

不同叶面肥喷施方式对蔬菜生长发育和产量的影响

董吉德¹, 戴瑞芳^{2,3}, 张玉鑫⁴, 蒯佳琳⁴, 陈广泉², 邵鹏⁵

(1. 永昌县农业技术推广服务中心 甘肃永昌 737200; 2. 河西学院农业与生态工程学院 甘肃张掖 734000;
3. 湖南农业大学园艺学院 长沙 410000; 4. 甘肃省农业科学院蔬菜研究所 兰州 730070;
5. 山东怡浦农业科技有限公司 山东淄博 255000)

摘要:为探究叶面肥对蔬菜生长发育及产量的影响,选用高钾型大量元素水溶肥(叶面肥A)和矿源腐植酸水溶肥(叶面肥B),对张掖市主栽蔬菜种类芹菜、西葫芦、番茄、花椰菜进行叶面喷施试验。结果表明,两种叶面肥均能促进蔬菜生长发育和提高产量,且交替施用或混合施用的效果优于单独施用。对于叶菜类蔬菜,先喷施叶面肥A再喷施叶面肥B效果最佳;而对于果菜类和瓜类蔬菜,则先喷施叶面肥B再喷施叶面肥A效果最佳。建议生产上根据不同蔬菜种类对叶面肥进行交替或混合施用。

关键词:蔬菜;叶面肥;生长发育;产量

中图分类号:S63

文献标志码:A

文章编号:1673-2871(2025)09-136-06

Effects of different foliar fertilizer application methods on vegetable growth, development and yield

DONG Jide¹, DAI Ruifang^{2,3}, ZHANG Yuxin⁴, KUAI Jialin⁴, CHEN Guangquan², SHAO Peng⁵

(1. Yongchang County Agricultural Technology Promotion Service Center, Yongchang 737200, Gansu, China; 2. College of Agriculture and Eco-Engineering, Hexi University, Zhangye 734000, Gansu, China; 3. College of Horticulture, Hunan Agricultural University, Changsha 410000, Hunan, China; 4. Vegetable Research Institute, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou 730070, Gansu, China; 5. Shandong Yipu Agricultural Technology Co., Ltd., Zibo 255000, Shandong, China)

Abstract: To investigate the effects of foliar fertilizers on the growth, development, and yield of vegetable, two types of foliar fertilizers, namely high-potassium water-soluble fertilizer with macro-elements (foliar fertilizer A) and mineral-derived humic acid water-soluble fertilizer (foliar fertilizer B), were selected for foliar application trials on celery, zucchini, tomato, and cauliflower, which are the main vegetable types cultivated in Zhangye city. The results indicated that both foliar fertilizers can promote the growth and development of vegetable and increase their yields, and the effects of alternating and mixing applications are superior to those of single applications. For leafy vegetable, the best results were achieved by applying foliar fertilizer A first, followed by foliar fertilizer B after 15 days. For fruit and melon vegetable, the optimal application was foliar fertilizer B first, followed by foliar fertilizer A after 15 days. It is recommended to use these two foliar fertilizers in an alternating or mixed manner in production based on different vegetable types.

Key words: Vegetable; Foliar fertilizer; Growth and development; Yield

蔬菜作为人类日常饮食结构中的关键组成部分,是人体获取维生素、蛋白质、碳水化合物以及矿物质等重要营养成分的主要来源,在维持人体正常生理机能与促进健康方面发挥着不可或缺的作用。随着居民生活水平的提升,人们的饮食结构发生了显著变化,蔬菜在副食领域的地位日益凸显。在此背景下,如何提升蔬菜品质,实现蔬菜的优质

高效生产,成为广大科研工作者关注和研究的重点课题。

研究表明,蔬菜实现高产优质的核心在于养分的均衡供应,而叶面肥则是实现平衡施肥的有效手段之一^[1]。叶面肥能够有针对性地调控蔬菜的生长态势,提高肥料利用率,减少病虫害的发生概率,降低对环境的污染^[2],在蔬菜高产优质生产中发挥着

收稿日期:2024-11-11;修回日期:2025-04-17

基金项目:国家现代农业产业技术体系(CARS-24-G-28);国家自然科学基金(41867071)

