

不同来源鸡粪有机肥对西瓜-青贮玉米产量、品质的影响及效益分析

徐军¹ 虞德兵² 冯彬彬³ 曹嘉铖¹ 周正¹ 邬彩霞^{1*}

(1. 扬州大学 动物科学与技术学院,江苏 扬州 225009;

2. 南京农业大学 动物科学与技术学院,南京 210095;

3. 无锡三智生物科技有限公司,江苏 无锡 214145)

摘要 针对当前鸡粪利用率较低的问题,以施用无机复合肥为对照,比较施用3种不同来源鸡粪有机肥(自制有机肥 T1、进口有机肥 T2、国产有机肥 T3)对一年两熟种植模式中西瓜和青贮玉米的生长、产量、品质及土壤理化性质的影响,并计算经济效益。结果表明:1)施用该3种有机肥均可显著提高西瓜叶片 SPAD 值,其中以 T2 对其营养生长的促进作用最佳,可显著提高西瓜的主蔓长及分枝数;2)T1 及 T3 显著提高了西瓜感官品质,T2 提高了西瓜中心可溶性固形物含量;3)施用该3种有机肥均可显著提高土壤碱解氮、速效磷、速效钾含量,其中 T2 显著降低了土壤 pH;4)施用该3种有机肥均可显著提高青贮玉米株高、绿叶数及鲜草产量,提高粗蛋白、粗脂肪含量及相对饲喂价值,降低其酸性洗涤纤维及中性洗涤纤维含量;5)T1 和 T3 可提高经济效益,其中 T1 提升幅度最大,达 21.42%。综上,自制有机肥较其他 2 种商品肥更有优势可作为当地的推广用肥。

关键词 鸡粪; 有机肥; 西瓜; 青贮玉米; 生长; 产量; 品质

中图分类号 S651; S513

文章编号 1007-4333(2020)10-0089-09

文献标志码 A

Effects of different organic chicken manure fertilizers on the yield and quality of watermelon-silage maize and benefit analysis

XU Jun¹, YU Debing², FENG Binbin³, CAO Jiacheng¹, ZHOU Zheng¹, WU Caixia^{1*}

(1. College of Animal Science and Technology, Yangzhou University, Yangzhou 225009, China;

2. College of Animal Science and Technology, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China;

3. Wuxi Sanzhi Bioscience Technology Limited Company, Wuxi 214145, China)

Abstract In view of the problem of low utilization rate of chicken manure, the effects of applying three different chicken manure fermented organic fertilizers (Homemade organic fertilizer (T1), imported organic fertilizer (T2) and domestic organic fertilizer (T3)) on the growth, yield, quality of watermelon and silage maize and physicochemical properties of soil were investigated in this study. An inorganic compound fertilizer was used as control group. Their economic benefits were also estimated. The results showed that: 1) Three organic fertilizers significantly increased the SPAD value of the leaves of watermelon. Among them, T2 had the best promoting effect on the growth of watermelon, and it significantly increased the length of main vine and their number of branches. 2) T1 and T3 significantly improved the sensory quality of watermelon while T2 significantly increased the central soluble solids. 3) The application of these three fertilizers significantly increased the content of alkaline nitrogen, available phosphorus and available potassium of soil, among them, T2 significantly reduced soil pH. 4) The application of these three fertilizers significantly increased the plant height, number of green leaves and fresh grass yield of silage maize. The contents of crude protein, crude fat and relative feeding value were increased while the contents of acid detergent fiber and neutral detergent fiber were

收稿日期: 2020-03-04

基金项目: 江苏省农业科技自主创新项目(CX(17)3014)

第一作者: 徐军, 硕士研究生, E-mail: 897903816@qq.com

通讯作者: 邬彩霞, 副教授, 主要从事牧草栽培和利用研究, E-mail: cxwu@yzu.edu.cn

reduced. 5) T1 and T3 could improve economic efficiency, of which T1 had the largest increases and increased by 21.42%. In conclusion, the homemade organic fertilizer had more advantages than the other two kinds of organic fertilizers and it could be used as the local promotion fertilizer.

Keywords chicken manure; organic fertilizer; watermelon; silage maize; growth; yield; quality

