

不同生物菌肥对河西绿洲灌区娃娃菜 生理特性和产量的影响

王立俊

(张掖市甘州区农业技术推广中心, 甘肃 张掖 734000)

摘要: 为明确甘州区蔬菜生产中应用较广的不同生物菌剂对娃娃菜产量的影响, 在河西走廊甘州区布设大田试验, 以单施化肥(尿素 375 kg/hm²、重过磷酸钙 241.5 kg/hm² 和硫酸钾 300 kg/hm²)为对照, 设置了化肥增施碳酶硅钙生物菌肥、活菌重茬克、懒到底、土康源微生物菌剂等 4 个不同生物菌肥处理, 生物菌肥用量均为 30 kg/hm², 测定了不同生物菌肥对娃娃菜光合特性、过氧化物酶等抗氧化酶活性及其产量构成的影响。结果表明, 增施不同生物菌肥较单施化肥显著增产 5.10%~30.61%, 其中增施土康源微生物菌剂 30 kg/hm² 处理产量最高, 为 128.06 t/hm²。光合特性以增施土康源微生物菌剂 30 kg/hm² 处理最好, 其中叶片净光合速率为 15.64 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$, 蒸腾速率为 7.89 mmol/(m²·s), 气孔导度为 348 mmol/(m²·s), 胞间 CO₂ 浓度为 366 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$, 较单施化肥分别增加 155.56%、113.82%、190.00%、65.61%。同时, 该处理的娃娃菜叶片数 (39.65 片)、横径 (28.74 cm)、纵径 (36.54 cm) 均显著高于其他处理; 其可溶性蛋白含量、过氧化物酶以及超氧化物歧化酶的活性也高于其他处理, 且显著降低了丙二醛含量。因此, 在甘州区娃娃菜生产中, 增施土康源生物菌肥 30 kg/hm² 可提高娃娃菜光合效率, 促进植株生长发育, 助力娃娃菜产量提升。

关键词: 生物菌肥; 娃娃菜; 光合特性; 产量; 品质

中图分类号: S634.1

文献标志码: A

文章编号: 2097-2172(2025)08-0713-06

doi: 10.3969/j.issn.2097-2172.2025.08.005

Effects of Different Biofertilizers on Physiological Characteristics and Yield of Baby Chinese Cabbage

WANG Lijun

(Ganzhou District Agricultural Technology Extension Centre, Zhangye City, Zhangye Gansu 734000, China)

Abstract: To clarify the effects of different microbial inoculants on the yield of baby Chinese cabbage in vegetable production in Ganzhou District, a field experiment was conducted in the Hexi Corridor's Ganzhou District. The control treatment applied only chemical fertilizers (urea at 375 kg/ha, superphosphate at 241.5 kg/ha, and potassium sulfate at 300 kg/ha), while 4 treatments added different biofertilizers, i.e., carbon enzyme silicon calcium biofertilizer, live bacteria continuous cropping gram, lazy to the end, and Tukangyuan microbial agent, each at 30 kg/ha, in addition to the chemical fertilizers. The study determined the effects of the biofertilizers on photosynthetic characteristics, antioxidant enzyme activities (e.g., peroxidase), and yield components. Results showed that adding different biofertilizers significantly increased yield by 5.10% to 30.61% compared with the chemical fertilizer control, with the Tukangyuan microbial agent treatment at 30 kg/ha achieving the highest yield of 128.06 t/ha. In terms of photosynthetic characteristics, the Tukangyuan treatment performed best, with a net leaf photosynthetic rate of 15.64 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$, transpiration rate of 7.89 mmol/(m²·s), stomatal conductance of 348 mmol/(m²·s), and intercellular CO₂ concentration of 366 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$, an increase of 155.56%, 113.82%, 190.00%, and 65.61%, respectively, over the control. Additionally, this treatment produced the highest leaf number (39.65), horizontal stem length (28.74 cm), and vertical stem length (36.54 cm), its protein content, peroxidase activity, and superoxide dismutase activity were also higher than those in other treatments, while malondialdehyde content was significantly reduced. Therefore, in Ganzhou District, applying 30 kg/ha of Tukangyuan microbial agent can improve photosynthetic efficiency, promote plant growth and development, and enhance baby Chinese cabbage yield.

