

# 增施有机肥对河西走廊设施沙质土质量及贝贝南瓜生长的影响

张靖<sup>1</sup>, 周琦<sup>1</sup>, 王祎<sup>2</sup>, 刘强<sup>1</sup>, 施志国<sup>1</sup>, 马凤捷<sup>1</sup>, 宿翠翠<sup>1</sup>

(1. 甘肃省农业工程技术研究院 甘肃武威 733006; 2. 凉州区农业技术推广中心 甘肃武威 733000)

**摘要:** 为了提高河西走廊设施沙质土质量, 探究有机肥对贝贝南瓜的增产效应, 以栗妹 5 号贝贝南瓜为试验材料, 设置有机肥 N 替代化肥 N, 氮、磷、钾总量保持一致的 6 个处理, 研究增施有机肥对土壤养分含量、土壤微生物数量以及贝贝南瓜光合指标、产量和品质的影响。结果表明, 高配比施用有机肥相比 100% 化肥处理(T1)可显著提高土壤有机质含量, 且贝贝南瓜整个生育期有机质含量以 T5 处理(80% 有机肥 N+20% 化肥 N)最高, 相对其他处理提高 8.36%~36.18%。适宜的有机无机肥配施相比施用 100% 化肥和 100% 有机肥, 可显著提高土壤全氮含量, 且对应的土壤细菌、真菌、放线菌变化在贝贝南瓜整个生育期较为平缓。在苗期和抽蔓期, 土壤有效磷和速效钾含量均以 100% 有机肥处理(T6)最低, 在坐果期和成熟期, 有效磷含量以 T5 处理最低, 速效钾含量以 T4 处理(60% 有机肥 N+40% 化肥 N)最低。平均单果质量、果实横径、产量均以 T5 处理最高, 相比其他处理增产 4.82%~46.68%。果实内干物质含量随有机肥施用量的增加而增加。增施一定量有机肥相比单施化肥可明显提高贝贝南瓜维生素 C 含量、可溶性糖含量。综上, T5 处理综合表现最佳。

**关键词:** 贝贝南瓜; 有机肥; 沙质土壤养分含量; 微生物数量; 生长特性; 产量品质

中图分类号: S642.1

文献标志码: A

文章编号: 1673-2871(2024)06-095-09

## Effects of increasing organic fertilizer on the quality of sandy soil in Hexi Corridor and the growth of Beibei pumpkin

ZHANG Jing<sup>1</sup>, ZHOU Qi<sup>1</sup>, WANG Yi<sup>2</sup>, LIU Qiang<sup>1</sup>, SHI Zhiguo<sup>1</sup>, MA Fengjie<sup>1</sup>, SU Cuicui<sup>1</sup>

(1. Agricultural Engineering Technology Research Institute of Gansu Province, Wuwei 733006, Gansu, China; 2. Liangzhou District Agricultural Technology Promotion Center, Wuwei 733000, Gansu, China)

**Abstract:** In order to improve the quality of sandy soil in Hexi Corridor and explore the effect of organic fertilizer on the yield increase of Beibei pumpkin, Lishu No. 5 Beibei pumpkin was used as the experimental material. Six treatments were set up to replace chemical fertilizer N with organic fertilizer N, and the total amount of nitrogen, phosphorus and potassium was consistent. The effects of organic fertilizer on soil nutrient content, soil microbial quantity, photosynthesis, yield and quality of Beibei pumpkin were studied. The results showed that the high ratio of organic fertilizer could significantly increase the content of soil organic matter compared with 100% chemical fertilizer treatment, and the average content of organic matter in the whole growth period of beibei pumpkin was the highest in T5 treatment, which was 8.36%-36.18% higher than other treatments. Compared with the application of 100% chemical fertilizer and 100% organic fertilizer, the suitable organic and inorganic fertilizer application can significantly increase the soil total nitrogen content, and the corresponding soil bacteria, fungi and actinomycetes change curve is more gentle in the whole growth period of pumpkin. At seedling stage and vine stage, the content of available phosphorus and available potassium in soil was the lowest with 100% organic fertilizer. The content of available phosphorus in T5 was the lowest at fruit-setting stage and maturity stage, and the content of available potassium in T4 was the lowest at fruit-setting stage and maturity stage. The average single fruit mass, fruit transverse diameter and yield of T5 treatment were the highest, which increased by 4.82%-46.68% compared with other treatments. The dry matter content in fruit increased with the increase of organic fer-

收稿日期: 2023-08-03; 修回日期: 2024-03-26

基金项目: 甘肃省民生科技专项-社会发展专题(21CX6FA028); 甘肃省 2023 年度重点人才项目(甘组通字(2023)20 号)

作者简介: 张靖, 女, 助理研究员, 主要从事植物营养与肥料研究。E-mail: 756507942@qq.com

通信作者: 刘强, 男, 研究员, 主要从事土壤肥料与作物栽培研究。E-mail: 944614087@qq.com

tilizer application. Compared with the single application of chemical fertilizer, the application of a certain amount of organic fertilizer can effectively improve the vitamin C content and soluble sugar content of pumpkin. In conclusion, T5 treatment had the best comprehensive performance.