作者简介:董吉德,男,高级农艺师,主要从事园艺作物栽培工作。E-mail:442117977@qq.com

共同第一作者:戴瑞芳,女,在读硕士研究生,主要研究方向为蔬菜栽培与育种。E-mail:1503232864@qq.com

通信作者:陈广泉,男,教授,主要从事教学、科研与农业推广工作。E-mail:gszygcq@126.com

关键作用。目前,叶面肥的应用范围不断拓展,已广泛应用于粮食、蔬菜、瓜果等众多农作物的种植领域,为农作物的健康生长提供了有力支撑。有研究报道指出,喷施不同种类的叶面肥以及控制不同的喷施次数,对西瓜、芹菜、番茄和西葫芦等蔬菜的农艺性状、产量及品质均产生显著的改善作用^[3-6]。然而,在实际应用过程中发现,叶面肥的施用效果受到多种因素的影响。蔬菜种类与品种的差异、叶面肥组成成分及养分元素性质的不同,以及温度、光照等环境条件的变化,都会导致蔬菜在施肥方法和施肥量的需求上存在明显差异^[7]。叶面肥喷施作为一种有效的施肥措施,虽然无法完全替代土壤施肥,但其在蔬菜生产中的作用已逐渐受到人们的高度重视^[8]。

张掖市作为蔬菜种植的重要区域,拥有丰富的蔬菜种质资源。为进一步探究叶面肥在当地蔬菜种植中的功效,针对4种主栽蔬菜芹菜、西葫芦、番茄和花椰菜,选取市场上应用较为广泛的叶面肥A和叶面肥B开展喷施试验。旨在通过试验,研究这两种叶面肥的田间施用效果,筛选出适宜的用量和施用方法,以期为指导当地蔬菜生产提供科学依据,推动当地蔬菜产业高质量发展。

1 材料与方法

1.1 材料

供试叶面肥:叶面肥A为高钾型大量元素水溶肥,主要成分NPK含量(w,后同) $\geq 60\%$ (20-10-30),含硝态氮、硝酸钾并络合中微量元素的晶状粉末;叶面肥B为矿源腐植酸水溶性肥料,主要成分:(N+P₂O₅+K₂O)含量 $\geq 20\%$ 、矿源黄腐酸钾含量 $\geq 30\%$ 、氮含量 $\geq 9.0\%$ 、(Mn+Zn+B)含量 $\geq 1.0\%$ 、枯草芽孢杆菌和地衣芽孢杆菌活菌数 ≥ 5 亿·g⁻¹。两种叶面肥均由山东怡浦农业科技有限公司生产。

供试蔬菜:芹菜品种为玻璃脆;番茄品种为圣尼斯7845;西葫芦品种为绿洲;花椰菜品种为白美人,均购自张掖新博特种业有限公司。

1.2 试验设计

试验采用随机区组设计,共6个处理,包括清水对照(CK);T1:先喷施叶面肥A,15 d后再喷施叶面肥B;T2:先喷施叶面肥B,15 d后再喷施叶面肥A;T3:喷施叶面肥A,15 d后继续喷施第2次;T4:喷施叶面肥B,15 d后继续喷施第2次;T5:叶面肥A+叶面肥B等量混合,重复施用2次,间隔时间15 d。每个处理3次重复。

芹菜试验于2020年8月23日至2021年1月

10日在张掖市甘州区梁家墩镇清凉寺村暖馨合作社日光温室内进行,种植前各处理均施入复合肥502 kg·667 m²,腐熟农家肥2000 kg·667 m²,9月15日播种,小区面积40 m²,平茬直播种植,株行距10 cm×15 cm,每穴出苗后留双株,11月1日3叶期时按照50 mL·667 m²用量对不同处理进行喷施,15 d后喷施第2次。

西葫芦试验于2021年7月15日至2021年11月20日在张掖市甘州区清凉寺村五社进行。育苗移栽、高垄种植。7月5日选取外形完整、颗粒饱满、大小一致的种子进行浸种催芽,播种在盛有等量育苗基质的育苗盘中生长30 d,然后移栽到设施中,土质为砂壤土,肥力中等,整地时施入有机肥100 kg·667 m²,复合肥40 kg·667 m²,小区面积40 m²,垄高30 cm,垄宽50 cm,株行距80 cm×100 cm,在垄中央铺设滴灌带,每穴定植1株,始花期按50 mL·667 m²用量喷施不同处理叶面肥,15 d后喷施第2次。