Key words: Biofertilizer; Baby Chinese cabbage; Photosynthetic characteristic; Yield; Quality

近年来, 人们不断认识到大农业观、大食物观, 张掖市积极实施农业产业结构优化与升级策

略。娃娃菜是高原夏菜的主要种类之一, 因其具有生长周期短、市场需求旺盛、经济效益高等特

收稿日期: 2025-05-22; 修订日期: 2025-06-09

作者简介: 王立俊(1970—), 男, 甘肃张掖人, 高级农艺师, 主要从事农业技术推广工作。Email: 954656517@qq.com。

点,在张掖市甘州区的种植面积较大,对区内农业经济发展和农民增收影响显著。但为一味追求高产和提高种植效益,在区内娃娃菜实际生产过程中,过量施用化肥与有机肥料投入不足的现象十分普遍,这种状况不仅可能引起土壤肥力的衰退和肥料利用效率的下降,还可能造成环境污染以及农产品质量的降低等一系列问题^[1-2],进而影响区内娃娃菜生产的可持续发展。因此,迫切需要采取科学合理的农业管理措施,通过化肥减量和有机肥料替代,推动区内娃娃菜生产以及农业向绿色、环保、可持续的方向发展。

作为新型农用生物制品,微生物菌肥以功能性微生物菌群为核心组分,通过代谢产物刺激植物产生内源性生长调节物质,同时激活土壤中的可吸收营养成分,从而优化作物营养吸收效率并实现增产增收及改善作物品质^[3]。区别于传统肥料,其核心价值体现于活体微生物的系统性功能^[4],既可通过改善根际微生态平衡,又可调控植物生理代谢途径。在生物工程技术的支撑下,微生物菌肥已形成规模化生产体系,其作用机理主要为两方面,一是通过微生物的繁殖、代谢及激素分泌等微生物过程直接促进作物生长发育^[5];二是通过增强植物对养分的吸收与利用效率,从而提升作物产量^[6]。此外,微生物肥料的使用可有效降低化肥施用量,提高养分利用效率,降低生产投入增加农民效益。当前,随着绿色可持续发展理念的提出,微生物肥料已成为现代农艺体系中不可或缺的组成部分,在保障粮食安全、提升作物产量品质和促进农业可持续发展方面发挥着重要作用。

生物菌肥的合理施用对改善作物农艺性状及保障土壤健康具有显著的实践价值,其作用机制主要体现在促进作物根系发育、增强养分吸收效率、激活土壤酶活性等方面。本研究选取了当地

农户广泛使用的4种不同生物菌肥,探讨了不同生物菌肥对娃娃菜光合特性、生长状况以及产量和品质的影响,旨在优化土壤肥力,促进区域娃娃菜田的合理、高效及可持续利用,筛选出最适合本地区娃娃菜生产的生物菌肥,为实现娃娃菜的高产优质生产提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验在张掖市甘州区党寨镇蔬菜生产基地(100° 28' N, 38° 51' E)进行。该区为典型的绿洲干旱灌区,井水灌溉。供试土壤为荒漠土,质地为砂壤,播前0~20 cm土壤含有机质 11.28 g/kg、碱解氮 50.47 mg/kg、速效磷 42.58 mg/kg、速效钾 118.26 mg/kg, pH 7.85。

1.2 供试材料

供试娃娃菜品种为黄金娃娃菜,由张掖市绿之源农业发展有限公司提供。供试不同生物菌肥及来源见表1。

1.3 试验设计

试验采用单因素设计,共设5个处理,以生产中常规模式单施化肥为对照(CK),具体处理见表1。各处理施肥量相同,化肥施量均为尿素 375 kg/hm²、重过磷酸钙 241.5 kg/hm²和硫酸钾 300 kg/hm²,生物菌肥施量均为 30 kg/hm²,整地时作为基肥一次施入。试验采用随机区组排列,小区面积 32 m²,重复3次。试验于2021年3月采用穴盘育苗,5月8日定植,株距 20 cm,行距 40 cm,保苗 100 050 株/hm²。其他田间管理同当地娃娃菜大田。