**Key words:** Beibei pumpkin; Organic fertilizer; Nutrient content in sandy soil; Microbial quantity; Growth characteristics; Yield and quality

河西走廊古浪县的黄花滩生态移民区,北邻腾格里沙漠,光热资源丰富,昼夜温差大,生产的瓜果蔬菜色泽鲜亮、营养丰富,且该区土壤以沙质土为主,病虫害轻微,农药用量少,因此农产品受污染少,深受市场喜爱<sup>[1-2]</sup>。近年来,当地政府大力推广戈壁农业,至2022年已建成7985座日光温室<sup>[3]</sup>。目前,该区设施农业发展态势良好,经济效益高,为当地农户创业增收提供了有力保障<sup>[4]</sup>。贝贝南瓜为葫芦科南瓜属蔓生草本植物,又称为板栗南瓜,果实外观精美,耐贮存,肉质粉糯,口感香甜,富含维生素A、维生素C、胡萝卜素以及多糖,含有促进人体新陈代谢、降低血糖等功效的活性物质<sup>[5]</sup>。黄花滩生态移民区贝贝南瓜种植已成为当地的特色产业,目前已被广泛栽培,具有较好的经济效益,在黄花滩生态移民区具有良好的推广价值<sup>[6-7]</sup>。由于该区土壤多为沙质土,毛管作用微弱,土壤熟化程度低,保水保肥性差,养分供给能力较弱<sup>[8-9]</sup>,提高该地区土壤肥力、提高贝贝南瓜的品质和产量成为亟待解决的问题。针对设施土壤退化问题,大量研究表明,有机肥部分替代化肥是今后农业生产中保护生态环境、促进可持续发展的必然趋势<sup>[10]</sup>。而笔者前期调查得知,当地农户因沙质土控肥能力差,施用化肥量较多,经济效益不稳定现象频繁出现。有机肥相比化肥能显著提高土壤肥力,改善根际微生物群落结构,从而提高作物产量和品质<sup>[11-12]</sup>。因此,要想获得可持续的土地产能,必须采取合理的改良措施来提升地力<sup>[13]</sup>。因此,笔者针对该地区设施沙质土可持续供肥能力差、土壤质量低等问题,采用有机氮部分替代化肥氮,探究增施有机肥对沙质土养分含量、微生物数量、贝贝南瓜生长特性及产量和品质的影响,以期为古浪县黄花滩生态移民区沙质土壤设施栽培中土壤质量提升和贝贝南瓜的增产增效提供施肥参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验地位于甘肃省武威市古浪县黄花滩生态移民区,该区南部为干旱山区,北临腾格里沙漠,平均海拔1700 m。无霜期170 d左右,年均降水量

288 mm,蒸发量2300 mm以上,年均气温6.6℃,有效积温1900℃,年均日照时数2693.5 h,属温带干旱荒漠性气候。供试土壤为沙质土。试验地点位于当地戈壁农业示范基地设施大棚内,播前采集0~20 cm耕层土样,测得理化性质为:pH 8.71,有机质含量( $w$ ,下同)5.46 g·kg<sup>-1</sup>,全氮含量0.31 g·kg<sup>-1</sup>,有效磷含量20.8 mg·kg<sup>-1</sup>,速效钾含量44.3 mg·kg<sup>-1</sup>。

### 1.2 材料

供试作物品种:栗妹5号,由武威百利种苗有限公司培育幼苗。

有机肥用南京三美农业发展有限公司生产的商品有机肥(养分总含量N+P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>+K<sub>2</sub>O≥5%、有机质含量≥30%),氮肥用宁夏和宁化学有限公司生产的尿素(N含量46.0%),磷肥用云南安宁化肥有限公司生产的过磷酸钙(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>含量16%),钾肥用青海联宇钾肥有限公司生产的硫酸钾镁(K<sub>2</sub>O含量24%)。

### 1.3 试验设计

设置氮、磷、钾总量保持一致,有机肥N分别占总N量的0、20%、40%、60%、80%、100%的6个处理,剩余氮、磷、钾养分用化肥补充,各处理施肥量详见表1。

每个处理中涉及的有机肥、过磷酸钙全部作为底肥;尿素、硫酸钾镁1/3作为底肥,2/3在贝贝南瓜抽蔓后期(6月下旬)每隔7 d共5次随水滴入。

采用随机区组布置。试验开始于2022年4月。小区面积25 m<sup>2</sup>(6.4 m×3.9 m),3次重复。每小区人工深翻施入底肥,然后起垄,垄宽0.80 m,垄长6.40 m,垄间距0.50 m。垄面铺设2条滴灌带,滴灌带间距0.40 m。5月7日滴水定植幼苗,每垄2行,每行8株,行距0.40 m,株距0.80 m,每垄16株,每小区48株。为防止前期烧苗,幼苗完全成活后进行垄面覆膜,之后人工破膜放苗。2022年8月12日收获。整个生育期田间管理措施与当地传统管理措施保持一致。

### 1.4 测定项目及方法

1.4.1 土壤指标的测定 于贝贝南瓜苗期(5月25日)、抽蔓期(6月21日)、坐果期(7月22日)、成熟期(8月12日)采集土壤样品,每个小区采用蛇形布点法等间距采集0~20 cm土样共5点,混匀后装入

表1 各处理肥料用量  
Table 1 Fertilizer dosage of each treatment

编号 Number	处理 Treatment	有机肥用量 Organic fertilizer dosage	尿素用量 Urea dosage	过磷酸钙用量 Calcium superphosphate dosage	硫酸钾镁用量 Sulphate-potassium magnesium dosage
T1	100%化肥 N 100% fertilizer N	0.0	2.0	4.2	6.0
T2	20%有机肥 N+80%化肥 N 20% organic fertilizer N + 80% chemical fertilizer N	12.6	1.6	3.4	4.7
T3	40%有机肥 N+60%化肥 N 40% organic fertilizer N + 60% chemical fertilizer N	24.7	1.2	2.7	3.4
T4	60%有机肥 N+40%化肥 N 60% organic fertilizer N + 40% chemical fertilizer N	37.1	0.8	1.9	2.1
T5	80%有机肥 N+20%化肥 N 80% organic fertilizer N + 20% chemical fertilizer N	49.5	0.4	1.1	0.8
T6	100%有机肥 N 100% organic fertilizer N	61.8	0.4	0.0	0.0

