

## 生物有机肥对甜玉米产量·品质和土壤肥力的影响

何娇, 梁巧玲\*, 靳志锋 (伊犁职业技术学院, 新疆伊宁 835000)

**摘要** 采用田间试验的方法, 设置 4 个试验处理: CK(不施肥)、处理①(常规施化肥)、处理②(50%生物有机肥+50%化肥)、处理③(100%生物有机肥), 研究生物有机肥配合化肥施用对甜玉米生产上的应用效果。结果表明, 处理②的平均产量为 12 944.4 kg/hm<sup>2</sup>, 比处理③增产 12.6%, 比 CK 增产 107.4%, 与处理①产量相当; 处理②土壤中的全氮、碱解氮、速效磷和速效钾含量均比其他处理高, 比 CK、处理①和处理③分别高 35.7%、17.3%、41.4%、28.0%、11.8%、2.3%、14.7%、3.8% 和 18.8%、7.0%、10.4%、18.0%; 处理③土壤中有有机质含量最高, 比 CK、处理①和处理②分别高 25.3%、15.9% 和 7.8%; 处理②的甜玉米产量最佳, 品质最优, 土壤肥力最高。

**关键词** 甜玉米; 生物有机肥; 产量; 品质; 土壤肥力

中图分类号 S 141 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2021)24-0175-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2021.24.042

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



## Effects of Bio-organic Fertilizer on Yield, Quality and Soil Fertility of Sweet Corn

HE Jiao, LIANG Qiao-ling, JIN Zhi-feng (Yili Vocational and Technical College, Yining, Xinjiang 835000)

**Abstract** The field experiment was conducted to study the application effect of bio-organic fertilizer combined with chemical fertilizer on sweet corn production, including CK (no fertilization), treatment ① (100% chemical fertilizer), treatment ② (50% bio-organic fertilizer and 50% chemical fertilizer), and treatment ③ (100% bio-organic fertilizer). The results showed that the average yield of treatment ② was 12 944.4 kg/hm<sup>2</sup>, which was 12.6% higher than that of treatment ③ and 107.4% higher than that of CK, and the yield was similar with treatment ①. The total nitrogen, available nitrogen, available phosphorus and available potassium in treatment ② were higher than those in other treatments, 35.7%, 17.3%, 41.4%, 28.0% higher than CK, 11.8%, 2.3%, 14.7%, 3.8% higher than treatment ① and 18.8%, 7.0%, 10.4%, 18.0% higher than treatment ③ respectively. The content of organic matter in treatment ③ was the highest, which was 25.3%, 15.9% and 7.8% higher than CK, treatment ① and treatment ②, respectively. Treatment ② had the best yield, quality and soil fertility.

**Key words** Sweet corn; Bio-organic fertilizer; Yield; Quality; Soil fertility

甜玉米属于禾本科玉米属的一个亚种, 又称为蔬菜玉米, 因其营养丰富、甜、脆、鲜、嫩而深受广大消费者的青睐。伊宁县是新疆伊犁州甜玉米的种植大县<sup>[1]</sup>。近年来, 高产作物栽培技术的应用、化肥的不合理施用, 破坏了当地的土壤结构<sup>[2-4]</sup>, 也使得玉米种植区的生态条件更脆弱。腐熟的畜禽粪便施用不仅可以改善肥料使用失衡的现状, 改善土壤结构, 同时还可以使畜禽粪便达到无害化, 保护农业生态环境, 促进畜牧业的健康发展<sup>[5]</sup>。

伊犁河谷是新疆重要的畜产品生产及种畜繁育基地, 为伊犁河谷乃至全疆的畜产品和种畜供应作出了重要贡献。随着规模化畜禽养殖业的迅速发展, 产生的大量畜禽粪便和污水对周围环境造成了严重的污染。而畜禽粪便中不仅含有丰富的粗蛋白、粗脂肪及粗纤维, 还富含氮、磷、钾、钙等矿物质营养, 是生产质优价廉有机肥的主要原料。笔者通过大田试验及室内分析, 探讨了在相同的田间管理水平及条件下, 生物有机肥配合化学肥料施用对甜玉米产量、品质以及土壤肥力的影响, 以期为该地区畜禽粪便等农业废弃物的开发利用和生物有机肥在农业生产中的推广应用提供参考。

