这说明处理 IV 的黄瓜植株生理代谢最为旺盛，叶片保持较强的光化学效率与潜在活性。

2.2 黄瓜植株生长和产量性状及产量

基质中的营养可以满足黄瓜生长过程中对养分的需求，使黄瓜保持较强的生长发育速度，有益于植株生长能力的提高。从表 1 可以发现，黄瓜主要性状均以处理 IV 最高，其中株高 196.15 cm、茎粗 0.92 cm、叶片数 38.31 片、单株结瓜数 17.65 个、单株产量 3.58 kg、折合产量 155 508.90 kg/hm²，与 CK 相比分别提高 7.44%、21.05%、18.94%、32.21%、20.54%、20.49%。由此可见，处理 IV 更有利于黄瓜植株生长，保持着较强的生长势，提高了黄瓜的结实能力，对黄瓜产量性状影响显著。

2.3 黄瓜果实品质

黄瓜果实中可溶性糖、可溶性蛋白、Vc 含量是影响果实品质和价值的主要因素^[17]。从表 2 可以看出，采用处理 IV 的黄瓜果实 Vc、游离氨基酸、可溶性蛋白含量均最高，分别为 167.28、390.79、5.13 mg/g FW，与 CK 相比分别高出 15.18%、14.01%、48.69%；可溶性糖含量也最高，为 19.83 mg/g，较 CK 增加 20.47%。处理 I 的可滴定酸含量最高，为 0.57%，与 CK 相比高出 7.55%。处理 IV 的黄瓜果实硝酸盐含量最低，为 78.94 $\mu\text{g/g}$ FW。处理 IV 条件下，黄瓜果实的可溶性糖、可溶性蛋白、Vc、游离氨基酸含量均表现最高，可滴定酸

表 1 不同处理的黄瓜生长和产量性状及产量

处理	株高 /cm	茎粗 /cm	叶片数 /片	单株结瓜数 /个	单株产量 /kg	折合产量 /(kg/hm ²)
CK	182.56±3.52 d	0.76±0.02 d	32.21±1.42 d	13.35±0.57 d	2.97±0.18 f	129 061.35±189.45 f
I	189.38±4.38 bc	0.88±0.01 cd	34.52±1.67 c	14.13±0.63 c	3.11±0.38 d	135 145.05±219.75 d
II	191.53±3.12 b	0.89±0.03 bc	35.16±2.03 bc	15.62±0.58 b	3.28±0.25 c	142 532.40±206.40 c
III	185.62±2.42 c	0.90±0.01 ab	36.27±1.65 b	14.51±0.66 bc	3.07±0.29 e	133 406.85±233.55 e
IV	196.15±3.42 a	0.92±0.02 a	38.31±2.16 a	17.65±0.33 a	3.58±0.29 a	155 508.90±247.95 a
V	184.62±4.17 cd	0.89±0.02 bc	34.62±2.05 c	16.53±0.55 ab	3.39±0.35 b	147 312.45±172.95 b

①同列不同小写字母表示 5% 的差异水平，下同。

表 2 不同处理对黄瓜品质影响

处理	Vc /(mg/g FW)	可溶性糖 /(mg/g)	可滴定酸 /%	游离氨基酸 /(mg/g FW)	可溶性蛋白 /(mg/g FW)	硝酸盐 /(μ g/g FW)
CK	145.23 \pm 3.18 d	16.46 \pm 0.65 d	0.53 \pm 0.03 b	342.78 \pm 10.23 e	3.45 \pm 0.54 e	95.46 \pm 5.16 bc
I	158.65 \pm 4.54 bc	17.82 \pm 0.32 b	0.57 \pm 0.02 a	359.28 \pm 11.46 d	4.52 \pm 0.63 de	114.53 \pm 4.53 a
II	163.55 \pm 3.77 ab	18.88 \pm 0.47 ab	0.51 \pm 0.03 c	373.90 \pm 10.38 b	4.75 \pm 0.56 bc	97.62 \pm 3.63 b
III	159.62 \pm 3.85 bc	17.27 \pm 0.54 bc	0.44 \pm 0.02 de	366.69 \pm 11.43 c	4.84 \pm 0.68 b	91.84 \pm 4.25 cd
IV	167.28 \pm 4.64 a	19.83 \pm 0.66 a	0.46 \pm 0.02 d	390.79 \pm 12.47 a	5.13 \pm 0.72 a	78.94 \pm 2.36 e
V	155.43 \pm 3.14 cd	17.25 \pm 0.49 cd	0.42 \pm 0.03 e	358.40 \pm 9.86 de	4.58 \pm 0.63 cd	87.63 \pm 2.64 d