自封袋带回实验室,1/2置于4℃冰箱贮存用于测定土壤微生物数量,1/2风干用于测定土壤养分含量。采用重铬酸钾-硫酸加热氧化后用硫酸亚铁滴定法测定有机质含量,采用硫酸消煮后用定氮仪(FOSS Kjeltec8400,丹麦福斯)测定全氮含量,采用碳酸氢钠浸提钼锑抗溶液显色后用紫外分光光度计(光谱SP-756P,上海光谱)测定有效磷含量,采用乙酸铵浸提后用火焰光度计(FP6450,上海仪电)测定速效钾含量<sup>[14]</sup>。采用稀释平板法测定土壤中微生物数量,采用牛肉膏蛋白胨培养基测定细菌数量,采用马丁氏培养基测定真菌数量,采用改良高氏一号培养基测定放线菌数量<sup>[15]</sup>。

1.4.2 植物指标的测定 每小区选择具有代表性的6株植株定株观测,求得均值后确定贝贝南瓜植株相应生育期茎粗、叶绿素相对含量(SPAD)及净光合速率( $P_n$ )。用游标卡尺(DWKC-2038,杭州德力西)测量植株茎基部以上5cm处的茎粗;用手持叶绿素仪(SPAD-502Plus,日本美能达)测量植株生长点向下第3片功能叶的SPAD值;选择晴朗天气早晨09:00-11:00,用便携式光合仪(LI-6400XT,美国)测量植株生长点向下第3片功能叶的 $P_n$ 值,每个叶片3次重复得到每株 $P_n$ 值。

成熟期每小区选取10个具有代表性的成熟果实,测定单果质量、果实横径及果实品质,并计算各小区实际产量,最后按照各小区面积折算成每 $\text{hm}^2$ 总产量。

产量( $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ )=单果质量( $\text{kg}\cdot\text{个}^{-1}$ ) $\times$ 每株果数(个/株) $\times$ 总株数(株 $\cdot\text{hm}^{-2}$ )。

通过105℃杀青30min,75℃烘干至恒质量测定果实干物质含量<sup>[16]</sup>;采用2,6-二氯酚靛酚钠染色

法测定维生素C含量;采用蒽酮比色法测定可溶性糖含量<sup>[17]</sup>。

## 1.5 数据处理

采用Microsoft Excel 2016进行数据统计、制图和绘表,采用SPSS 21.0进行处理之间的统计分析,采用LSD法进行显著性检验。

## 2 结果与分析

### 2.1 增施有机肥对土壤养分含量的影响

由表2可知,除T4处理的有机质含量在坐果期高于抽蔓期,T5、T6处理有效磷含量在抽蔓期高于苗期之外,其他养分含量随着贝贝南瓜生育期的推进均出现降低趋势。除坐果期T2处理有机质含量低于T1处理外,其他各时期,增施有机肥相比单施化肥(T1)处理,有机质含量均有所增加,且高配比有机肥处理(T3、T4、T5、T6处理)的有机质含量均显著高于T1处理。相比T1处理,T5处理在苗期、抽蔓期、开花结果期、成熟期有机质含量分别提高15.48%、35.92%、56.77%、59.56%。在整个生育期,有机质含量以80%有机肥N+20%化肥N处理T5最高,相对其他处理高8.36%~36.18%。各时期T1处理以及单施有机氮(T6)处理土壤全氮含量均低于或显著低于有机无机氮配施处理(T2、T3、T4、T5)。有效磷、速效钾作为土壤速效养分,在贝贝南瓜同一生育期,随有机肥施用量的增加,含量呈现不同变化趋势,各处理具体表现为:苗期和抽蔓期的有效磷含量、坐果期和成熟期的速效钾含量均呈升-降-升-降趋势,在坐果期和成熟期的有效磷含量均呈升-降-升趋势,在苗期和抽蔓期的速效钾含量