## 1 材料与方法

**1.1 试验地概况** 试验地位于伊宁市潘津镇郊外的伊犁职业技术学院实训基地内, 土壤为灌耕土, 土壤 pH 8.4, 有机质 10.5 g/kg, 全氮 1.5 g/kg, 碱解氮 84 mg/kg, 速效磷 (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) 23.8 mg/kg, 速效钾 (K<sub>2</sub>O) 260.1 mg/kg。试验田采用滴灌。

**1.2 试验材料** 供试甜玉米品种为朝甜 88 号(新疆金粒种业连锁有限公司)。供试肥料: 生物有机肥(中广核呼图壁生物能源有限公司生产的以沼渣、牛粪便等农业废弃物为主要原料, 经微生物发酵处理, 机械加工而成, 有机质含量 ≥ 40%、有效活菌数 ≥ 0.2 亿/g); 尿素(N ≥ 46%); 磷酸二铵(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ≥ 18%); 硫酸钾(K<sub>2</sub>O ≥ 51%)。

**1.3 试验设计** 设置 4 个处理: CK(不施肥), 处理①(常规施化肥), 处理②(50%生物有机肥+50%化肥), 处理③(100%生物有机肥)(表 1)。采取完全随机区组排列, 每个处理共设 3 个重复, 共 12 个小区, 每个小区面积 18 m<sup>2</sup>(3 m × 6 m), 采用 50 cm 等行距种植方式, 株距 20 cm。

春耕前(播种前 7 d), 商品生物有机肥作为基肥施入, 50%氮肥与磷钾肥基肥施入, 撒施均匀, 翻地或耙地。剩余 50%氮肥在拔节期人工追施尿素(沟施)。

2019 年 4 月 17 日播种, 4 月 24 日出苗, 7 月 2 日收获。其他各项栽培管理措施与一般大田相同, 各处理间一致。

## 1.4 测定项目与方法

**1.4.1 样品的采集。** 植株样品采集: 玉米成熟后(收获时), 每个小区选取长势均匀的 10 株玉米果穗, 测定籽粒的可溶性糖和淀粉含量, 并测定籽粒重, 计算小区产量。

土壤样品采集: 玉米收获后, 用土钻“S”型法采集 0~20 cm 土样, 测定土壤中碱解氮、速效磷和速效钾含量。

**1.4.2 植株和土壤样品的测定。** 种植前取基础混合土壤, 收获后每个处理各取 1 个土壤耕层混合样本, 分析有机质、全氮、碱解氮、速效磷、速效钾的含量和 pH。土壤中碱解氮含量的测定采用碱解扩散法, 土壤全氮含量测定采用凯氏定氮

**基金项目** 伊犁职业技术学院科研项目(yzyxm2019012)。

**作者简介** 何娇(1984—), 女, 陕西杨凌人, 讲师, 硕士, 从事农业生态的教学与研究。\* 通信作者, 教授, 从事植物保护研究。

**收稿日期** 2021-04-08

法,土壤速效磷含量的测定采用钼锑抗比色法,土壤速效钾含量的测定采用火焰光度法,土壤有机质含量的测定采用重铬酸钾-外加加热法,土壤 pH 的测定采用电位计法(水土比

2.5:1);籽粒的可溶性糖和淀粉含量采用蒽酮-硫酸比色法测定,蛋白质含量采用凯氏定氮法测定<sup>[6]</sup>。

表 1 不同处理施肥方案

Table 1 Fertilization schemes of different treatments

处理 Treatment	基肥 Basal fertilizer			生物有机肥 Bio- organic fertilizer	追肥 Top application		总养分量 Total nutrient	
	化肥 Chemical fertilizer				N	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O					
CK	—	—	—	—	—	—	—	—
①	150.0	180.0	60.0	—	150.0	300.0	180.0	60.0
②	—	90.0	30.0	7 500	150.0	300.0	180.0	60.0
③	—	—	—	15 000	—	300.0	180.0	60.0

## 2 结果与分析

**2.1 不同施肥处理对甜玉米产量的影响** 从表 2 可以看出,处理②的甜玉米产量高于处理③和 CK,增产率分别为 1 444.4和 6 703.7 kg/hm<sup>2</sup>,增产率分别为 12.6%和 107.4%;处理②和处理①的产量相当。可见生物有机肥与化肥配合施用后,有机、无机肥料成分交互作用比单纯施用生物有机肥具有明显的增产优势。生物有机肥可以保持土壤肥力,提高肥料利用率,降低生产成本。

