

新型复合施肥模式在辣椒上的应用研究

马超, 荆爱霞, 柴政, 赵娟

(酒泉市农业科学研究院, 甘肃 酒泉 735000)

摘要: 研究了有机肥、微生物菌肥和化肥搭配使用对辣椒产量、品质及土壤质量的影响。结果表明, 施用有机肥 30 000 kg/hm²、微生物菌肥(枯草孢杆菌 50 亿/mL)900 kg/hm²、尿素 540.0 kg/hm²、磷酸二铵 270.0 kg/hm²、硫酸钾 38.7 kg/hm² 时, 辣椒产量最高, 为 22 853.2 kg/hm², 较施尿素 900.0 kg/hm²、磷酸二铵 450.0 kg/hm²、硫酸钾 64.5 kg/hm² 时增产 3 006.8 kg/hm², 增产率 15.15%, 增收 5 183.2 元/hm²。说明在辣椒生产中, 单施化肥或单使有机肥+生物肥, 都不能获得最佳经济效益, 有机肥、微生物肥和化肥合理配比才能提高作物的产量和品质。

关键词: 复合施肥模式; 辣椒; 产量; 土壤质量; 酒泉市

中图分类号: S641.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2021)08-0021-05

[doi:10.3969/j.issn.1001-1463.2021.08.006](https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-1463.2021.08.006)

Application of New Compound Fertilization Model on Pepper

MA Chao, JING Aixia, CHAI Zheng, ZHAO Juan

(Jiuquan Institute of Agricultural Sciences, Jiuquan Gansu 735000, China)

Abstract: The effects of organic fertilizer, microbial fertilizer and chemical fertilizer on pepper yield, quality and soil quality were studied. The results showed that the highest pepper yield was 22 853.2 kg/hm² when organic fertilizer was 30 000 kg/hm², microbial fertilizer was 900 kg/hm² (bacillus subtilis 5 billion/mL), urea was 540.0 kg/hm², diammonium phosphate was 270.0 kg/hm² and potassium sulfate was 38.7 kg/hm². Compared with the application of urea 900.0 kg/hm², diammonium phosphate 450.0 kg/hm² and potassium sulfate 64.5 kg/hm², the yield increased by 3 006.8 kg/hm² (15.15%) and the income increased by 5 183.2 yuan/hm². It shows that the optimum economic benefit could not be obtained by applying only chemical fertilizer or organic fertilizer + biological fertilizer, but the yield and quality of crops could be improved only by reasonable proportion of organic fertilizer, microbial fertilizer and chemical fertilizer.

Key words: Compound fertilization model; Pepper; Yield; Soil quality; Jiuquan City

酒泉位于河西走廊的最西端, 因其独特的地理条件和气候特点^[1], 是多种蔬菜的生产基地, 也树立了一些优秀的蔬菜品牌, 如酒泉洋葱、瓜州蜜瓜、金塔辣椒等。其中, 金塔县生产的辣椒肉厚油多、色红形正、辣浓味香、品质优良, 为色素辣椒和干制辣椒的优质原料, 年生产面积在 0.33 万 hm², 总产量约 10.5 万 t, 产值 2.5 亿元。但在辣椒生产中重茬种植、有机肥使用不足、偏施氮

肥、肥料配施不合理等问题日益严重。为此, 我们通过微生物肥、有机肥、化肥配合使用来减少辣椒生产中的化肥用量, 为探索高产高效辣椒复合施肥模式提供参考依据。

1 材料与方 法

1.1 供试材料

指示辣椒品种为甘科 16 号, 购自当地种子市场。供试化肥尿素(N 46%)、磷酸二铵(N、P₂O₅、K₂O 质量比为 18 : 46 : 0)为云

收稿日期: 2021-03-24; 修订日期: 2021-06-26

基金项目: 甘肃省重点研发项目(20YF8NF163); 甘肃省重点人才项目(2020RCXM053)。

作者简介: 马超(1988—), 男, 甘肃酒泉人, 技术员, 主要从事植物保护与绿色高效农业生产工作。联系电话: (0)18993768618。Email: 417252389@qq.com。

