



腐植酸复合肥对空心菜产量和品质的影响

潘兴 刘会丽 郑若菁 刁泽强
拉多美科技集团股份有限公司 广州 511453

摘要: 通过田间试验,研究施用腐植酸复合肥对空心菜产量和品质的影响。结果表明:与普通复合肥相比,在等氮磷钾投入条件下,施用腐植酸复合肥的处理具有显著的增产和提升品质的优势,空心菜亩产量增加 328.7 kg,增产率 7.03%;植株硝酸盐含量降低 17.25%,Vc 含量提高 12.71%,可溶性糖含量显著提高 9.80%;产投比 3.97 : 1,经济效益显著。

关键词: 腐植酸复合肥;空心菜;产量;品质;经济效益

中图分类号: TQ444.6, S636.9 文章编号: 1671-9212(2024)06-0077-04

文献标识码: A

DOI: 10.19451/j.cnki.issn1671-9212.2024.06.007

Effects of Humic Acid Compound Fertilizer on the Yield and Quality of Water Spinach

Pan Xing, Liu Huili, Zheng Ruojing, Diao Zeqiang

Lardmec Technology Group Co. Ltd., Guangzhou, 511453

Abstract: The effects of applying humic acid compound fertilizer on the yield and quality of water spinach were studied based on field experiments. The results showed that, compared with the common compound fertilizer, the treatment with humic acid compound fertilizer under the same conditions of nitrogen, phosphorus and potassium nutrients could significantly increase the yield and quality of water spinach, with an increase of 328.7 kg/667 m² in yield and a yield increase rate of 7.03%, the nitrate content was reduced by 17.25%, the vitamin C content was increased by 12.71%, the soluble sugar content was increased by 9.80%, the production-to-investment ratio was 3.97 : 1, and the economic benefits were significant.

Key words: humic acid compound fertilizer; water spinach; yield; quality; economic benefits

空心菜在华南、华中、华东和西南各地普遍栽培^[1]。空心菜喜肥喜水,宜选择在肥沃的土壤中种植^[2]。研究表明,腐植酸复合肥可以促进植物生长发育、改良土壤结构、增强作物抗逆性、改善植物营养状况,有巨大的应用价值和开发前景^[3~5]。腐植酸与化肥结合使用相较于普通化肥具有天然的优势。腐植酸能促进多种果蔬作物的生长发育、提高产量、改善品质^[6]。李兴杰等^[7]研究发现,腐植酸复合营养液不仅可以增加水培生菜的产量还可以改善其品质,使其达到高产优质的效果。李小玉等^[8]研究发现,施用腐植酸肥后番茄植株形态指标、果实产量品质和土壤微生物数量等各项指标均显著

增加。腐植酸还可提高氮磷钾肥利用率^[9]。

为验证腐植酸复合肥在空心菜上的应用效果,特开展腐植酸复合肥与同等养分复合肥的比较试验,旨在为大面积推广腐植酸复合肥提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验时间、地点

试验于 2022 年 5 月—8 月在四川省德阳市广汉市进行,试验地交通便利,地势平坦,排灌方便。

2022 年 5 月 13 日播种,7 月 7 日收获第一茬,此后每间隔 10 天采收一次,共采收 5 茬,至 8 月

[收稿日期] 2023-11-01

[作者简介] 潘兴,男,1986年生,农艺师,主要从事肥料产品研发及应用推广工作,E-mail: panxing1917@163.com。

17日采收结束。

土壤类型为黄壤土,肥力均匀。试验前分别采集0~20 cm深度的土壤样品进行检测,其基础养分含量为pH 5.75、有机质 11.23 g/kg、碱解氮 25.6 mg/kg、有效磷 12.3 mg/kg、速效钾 110.3 mg/kg。

1.2 试验材料

供试肥料:腐植酸复合肥(N+P₂O₅+K₂O≥57%,配方为19-19-19,总腐植酸含量≥2%)、普通复合肥(N+P₂O₅+K₂O≥57%,配方为19-19-19),2种肥料除总腐植酸含量有差异外,其他原料配比工艺一致。以上肥料均由拉多美科技集团股份有限公司生产。