花椰菜试验与西葫芦试验同期进行。育苗移栽,平茬种植。于7月5日开始育苗,待幼苗4至5片叶时定植,小区面积40 m²,株行距50 cm×70 cm,花球初期按50 mL·667 m²用量喷施不同处理叶面肥,15 d后喷施第2次。

番茄试验在张掖市甘州区雷寨村进行。育苗移栽、高垄种植。整地前施入3000 kg·667 m²腐熟农家肥,100 kg·667 m²磷酸二铵作为底肥,育苗60 d于7月1日定植,小区面积为40 m²,垄高30 cm,垄宽70 cm,双行品字形单株定植,株行距30 cm×45 cm,定植行靠近植株处铺设滴灌带,番茄初花期按40 mL·667 m²用量喷施不同处理叶面肥,15 d后喷施第2次。

1.3 指标测定

每个处理均采用五点取样法,对4种蔬菜进行采样。为更准确反映植株最终的生长状况,以第2次喷施后14 d的生长数据作为代表。

1.3.1 芹菜 每个取样点按照随机顺行的方式挖取15株。针对株高、茎粗、根长、地上鲜质量、茎秆数等指标进行测定与统计。测量株高和根长时,确保单株呈自然生长形态,使用卷尺分别测量植株地上部高度和地下部根长;茎粗使用游标卡尺测量;地上鲜质量采用精度为千分之一的电子秤测量。在1月10日采收时,依据种植密度计算出单位面积小区产量,并进一步换算得出667 m²产量。

1.3.2 西葫芦 每个取样点随机顺行选取5株并

挂牌标记。针对植物学性状,包括株高、茎粗、最大叶长、最大叶宽、开花数和花苞数,以及瓜条性状,如瓜长、瓜粗、单果质量等进行测定。其中,株高、最大叶长、最大叶宽、瓜长和瓜粗均使用卷尺测量;茎粗使用游标卡尺测量,以保证数据的准确性;叶片数、开花数及花苞数采用计数法统计。在 11 月下旬采收时,使用电子秤测量单果质量,并通过追踪小区产量折算出 667 m²产量。

1.3.3 花椰菜 每个取样点随机顺行测定 5 株,调查项目有叶片数、株高、茎粗、开展度、球径(仅计花球直径≥8.5 cm)、单果质量。株高和球径使用钢卷尺测量,茎粗使用游标卡尺测量,开展度用量角器测量。在 11 月底采收时,测量单果质量并统计小区产量,折算出 667 m²产量。

1.3.4 番茄 每个取样点随机顺行选取 5 株并挂牌标记,调查指标包括株高、茎粗、开花数、坐果数、茎基数。使用钢卷尺测量株高,使用游标卡尺测量茎粗,统计开花数、坐果数和茎基数。从 10 月中下旬开始,对单果质量进行连续测量,同时统计单株结果数,全程追踪每个小区的产量情况,折算出 667 m²产量。

1.4 数据分析

采用 WPS 2021 整理试验数据,采用 SPSS Sta-

tistics 25.0 软件进行统计分析,不同处理之间均值采用单因素 ANOVA 分析,采用 Duncan 新复极差检验法进行差异显著性检验。

2 结果与分析

2.1 叶面肥不同处理对 4 种蔬菜生物学性状的影响

2.1.1 对芹菜生物学性状的影响 由表 1 可知,不同叶面肥喷施方法对芹菜的形态指标有不同程度的影响。在株高指标中,与 CK 相比,T1、T2、T3、T5 处理显著增加;与 CK 相比,叶面肥不同处理的根长、茎粗和鲜质量均显著增加;在茎秆数指标中,与 CK 相比,T1、T3、T5 处理均显著增加。以上结果表明,叶面肥 A 和叶面肥 B 均有促进芹菜生长的作用,但不同施用方法促进生长的效果不同。其中 T1 处理对芹菜生长发育的促进效果最好,较 CK 分别显著增加 38.75%、90.51%、39.40%、84.86% 和 33.95%;其次是 T2 处理。