南云天化股份有限公司生产；硫酸钾 ($K_2O \geq 52\%$) 为河北高桥农业科技有限公司生产；菌动力复合微生物肥 (枯草芽孢杆菌 50 亿 /mL) 为北京世纪阿姆斯生物技术有限公司生产。有机肥为酒泉市农业科学研究院自制 (牛粪 + 小麦秸秆)。

1.2 试验方法

试验于 2018 年在酒泉市肃州区果园乡酒泉市农业科学研究院试验基地进行。土壤为灌漠土，前茬小麦，秋耕灌冬水。耕层含有机质 21.08 g/kg、速效磷 50.83 mg/kg、碱解氮 44.42 mg/kg、速效钾 179.00 mg/kg，pH 为 8.20。试验采用随机区组设计，4 个处理，分别为 CM0，有机肥 + 生物肥；CM1 (CK) 当地农户常规施肥；CM2，有机肥 + 生物肥 + 60% 化肥；CM3，有机肥 + 生物肥 + 40% 化肥。3 次重复，小区面积 29.3 m²。各处理施肥量见表 1。辣椒于 3 月 10 日温室穴盘育苗，5 月 15 移栽定植。每小区四周挖深 60 cm 隔离沟并覆膜。有机肥、磷酸二铵的 2/3 做基肥结合整地施入，尿素分 5 次在生育期追施，剩余磷酸二铵与硫酸钾肥在结果盛期分 2 次追施。生物肥在缓苗后与尿素一同施入。全生育期浇水 7 次。7 月 26 日开始采收，共采收 3 次，全小区计产。

表 1 不同处理肥料用量 kg/hm²

处理	化肥			有机肥	微生物肥
	尿素	磷酸二铵	硫酸钾		
CM0	0	0	0	30 000	60
CM1(CK)	900.0	450.0	64.5	0	0
CM2	540.0	270.0	38.7	30 000	60
CM3	360.0	180.0	25.8	30 000	60

1.3 测定项目及方法

辣椒定植后 30、55、75 d 分别测量株高，收获期随机抽取 10 株进行纵横茎、单果质量、果实品质的测定。维生素 C 采用 2, 6-二氯酚靛酚滴定法测定，干物质含量采用称量法测定，硝酸盐采用紫外分光光度法测定，可溶性糖采用蒽酮法测定^[2]。pH 采

用玻璃电极法测定，有机质采用硫酸亚铁滴定法测定，有效磷采用紫外分光光度法测定，速效钾采用火焰分光光度法测定，水解氮采用定氮仪测定^[3]。

试验数据采用 SPSS 26.0 统计软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 对土壤理化性状的影响

从表 2 可知，CM2、CM3 与 CM1(CK) 比较，pH 分别升高 0.84%、0.12%，差异不显著。有效磷分别降低 2.61%、31.10%，差异不显著；水解氮分别升高了 9.74%、9.89%，差异不显著；速效钾分别提高了 73.65%、48.23%，CM2 和 CM3 之间差异不显著，与其余处理之间差异显著；CM3 和 CM0 之间差异不显著，与 CM1(CK) 之间差异显著；CM0 和 CM1(CK) 之间差异不显著。有机质以 CM3 最高，为 36.33 g/kg；CM0 最低，为 29.28 g/kg。说明微生物肥、有机肥、化肥三者混和施用能有效的提高部土壤分养分含量。

表 2 不同施肥处理土壤的理化性状

处理	pH	有机质 / (g/kg)	有效磷 / (mg/kg)	速效钾 / (mg/kg)	水解氮 / (mg/kg)
CM0	8.44 a	29.28 a	43.29 a	168.75 bc	49.68 a
CM1(CK)	8.31 a	32.81 a	71.15 a	138.50 c	42.08 a
CM2	8.38 a	32.10 a	69.29 a	240.50 a	46.18 a
CM3	8.32 a	36.33 a	49.02 a	205.30 ab	46.24 a

2.2 主要性状

由表 3 可知，辣椒生育期在 30 d 时，株高以 CM1 处理最高，为 12.5 cm；CM0 处理最低，为 9.0 cm，各处理之间差异不显著。生长至 55 d 时，CM1 处理株高最高，为 41.5 cm，显著高于其他处理。生长至 75 d，以 CM2 处理株高最高，为 64.3 cm，处理间差异不显著。果实纵径以 CM2 处理最高，为 29.5 cm，显著高于其他处理。果实横径、单瓜质量各处理间差异不显著，均以 CM2 处理最高，CM0 处理最低。