供试作物:柳叶空心菜。

1.3 试验方法与设计

采用随机区组设计,试验共设3个处理:处理1(T1),施用腐植酸复合肥;处理2(T2),施用普通复合肥;CK,不施肥料,空白对照。每个处理3次重复,小区面积28 m²,小区四周设置保护行,除追肥种类不同外,其他田间农艺措施一致。

全生长期施肥:基肥施用有机肥80 kg/亩;追肥8次:生长前期,隔15天追施1次,随水冲施,5 kg/亩,共施用4次;采收期,每次采收后追施1次,15 kg/亩,共追施4次。

1.4 测试项目与方法

空心菜属于速生型蔬菜,对肥力要求较高,第一茬生产主要受原地力影响,而第二茬对外部养分供应响应灵敏,故后续以第二茬的数据分析空心菜农艺性状、以第三茬的数据分析品质性状。

农艺性状:在第二茬采收时,分别对不同小区东、西、南、北、中5个方位各随机采收3株空心菜,考察平均株高、根长、叶绿素相对含量(SPAD值)、单株鲜重等性状。其中,SPAD值用手持叶绿素仪测定空心菜叶片SPAD值。

产量:从第一茬收起,采收时在空心菜根部向上约5 cm处割下空心菜,保留根茎部,以便下一茬空心菜萌出,间隔10天采收一次,共采收5茬,分别记录计产,以采收5次的总和计亩产量。

鲜样品质指标分析:第三茬收获时从每个处理的小区中选5株空心菜制备为混合样,测定其硝酸盐、Vc、可溶性糖含量。硝酸盐含量采用水杨酸比色法测定,Vc含量采用2,6-二氯酚靛酚滴定法测定,可溶性糖含量采用蒽酮比色法测定^[10]。

1.5 试验数据处理

采用Excel 2019进行数据处理,采用SPSS 27.0进行数据分析,采用LSD法进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 不同处理对空心菜农艺性状的影响

由表1可知,与CK相比,T1、T2处理均能显著促进空心菜根长、单株鲜重的生长,一定程度促进株高、SPAD值的增加。与T2处理对比,T1处理在株高、根长、单株鲜重均有一定的优势,单株鲜重达到了显著性差异。说明施肥能显著促进空心菜的生长,其中腐植酸复合肥的促进效果优于普通复合肥,尤其是在单株鲜重方面具有显著优势。

表1 不同处理的空心菜农艺性状的影响

Tab.1 Effects of different treatments on agronomic characters of water spinach

处理	株高 (cm)	根长 (cm)	SPAD 值	单株鲜重 (g/株)
T1	56.3 ± 1.706a	13.5 ± 0.625a	40.5 ± 2.352a	445.6 ± 20.01a
T2	54.1 ± 2.166a	12.4 ± 0.306a	40.9 ± 0.872a	413.2 ± 12.80b
CK	49.2 ± 1.998a	10.6 ± 0.702b	36.5 ± 4.214a	312.1 ± 11.19c

注:表中数据为平均值,同列不同小写字母表示差异显著(P < 0.05),下同。

2.2 不同处理对空心菜产量的影响

由表2可知,与CK相比,T1、T2处理均能显著提高空心菜的产量,亩增产1768.4~2097.1 kg,

增幅达到了60.88%~72.20%。T1较T2处理亩增产328.7 kg,增产率为7.03%。

对小区产量数据进行方差分析,处理间差异达



显著水平。说明腐植酸复合肥能显著提高空心菜的产量，能通过调控土壤与肥料中养分的形态，提高肥料施用后土壤与肥料中养分的有效性和降低土壤与肥料中的养分损失，提高肥料利用率和土壤供肥能力，促进植物生长^[11]。这可能是因为一方面腐植酸能有效改善土壤结构，增加土壤团聚体数量，提高土壤保水保肥能力；另一方面腐植酸能通过氮、磷和钾发生结合效应，固持及活化进入土壤中的养分，从而提高肥料有效性和缓释性能^[12]。