表 2 不同施肥处理对甜玉米产量的影响

Table 2 Effects of different fertilization treatments on yield of sweet corn

处理 Treatment	鲜千粒重 Fresh 1 000- grain weight//g	小区产量 Plot yield kg	折合产量 Equivalent yield kg/hm <sup>2</sup>
CK	307	11.2	6 240.7
①	397	22.9	12 722.2
②	401	23.3	12 944.4
③	384	20.7	11 500.0

**2.2 不同施肥处理对甜玉米籽粒品质的影响** 从图 1 可以看出,处理②甜玉米的可溶性糖、蛋白质和淀粉含量最高。随着生物有机肥施用量的增加,甜玉米籽粒中的可溶性糖、蛋白质和淀粉含量均呈先升后降的趋势。处理②的可溶性糖和蛋白质比处理①分别高 29.8%、27.1%,比 CK 分别高 8.3%、13.0%;处理②的淀粉含量比处理①和 CK 分别高 4.1%、17.9%。同时,处理②甜玉米籽粒色泽金黄,口感香甜、

渣滓少,更嫩滑;处理③口感与处理②相当;处理①的玉米籽粒颜色较淡,玉米甜度低,香味淡。因此,生物有机肥促进了甜玉米籽粒的生长发育,显著提高了甜玉米的营养价值,改善了品质,提高了甜玉米的商品价值,增加了经济效益。

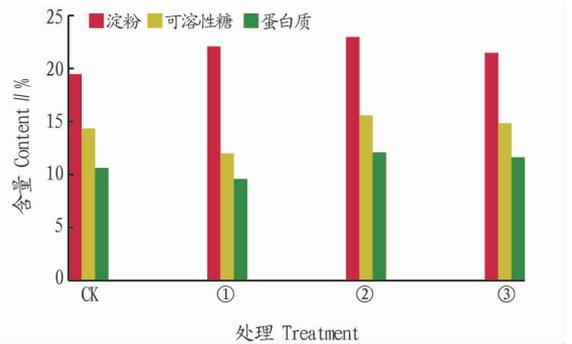


图 1 不同施肥处理甜玉米籽粒中可溶性糖、蛋白质和淀粉含量  
Fig.1 Content of soluble sugar, protein and starch in sweet corn grain under different fertilization treatments

**2.3 不同施肥处理对土壤肥力的影响** 从表 3 可以看出,处理②土壤中的全氮、碱解氮、速效磷和速效钾较其他处理高,比 CK、处理①和处理③分别高 35.7%、17.3%、41.4%、28.0%,11.8%、2.3%、14.7%、3.8%和 18.8%、7.0%、10.4%、18.0%;处理③土壤中有机质含量最高,比 CK、处理①和处理②分别高 25.3%、15.9%和 7.8%;各处理之间 pH 差异不大。这说明生物有机肥能提高土壤有机质含量,配合化肥施用,改善土壤理化性状,可以提高土壤肥力。

表 3 不同施肥处理对土壤肥力的影响

Table 3 Effects of different fertilization treatments on soil fertility

处理 Treatment	pH	有机质含量 Organic matter content//g/kg	全氮含量 Total nitrogen content//g/kg	碱解氮含量 Alkali nitrogen content//mg/kg	速效磷含量 Available phosphorus content//mg/kg	速效钾含量 Available potassium content//mg/kg
种植前 Before planting	8.4	10.5	1.5	84.0	23.8	260.1
CK	8.6	9.9	1.4	80.3	21.0	249.3
①	8.7	10.7	1.7	92.1	25.9	307.6
②	8.7	11.5	1.9	94.2	29.7	319.2
③	8.6	12.4	1.6	88.0	26.9	270.4

## 3 结论与讨论

(1)生物有机肥和化学肥料配合施用能明显提高甜玉米产量,生物有机肥和化学肥料配合施用的处理平均产量为

12 944.4 kg/hm<sup>2</sup>,比全部施用生物有机肥增产 12.6%,比空白对照增产 107.4%。该研究结果与刘斌等<sup>[7]</sup>的研究结果一致,即生物有机肥中的微生物与有机、无机肥料的成分产生