1.4 测定项目及方法

1.4.1 叶片光合特性 娃娃菜结球末期,每天09:00—11:00时随机选取各处理中生长状况一致的植株各5株,并对选定相同叶位的功能叶片进行标记,采用TPS-2便携式光合测定仪(英国

表1 试验处理及生物菌肥来源

处理	肥料	生物菌肥来源
CK	单施化肥	
T1	化肥+碳酶硅钙生物菌肥	辽宁一亩神农业科技有限公司
T2	化肥+活菌重茬克生物菌肥	山东安丘市金贝尔生物肥业有限公司
T3	化肥+懒到底生物菌肥	山东汤普乐作物科学有限公司
T4	化肥+土康源微生物菌剂	甘肃辰和生物科技有限公司

Hansatech 公司)测定叶片净光合速率(Pn)、蒸腾速率(Tr)、胞间 CO₂ 浓度(Ci)及气孔导度(Gs)。每个叶片重复测定 5 次,取平均值。

1.4.2 植株形态性状及产量 收获期随机选取 10 株样本,统计每株叶片数,使用游标卡尺测定叶球纵径、横径;记录并统计经济产量后折算产量。

1.4.3 叶片品质指标 收获期随机选取 5 株生长均匀的娃娃菜,采用考马斯亮蓝染色法对样本中的蛋白质含量进行定量分析^[7];采用硫代巴比妥酸法测定丙二醛(MDA)含量^[8];采用氮蓝四唑法测定超氧化物歧化酶(SOD)活性^[8];采用愈创木酚氧化法测定过氧化物酶(POD)活性^[8]。

1.5 数据分析

采用 Microsoft Excel 2016 软件及 DPS 9.50 统计分析系统进行数据处理与分析工作,使用 Origin 2021 软件绘图。在进行组间比较时,采用 Duncan 多重比较法对数据进行差异显著性检验,并将显著性水平设定为 $\alpha=0.05$ 。

2 结果与分析

2.1 不同生物菌肥对娃娃菜光合特性的影响

由图 1 可知,施用不同种类

生物菌肥的处理均显著高于 CK。娃娃菜叶片的光合速率、气孔导度和胞间 CO₂ 浓度的变化趋势基本一致,均以 T4 处理最高,其中光合速率为 15.64 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$,较 CK 显著提高了 155.56%,与 T2 处理差异不显著,与 T1、T3 处理差异显著;气孔导度为 348 $\text{mmol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$,较 CK 显著提高了 190.00%,与 T2、T1、T3 处理差异显著;胞间 CO₂ 浓度为 366 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$,较 CK 显著提高了 65.61%,与 T2、T1、T3 处理差异显著;蒸腾速率以 T4 处理最高,为 7.89 $\text{mmol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$,较 CK 显著提高了 113.82%,与 T3 处理差异不显著,与 T1、T2 处理差异显著;其次是 T3 处理。表明施用生物菌肥能够显著增强娃娃菜的光合作用和蒸腾作用,进而促进了胞间 CO₂ 和气孔导度的增加。

2.2 不同生物菌肥对娃娃菜叶片生化指标的影响

从表 2 可以看出,娃娃菜叶片中可溶性蛋白含量以 T4 处理最高,达 7.15 $\mu\text{g}/\text{g}$,较 CK 显著提高了 38.57%;T1、T2 处理较 CK 分别显著提高了 18.60%、23.06%($P<0.05$)。MDA 含量以 T4 处理最低,为 0.67 $\mu\text{mol}/\text{g}$,较 CK 显著降低了 59.39%;

