◆健康保育与环境修复◆

硝酸钾钙镁复合肥对设施黄瓜和番茄产量及经济效益的影响

蔺向前[1]，赵国斌[2]，闫建东[1]，胡春宝[1]

（1. 山西金兰化工股份有限公司，山西 交城 030500；2. 山西科技教育扶贫工作站，山西 太原 030024）

［摘 要］以设施黄瓜和番茄作为研究对象，研究硝酸钾钙镁复合肥的增产增收效果。结果表明：在黄瓜和番茄苗期、开花坐果期、结果期每667 m^2分别随水追施硝酸钾钙镁复合肥0.96、0.96、1.33 kg，显著提高了黄瓜和番茄采收前期的产量，且黄瓜较农户处理提前1周上市；整个采收期黄瓜累计产量比农户处理提高20.62%，收益提高31.44%；番茄累计产量比农户处理提高16.87%，收益提高18.90%。可见，在黄瓜和番茄生产中，硝酸钾钙镁复合肥具有较好的推广应用价值。

［关键词］硝酸钾钙镁复合肥；随水追施；黄瓜；番茄；产量；经济效益

［中图分类号］S147 ［文献标志码］A ［文章编号］2097-4566（2024）09-0070-03

Effect of potassium-calcium-magnesium nitrate compound fertilizer on yield and economic benefit of cucumber and tomato in greenhouse

LIN Xiangqian[1], ZHAO Guobin[2], YAN Jiandong[1], HU Chunbao[1]

(1. *Shanxi Jinlan Chemical Co., Ltd., Jiaocheng* 030500, *China*;
2. *Shanxi Science and Technology Education Poverty Alleviation Workstation, Taiyuan* 030024, *China*)

Abstract: Taking cucumber and tomato as research objects, the yield and income increasing effects of potassium-calcium-magnesium nitrate compound fertilizer are studied. The results show that the yields of cucumber and tomato are increased significantly, and the cucumber is put on the market one week earlier than that of farmer fertilization treatment, when potassium-calcium-magnesium nitrate compound fertilizer is applied with irrigation water at 0.96, 0.96 and 1.33 kg per 667 m^2 at the seedling stage, flowering and fruiting stage and fruit-bearing stage, respectively. The total yield and income of cucumber are increased by 20.62% and 31.44% respectively, the cumulative yield and income of tomato are increased by 16.87% and 18.90% respectively. Therefore, the potassium-calcium-magnesium nitrate compound fertilizer has good value of popularization and application in the production of cucumber and tomato.

Key words: potassium-calcium-magnesium nitrate compound fertilizer; topdressing with irrigation water; cucumber; tomato; yield; economic benefit

0 引言

我国设施栽培技术的发展解决了农业生产受水土资源短缺和自然条件制约的问题，实现了蔬菜等农作物周年均衡生产，不仅从根本上解决了我国长期以来蔬菜供应不足的问题，而且在促进农业产业结构调整和农业增长方式转变、发展农村经济和增加农民收入、提高人民生活水平方面具有十分重要的作用[1]。但是设施蔬菜种植过程中如何科学施肥，是其发展过程中面临的重大问题。

山西金兰化工股份有限公司研发的新型球状硝基复盐型复合肥——硝酸钾钙镁复合肥是一种优质的多营养水溶性肥料，含有大量营养元素氮、钾和中量营养元素钙、镁，特别适宜烟草、甘蔗、甜菜等经济作物以及蔬菜等。在我国果树、蔬菜种植中，水肥一体化已经取得一定的进展并将继续发展，硝酸钾钙镁复合肥料具有广阔的推广应用前景[2]。为验证该肥料的实际肥效，在黄瓜与番茄大棚温室中进行了对比试验，为实现其高效合理施用和大面积推广应用提供科学依据和施用指导。