2.3 不同处理对空心菜品质的影响

许多研究证明，蔬菜中含有大量的硝酸盐，硝酸盐在人体内会被还原成易致癌的亚硝酸盐^[13]；可溶性糖是高等植物的主要光合产物，并且在植物碳代谢中起到重要作用；而Vc对人体而言，具有抗坏血病、抗感冒、保护细胞等功能；因而低硝酸盐、高可溶性糖、高Vc成为评价蔬菜营养价值

品质的重要指标^[13, 14]。

由表3可知，3个处理空心菜的硝酸盐、可溶性糖、Vc含量均表现出不同处理间差异显著。与CK相比，T1、T2处理的硝酸盐、可溶性糖、Vc含量显著提升；与T2对比，T1硝酸盐含量显著降低17.25%，Vc含量显著提高12.71%，可溶性糖含量显著提高9.80%。说明施用腐植酸复合肥能够提升空心菜品质。

2.4 不同处理对空心菜经济效益的影响

按照每茬收割的平均收购价1.58元/kg计算产值，T1处理产值为7902.7元/亩，产投比为3.97:1；T2处理产值为7383.3元/亩，产投比为3.81:1；CK产值为4589.3元/亩，产投比为3.06:1。T1处理比T2处理增收469.4元，说明施用腐植酸复合肥能够显著提高空心菜的产值，经济效益显著（表4）。

表2 不同处理对空心菜产量的影响

Tab.2 Effects of different treatments on yield of water spinach

处理	五茬采收小区总产量 (kg/28 m ²)				折合亩产量 (kg/亩)
	I	II	III	平均产量	
T1	209.5	214.1	206.6	210.1	5001.7 ± 90.78a
T2	194.6	199.9	194.3	196.3	4673.0 ± 42.97b
CK	112.6	126.5	126.8	122.0	2904.6 ± 111.57c

表3 不同处理对空心菜品质的影响

Tab.3 Effects of different treatments on quality of water spinach

处理	硝酸盐含量 (mg/kg)	可溶性糖含量 (%)	Vc (mg/kg)
T1	121.4 ± 4.480b	0.56 ± 0.020a	168.5 ± 8.730a
T2	146.7 ± 12.511a	0.51 ± 0.026b	149.5 ± 2.476b
CK	76.9 ± 4.779c	0.41 ± 0.026c	112.6 ± 3.439c

表4 不同处理对空心菜经济效益的影响

Tab.4 Effects of different treatments on economic benefits of water spinach

处理	产量 (kg/亩)	产值 (元/亩)	较CK增加产值 (元/亩)	较T2增加产值 (元/亩)	增加肥料成本 (元/亩)	其他成本 (元/亩)	较CK增加纯收入 (元/亩)	较T2增加纯收入 (元/亩)	产投比
T1	5001.7	7902.7	3313.4	519.4	490.0	1500.0	2823.4	469.4	3.97 : 1
T2	4673.0	7383.3	2794.0	—	440.0	1500.0	2354.0	—	3.81 : 1
CK	2904.6	4589.3	—	—	0.0	1500.0	—	—	3.06 : 1

注：其他成本包括种子、人工、农药、土地租金、大棚维护成本等，按照农户实际投入估算。

3 讨论与结论

本试验条件下,与空白对照相比,腐植酸复合肥与普通复合肥均能够显著提高空心菜的产量、产值,腐植酸复合肥处理产量提高了72.20%,增加纯收入2823.4元;普通复合肥处理产量提高了60.08%,增加纯收入2354.0元,经济效益显著。与普通复合肥相比,腐植酸复合肥能显著提高空心菜的产量、产值,增产率7.03%,增收469.4元。