了联动效应;在农业生产上,化肥的特点是见效快、易吸收,生物有机肥的特点是养分全、长效,有机肥与化肥结合使用可以平衡土壤养分供给,更有利于作物生长<sup>[8-9]</sup>。生物有机肥和化肥的配合施用处理与常规施用化肥处理的甜玉米农艺性状和产量构成因子差异不显著,产量相当。这主要是由于化肥单位养分含量高,成分少,释放快,因此,产量提高明显,生物有机肥含有的养分多,但相对含量较低,释放较缓慢,因此全部施用生物有机肥玉米产量提高不明显。这与前人研究结果一致<sup>[10-14]</sup>。

(2)施用生物有机肥可提高甜玉米中的淀粉、可溶性糖及蛋白质含量<sup>[5]</sup>。研究表明,相较于单独施用化肥氮处理,有机肥氮代替 20%~40%的化肥氮可明显提高玉米籽粒的可溶性糖及淀粉含量,随着有机肥等氮替代比例的增加,可溶性糖、淀粉的含量不断增加<sup>[15]</sup>,因而改善了甜玉米的品质,提高了其营养价值,甜玉米的商品价值也随之提高。

(3)生物有机肥是在有机肥中接种了特定的有益微生物而生产的一种复合肥料,通过微生物的生命代谢活动分解有机质,释放养分,或者固定空气中的氮气,供作物生长需要,同时发挥速效和长效的作用<sup>[16]</sup>。生物有机肥富含有机质及高效活性微生物,可进行固氮、解磷、解钾,因此,施用生物有机肥能很好地改善土壤有效养分状况,提高土壤有机质含量和土壤中碱解氮、速效钾、速效磷含量,生物有机肥还能显著降低土壤容重,增加土壤孔隙度<sup>[17]</sup>。

(4)生物有机肥与化肥配合施用可以降低化肥的使用量,减少因为生产化肥而消耗大量的能源,还可以避免因大量施用氮肥而造成的地下水污染及水产品硝酸盐污染<sup>[18]</sup>。因此,生物有机肥和化肥的配合施用,实现了对畜禽粪便的无害化处理,解决了畜禽粪便对环境的污染问题,并且变废为宝,实现了资源的高效利用,提高了经济效益,对农业的持续增产增收具有重要意义,符合“加快建设资源节约型、环境

友好型社会”的要求,实现了生态的良性循环与农业的可持续发展。

## 参考文献

- [1] 施晓晖,赵国军,张新峰.伊宁县发展鲜食玉米生产的优势及对策[J].中国农业信息,2012(4):80.
- [2] 孙治强,赵卫星,张文波.不同氮肥施用模式对日光温室生菜品质及土壤环境影响[J].农业工程学报,2005,21(S2):159-161.
- [3] 罗华,李敏,胡大刚,等.不同有机肥对肥城桃果实产量及品质的影响[J].植物营养与肥料学报,2012,18(4):955-964.
- [4] 赵满兴,刘慧,白二磊,等.腐殖酸肥或生物有机肥替代部分化肥对土壤肥力、红枣产量和品质的影响[J].西北农业学报,2019,28(6):981-987.
- [5] 武长飞,刘远青,刘新程,等.不同用量有机肥对水果玉米产量及品质的影响[J].吉林农业科学,2014,39(1):44-46,73.
- [6] 鲍士旦.土壤农化分析[M].3版.北京:中国农业出版社,2000.
- [7] 刘斌,黄玉溢,陈桂芬.生物有机肥对甜玉米产量及土壤肥力的影响[J].广西农业科学,2008,39(4):500-503.
- [8] 郝小雨,高伟,王玉军,等.有机无机肥料配合施用对设施番茄产量、品质及土壤硝态氮淋失的影响[J].农业环境科学学报,2012,31(3):538-547.
- [9] 王艳博,黄启为,孟琳,等.有机无机肥料配施对盆栽菠菜生长和土壤供氮特性的影响[J].南京农业大学学报,2006,29(3):44-48.
- [10] 邢鹏飞,高圣超,马鸣超,等.有机肥替代部分无机肥对华北农田土壤理化特性、酶活性及作物产量的影响[J].中国土壤与肥料,2016(3):98-104.
- [11] 谢军,赵亚南,陈轩敬,等.有机肥氮替代化肥氮提高玉米产量和氮素吸收利用效率[J].中国农业科学,2016,49(20):3934-3943.
- [12] 何浩,危常州,李俊华,等.商品有机肥替代部分化肥对玉米生长、产量及土壤肥力的影响[J].新疆农业科学,2019,56(2):325-332.
- [13] 谢军红,柴强,李玲玲,等.有机氮替代无机氮对旱作全膜双垄沟播玉米产量和水氮利用效率的影响[J].应用生态学报,2019,30(4):1199-1206.
- [14] 冯剑,胡小斌,何臻铸,等.有机肥氮替代化肥氮对甜玉米产量及品质的影响[J].安徽农业科学,2020,48(16):157-159,191.
- [15] 周芸,李永梅,范茂攀,等.有机肥等氮替代化肥对红壤团聚体及玉米产量和品质的影响[J].作物杂志,2019(4):125-132.
- [16] 宛彩云.生物有机肥对玉米生长发育及产量品质的影响[J].现代农业科技,2009(12):163-164.
- [17] 岑忠用,罗兴录,苏江,等.生物有机肥对木薯地土壤理化性状的影响[J].西南农业学报,2006,19(6):1092-1095.
- [18] 闫佳会,侯璐,姚强,等.有机肥替代化肥对大葱产量、品质和土壤氮淋失的影响[J].西北农业学报,2020,29(8):1243-1249.