自20世纪50年代以来,中国化肥施用量呈逐年递增趋势,化肥在农业生产中发挥着越来越重要的作用,但常年过度单一施用化肥会引起土壤板结、土壤肥力下降、有机质含量下降等不良现象,从而导致作物减产、作物品质下降。与单施化肥相比,施用有机肥可改善土壤团粒结构,提高土壤肥力,增加有机质含量,因此可作为改良低产耕地的重要措施^[1]。中国是畜禽养殖大国,畜禽粪便资源丰富^[2]。畜禽粪便是优质的有机肥原料,含有丰富的氮、磷、钾、有机质等营养物质,其改善土壤理化性质的同时亦可促进农作物生长,提高作物品质^[3]。杜少平等^[4]的研究表明,与单施复合肥相比,牛粪、鸡粪、猪粪有机肥与化肥的配施增加了西瓜(*Citrullus lanatus*)营养生长期对氮、磷、钾养分的吸收与积累,实现了西瓜的增产、提质和增效,且鸡粪有机肥在西瓜增产效果上表现最佳。黄荣才等^[5]的研究表明,与猪粪、牛粪相比,配施干物质基础为500 g/m²的鸡粪可显著提高青贮玉米(*Zea mays*)粗蛋白及中性洗涤纤维的含量。因此,提高畜禽粪污的利用率是促进农业生产的可持续、加快农业现代化的进程的重要举措。

南通市如皋市位于长江三角洲地区,是江苏省重要的畜产品生产及供给基地,2018年生猪年末存栏数64.53万头,出栏数105.74万头;羊年末存栏数21.32万头,出栏数42.54万头;家禽年末存栏数900万只,出栏数2476.55万只,禽蛋产量4.84万t。畜禽养殖业迅猛发展的同时也给当地环境带来了巨大压力,南通市农业农村局在《关于2018年度全市畜禽养殖废弃物资源化利用工作考核情况的通报》中指出应加快解决畜禽养殖与土地消纳不匹配的问题,促进农牧结合^[6]。青贮玉米是农业部“粮改饲”政策的主推作物,具有营养价值高、气味好、消化率高等优点。如皋及周边地区如泰州、盐城等有很多奶牛场及羊场,青贮玉米作为牛羊的主要粗饲料之一,在当地具有较大的市场。西瓜成熟收获后,及时种植青贮玉米,是一年两熟的高效种植模式^[7]。一方面,可以缓解西瓜连作的不良;另一方面,可以促进当地农民的增产增收。异位发酵是指将畜禽粪

污抽送到按标准铺入垫料并接上菌种的发酵床上,通过翻抛机翻动进行发酵的一项集粪污减量化、无害化和资源利用为一体的综合技术,具有占地面积小、投资少、运气成本低和无臭味等优点,因此异位发酵床作为畜禽粪便的主推模式之一,已在全国各地大力推广^[8]。

鸡粪含有丰富的营养元素,其氮、磷、钾含量约为1.63%、1.54%、0.85%^[9]。目前,关于鸡粪有机肥的研究大多集中于有机肥的施用量或是与其他畜禽粪便的对比影响上^[4-5,10-11],而对不同来源鸡粪有机肥产生的不同效果鲜有报道。因此,为探究不同来源鸡粪有机肥的施肥效果,从而缓解当前鸡粪利用率较低的问题,本研究拟以无机复合肥为对照,以3种不同来源鸡粪有机肥为研究对象,探究其施用后对耕地土壤理化性质及西瓜、青贮玉米产量和品质产生的不同影响,以期为提高鸡粪利用率、提高当地作物的产量及品质提供理论依据,并为当地农户在鸡粪有机肥的选择上提供参考。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

供试西瓜品种为当地主栽品种早佳8424;青贮玉米品种为曲辰九号,由南通市长江种子有限公司提供。无机复合肥由江苏华昌化工股份有限公司提供;自制异位发酵有机肥(质量比:鸡粪80%+木屑15%+稻壳5%+菌种,菌种由无锡三智生物科技有限公司提供),以下简称自制有机肥;进口鸡粪发酵有机肥由诺国际贸易(上海)有限公司提供,以下简称进口有机肥;国产鸡粪发酵有机肥由江苏肥宝乐生态农业科技有限公司提供,以下简称国产有机肥。以上2种商品有机肥均为微生物+纯鸡粪发酵,并无任何辅料和添加剂。于2019年3—10月在江苏省南通市如皋市进行试验,前茬种植西瓜(3—6月),后茬种植青贮玉米(7—10月)。

1.2 异位发酵有机肥制作

发酵床为地下槽式,翻抛机与槽宽均为8 m,发酵前预先将拌好的垫料和菌种均匀铺在发酵车间中,将搜集的鲜鸡粪浇灌至发酵床上,每2 d添加1

次垫料并翻堆,随着发酵的进行不断补充新的鸡粪。每 20 m³ 的发酵床约处理 1 t 鸡粪,发酵床物料一年后可集中清出,用作生物有机肥。

1.3 试验处理

西瓜采用塑料大棚加地膜覆盖方式栽培,每棚两畦,棚高 1.5 m、宽 3 m、长 40 m,棚外围配套开沟,沟深 40~70 cm,爬地栽培。试验共设 4 个处理组,分别为施用无机复合肥(CK)、施用自制有机肥