表2 增施有机肥对土壤养分含量的影响

Table2 Effect of increasing organic fertilizer on soil nutrient content

生育时期 Growth period	处理 Treatment	w(有机质) Organic matter content/ (g·kg <sup>-1</sup> )	w(全氮) Total nitrogen content/ (g·kg <sup>-1</sup> )	w(有效磷) Available phosphorus content/ (mg·kg <sup>-1</sup> )	w(速效钾) Rapidly available potassium content/(mg·kg <sup>-1</sup> )
苗期 Seedling stage	T1	16.80±0.10 d	1.00±0.02 d	82.57±1.95 ab	112.33±1.53 a
	T2	17.37±0.46 cd	1.05±0.02 c	85.93±4.89 a	101.67±1.53 c
	T3	17.73±0.40 c	1.05±0.01 c	77.17±1.83 c	104.00±1.00 bc
	T4	18.87±0.55 b	1.20±0.00 a	78.83±0.87 bc	108.33±4.93 ab
	T5	19.40±0.17 ab	1.15±0.01 b	63.77±2.81 d	95.33±0.58 d
	T6	19.73±0.25 a	1.03±0.02 cd	60.70±1.54 d	89.00±2.65 e
抽蔓期 Vine-sprouting period	T1	11.33±0.13 e	0.88±0.02 c	75.83±0.86 a	92.33±0.58 a
	T2	11.43±0.42 e	1.04±0.05 a	78.43±2.11 a	81.33±1.53 c
	T3	14.40±0.10 b	0.95±0.04 b	71.27±2.18 b	86.33±1.53 b
	T4	12.63±0.15 d	0.97±0.01 b	62.37±1.59 cd	78.33±1.15 d
	T5	15.40±0.10 a	1.08±0.02 a	65.40±1.01 c	64.67±1.53 e
	T6	13.83±0.06 c	0.85±0.01 c	61.03±2.24 d	64.00±1.00 e
坐果期 Fruiting period	T1	8.72±0.44 e	0.55±0.01 c	60.14±2.70 c	73.33±2.52 a
	T2	8.70±0.59 e	0.70±0.00 a	71.33±0.98 a	77.33±3.79 a
	T3	10.67±0.16 d	0.61±0.01 b	65.30±1.16 b	56.00±2.00 b
	T4	12.65±0.20 b	0.69±0.04 a	55.78±3.29 d	43.00±3.00 c
	T5	13.67±0.34 a	0.61±0.01 b	33.73±0.47 f	56.33±2.08 b
	T6	11.68±0.34 c	0.58±0.02 c	42.18±1.94 e	44.67±1.53 c
成熟期 Mature period	T1	7.32±0.30 e	0.46±0.01 d	49.45±2.22 c	65.33±1.53 b
	T2	7.36±0.39 e	0.60±0.00 a	60.70±0.47 a	70.33±2.52 a
	T3	9.09±0.07 d	0.56±0.03 b	55.14±1.21 b	49.00±1.00 c
	T4	11.02±0.14 b	0.51±0.01 c	47.56±0.82 c	35.67±1.53 e
	T5	11.68±0.29 a	0.51±0.01 c	27.50±0.88 e	47.00±2.00 c
	T6	10.27±0.35 c	0.48±0.01 d	33.24±2.69 d	39.00±1.00 d

注:同列不同小写字母表示同一时期不同处理间在 0.05 水平差异显著。下同。

Note: Different lowercase letters in the same column indicate that there is a significant difference between different treatments in the same period at the 0.05 level. The same below.

均呈降-升-降趋势。生长后期(坐果期和成熟期)T5 处理下土壤有效磷含量相对于 T1 处理降低最显著,分别降低 43.91%、44.39%;T5 处理土壤速效钾含量相对 T1 处理也显著降低,在各时期分别降低 15.13%、29.96%、23.18%、28.06%。

### 2.2 增施有机肥对土壤微生物数量的影响

由图 1 可知,土壤微生物数量随生育期的推进,细菌、真菌、放线菌的变化曲线表现不同。各处理土壤中细菌数量整体呈现先增加后降低的趋势,以抽蔓期最高;各处理之间 T4 变化相对平缓。各处理土壤中真菌数量从苗期到抽蔓期均增大,从  $4.96 \times 10^3 \sim 10.05 \times 10^3 \text{ cfu} \cdot \text{g}^{-1}$  增加到  $10.59 \times 10^3 \sim 17.36 \times 10^3 \text{ cfu} \cdot \text{g}^{-1}$ ,各处理前后相比增加了 22.38%~242.63%;抽蔓期以后,除 T2 处理外,其他真菌数量均有所降低,降低了 6.29%~31.23%;其中 T5 生育期前后真菌数量变化幅度相对平缓;至成熟期土壤真菌数量表现为

T2>T6>T1>T3>T5>T4。各处理放线菌数量从苗期的  $15.67 \times 10^5 \sim 21.95 \times 10^5 \text{ cfu} \cdot \text{g}^{-1}$  变化到成熟期的  $18.72 \times 10^5 \sim 21.41 \times 10^5 \text{ cfu} \cdot \text{g}^{-1}$ ,整体变化幅度为 4.28%,相比细菌和真菌数量变化平缓;T4、T5 处理前后处于较为平稳状态。

### 2.3 增施有机肥对贝贝南瓜茎粗的影响

由图 2 可知,贝贝南瓜茎粗在苗期到抽蔓期增长最快,平均增长 37.14%,抽蔓期到坐果期、坐果期到成熟期平均分别增长 17.76%、7.21%。在苗期,单施化肥 T1 处理的茎粗最大,比其他处理高 1.01%~4.98%。抽蔓期以 T3 处理茎粗最大,比其他处理高 0.38%~2.45%。在坐果期,T4、T5、T6、处理茎粗显著高于其他处理。至成熟期,T5 处理茎粗最大,且显著高于其他处理 0.12%~1.67%。