(上接第 159 页)

- [24] 周志强,徐丽娇,张玉红,等.黑龙江五大连池的生态价值分析[J].生物多样性,2011,19(1):63-70.
- [25] 徐丽娇,姜雪莲,郝志鹏,等.从枝菌根通过调节碳磷代谢相关基因的表达增强植物对低磷胁迫的适应性[J].植物生态学报,2017,41(8):815-825.
- [26] 甄莉娜,王润梅,周凤,等.不同施磷水平下 AM 真菌对羊草生长的影响[J].中国草地学报,2015,37(6):56-61.
- [27] WU Q S, CAO M Q, ZOU Y N, et al. Direct and indirect effects of glomalin, mycorrhizal hyphae and roots on aggregate stability in rhizosphere of trifoliate orange[J]. Sci Rep, 2014, 4: 5823.
- [28] 钟思远,张静,褚国伟,等.南亚热带森林从枝菌根真菌与土壤结构的关系[J].生态科学,2018,37(5):16-24.
- [29] 王诚煜,冯海艳,杨忠芳,等.内蒙古中北部球囊霉素相关土壤蛋白的分布及其环境影响[J].干旱区研究,2013,30(1):22-28.
- [30] WANG R N, WANG C M. Impacts of *Larix olgensis* afforestation on soil

- phosphorus dynamics[J]. Procedia Environ Sci, 2010, 2: 1669-1678.
- [31] 李丹.不同土地利用方式对土壤性质及细菌群落结构的影响[D].哈尔滨:东北林业大学,2011.
- [32] 黄庆阳,曹宏杰,谢立红,等.五大连池不同年代火山熔岩流遗迹的物种组成及多样性分析[J].国土与自然资源研究,2017(6):68-71.
- [33] DEL MORAL R, WOOD D M. Early primary succession on the volcano Mount St. Helens[J]. J Veg Sci, 1993, 4(2): 223-234.
- [34] 福英,白学良,张乐,等.五大连池火山熔岩地貌苔藓植物对土壤养分积累的作用[J].生态学报,2015,35(10):3288-3297.
- [35] 钟娇娇,陈杰,陈倩,等.秦岭山地天然次生林群落 MRT 数量分类、CCA 排序及多样性垂直格局[J].生态学报,2019,39(1):277-285.
- [36] ZUO X A, ZHAO X Y, ZHAO H L, et al. Scale dependent effects of environmental factors on vegetation pattern and composition in Horqin Sandy Land, Northern China[J]. Geoderma, 2012, 173/174: 1-9.
- [37] 崔丽娟,马琼芳,郝云庆,等.若尔盖高寒沼泽植物群落与环境因子的关系[J].生态环境学报,2013,22(11):1749-1756.