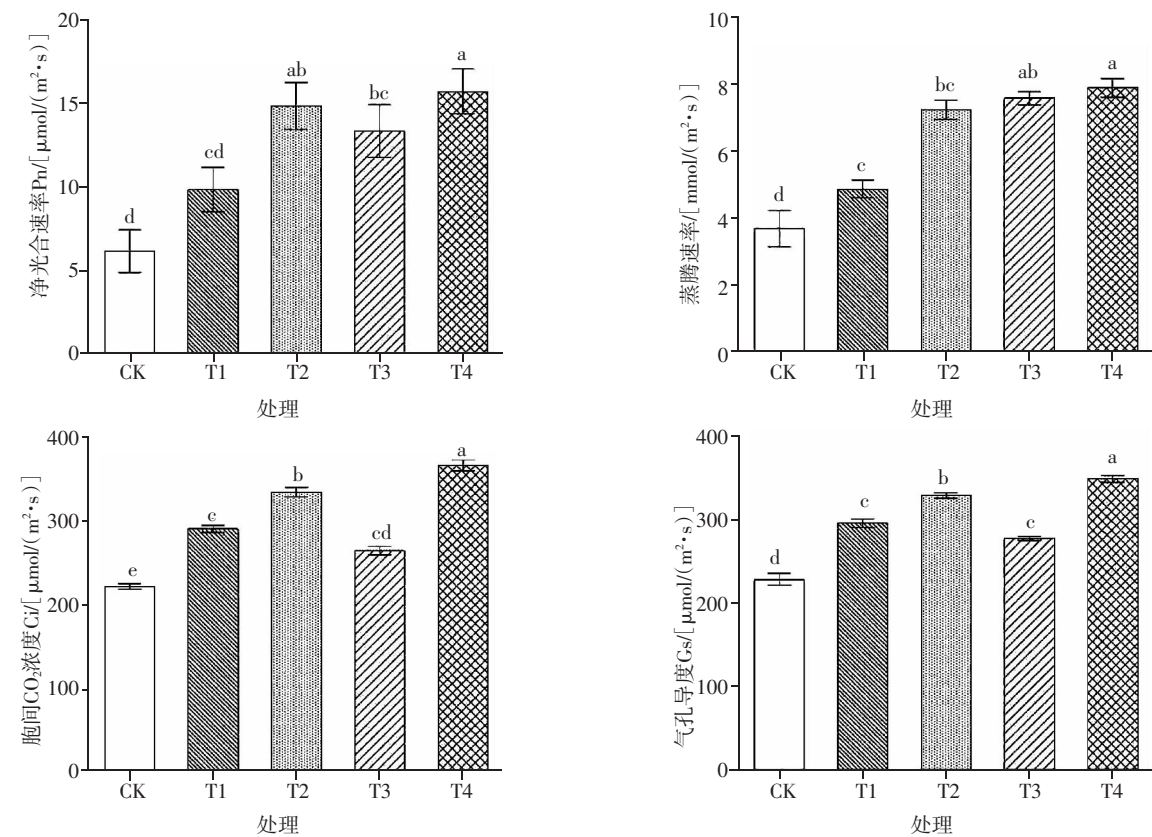


图 1 不同生物菌肥对娃娃菜光合特性的影响

表 2 不同生物菌肥对娃娃菜生化指标的影响

处理	可溶性蛋白含量 /($\mu\text{g/g}$)	丙二醛(MDA)含量 /($\mu\text{mol/g}$)	过氧化物酶(POD)活性 /(U/g)	超氧化物歧化酶(SOD)活性 /(U/g)
CK	5.16 $\pm$ 0.02 d	1.65 $\pm$ 0.14 a	116.00 $\pm$ 3.86 e	13.65 $\pm$ 3.62 d
T1	6.12 $\pm$ 0.03 bc	1.30 $\pm$ 0.25 b	174.00 $\pm$ 6.58 b	24.18 $\pm$ 2.24 b
T2	6.35 $\pm$ 0.03 b	0.98 $\pm$ 0.17 cd	154.00 $\pm$ 4.56 c	22.43 $\pm$ 1.68 bc
T3	5.98 $\pm$ 0.01 cd	1.02 $\pm$ 0.16 bc	136.00 $\pm$ 5.72 d	16.51 $\pm$ 2.03 c
T4	7.15 $\pm$ 0.02 a	0.67 $\pm$ 0.21 d	187.00 $\pm$ 6.32 a	28.64 $\pm$ 1.86 a