2.1.2 对花椰菜生物学性状的影响 由表 2 可知,不同处理对花椰菜的形态指标有不同程度的影响。在株高指标中,与 CK 相比,T1、T2、T4 和 T5 处理显著增加;在叶片数指标中,与 CK 相比,T1、T2、T5 处理显著增加;在茎粗指标中,与 CK 相比,

表 1 不同处理对芹菜生物学性状的影响

Table 1 Effects of different treatments on biological traits of celery

处理 Treatment	株高 Plant height/cm	根长 Root length/cm	茎粗 Stem thickness/mm	单株鲜质量 Fresh mass/(g·plant ⁻¹)	茎秆数 Stem number
CK	17.83±2.57 d	3.90±0.66 d	3.35±0.39 c	3.70±1.15 c	4.33±1.53 b
T1	24.74±0.88 a	7.43±0.30 a	4.67±0.29 a	6.84±0.36 a	5.80±0.45 a
T2	24.08±1.54 a	7.26±0.26 ab	4.24±0.39 b	5.43±1.21 b	5.47±0.89 ab
T3	18.18±0.91 c	4.99±0.40 c	4.00±0.32 b	5.38±0.51 b	5.60±0.55 a
T4	17.99±0.92 d	4.92±0.23 c	4.01±0.21 b	5.38±0.50 b	5.20±0.84 ab
T5	21.20±1.47 b	6.82±0.56 b	4.23±0.31 b	5.47±0.51 b	5.60±0.55 a

注:同列不同小写字母表示差异显著($p<0.05$)。下同。

Note: Different lowercase letters in the same column indicate significant difference($p<0.05$). The same below.

T1、T2、T3、T4、T5 处理均显著增加;在开展度指标中,与 CK 相比,T1、T2 处理显著增加;在花球直径指标中,与 CK 相比,T1、T2、T3、T4、T5 处理均显著

增加。以上结果表明,不同处理均有促进花椰菜生长的作用,但不同处理促进生长的效果不同。其中 T1 处理对花椰菜生长发育的促进效果最好,株高、

表 2 不同处理对花椰菜生物学性状的影响

Table 2 Effects of different treatments on biological traits of cauliflower

处理 Treatment	株高 Plant height/cm	叶片数 Blade number	茎粗 Stem thickness/mm	开展度 Expansion/ ^o	花球直径 Bulb diameter/cm
CK	8.80±0.52 c	9.00±1.00 c	8.12±1.01 c	16.37±0.12 c	17.90±0.30 c
T1	12.83±1.89 a	11.67±0.58 a	10.60±0.86 a	16.97±0.20 a	21.46±0.58 a
T2	12.00±0.50 ab	10.67±0.58 ab	10.31±1.36 a	16.73±0.06 ab	21.16±0.68 a
T3	10.40±0.56 bc	10.00±1.00 bc	9.25±0.29 ab	16.43±0.12 c	19.80±0.36 b
T4	10.83±0.35 b	9.67±0.58 bc	9.48±0.59 ab	16.40±0.10 c	19.60±0.20 b
T5	11.90±0.66 ab	11.00±1.00 ab	9.90±0.41 ab	16.60±0.17 bc	20.34±0.46 b

叶片数、茎粗、开展度、花球直径较 CK 分别显著增加 45.80%、29.67%、30.54%、3.67%和 19.89%;其次是 T2 处理。

2.1.3 对番茄生物学性状的影响 由表 3 可知,不同处理对番茄的形态指标有不同程度的影响。在开花数指标中,与 CK 相比,T1、T2、T5 处理显著增加;在株高指标中,与 CK 相比,T1、T2、T3、T4、T5 处理均显著增加;在茎粗指标中,与 CK 相比,T2、