### 2.4 增施有机肥对贝贝南瓜叶片 SPAD 值的影响

由图 3 可见,苗期 T1、T2 叶片中 SPAD 值显著



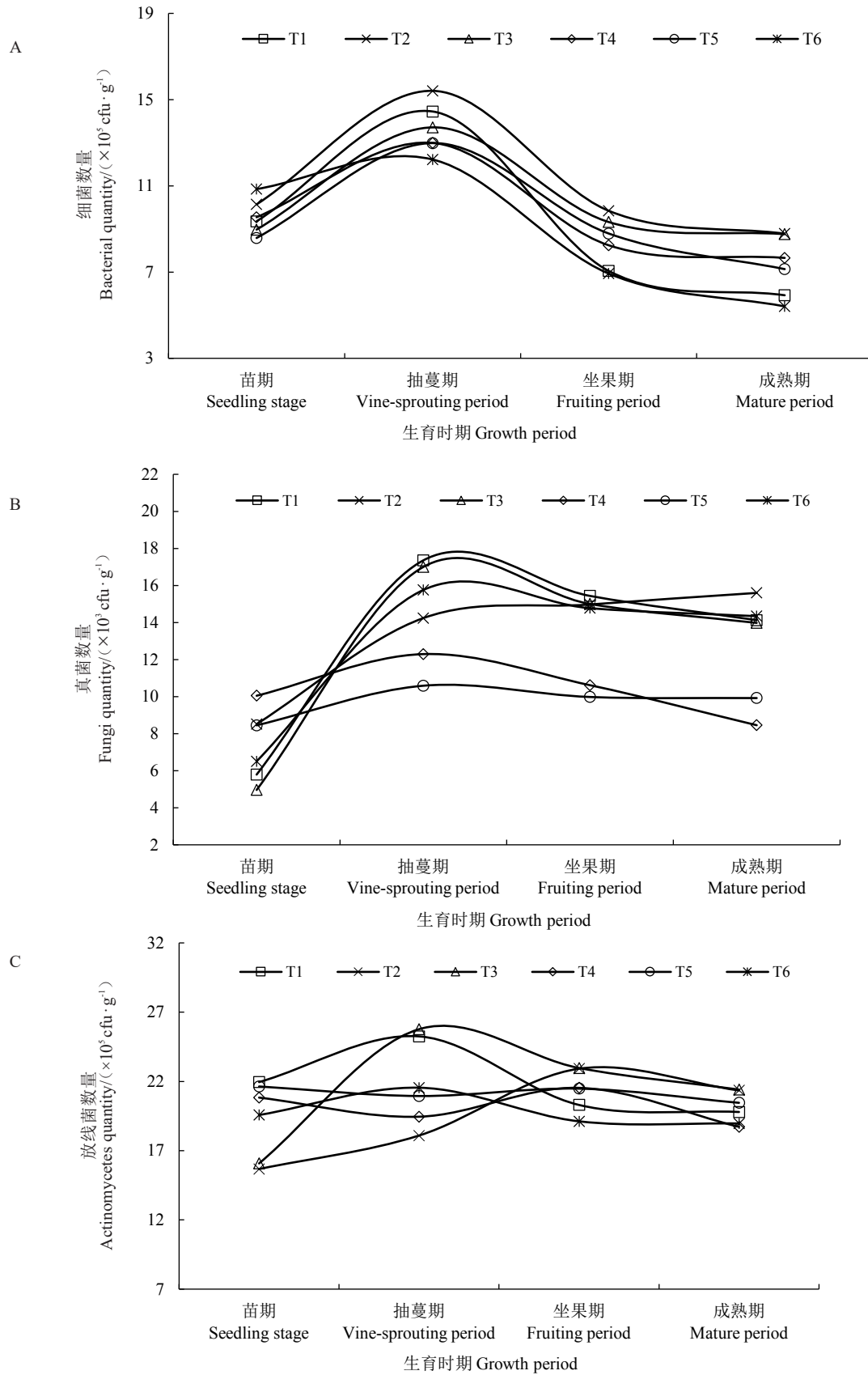
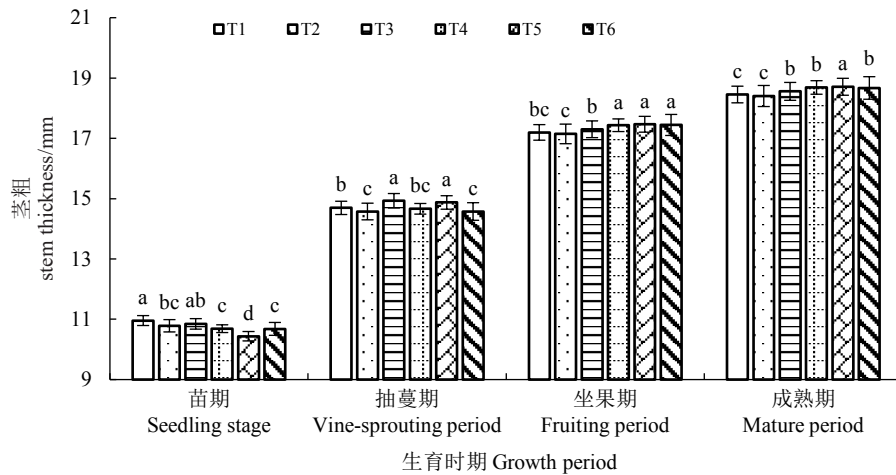


图 1 增施有机肥对土壤微生物数量的影响

Fig. 1 Effect of increasing organic fertilizer application on soil microbial quantity



注:不同小写字母表示同一生育期处理间差异显著( $p < 0.05$ )。下同。

Note: Different lowercase letters on the column indicate significant differences in the same growth period between different treatments ( $p < 0.05$ ). The same below.

图2 增施有机肥对贝贝南瓜茎粗的影响

Fig. 2 Effect of increasing organic fertilizer on stem diameter of Beibei pumpkin

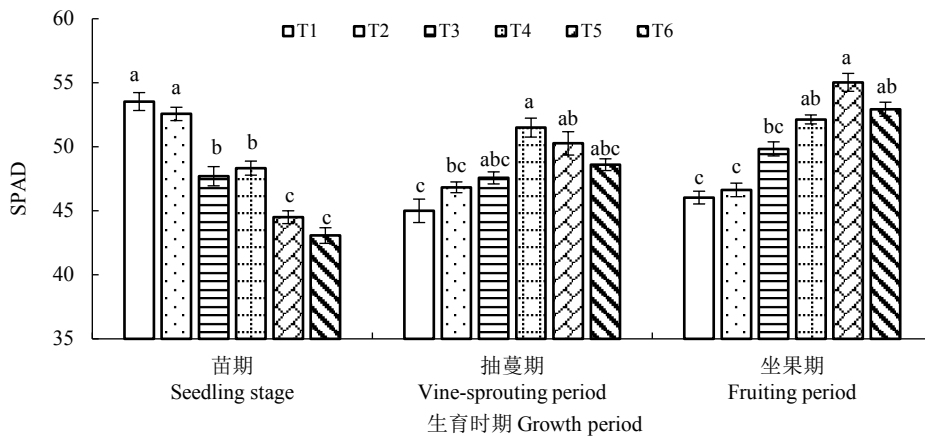


图3 增施有机肥对贝贝南瓜叶片 SPAD 的影响

Fig. 3 Effects of increasing organic fertilizer on SPAD of Beibei pumpkin leaves

高于其他处理,其中 T1 处理较其他处理高 1.83%~24.30%。在抽蔓期,T4、T5、T6 处理的 SPAD 值开始增加,其中 T4 处理最高,相比其他处理高 2.45%~14.44%。在坐果期,整体表现为 T5>T6>T4>T3>T2>T1,其中 T5 处理与其他处理的差异更加明显,比其他处理高 3.96%~19.54%。