T1、T2 处理较 CK 显著降低了 21.21%、40.61%。叶片中 POD 和 SOD 活性均以 T4 处理最高, 其中 POD 活性为 187 U/g, 较 CK 显著提高了 61.21%; SOD 活性为 28.64 U/g, 较 CK 显著提高了 109.82%。

2.3 不同生物菌肥对娃娃菜生长的影响

从表3可以看出, 增施生物菌肥能提高娃娃菜的叶片数、横径和纵径, 且均以 T4 处理最大, 其中叶片数 T4 处理为 39.65 片, 较 CK 显著增加了 4.03 片, 与 T2 处理差异不显著, 与 T1、T3 处理差异显著; T1、T2 处理间差异不显著, 较 CK 分别显著增加了 1.22、3.07 片。横径 T4 处理为 28.74 cm, 较 CK 显著增加了 42.07%; T1、T2、T3 处理较 CK 分别显著增加了 6.03%、22.69%、30.10%; 各处理间差异显著。纵径 T4 处理为 36.54 cm, 较 CK 显著增加了 23.32%, 与 T3 处理差异不显著, 与 T1、T2 处理差异显著; T1、T2、T3 处理较 CK 分别显著增加了 8.84%、15.36%、18.66%; T3 处理与 T2 处理差异不显著, 与 T1 处理差异显著。横径和纵径既反映了娃娃菜的生长状况, 也是娃娃菜外观品质和商品性的重要指标, 结果表明 T4 处理有利于提高娃娃菜的商品性, 进而增强其销售时的竞争力。

表 3 不同生物菌肥对娃娃菜生长性状的影响

处理	叶片数 /片	横径 /cm	纵径 /cm
CK	35.62 $\pm$ 1.23 d	20.23 $\pm$ 0.51 e	29.63 $\pm$ 1.65 d
T1	36.84 $\pm$ 2.52 bc	21.45 $\pm$ 0.74 d	32.25 $\pm$ 1.04 c
T2	38.69 $\pm$ 1.52 ab	24.82 $\pm$ 0.47 c	34.18 $\pm$ 1.58 bc
T3	35.85 $\pm$ 2.84 cd	26.32 $\pm$ 0.56 b	35.16 $\pm$ 1.95 ab
T4	39.65 $\pm$ 1.84 a	28.74 $\pm$ 0.48 a	36.54 $\pm$ 2.01 a

2.4 不同生物菌肥对娃娃菜产量的影响

从图 2 可以看出, 增施不同生物菌肥均能够提高娃娃菜产量, 其中, T4 处理产量最高, 达 128.06 t/hm², 较 CK 显著增产 30.61%; T1、T2、T3 处理较 CK 分别显著增产 5.10%、15.30%、

14.28%; CK 产量最低, 为 98.05 t/hm²。对产量进行方差分析表明, T4 处理与 T1、T2、T3 处理差异显著; T3 处理与 T1、T2 处理差异不显著; T2 处理与 T1 处理、CK 差异显著。

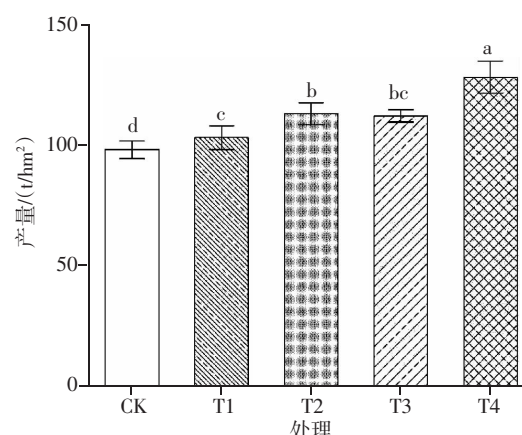


图 2 不同生物菌肥对娃娃菜产量的影响

3 讨论与结论

研究表明, 增施不同种类的生物菌肥均能提高娃娃菜叶片光合作用, 从而显著提升其蒸腾速率, 这主要是由于气孔开度增大导致水分扩散加剧所致^[9]。本研究进一步深入探讨了增施微生物菌肥对娃娃菜叶片生理特性的影响, 结果表明, 增施土康源微生物菌剂 30 kg/hm²能够有效提高叶片中的蛋白质含量, 并显著增强过氧化物酶(POD)与超氧化物歧化酶(SOD)的活性, 同时显著降低丙二醛(MDA)的含量, 这一系列生理生化指标的改善, 可能源于生物菌肥对根际微环境的改善作用, 活化了土壤速效养分, 促进植株对土壤养分的吸收利用^[10-11], 有效维持了植物体内较高的代谢水平^[12-13], 从而推动植株生理过程的有序进行。