表3 不同施肥处理的辣椒主要性状

试验处理	株高/cm			果实纵径/cm	果实横径/cm	单果质量/g
	30 d	55 d	75 d			
CM0	9.0 a	34.5 b	60.8 a	26.0 b	3.0 a	45.9 a
CM1(CK)	12.5 a	41.5 a	61.5 a	27.0 b	3.2 a	49.8 a
CM2	11.0 a	36.5 b	64.3 a	29.5 a	3.3 a	53.9 a
CM3	10.5 a	35.5 b	61.3 a	27.5 b	3.2 a	49.2 a

2.3 品质

通过表4可以看出,辣椒果实中Vc含量以CM3处理最高,为0.633 mg/g,较CM1(CK)高0.119 mg/g,CM0处理最低,为0.486 mg/g,较CM1(CK)低0.028 mg/g;各处理之间差异不显著。干物质含量以CM2处理最高,为89.7 g/kg,较CM1(CK)高1.1 g/kg;CM0处理最低,为87.6 g/kg,较CM1(CK)低1.0 g/kg;各处理之间差异不显著。硝酸盐含量以CM1(CK)处理最高,为177.9 mg/kg;CM0处理最低,为115.7 mg/kg,较CM1(CK)低62.2 mg/kg;其中CM2处理、CM3处理硝酸盐含量分别低于CM1(CK)3.15%、5.51%,两处理之间差异不显著;CM0处理硝酸盐含量显著低于CM1(CK)34.96%,说明有机肥+微生物菌肥可降低辣椒果实中硝酸盐含量^[4]。可溶性糖含量以CM2处理最高,为40.4 g/kg,较CM1(CK)

表4 不同施肥处理辣椒的品质

处理	Vc/(mg/g)	干物质/(g/kg)	硝酸盐/(mg/kg)	可溶性糖/(g/kg)
CM0	0.486 a	87.6 a	115.7 b	35.0 a
CM1(CK)	0.514 a	88.6 a	177.9 a	35.0 a
CM2	0.567 a	89.7 a	172.3 a	40.4 a
CM3	0.633 a	86.8 a	168.1 a	39.3 a

高5.4 g/kg;CM0处理与CM1(CK)最低,为35.0 g/kg,各处理之间差异不显著。可以看出,生物肥+有机肥+化肥的混和施用与单纯施化肥相比,Vc、可溶性糖含量均有增加的趋势^[3]。

2.4 产量

由表5可知,不同处理的辣椒单果重均低于CM1(CK)。辣椒折合产量以CM2处理最高,为22 853.2 kg/hm²,较CM1(CK)增产3 006.8 kg/hm²,增产率15.15%;CM3处理折合产量为18 122.9 kg/hm²,较CM1(CK)减产1 723.5 kg/hm²,减产率8.68%;CM0处理折合产量为17 225.3 kg/hm²,较CM1(CK)减产2 621.1 kg/hm²,减产率13.21%。对产量进行方差分析表明,CM2处理与CM1(CK)、CM3处理、CM0处理之间差异均达显著水平;CM1(CK)与CM3处理、CM0处理之间差异达到显著水平;CM3处理与CM0处理之间差异不显著。

2.5 经济效益

由表6可知,在其他管理相同的条件下,不同的处理辣椒生产经济效益以CM2处理最高,为41 699.6元/hm²,分别较CM0处理、CM1(CK)增收9 349.0、5 183.2元/hm²。CM3处理较CM0处理增收518.0元/hm²、

表5 不同施肥处理的辣椒单果重及产量

处理	单果重/g	小区平均产量/(kg/29.3 m ²)	折合产量/(kg/hm ²)	较CK增产/(kg/hm ²)	增产率/%
CM0	51.5	50.47	17 225.3 c	-2 621.1	-13.21
CM1(CK)	53.0	58.15	19 846.4 b		
CM2	51.0	66.96	22 853.2 a	3 006.8	15.15
CM3	48.5	53.10	18 122.9 c	-1 723.5	-8.68