### 2.5 增施有机肥对贝贝南瓜叶片 $P_n$ 的影响

由图 4 可知,各处理中叶片净光合速率  $P_n$  均随生育期的推进逐渐增高,抽蔓期相对苗期平均增高 33.59%,坐果期生长旺盛,相对抽蔓期平均增高 70.83%。在苗期, $P_n$  以 T1 处理最高,且显著高于其他处理 23.30%~70.17%。在抽蔓期,有机肥与化肥配施处理的  $P_n$  开始增高,其中以 T4 处

理最高。在坐果期,T5 处理的叶片  $P_n$  最高,达到  $29.47 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ,比其他处理显著高 6.01%~22.95%。

### 2.6 增施有机肥对贝贝南瓜产量和品质的影响

由表 3 可知,在不同施肥处理下,贝贝南瓜平均单果质量以 T5 处理最高,比其他处理提高 4.88%~48.28%,对应产量也最高,相比其他处理增产 4.82%~46.68%。果实横径以 T5 处理最大,相比其他处理大 1.98%~17.62%。果实内干物质含量随有机质施用量的增加而增加。T6 处理维生素 C 含量显著高于其他处理 5.86%~31.24%。增施有机肥处理可溶性糖含量均显著高于单施化肥 T1 处理,整体表现为 T4>T6>T5>T2>T3>T1。

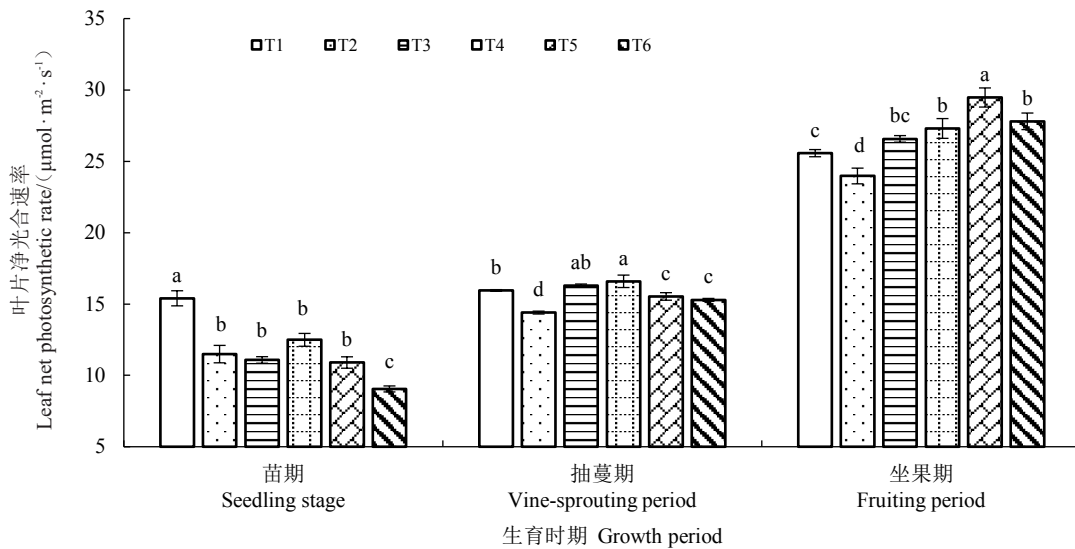


图 4 增施有机肥对贝贝南瓜叶片  $P_n$  的影响

Fig. 4 Effect of increasing organic fertilizer on  $P_n$  of Beibei pumpkin leaves

表 3 增施有机肥对贝贝南瓜产量和品质的影响

Table 3 Effects of increasing organic fertilizer on yield and quality of Beibei pumpkin

处理 Treatment	单果质量 Fruit mass/kg	产量 Yield/(kg·hm <sup>2</sup> )	果实横径 Fruit diameter/ mm	w(干物质) Dry matter content/%	w(维生素 C) Vitamin C content/ (mg·100 g <sup>-1</sup> )	w(可溶性糖) Soluble sugar content/%
T1	0.29±0.04 b	29 366.40±4 235.20 b	90.63±4.08 c	19.95 e	32.27±0.12 d	25.30±0.36 c
T2	0.31±0.01 b	31 315.20±1 412.40 b	92.47±1.56 c	21.46 d	29.87±0.31 e	25.93±0.31 b
T3	0.39±0.01 a	39 312.00±504.00 a	104.53±0.75 ab	23.02 c	33.47±0.75 c	25.90±0.35 b
T4	0.41±0.02 a	41 092.80±1 562.67 a	102.00±1.65 b	23.83 bc	32.70±0.50 cd	26.60±0.20 a
T5	0.43±0.00 a	43 075.20±58.20 a	106.60±2.01 a	24.58 ab	37.03±0.29 b	26.13±0.25 ab
T6	0.33±0.03 b	33 331.20±2 570.56 b	100.90±1.40 b	25.39 a	39.20±1.00 a	26.37±0.25 ab