在农艺性状方面,腐植酸复合肥与普通复合肥相比,具有一定的优势。腐植酸是有机质的重要组成部分,因自身独特的化学组成和理化性质,对提高土壤肥力有着重要作用。另一方面腐植酸能提高肥料利用率和土壤供肥能力,促进植物生长^[11]。此外,腐植酸可通过促进植物根系生长及促进根系对养分吸收,提高作物根系和地上部分的吲哚乙酸(IAA)的含量,提高新陈代谢速率,从而促进整个植株的生长^[11, 15]。在本试验中,腐植酸复合肥处理的根系长度优于其他2个处理,具有一致性。

在品质方面,腐植酸复合肥与普通复合肥相比,能够显著提升空心菜的品质,其中,硝酸盐含量显著降低17.25%,Vc含量显著提高12.71%,可溶性糖含量显著提高9.80%。有研究表明,腐植酸可对植物体内各类氧化酶活性进行活化,对作物的根系生长也有一定的刺激作用,从而增强作物生物抗性,农产品品质得到提升^[16, 17]。

综上所述,在空心菜种植中,与空白对照和普通复合肥相比,施用腐植酸复合肥能够显著提高空心菜产量、品质 and 经济效益。

参考文献

- [1] 喻景权. 蔬菜栽培学各论南方本[M]. 北京: 中国农业出版社, 2020: 128 ~ 129.
- [2] 李军安. 空心菜高产高效栽培新技术[J]. 农广天地, 2022, 28: 34.
- [3] 张常书, 张丽娟, 唐卫东, 等. 木霉腐植酸土壤修复剂的开发应用[J]. 腐植酸, 2014(4): 35 ~ 39.
- [4] 曾宪成, 李双. 让腐植酸在补充和提升土壤肥力中发挥重要作用——开展“土壤腐植酸肥力综合指数”研究刻不容缓[J]. 腐植酸, 2014(2): 1 ~ 8.
- [5] 付保东. 腐植酸在土壤改良中的应用研究进展[J]. 防护林科技, 2016(3): 83 ~ 84.
- [6] 张丽, 王小璇. 腐植酸对土壤性质及作物生长发育影响的研究进展[J]. 腐植酸, 2023(5): 21 ~ 27.
- [7] 李兴杰, 胡笑涛, 杨鑫, 等. 腐植酸对水培生菜生长和品质的影响[J]. 西北农业学报, 2016, 25(11): 1679 ~ 1685.
- [8] 李小玉, 赵群法, 尚玉臣, 等. 腐植酸肥对温室番茄土壤微生物及产量品质的影响[J]. 河南农业大学学报, 2016, 50(2): 203 ~ 208.
- [9] Parsons J W. Humus chemistry-genesis, composition, reactions[J]. Soil Science, 1983, 135(2): 129 ~ 130.
- [10] 王学奎. 植物生理生化实验原理和技术(第2版)[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006: 123 ~ 246.
- [11] Böhme M, Lua H. Influence of mineral and organic treatments in the rhizosphere on the growth of tomato plants[C]. International Symposium Growing Media and Plant Nutrition in Horticulture. Cáceres: Acta Horticulturae, 1996.
- [12] 张水勤, 袁亮, 林治安, 等. 腐植酸促进植物生长的机理研究进展[J]. 植物营养与肥料学报, 2017, 23(4): 1065 ~ 1076.
- [13] 田甜, 沈丽英, 施刘矾, 等. 微量元素螯合肥对空心菜产量及品质的影响[J]. 磷肥与复肥, 2016, 31(10): 42 ~ 45.
- [14] 张哲, 严立斌, 孟雅宁, 等. 基于果实品质评价的彩色甜椒种质资源及杂交组合的筛选[J]. 辣椒杂志, 2023, 21(2): 21 ~ 26.
- [15] 吕品, 于志民, 周琳. 稻草提取类腐植酸物质及其对水稻苗生长的影响[J]. 国土与自然资源研究, 2007(2): 92 ~ 93.
- [16] 程亮, 张保林, 王杰, 等. 腐植酸肥料的研究进展[J]. 中国土壤与肥料, 2011(5): 1 ~ 6.
- [17] 张志华. 含腐植酸肥料配合秸秆施用对葡萄生长发育及土壤肥力的影响[D]. 华中农业大学硕士学位论文, 2017.