表 6 不同施肥处理的辣椒经济效益^①

处理	产量 (kg/hm ²)	产值 (元/hm ²)	肥料成本/(元/hm ²)				经济效益 (元/hm ²)	较CM0增收 (元/hm ²)	较CM1增收 (元/hm ²)
			化肥	微生物肥	有机肥	总成本			
CM0	17 225.3	34 450.6	0	900	1 200	2 100.0	32 350.6		-4 165.8
CM1(CK)	19 846.4	39 692.8	3 176.4	0	0	3 176.4	36 516.4	4 165.8	
CM2	22 853.2	45 706.4	1 906.8	900	1 200	4 006.8	41 699.6	9 349.0	5 183.2
CM3	18 122.9	36 245.8	1 276.3	900	1 200	3 376.4	32 869.4	518.8	-3 647.0

①辣椒价格 2.0 元/kg; 尿素 1.8 元/kg、磷酸二铵 3.0 元/kg、硫酸钾 3.2 元/kg, 微生物肥 15.0 元/kg、有机肥 0.04 元/kg。由于田间管理等成本基本相同, 因此本试验经济效益指产值扣除肥料成本的收益。

较 CM1(CK)减少 3 647.0 元/hm²。说明单施化肥或单使有机肥 + 生物肥, 都不能获得最佳经济效益, 只有在有机肥、微生物肥和化肥合理配比, 才能获得较高的经济效益。

3 小结与讨论

通过试验分析表明, 有机肥 + 微生物菌肥部分替代化肥, 增加了土壤中的有机质含量, 提高了碱解氮、速效钾的含量, 降低了速效磷的含量。这一结果与生物有机无机复混肥能较好的对土壤的酸碱度起到缓冲作用, 增加土壤的有机质, 提高土壤全氮、有效氮和有效钾的含量结论相同^[5-7]。通过有机肥 + 微生物肥部分替代化肥, 为作物提供全面而长效的营养物质, 微生物肥可促进土壤微生物繁殖, 改善土壤环境, 提高化肥利用率。

辣椒生长前期常规施肥处理长势旺, 后期有机肥 + 微生物菌肥部分替代化肥处理主要性状显著高于其他处理, 全生长周期中有机肥 + 微生物菌肥处理主要性状始终最低。说明化肥可以促进生长, 但是肥效期短; 仅施用微生物肥和有机肥, 不能满足辣椒生长所需的营养; 只有微生物肥、有机肥和化肥混合施用才能为辣椒提供长效的营养, 并可提高单果质量和产量。

综合分析, 利用有机肥 + 微生物菌肥部分替代常规化肥, 可降低辣椒果实中硝酸盐含量, 提高辣椒果实中 Vc 含量。施用有机肥 30 000 kg/hm²、微生物菌肥(枯草芽孢杆菌 50 亿 /mL)900 kg/hm²、尿素 540.0 kg/hm²、磷

酸二铵 270.0 kg/hm²、硫酸钾 38.7 kg/hm² 时, 辣椒产量最高, 为 22 853.2 kg/hm², 较施尿素 900.0 kg/hm²、磷酸二铵 450.0 kg/hm²、硫酸钾 64.5 kg/hm² 时增产 3 006.8 kg/hm², 增产率 15.15%, 增收 5 183.2 元/hm²。这一结果生物有机肥部分替代化肥可增加番茄、黄瓜等质量和产量, 降低硝酸盐含量, 提高可溶性糖、可溶性蛋白的含量的结论相同^[8-9]。

综上所述, 在辣椒生产中, 单施化肥或单使有机肥 + 生物肥都不能获得最佳经济效益, 只有在有机肥、微生物肥和化肥合理配比才能在获得较高的经济效益, 提高作物的产量和品质^[10-11], 同时有效降低化肥使用对土壤的污染。

参考文献:

- [1] 高树财. 酒泉市肃州区土壤养分评价及耕地快速培肥地力技术[J]. 农业科技与信息, 2018 (3): 11-13.
- [2] 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.
- [3] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 3版.北京: 中国农业出版社, 2008.
- [4] 张迎春, 颀建明, 李 静, 等. 生物有机肥部分替代化肥对莴笋及土壤理化性质和微生物的影响[J]. 水土保持学报, 2019, 33(4): 196-205.
- [5] 丁成章, 林银卿, 单既亮, 等. 生物复混肥对小白菜产量、品质及土壤肥力的影响[J]. 广东农业科学, 2008, 37(3): 184-189.
- [6] 王艳霞, 冯 宏, 李华兴, 等. 生物复混肥对土壤微生物的影响研究[J]. 植物营养与肥料

锌胁迫对蓝花鼠尾草种子萌发的影响

王立凤, 庞珊珊

(牡丹江师范学院生命科学与技术学院, 黑龙江 牡丹江 157011)

摘要: 以蓝花鼠尾草种子为试验材料, 研究浓度为 0、20、40、60、80、100、120、140、160 mg/L 的硫酸锌溶液处理对种子发芽率、发芽势、发芽指数和活力指数以及幼苗生长的影响。结果表明, 在锌溶液浓度为 20~60 mg/L 条件下, 蓝花鼠尾草种子发芽率、发芽势、发芽指数均表现升高; 种子活力指数在锌溶液浓度为 20 mg/L 时达到最大。在 80 mg/L 锌溶液浓度处理下平均苗高最高, 而在 140~160 mg/L 锌溶液处理下种子发芽率、发芽势、发芽指数、根长与苗高均明显受到抑制, 甚至发生死亡现象。

关键词: 锌胁迫; 蓝花鼠尾草种子; 种子萌发

中图分类号: Q945.78 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2021)08-0025-04

doi: 10.3969/j.issn.1001-1463.2021.08.007

Effects of Zinc Stress on Seed Germination of *Salvia farinacea*

WANG Lifeng, PANG Shanshan

(College of Life Science and Technology, Mudanjiang Normal University, Mudanjiang, Heilongjiang 157011, China)

Abstract: The effects of zinc sulfate solution at concentrations of 0, 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, and 160 mg/L on seed germination rate, germination potential, germination index, vigor index, and seedling growth were studied with *Salvia farinacea* seeds as experimental materials. The results showed that the seed germination rate, germination potential and germination index of *S. farinacea* increased under the cultivation of 20~60 mg/L zinc solution. Seed vigor index reached maximum at 20 mg/L. Under the treatment of 80 mg/L zinc solution concentration, the average seedling height was the highest. The seed germination rate, germination potential, germination index, root length and seedling height were significantly inhibited under 140~160 mg/L zinc solution, and even some seeds died.

Key words: Zinc stress; *Salvia farinacea* seeds; Seed germination

锌是土壤中常见的重金属之一, 也是生物体生长中所必需的元素。土壤中的锌是植

收稿日期: 2021-06-28

基金项目: 牡丹江师范学院科研项目(YB2019006); 黑龙江省教育厅项目(1354ZD005)。

作者简介: 王立凤(1978—), 女, 黑龙江七台河人, 副教授, 硕士, 主要从事植物学相关研究工作。Email: swxwlf@126.com。

- 学报, 2008(6): 1206-2111.
- [7] 赵兰凤, 李华兴, 刘远金, 等. 生物复混肥施用量对土壤微生物的影响[J]. 华南农业大学学报, 2008(3): 6-10.
- [8] 赵跃, 黄楠, 刘继培, 等. 生物有机肥替代化肥对番茄产量和品质及土壤养分的影响[J]. 中国农技推广, 2019, 35(2): 57-59.
- [9] 张俊峰, 颀建明, 张玉鑫, 等. 生物有机肥部分替代化肥对日光温室黄瓜产量、品质及肥料利用率的影响[J]. 中国蔬菜, 2020(6): 58-63.
- [10] 王海鹏, 孙振荣, 薛莲. 4种水溶性肥滴施加喷施对设施辣椒的影响[J]. 甘肃农业科技, 2020(7): 5-7.
- [11] 马国泰, 杜红艳, 刘芝妨, 等. 猪粪施用量对土壤和辣椒中 Cd 和 Pb 积累的影响[J]. 甘肃农业科技, 2021, 52(1): 28-34.

(本文责编: 陈伟)