［收稿日期］2023-04-03； ［修回日期］2024-04-20

［作者简介］蔺向前（1967-），男，山西交城人，从事硝酸盐产品研究和硝酸盐设备工艺技术开发。E-mail：1983164617@qq.com

1　材料与方法

1.1　试验地与供试材料

试验地位于太原市清徐县徐沟镇西怀远村大棚温室集群区，属暖温带大陆性气候，四季分明，年平均日照时间为 2 577.5 h，日照率达 58%，无霜期 183 d，年平均气温为 9.6 ~ 10.2 ℃，年均降水量为 462 mm。

供试大棚土壤类型为石灰性褐土，w(有机质) 为 2.02 g/kg，pH 为 7.6，w(全氮) 为 0.86 g/kg，w(碱解氮) 为 155 mg/kg，w(有效磷) 为 43.9 mg/kg，w(速效钾) 为 83 mg/kg。

供试作物黄瓜品种为金冠 519，番茄品种为普罗旺斯。

供试肥料硝酸钾钙镁复合肥 (w(N)≥13.0%、w(K_2O)≥32.0%、w(CaO)≥5.0%、w(MgO)≥3.0%) 由山西金兰化工股份有限公司提供；复合肥 (15–15–15) 由湖北澳农农业科技有限公司生产；尿素 (w(N)≥46%) 由山东华鲁恒升化工股份有限公司生产；硫酸钾 (w(K_2O)≥ 62%) 购自中化化肥有限公司。

1.2　试验方案

黄瓜与番茄试验分别于 2021 年 12 月 2 日和 2021 年 11 月 14 日进行，设农户处理和试验处理 2 个处理。2 个处理播种前施肥完全一致，播种前每 667 m^2 施入有机肥 2 000 kg 和复合肥 (15–15–15) 100 kg 作为基肥。试验处理在黄瓜和番茄的苗期和开花坐果期分别随水施用硝酸钾钙镁复合肥 (每 667 m^2 施用量 0.96 kg) 各 1 次，在结果期随水施用硝酸钾钙镁复合肥 (每 667 m^2 施用量 1.33 kg) 1 次。农户处理在相同生育期随水施用等量氮钾的尿素和硫酸钾。

2　结果与分析

2.1　试验处理与农户处理的黄瓜产量差异分析

黄瓜从 2022 年 1 月 24 日开始采收到 4 月 1 日结束，平均每 2 d 采收 1 次，共采收 34 次。黄瓜采收期内 2 个处理的产量变化如图 1 所示。由图 1 可以看出，进入采收期后，第一个月黄瓜产量较高，且两个处理之间产量差异较大；一个月后黄瓜产量均呈逐渐下降的趋势，且两个处理之间黄瓜产量接近。与农户处理相比，施用硝酸钾钙镁复合肥的试验处理黄瓜早上市超 1 周时间 (见图 1)，并且采收开始后 1 个月内黄瓜产量均高于农户处理。试验处理在第 11 次采收时黄瓜单次产量达到最高，为每 667 m^2 383.33 kg，比农户处理单次最高产量高

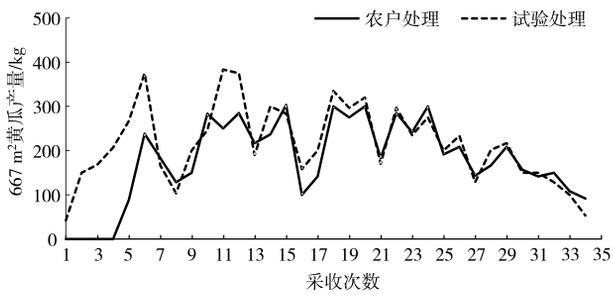

图 1　采收期内黄瓜产量变化

Fig. 1　Variation of cucumber yield during harvest period

26.37%，并提前 9 d。说明追施硝酸钾钙镁复合肥对加速黄瓜成熟、提高黄瓜前期产量具有显著的效果。

采收期内，农户处理黄瓜 667 m^2 累计产量为 6 056.67 kg，施用硝酸钾钙镁复合肥的试验处理黄瓜 667 m^2 累计产量达到 7 305.33 kg，比农户处理显著提高 20.62%。以上结果表明，施用硝酸钾钙镁复合肥可切实提高黄瓜产量。