T5 处理显著增加;在坐果数指标中,与 CK 相比,T1、T2、T3、T5 处理显著增加;在茎基数指标中,与 CK 相比,T1、T2、T5 处理显著增加。以上结果表明,不同处理均有促进番茄生长的作用,但不同处理促进生长的效果不同。其中 T2 处理对番茄生长发育的促进效果最好,开花数、株高、茎粗、坐果数、茎基数较 CK 分别显著增加 64.29%、20.35%、12.12%、105.88%和 13.41%;其次是 T5 处理。

表 3 不同处理对番茄生物学性状的影响
Table 3 Effects of different treatments on biological traits of tomato

处理 Treatment	开花数 Flower number	株高 Plant height/cm	茎粗 Stem thickness/mm	坐果数 Fruit setting number	茎基数 Stem base number
CK	2.80±0.84 d	113.00±3.55 c	10.97±1.05 b	3.40±0.89 c	16.40±0.55 c
T1	4.40±0.55 a	129.80±3.55 b	11.13±0.54 b	6.20±1.30 ab	17.80±0.45 ab
T2	4.60±0.55 a	136.00±1.58 a	12.30±1.22 a	7.00±3.32 a	18.60±0.55 a
T3	3.20±0.84 cd	125.80±3.19 b	10.56±0.84 b	5.80±1.30 ab	17.20±0.84 bc
T4	3.40±0.55 bcd	126.00±4.06 b	10.72±0.58 b	4.20±0.84 bc	17.20±0.84 bc
T5	4.20±1.30 ab	129.00±3.16 b	12.26±0.67 a	7.00±1.00 a	18.20±0.84 a

2.1.4 对西葫芦生物学性状的影响 由表 4 可知,不同处理对西葫芦的形态指标有不同程度的影响。在叶片数指标中,与 CK 相比,T1、T2、T3、T4、T5 处理均显著增加;在株高指标中,与 CK 相比,T2、T5 处理显著增加;在茎粗指标中,与 CK 相比,T2、T5 处理均显著增加;在开花数指标中,与 CK 相

比,T1、T2、T5 处理均显著增加;在花苞数指标中,与 CK 相比,T1、T2、T5 处理显著增加。以上结果表明,不同处理均有促进西葫芦生长的作用,但不同处理促进生长的效果不同。其中 T2 处理对西葫芦生长发育的促进效果最好,叶片数、株高、茎粗、开花数、花苞数较 CK 分别显著增加 23.75%、

表 4 不同处理对西葫芦生物学性状的影响
Table 4 Effects of different treatments on biological traits of zucchini

处理 Treatment	叶片数 Blade number	株高 Plant height/cm	茎粗 Stem thickness/mm	开花数 Flower number	花苞数 Bud number
CK	16.00±1.58 c	47.20±3.35 b	28.99±4.55 b	1.60±1.14 b	5.20±0.45 b
T1	18.20±0.84 b	47.40±3.36 b	31.71±4.16 ab	3.20±0.84 a	6.80±1.10 a
T2	19.80±1.10 a	52.40±1.95 a	34.15±3.16 a	2.80±0.84 a	6.80±0.45 a
T3	18.00±0.71 b	48.00±2.45 b	32.13±1.39 ab	1.80±0.84 b	5.80±0.84 ab
T4	18.40±0.55 b	49.40±0.55 ab	31.30±0.94 ab	2.00±1.00 ab	6.00±0.71 ab
T5	18.80±0.84 ab	50.40±1.14 a	33.95±0.97 a	2.60±0.55 a	6.60±0.89 a