### 3 讨论与结论

#### 3.1 增施有机肥对沙质土壤质量的影响

有机肥既含有作物生长所需的多种营养元素,又富含生物炭等有益活性物质,肥效长,施用后可显著改善土壤质量<sup>[18-19]</sup>。张平良等<sup>[20]</sup>研究表明,在西北半干旱区有机肥与化肥长期配施可显著增加团聚体有机碳储量。笔者在贝贝南瓜生长不同时期对沙质土壤有机质含量分析的结果表明,除了坐果期 T2 处理有机质含量低于 T1 处理外,其他增施有机肥处理相比单施化肥均有增加;在整个生育期,土壤有机质含量以 80% 有机肥 N+20% 化肥 N 处理最高,相对其他处理高 8.36%~36.18%,这应该与有机肥富含有机碳有关<sup>[21]</sup>。本研究中各时期的全氮含量,以有机肥搭配化肥的处理较高;整个生育期土壤全氮含量以 20% 有机肥 N+80% 化肥 N 处理(T2)最高,相对其他处理高 0.59%~17.30%,这是因为纯化肥氮的释放挥发较快,纯有机肥氮的分解转化需

要一定的 C/N 比进行活化<sup>[13]</sup>,因此合理的有机无机肥搭配才能有效增加土壤全氮含量。本研究中土壤有效磷、速效钾在贝贝南瓜生长周期内,有机肥施入越多,有效磷含量降低,这应该与该地区沙质土本身养分含量低且土壤自身调节能力弱<sup>[9]</sup>、配施过多有机肥短期内难以矿化分解有关<sup>[22]</sup>。在本试验条件下,苗期和抽蔓期的有效磷和速效钾含量均以 T6 最低,坐果期和成熟期的有效磷含量以 T5 最低,坐果期和成熟期的速效钾含量以 T4 最低,说明高量有机肥的施用提高了沙质土养分的“去库存”能力,可以促进根系吸收养分,为贝贝南瓜的生长发育提供了可能。有机肥在提高土壤肥力的同时,可以有效改善微生物群落结构<sup>[23]</sup>。李学敏等<sup>[24]</sup>发现,在沙土上施用有机肥相对化肥表层土壤微生物数量明显增加。良好的土壤微生物环境是细菌占比高的环境<sup>[23]</sup>。本研究中细菌数量呈现先增加后降低的趋势,抽蔓期最高;其中 60% 有机肥 N+40% 化肥 N 处理生育期前后变化幅度相对较小,细菌数量

稳定。真菌数量在苗期到抽蔓期增加,之后除 T2 处理外均略有降低;其中 80%有机肥 N+20%化肥 N 处理变化幅度相对较小。放线菌数量相比细菌和真菌数量变化幅度小,其中高配比有机肥 N 处理变化曲线最为平缓。说明适量的有机肥和化肥配比,土壤细菌、真菌、放线菌数量相对平稳,土壤微生物环境相对稳定,这与胡庆兰等<sup>[25]</sup>的研究结果相一致。

### 3.2 增施有机肥对贝贝南瓜生长的影响

作物叶片中的叶绿素是参与光合作用的主要物质,而叶片净光合速率是主要的光合作用参数,二者都能反映作物光合作用效率和生长状态<sup>[26-27]</sup>。有机肥和无机肥配施下迷你黄瓜株高、茎粗、叶面积、叶绿素含量和净光合速率均最高<sup>[28]</sup>。本研究中贝贝南瓜苗期茎粗在单施化肥处理下显著高于其他处理 1.01%~4.98%,至成熟期,80%有机肥 N+20%化肥 N 处理下(T5)茎粗表现最好,说明有机肥的肥效作用较化肥有所延迟<sup>[22]</sup>。叶片 SPAD 值在坐果期时 80%有机肥 N+20%化肥 N 处理最高,比其他处理高 3.96%~19.54%。叶片净光合速率  $P_n$  在坐果期达到最高,说明坐果期是贝贝南瓜叶片通过光合积累有机物最旺盛的时期,同样以 80%有机肥 N+20%化肥 N 处理的最高。说明化肥作为速效养分,使得南瓜前期叶片长势旺盛;后期通过有机肥养分的释放,有机肥配施处理逐渐发力,刺激植株生长,促进养分吸收,这与前面有机肥的施用提高了沙质土养分的“去库存”能力相呼应。贝贝南瓜果肉中富含的糖类、维生素 C、干物质等,是人体所需的主要营养物质<sup>[29]</sup>。有研究表明,有机肥结合灌溉施肥南瓜果实商品性明显提高,产量显著增加<sup>[30-31]</sup>。本研究中不同施肥处理下,单果质量、果实横径、产量均以 80%有机肥 N+20%化肥 N 处理最高,相比其他处理增产 4.82%~46.68%;果实内干物质含量随有机质施用量的增加而增加;100%有机肥 N 处理维生素 C 含量显著高于其他处理;可溶性糖含量以 60%有机肥 N+40%化肥 N 处理最高。说明本试验条件下增施一定量的有机肥处理能显著提高贝贝南瓜产量和品质,这与池福铃等<sup>[32]</sup>的研究结果相似。

综上所述,在河西走廊古浪县黄花滩生态移民区沙质土壤设施栽培中施用 80%有机肥 N+20%化肥 N(有机肥用量  $49.5 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ 、尿素用量  $0.4 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ 、过磷酸钙用量  $1.1 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ 、硫酸钾用量  $0.8 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ ),不仅有利于提高沙质土壤有机质、全氮含量,稳定土壤细菌、真菌、放线菌数量,为作物生产奠定良好