2.2　试验处理与农户处理的番茄产量差异分析

番茄从 2022 年 3 月 2 日开始采收到 5 月 28 日结束，平均每 4 d 采收 1 次，共采收 22 次。番茄采收期内 2 个处理的产量变化如图 2 所示。由图 2 可知，两个处理同时进入采收期后，番茄产量均迅速提高后维持相对稳定，在收获末期番茄产量逐渐下降。与农户处理相比，施用硝酸钾钙镁复合肥的试验处理番茄在采收期约前 2 周产量增加快且产量更高，在第 10 次采收时番茄单次产量达到最高，667 m^2 产量达到 953.3 kg，高于农户处理。说明硝酸钾钙镁复合肥中各养分易被番茄吸收，促生效果明显。因此，硝酸钾钙镁复合肥的施用可以提高采收前、中期的番茄产量，进而实现番茄长期高产量生产。

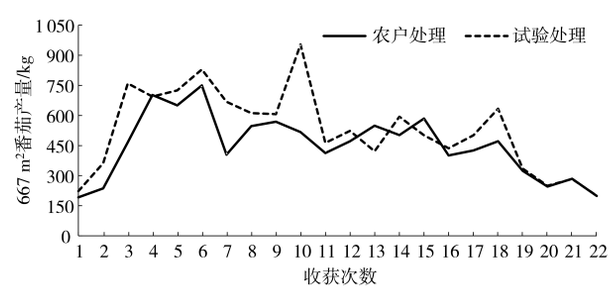

图 2　采收期内番茄产量变化

Fig. 2　Variation of tomato yield during harvest period

采收期内，农户处理番茄 667 m^2 累计产量为 9 904.6 kg，施用硝酸钾钙镁复合肥的试验处理番茄 667 m^2 累计产量为 11 575.4 kg，比农户处理高

16.87%，表明追施硝酸钾钙镁复合肥可以实现番茄产量的显著提升。并且采收期开始后，前10次采收试验处理的番茄累积产量要明显高于农户处理，表明硝酸钾钙镁复合肥具有促进番茄成熟的作用。

2.3 试验处理与农户处理黄瓜收益差异分析

采收期内，农户处理黄瓜667 m^2累计收益为2.99万元，施用硝酸钾钙镁复合肥的试验处理667 m^2累计收益达到3.93万元，比农户处理总收益高出31.44%，表明硝酸钾钙镁复合肥的施用可显著提高农户种植黄瓜的收益。主要原因是硝酸钾钙镁复合肥的施用促进了黄瓜的成熟，使黄瓜提前1周上市，该期间黄瓜收购价格为10.0元/kg，比采收后期的收购价（平均5.5元/kg）（见表1）高81.8%，提高收益的效果显著，在黄瓜种植中具有进一步应用推广的意义与价值。

表1 采收期黄瓜的收购价格

Table 1 Purchase price of cucumber during harvest period

采收次数	采收时间	收购价格/（元·kg^{-1}）	采收次数	采收时间	收购价格/（元·kg^{-1}）
1	2022-01-24	10.0	18	2022-02-28	4.6
2	2022-01-26	10.0	19	2022-03-02	4.4
3	2022-01-28	10.0	20	2022-03-04	4.4
4	2022-01-30	10.0	21	2022-03-06	4.8
5	2022-02-02	7.4	22	2022-03-08	5.4
6	2022-02-04	6.0	23	2022-03-10	5.4
7	2022-02-06	5.4	24	2022-03-12	6.2
8	2022-02-08	4.0	25	2022-03-14	6.2
9	2022-02-10	3.6	26	2022-03-16	6.8
10	2022-02-12	3.6	27	2022-03-18	6.8
11	2022-02-14	3.6	28	2022-03-20	7.0
12	2022-02-16	3.6	29	2022-03-22	6.0
13	2022-02-18	3.6	30	2022-03-24	5.4
14	2022-02-20	4.6	31	2022-03-26	5.4
15	2022-02-23	3.8	32	2022-03-28	5.4
16	2022-02-24	4.6	33	2022-03-30	4.0
17	2022-02-26	4.6	34	2022-04-01	4.0