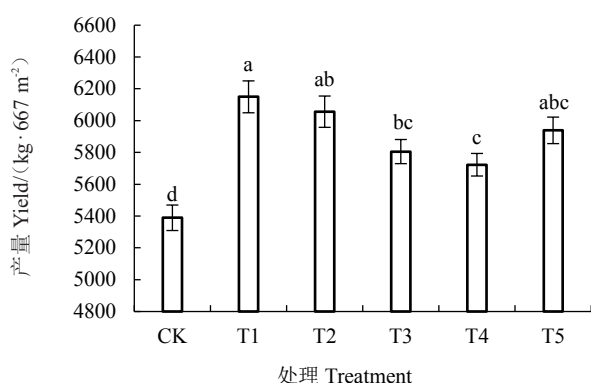
10.97%、17.80%、75%和 30.77%;其次是 T5 处理。

2.2 叶面肥不同处理方法对4种蔬菜产量的影响

2.2.1 对芹菜产量的影响 由图 1 可知,与 CK 相比,喷施叶面肥 A 和叶面肥 B 均能显著提高芹菜产量。其中 T1 处理产量最高,达到 6 149.65 kg·667 m⁻²,其次是 T2 处理(6 056.27 kg·667 m⁻²),较 CK 分别显著提高 14.11%和 12.38%。2 种叶面肥不同处理方法对芹菜产量的影响,从高到低依次为 T1>T2>T5>T3>T4>CK,可见叶面肥 A 和叶面肥 B 交替施用或混合施用的效果均好于二者单独

施用。

2.2.2 对花椰菜产量的影响 由图 2 可知,与 CK 相比,喷施叶面肥 A 和叶面肥 B 均能提高花椰菜产量。其中 T1 处理产量最高,其次是 T2 和 T5 处理,三者较 CK 分别显著提高 17.96%、11.43%和 10.20%;T3 和 T4 处理高于 CK,但差异不显著。2 种叶面肥不同处理方法对花椰菜产量的影响,从高到低依次为 T1>T2>T5>T3>T4>CK,可见,叶面肥 A 和叶面肥 B 交替施用或混合施用的效果均好于二者单独施用。



注:不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著。下同。

Note: Different lowercase letters indicate significant difference at 0.05 level. The same below.

图 1 叶面肥不同处理方法对芹菜产量的影响

Fig. 1 Effects of different foliar fertilizer treatment methods on celery yield

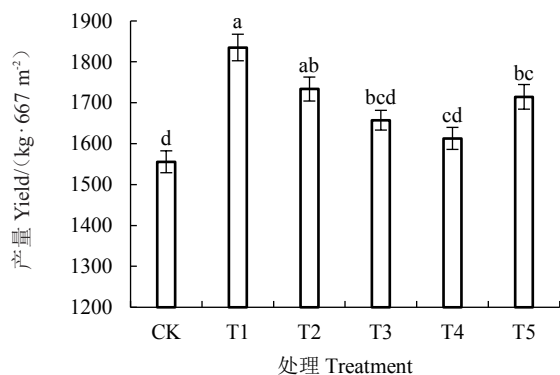


图 2 叶面肥不同处理方法对花椰菜产量的影响

Fig. 2 Effects of different foliar fertilizer treatment methods on cauliflower yield

2.2.3 对番茄产量的影响 由图 3 可知,与 CK 相比,不同叶面肥处理均能提高番茄产量,其中 T2 处理的产量最高,其次为 T1 和 T5 处理,三者较 CK 分别显著提高 16.14%、12.22%和 11.45%; T3 和 T4 处理高于 CK,但差异不显著。2 种叶面肥不同处理方法对番茄产量的影响依次为 T2>T1>T5>T4>T3>CK。由此可见,叶面肥 A 和叶面肥 B 交替施用或混合施用的效果均好于二者单独施用,其中番茄叶面肥 A 和叶面肥 B 在交替施用中,宜先施用叶面肥 B,后施用叶面肥 A,增产效果好于先施用叶面肥 A 后施用叶面肥 B。

2.2.4 对西葫芦产量的影响 由图 4 可知,叶面肥不同处理方法均能提高西葫芦产量,其中 T2 处理较 CK 显著提高 9.11%,其他处理与 CK 差异不显著。2 种叶面肥不同处理方法对西葫芦产量的影响依次为 T2>T1>T5>T4>T3>CK。由此可见,叶

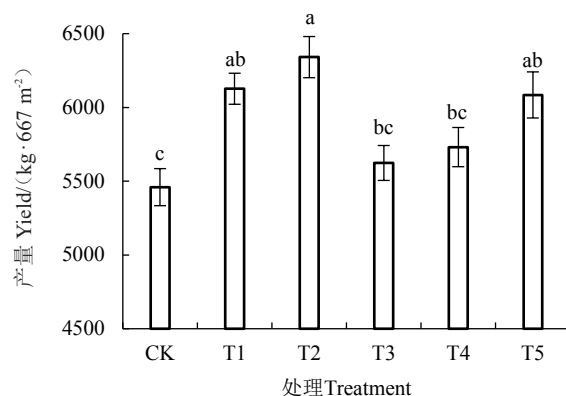


图 3 叶面肥不同处理方法对番茄产量的影响

Fig. 3 Effects of different foliar fertilizer treatment methods on tomato yield

面肥 A 和叶面肥 B 交替施用或混合施用的效果均好于二者单独施用,其中两种叶面肥交替使用时,先施用叶面肥 B 后施用叶面肥 A,增产效果要好于先施用叶面肥 A 后施用叶面肥 B。