含量较低,硝酸盐含量最低。由此可见,以基质配比为腐熟牛粪:粉碎的玉米秸秆:菌渣:草炭:蛭石体积比为 3:2:2:2:1 时栽培黄瓜的品质表现最佳。

3 讨论与结论

本试验条件下,基质配比为腐熟牛粪:粉碎的玉米秸秆:菌渣:草炭:蛭石体积比为 3:2:2:2:1 时,黄瓜最大量子产额(F_v/F_m)与生长潜在活性(F_v/F_o)的数值表现最高,这说明适宜的基质配比促进了黄瓜对养分吸收,植株保持较强的生理代谢水平;其他处理由于基质种类与用量不同,导致养分配比失衡而影响黄瓜正常生长代谢,从而使 F_v/F_m 和 F_v/F_o 数值保持较低水平,这与前人在番茄上研究相一致^[18]。植株形态是反映植株长势强弱的重要指标,可直观反映不同基质配比对植物生长的影响^[19]。本试验中,采用腐熟牛粪、粉碎的玉米秸秆、菌渣、草炭、蛭石体积比为 3:2:2:2:1 配比的基质营养成分适宜,黄瓜保持较强的生长势,黄瓜株高、茎粗、叶片数、单株结瓜数、单株产量和折合产量等数值均高于其他处理,表明适宜基质配比有利于植株生长发育和产量的提高,这与张强等^[20]、诸葛祥谦等^[21]的研究吻合。不同基质配比对黄瓜品质存在较大影响,营养成分配比平衡可促进果实内营养物质的转化,在营养代谢平衡条件下可以提高 Vc、可溶性糖、游离氨基酸、可溶性蛋白的含量,降低了果实中硝酸盐的积累,表现为果实内硝酸盐含量的降低,这与宋晓晓等^[22]在生菜上的研究相一致。在该基质配比条件下,黄瓜果实中 Vc、可溶性糖、游离氨基酸、可溶性蛋白的含量均表现为最高,果实内硝酸盐含量最低,这表明适宜的基质配比可以提高果实中的营养品质,这与王涛等^[23]在黄

瓜上的研究一致。

本研究表明:采用基质配方为腐熟牛粪:粉碎玉米秸秆:菌渣:草炭:蛭石体积比为 3:2:2:2:1 的基质栽培黄瓜时,黄瓜叶片最大量子产额(F_v/F_m)与生长潜在活性(F_v/F_o)的值最大,分别为 0.76、3.18,黄瓜保持较强的生长势;黄瓜的株高、茎粗、叶片数均最大,分别为 196.15 cm、0.92 cm、38.31 片;结果能力也最强,单株结瓜数 17.65 个、单株产量为 3.58 kg、折合产量 155 508.90 kg/hm²。同时采用该基质配比时黄瓜果实中的 Vc 含量与可溶性糖含量均最高,分别为 167.28、19.83 mg/g FW;硝酸盐含量最低,为 78.94 μ g/g FW,有利于黄瓜品质的提升。可见,使用配方为腐熟牛粪、粉碎玉米秸秆、菌渣、草炭、蛭石体积比为 3:2:2:2:1 的基质时,黄瓜代谢能力最强、产量最高、品质最优,综合表现最佳,可为酒泉地区戈壁温室黄瓜在种植过程中实现产量的提高与品质提升提供一定的技术支持,应予以推广。

参考文献:

- [1] 谢福平. 张掖市循环农业发展[J]. 甘肃农业, 2019(9): 100-101.
- [2] 蒋世兴. 加快发展“戈壁农业”,积极探索现代农业发展新路径[J]. 张掖发展, 2017(4): 23-24.
- [3] 姚敏霞. 张掖市甘州区戈壁农业发展优势、现状及对策[J]. 农业科技与信息, 2018(10): 65-67.
- [4] 陈丽. 黄瓜的习性及其有机基质栽培技术[J]. 农家参谋, 2021(14): 67-68.
- [5] 陈焯华. 黄瓜品种津优 301 号日光温室基质栽培技术[J]. 新疆农垦科技, 2021, 44(2): 22-23.
- [6] 靳青, 周彦伟, 武亚红, 等. 黄瓜无土栽培基质研究进展[J]. 蔬菜, 2023(4): 34-39.
- [7] 康欣娜, 武亚红, 周彦伟, 等. 日光温室黄瓜复合基质栽培技术要点[J]. 现代农村科技, 2023(6): 31-

- 32.
- [8] 张国芳, 沈 岚. 金针菇渣基质对荷兰黄瓜生长、产量及品质的影响[J]. 浙江农业科学, 2021, 62(5): 918-919; 921.
- [9] 梁倩玉, 黄美玲, 廖竞金, 等. 菇渣复合基质对黄瓜幼苗生长的影响[J]. 长江蔬菜, 2023(16): 51-54.
- [10] 张黎杰, 周玲玲, 李志强, 等. 菌渣复合基质栽培对日光温室黄瓜生长发育和产量品质的影响[J]. 江苏农业科学, 2014, 42(3): 109-111.
- [11] 徐 诚, 轩正英, 张 娟, 等. 不同基质对黄瓜生长、产量及果实品质的影响[J]. 北方园艺, 2022(2): 9-17.
- [12] 杨雪松, 赵海静. 不同基质对黄瓜长势、产量及果实品质的影响[J]. 蔬菜, 2021(11): 11-15.
- [13] 时振宇, 陈 健, 贾 凯, 等. 不同配比基质对黄瓜、番茄幼苗生长及品质的影响[J]. 天津农业科学, 2020, 26(1): 76-81; 90.
- [14] KRAUSE G H, WEIS E. Chlorophyll fluorescence and photosynthesis[J]. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology, 1991, 42:313-349.
- [15] 高俊凤. 植物生理学实验技术[M]. 西安: 世界图书出版公司, 2000.
- [16] 马新超, 轩正英, 闵昊哲, 等. 水氮耦合对沙培黄瓜光合日变化及叶绿素荧光参数的影响[J]. 新疆农业科学, 2023, 60(8): 1966-1974.
- [17] 刘晓英, 徐文栋, 焦学磊, 等. 不同配比红蓝 LED 光对黄瓜果实产量和品质的影响[J]. 植物资源与环境学报, 2016, 25(2): 80-84.
- [18] 聂书明, 杜中平. 不同基质配方对番茄果实品质及产量的影响[J]. 中国农学通报, 2013, 29(16): 149-152.
- [19] 孙 洁, 刘 俊, 郁培义, 等. 不同基质配方对降香黄檀幼苗生长生理的影响[J]. 中南林业科技大学学报, 2015, 35(7): 45-49.
- [20] 张 强, 王顺利, 曲明山, 等. 以粉煤灰为主要原材料的黄瓜育苗基质配方筛选[J]. 北方园艺, 2018(21): 17-21.
- [21] 诸葛祥谦, 程 斐, 李 群, 等. 不同硫磺粉用量对菇渣基质培黄瓜生长的影响[J]. 中国瓜菜, 2018, 31(10): 49-53.
- [22] 宋晓晓, 邹志荣, 曹 凯, 等. 不同有机基质对生菜产量和品质的影响[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2013, 41(6): 153-160.
- [23] 王 涛, 雷锦桂, 黄语燕, 等. D-最优混料设计优化草菇渣复合基质的黄瓜栽培配方[J]. 土壤, 2022, 54(4): 723-732.