本试验表明, 生物菌肥的施用显著提升了娃娃菜产量, 较对照单施化肥显著增产 5.10% ~ 30.61%, 其中增施土康源微生物菌剂 30 kg/hm²处理折合产量最高, 为 128.06 t/hm²。这可能是由于

生物菌肥的施用增加了肥料资源, 激活了土壤中的速效养分, 促进了养分吸收从而增加了娃娃菜的产量。这种增产效应可能主要归因于以下机制, 首先, 生物菌肥的施用维持了植株较高的光合作用和蒸腾速率^[9, 14], 为植物生长提供了充足的能量和水分, 这种效应在植物的光合速率上表现得尤为明显, 光合作用的增强直接导致了更多的有机物合成, 促进了植物的生长发育; 其次, 生物菌肥的施用增强了植株代谢活性, 这不仅体现在植物体内酶活性的提升, 还表现在根系对养分的吸收利用效率的显著提高^[11], 根系的活力增强推动着植物的快速生长和发育; 最终, 光合产物的积累为产量的形成提供了必要的物质基础^[15], 此类光合产物不仅为植物的生长提供了能量, 同时也为果实的发育及成熟过程提供了必需的营养成分。同时, 生物菌肥还可能通过改善植物的营养状况, 间接影响果实的口感、色泽和营养价值, 从而优化果实的整体品质。

本试验中, 增施不同剂量的生物菌肥均显著提升了娃娃菜植株的光合速率、蒸腾速率、叶片胞间 CO_2 浓度及气孔导度, 以增施土康源微生物菌剂 30 kg/hm^2 处理最好, 其中叶片光合速率为 $15.64 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$, 蒸腾速率为 $7.89 \text{ mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$, 气孔导度为 $348 \text{ mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$, 胞间 CO_2 浓度为 $366 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$, 较对照单施化肥分别增加 155.56%、113.82%、190.00%、65.61%。这一结果不仅证实了生物菌肥对土壤养分状况的积极影响^[16-18], 而且揭示了其对娃娃菜代谢活性的增强作用, 说明生物菌肥的施用通过促进娃娃菜植株内部生理过程的活性, 进而加速营养物质的吸收和转化效率。同时, 该处理的娃娃菜叶片数 (39.65 片)、横径 (28.74 cm)、纵径 (36.54 cm) 均高于其他处理; 其可溶性蛋白含量、过氧化物酶以及超氧化物歧化酶的活性也高于其他处理, 且显著降低了丙二醛含量。这一结果表明施用土康源微生物菌剂使得娃娃菜细胞膜等脂质结构受到的氧化损伤较小。这可能意味着植株的抗氧化防御系统运转良好, 能够有效清除自由基, 保护细胞免受损伤^[10], 增强对逆境的抵抗, 可能是由于土康源微生物菌肥在当地土壤上具有较好的适应性, 微生物表现出与土壤良好的共生性, 最适宜于娃娃菜生长期

对养分的吸收与利用^[19-20], 进一步提升了娃娃菜的光合效率, 促使植物表现出较强的生长势, 推动植株的生长发育, 增加了横茎和纵茎的长度, 最终实现产量的显著提升。因此, 本研究不仅为生物菌肥在娃娃菜种植中的应用提供了科学依据, 也为进一步优化生物菌肥的使用种类的选择提供了理论支持。

在张掖市甘州区, 增施生物菌剂 30 kg/hm^2 均能提高娃娃菜光合效率, 促进植株生长发育, 进而提高横茎和纵茎, 最终增加了娃娃菜产量, 其中以增施土康源生物菌肥 30 kg/hm^2 的效果最好, 不仅为当地农业生产提供了新的增产途径, 也为生物菌剂在农业中的应用提供了有力的科学依据。