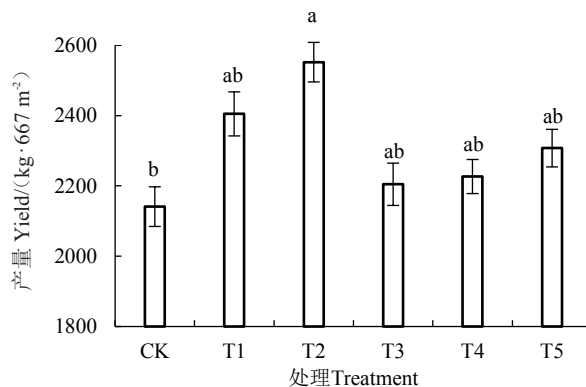


图 4 叶面肥不同处理方法对西葫芦产量的影响

Fig. 4 Effects of different foliar fertilizer treatment methods on zucchini yield

3 讨论与结论

笔者通过田间试验证实,在同等用量和喷施次数的条件下,叶面肥 A 与叶面肥 B 对 4 种蔬菜都具有促进生长发育和提高产量的作用,与国内相关研究报道高度一致^[9-13];且交替或混合施用效果优于单独施用,这也验证了协同增效的施肥策略在蔬菜生产中的有效性。叶面肥 A 含有硝态氮、硝酸钾并络合中微量元素,具有营养元素全面、吸收速度快等特点,能够快速补充蔬菜生长所需的矿质养分,促进细胞伸长与光合产物积累,这与谢英添等^[1]在西瓜上的研究结果一致,即高钾型肥料可显著提高作物光合效率和果实膨大速率。叶面肥 B 则以矿源黄腐酸钾为核心成分,不仅能螯合养分以提高吸收

效率,还可改善叶片细胞膜透性,增强根系对水分和养分的吸收能力^[14-15]。两种肥料交替或混合施用时,腐植酸的螯合作用可能缓解了矿质元素之间的拮抗效应,同时加速了养分在作物体内的传导与分配^[16-17]。在番茄和西葫芦的试验中,先喷施叶面肥 B 再喷施叶面肥 A 的处理坐果数和瓜条性状表现更优,可能是由于腐植酸先改善了植株的基础代谢,为后续钾元素的高效利用奠定了生理基础。

笔者在本研究中首次提出了叶面肥喷施顺序的分类优化方案:叶菜类(芹菜、花椰菜)适宜“先 A 后 B”,而果菜类和瓜类(番茄、西葫芦)适宜“先 B 后 A”。这一差异可能与不同蔬菜的生长发育需求密切相关。叶菜类以叶片为收获器官,其生长前期对氮、钾等矿质元素的需求更为迫切,叶面肥 A 的高钾配方可直接促进叶片伸长和叶面积扩展,而腐植酸在后期能增强叶片光合效率,延缓衰老^[18]。相比之下,果菜类和瓜类的生殖生长阶段需要更稳定的根系环境和养分供应,叶面肥 B 中的腐植酸可先促进根系发育和花芽分化,为花果发育提供良好的营养基础,后续补充高钾型肥料则能有效促进果实膨大与糖分积累^[19-20]。这与胡敏等^[3]在西瓜上的研究结论相似,即腐植酸类肥料在促进生殖生长方面具有独特优势。

本研究为区域蔬菜高产优质栽培提供了可推广的施肥模式,但叶面肥在不同环境下的稳定性、与其他农艺措施如土壤施肥、病虫害防控等的协同效应,以及对蔬菜品质及生理指标的长期影响仍需深入探究,这些都有待于在后续试验中做进一步深入细致的探究和验证,以全面评估叶面肥的应用潜力。