2.4 试验处理与农户处理番茄收益差异分析

采收期内，农户处理番茄累计收益为每667 m^2 7.30万元，施用硝酸钾钙镁复合肥的试验处理累计收益为每667 m^2 8.68万元，比农户处理高18.90%，表明追施硝酸钾钙镁复合肥可以实现番茄收益的显著提升。且在采收前期试验处理的番茄累积收益要显著高于农户处理，证实硝酸钾钙镁复合肥具有促进番茄采收前期增产增收的作用，这主要是因为硝酸钾钙镁复合肥的施用加快了番茄的成熟，提高了采收前期番茄的产量，且采收前期收购价格比采收后期高97.48%（见表2）。因此，该肥料在番茄种植中具有极大的推广应用价值。

表2 采收期番茄的收购价格

Table 2 Purchase price of tomato during harvest period

采收次数	采收时间	收购价格/（元·kg^{-1}）	采收次数	采收时间	收购价格/（元·kg^{-1}）
1	2022-03-02	10.4	12	2022-04-11	7.0
2	2022-03-06	10.6	13	2022-04-16	7.0
3	2022-03-10	10.6	14	2022-04-20	7.0
4	2022-03-14	9.0	15	2022-04-25	5.0
5	2022-03-18	9.0	16	2022-05-01	5.0
6	2022-03-22	9.0	17	2022-05-05	4.6
7	2022-03-24	8.4	18	2022-05-10	4.6
8	2022-03-28	8.4	19	2022-05-15	4.8
9	2022-04-01	8.4	20	2022-05-20	4.8
10	2022-04-03	7.6	21	2022-05-25	4.8
11	2022-04-07	7.6	22	2022-05-28	4.8

3 讨论

通过硝酸钾钙镁复合肥的施用，设施黄瓜每667 m^2产量达到7 305.33 kg，比农户处理显著提高20.62%；而番茄每667 m^2产量为11 575.4 kg，比农户处理高16.87%。主要是因为硝酸钾钙镁复合肥作为液态复混肥的重要组成部分，为农作物提供硝态氮及其他大、中量元素，而硝态氮具有肥效快、氮素利用率高的特点[3]。同时，硝酸钾钙镁复合肥为全水溶性，施肥方式广泛，适用于基肥、种肥和追肥，可用于喷灌、滴灌等水肥一体化技术[4]，这也进一步促进了设施蔬菜产量和经济效益增加。

设施农业由于长期大量肥力浇灌，导致土壤盐分含量较高，硝酸钾钙镁复合肥中含大量的Ca^{2+}和Mg^{2+}，施入土壤后，土壤中Ca^{2+}和Mg^{2+}增加，改变了土壤胶体上吸附的阳离子分布状况，Ca^{2+}和Mg^{2+}将土壤胶体表面的Na^{+}交换下来，交换性钙离子和镁离子增加，交换性钠离子减少，降低了土壤盐化程度，并增加土壤中量元素养分，同时能增加土壤胶体凝结力，促进团粒结构的形成，使土壤质量得以改善。在本试验中，施用硝酸钾钙镁复合肥，改善土壤环境后，设施黄瓜提前超7 d成熟，且提高了设施番茄采收前、中期产量。同时，也有研究表明，氮肥和中量元素一起施用可起到提质增效的作用。YING等[5]研究发现，与单施氮肥相比，氮肥和钙肥配施可显著增加农作物产量，且植物中的钙离子能促进氮的吸收。其他研究也得到类似的结果，比如氮肥和钙肥配施可对叶菜起到增产提质的作用[6]，可增加番茄中的钾含量[7]，提高油桃中的

（下转第80页）