参考文献:

- [1] 张北赢, 陈天林, 王 兵. 长期施用化肥对土壤质量的影响[J]. 中国农学通报, 2010, 26(11): 182-187.
- [2] 沈善敏. 中国土壤肥力[M]. 北京: 中国农业出版社, 1998.
- [3] 武纪蔓, 张金梅, 李玥莹, 等. 有益微生物菌肥对农作物的作用机制研究进展[J]. 生物技术通报, 2021, 37(5): 221-230.
- [4] 程彦弟, 吴宏亮, 冯海萍. 活性生物有机肥在露地娃娃菜种植中的肥效研究[J]. 湖北农业科学, 2021, 60(3): 38-41.
- [5] 谢福平, 毛 涛. 化肥减量配施生物有机肥对设施番茄产量、品质及土壤质量的影响[J]. 作物杂志, 1-9 (2025-03-27) [2025-04-09]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.1808.S.20250327.1409.006.html>.
- [6] 吴素霞, 赵 鹏, 范海荣, 等. 生物有机肥对谷子生长性状的影响[J]. 中国农学通报, 2025, 41(8): 19-24.
- [7] 高俊凤. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006.
- [8] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京: 教育出版社, 2000.
- [9] 马彦霞, 陈静茹, 牛成达, 等. 水肥耦合对河西冷凉灌区春茬娃娃菜生长和光合特性的影响[J]. 寒旱农业科学, 2025, 4(2): 117-123.
- [10] 王耀晶, 王厚鑫, 刘鸣达. 盐胁迫下硅对草地早熟禾生理特性的影响[J]. 中国草地学报, 2012, 34(6): 13-17.
- [11] 马彦霞, 陈静茹, 王晓巍, 等. 水肥耦合对娃娃菜叶球养分吸收和土壤理化性质的影响[J]. 干旱地区农

- 业研究, 2024, 42(6): 131-139.
- [12] 夏成明, 史嘉莉, 马 栋, 等. 化肥减量配施有机肥和微生物菌剂对麦后复种娃娃菜产量与品质的影响[J]. 中国瓜菜, 2024, 37(10): 132-140.
- [13] 马祥兰, 王舒亚, 莫琪江, 等. 不同施肥模式对娃娃菜生长、产量及品质的影响[J]. 甘肃农业大学学报, 2024, 59(4): 104-112; 120.
- [14] 毛莉莉, 铁建中, 高雪琴, 等. 不同铵硝配比对娃娃菜叶绿素合成与代谢的影响[J]. 甘肃农业大学学报, 1-11(2025-04-29)[2025-05-10]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/62.1055.s.20240428.1540.065.html>.
- [15] 杨姣姣, 魏百弘, 陈文绪, 等. 化肥减量配施不同用量堆肥对娃娃菜产量及品质的影响[J]. 中国瓜菜, 2024, 37(1): 94-102.
- [16] 蒯佳琳, 侯 栋, 马彦霞, 等. 基于微生物菌剂配施化肥对高原露地娃娃菜的效应研究[J]. 寒旱农业科学, 2023, 2(11): 1063-1067.
- [17] 马彦霞, 陈静茹, 王晓巍, 等. 水肥耦合对娃娃菜产量和品质的影响[J]. 灌溉排水学报, 2023, 42(9): 40-45.
- [18] 陈静茹, 王晓巍, 马彦霞, 等. 河西冷凉灌区膜下滴灌娃娃菜产量和品质对水肥耦合的响应[J]. 中国土壤与肥料, 2023(6): 159-166.
- [19] 张文斌, 华 军, 魏周秀, 等. 种植密度对‘黄金娃娃菜’产量及品质的影响[J]. 农业科技通讯, 2022(9): 132-135.
- [20] 师大鹏, 王立俊, 陈修斌, 等. 不同种类生物有机肥对娃娃菜生长及产量的影响[J]. 农业科技通讯, 2022(6): 186-188.