综上所述,高钾型大量元素水溶肥(叶面肥 A)与矿源腐植酸水溶性肥(叶面肥 B)均能促进芹菜、西葫芦、番茄、花椰菜的生长发育并提高产量,且交替或混合施用效果优于单独施用。其中,叶菜类蔬菜适宜先喷施叶面肥 A 后喷施叶面肥 B,果菜类和瓜类蔬菜则相反,研究结果为区域性蔬菜生产中叶面肥的科学施用提供了新的思路与方法。

参考文献

[1] 谢英添,马江黎,吴文丽,等.7种不同叶面肥对西瓜生长、产

- 量和品质的影响[J].中国瓜菜,2021,34(12):63-67.
- [2] 朱仰臣.不同叶面肥对芹菜产量及品质的影响[J].农业技术与装备,2024(12):157-158.
- [3] 胡敏,钟辉丽,常鑫,等.4种叶面肥喷施对大棚西瓜农艺性状、产量和品质的影响[J].中国瓜菜,2025,38(2):82-89.
- [4] 杨永海,孙大光,高雪莲.不同叶面肥对芹菜产量及品质的影响[J].特种经济动植物,2023,26(6):34-35.
- [5] 王宝春,窦宗信,庞勇,等.高效纳米锌叶面肥对设施番茄产量和果实品质的影响[J].南方农机,2024,55(9):7-8.
- [6] 李亚莉,岳宏忠,侯栋,等.几种叶面肥在西葫芦上的喷施效果[J].中国瓜菜,2017,30(9):31-33.
- [7] 陶启威,李瑞霞,倪维晨,等.商品有机肥与悬浮液体肥施用在3种蔬菜上的应用效果[J].安徽农业科学,2019,47(7):171-174.
- [8] 刘鑫萍,孟桂香,曾海珍.不同类型叶面肥对瓜类蔬菜产量和品质影响的 Meta 分析[J].现代农业科技,2024(2):27-30.
- [9] 黄继川,彭智平,涂玉婷,等.氨基酸肥料对花椰菜产量和品质的影响研究[J].中国农学通报,2018,34(34):42-46.
- [10] 李冠男,张庆霞,高峰,等.叶面喷施硼肥对不同蔬菜硼富集及产量的影响[J].农业与技术,2021,41(19):86-88.
- [11] 刘之洋,刘静,李铮,等.不同叶面肥对芹菜产量和品质的影响[J].上海蔬菜,2021(1):62-66.
- [12] 张佳佳,张剑,黄祥玉.不同施肥处理对花椰菜长胜 90 天产量和经济效益的影响[J].浙江农业科学,2022,63(5):1031-1033.
- [13] 雷菲,谭皓,符传良,等.不同叶面肥对樱桃番茄生长及产质量的影响[J].贵州农业科学,2019,47(1):107-110.
- [14] 程大伟,何莎莎,李明,等.不同生物刺激剂对阳光玫瑰葡萄果实品质的影响[J].北方园艺,2023(3):31-36.
- [15] 宋挚,郭新送,范仲卿,等.灌溉水量与腐殖酸用量对番茄产量、品质及水分利用的影响[J].浙江农业科学,2025,66(2):336-343.
- [16] 陈佳博,贺大海,梁振宇,等.喷施植物生长调节剂和叶面肥提升稻茬小麦抗渍能力的生理和农学效应[J].植物营养与肥料学报,2025,31(3):508-525.
- [17] 应学兵,姜淑芳,高源,等.高钾型水溶肥配施生物刺激素对茄子生长及品质的影响[J].北方园艺,2023(14):1-7.
- [18] 李书田.基于文献的叶菜类蔬菜施肥现状分析[J].中国蔬菜,2024(7):6-15.
- [19] 马瑞萍,孙叶烁,张国新,等.盐胁迫下设施番茄矿质元素吸收分配规律[J].北方园艺,2024(11):40-49.
- [20] 陈琪,董静,周伟伟,等.腐植酸钾和氨基酸肥料对砂培番茄生长与果实品质的影响[J].华北农学报,2023,38(增刊1):300-306.