的土壤环境;同时也能促进贝贝南瓜茎粗、叶绿素相对含量、净光合速率的提高,进而提升产量和品质。

### 参考文献

- [1] 华和春,刘海英.古浪县黄花滩生态移民区发展日光温室产业的成效与做法[J].农业科技通讯,2021(1):22-24.
- [2] 郭吉兰,赵玉兰,何增国.古浪县黄花滩生态移民区农业产业发展建议[J].农业科技通讯,2020(7):34-36.
- [3] 任成梁,张国龙,陈婷,等.古浪县黄花滩移民区戈壁日光温室发展现状与建议[J].农业科技通讯,2024(1):48-49.
- [4] 陈亮,秦倩倩,蔺毅,等.不同灌溉定额对设施黄沙基质栽培西瓜光合特性及产量、品质的影响[J].中国瓜菜,2023,36(1):72-78.
- [5] 祝海燕,李婷婷.“贝贝”南瓜日光温室周年栽培技术[J].中国瓜菜,2020,33(1):84-86.
- [6] 张小林,陈志宏.古浪县蔬菜产业发展成效与对策[J].长江蔬菜,2023(15):1-3.
- [7] 李文春,李皓.古浪县生态移民区日光温室产业发展调研报告[J].农业科技通讯,2021(3):244-245.
- [8] 华和春.黄花滩生态移民区日光温室产业发展现状及建议[J].甘肃农业科技,2021,52(4):82-84.
- [9] 王福祥.河西走廊荒漠土壤微生物多样性及其环境响应[D].兰州:兰州理工大学,2022.
- [10] 付丽军,张爱敏,王向东,等.生物有机肥改良设施蔬菜土壤的研究进展[J].中国土壤与肥料,2017(3):1-5.
- [11] 李娟,王文丽,赵旭.生物肥料 HZ-24 对黄苣生长及土壤微生物数量和酶活性的影响[J].土壤与作物,2022,11(2):200-208.
- [12] 魏文良,张赢心,崔浩,等.有机无机配施对鲜食葡萄产量与品质及园区土壤质量的影响[J].山东农业科学,2023,55(3):117-123.
- [13] 马忠明,王平,陈娟,等.适量有机肥与氮肥配施方可提高河西绿洲土壤肥力及作物生产效益[J].植物营养与肥料学报,2016,22(5):1298-1309.
- [14] 鲍士旦.土壤农化分析[M].北京:中国农业出版社,2000.
- [15] 林先贵.土壤微生物研究原理与方法[M].北京:高等教育出版社,2010.
- [16] NADERI M R, BANNAYAN M, GOLDANI M, et al. Effect of nitrogen application on growth and yield of pumpkin[J]. Journal of Plant Nutrition, 2017, 40(6):890-907.
- [17] 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.
- [18] 温延臣,张曰东,袁亮,等.商品有机肥替代化肥对作物产量和土壤肥力的影响[J].中国农业科学,2018,51(11):2136-2142.
- [19] 朱晓月,方燕,上官周平.黄土风沙区土壤培肥机理与技术研究进展[J].中国农学通报,2023,39(7):95-101.
- [20] 张平良,郭天文,刘晓伟,等.长期施肥与覆膜对半干旱区马铃薯农田土壤团聚体分布及其有机碳含量的影响[J].中国土壤与肥料,2023(7):104-111.
- [21] 万连杰,何满,李俊杰,等.有机肥替代部分化肥对椪柑生长、品质及土壤特性的影响[J].中国农业科学,2022,55(15):2988-3001.



- [22] 陈瑞州. 有机肥替代化肥对贵妃芒叶片养分、产量、品质以及果园土壤肥力的影响[D]. 海口:海南大学, 2018.
- [23] 郭振威, 李永山, 陈梦妮, 等. 长期秸秆还田和施用有机肥对连作棉田土壤化学性质及微生物数量的影响[J]. 中国农业大学学报, 2022, 27(11): 177-186.
- [24] 李学敏, 刘淑娟, 刘光武, 等. 干旱区沙土施用牛粪有机肥的土壤生物特性响应[J]. 安徽农业科学, 2022, 50(23): 140-143.
- [25] 胡庆兰, 杨凯, 王金贵. 地膜覆盖及不同施肥处理对根际土壤微生物数量和酶活性的影响[J]. 西北农业学报, 2023, 32(3): 429-439.
- [26] 任广乾, 杨世康, 卞世杰, 等. 基于相关性和主成分分析评价南瓜的营养品质[J]. 中国瓜菜, 2023, 36(6): 37-42.
- [27] 时丕彪, 蒋润枝, 沈明晨, 等. 盐胁迫对南瓜幼苗生长及光合特性的影响[J]. 农学学报, 2021, 11(12): 74-79.
- [28] 柯勇, 杨文杰, 杨静, 等. 配方施肥对温室迷你黄瓜生长、产量及品质的影响[J]. 安徽农业科学, 2020, 48(6): 136-139.
- [29] 高虎, 穆晓国, 安磊, 等. 蛋氨酸硒不同增施方式对南瓜品质、产量及土壤酶活性的影响[J]. 江苏农业科学, 2023, 51(11): 153-159.
- [30] 塔娜, 崔艳伟, 小沢圣, 等. 北方半干旱区氮肥不同配施方式对小南瓜产量的影响[J]. 中国农业资源与区划, 2016, 37(7): 73-77.
- [31] 张雅, 何玲芳. 永合丰生物有机肥在南瓜上的应用效果[J]. 上海蔬菜, 2002(3): 35-36.
- [32] 池福铃, 李锋, 阮惠明, 等. 不同配方基质对观赏南瓜生长及品质的影响[J]. 山东农业科学, 2021, 53(10): 42-46.