(T1)、施用进口有机肥(T2)和施用国产有机肥(T3)。具体养分含量及耕层土壤理化性质见表 1。除 CK 施用量为 1.05 t/hm² 外,T1、T2、T3 施肥量均为 3.60 t/hm²,每个处理 3 个大棚,共计 12 个大棚,相同处理相邻排序。所有肥料均于西瓜种植前施入,后期无追肥。西瓜收获后拆除塑料大棚并在原小区内种植青贮玉米,种植密度为 75 000 株/hm²。

表 1 肥料及土壤理化性质

Table 1 Physicochemical properties of fertilizers and soil

项目 Item	处理 Treatment				土壤 Soil
	CK	T1	T2	T3	
含氮量/(g/kg) Nitrogen content	150.00	45.20	43.10	47.30	2.00
pH	—	—	—	—	7.16
有机质/(g/kg) Organic matter	—	560.22	600.31	610.45	33.13
全磷/(g/kg) Total phosphorus	150.00	45.30	39.30	36.70	—
全钾/(g/kg) Total potassium	150.00	31.50	39.20	38.50	—
碱解氮/(mg/kg) Alkeline nitrogen	—	—	—	—	120.23
速效磷/(mg/kg) Available phosphorus	—	—	—	—	23.32
速效钾/(mg/kg) Available potassium	—	—	—	—	90.17

1.4 测定项目及方法

1.4.1 西瓜营养生长指标测定

于西瓜开花期测定主蔓长、节间长、分枝数、叶片数及叶片 SPAD 值。其中,主蔓长和节间长采用卷尺测量;叶片数为主蔓果实生长点下第一片完全展开叶至根部总叶片的个数,并统计主蔓两侧分枝数;SPAD 值采用日本柯尼卡美能达 SPAD-502Plus 便携式叶绿素计测定。

1.4.2 西瓜产量及品质指标测定

产量测定:西瓜成熟后每个大棚各个处理中随机选取 8 个西瓜用电子计价台称量单果重,并根据棚内产量及面积折算亩产量。

品质测定:用手持折光仪测定西瓜中心可溶性固形物含量并邀请 10 位品尝人对各小区西瓜进行感官品质评价并打分,评价结果运用模糊综合评价法分析,评价标准参照唐东梅等^[12]和 Traka 等^[13]的方法。

1.4.3 土壤理化性质测定

待西瓜成熟收获后,运用五点取样法收集各处理组 0~20 cm 表层土壤,充分混合后放于室内自然

风干,经四分法选取适量测试用土后过 2 mm 筛分装保存。pH 采用力辰便携式 pH 计测定;全氮采用凯氏定氮法测定;全磷采用 NaOH 熔融-钼锑抗比色法测定;全钾采用 NaOH 熔融-原子吸收分光光度法测定;碱解氮采用碱解扩散法测定;速效磷采用碳酸氢钠钼锑抗比色法测定;速效钾采用火焰光度计法测定;有机质采用外加热法测定,每项指标三次生物学重复^[14]。

1.4.4 青贮玉米生长、产量及品质指标测定

生长指标:青贮玉米于蜡熟期收获,每个处理随机选取 10 株测定株高、绿叶数、计算穗株比(穗位高/株高比值)^[15]。

鲜、干物质产量:每个处理取中间 3 行于地上部 20 cm 处全株刈割,分装测量鲜重,后将全株粉碎并混匀,称取约 4 kg 鲜样放入托盘中经烘箱 105 ℃ 杀青 30 min,75 ℃ 烘干至恒重后称重。并分别折算每公顷鲜、干物质产量。

品质指标:将烘干物质粉碎并过 40 mm 筛后分装入自封袋中以备测定。采用凯氏定氮法测定粗蛋白(CP)含量、范氏洗涤纤维测定法测定中性洗涤纤

维(NDF)、酸性洗涤纤维(ADF)含量、索氏提取法测定粗脂肪(EE)含量^[16];参照庄克章等^[17]的方法计算相对饲喂价值(RFV)。

1.4.5 效益分析

青贮玉米刈割后成本主要包括:

1)肥料成本。无机复合肥 0.25 万元/t;自制有机肥 0.04 万元/t(人工+耗材+水电+运输);进口有机肥 0.35 万元/t;国产有机肥 0.20 万元/t。

2)种苗成本。西瓜种苗 1.20 万元/hm²;青贮玉米种子 0.05 万元/hm²。

3)农膜、水电、燃料等各种杂费 0.53 万元/hm²。

土地为当地农户自家耕地,后期管理维护皆亲力亲为,因此并未产生土地租金及人工管理费。

收益计算:销售时西瓜价格 0.25 万元/t,青贮玉米 0.03 万元/t,实际收益为销售额减去总成本。

1.5 数据分析

采用 Excel 2019 和 SPSS 19.0 对试验数据进行统计及单因素方差分析,Duncan 氏多重比较, $P<0.05$ 表示差异显著。

2 结果与分析

2.1 不同处理对西瓜营养生长的影响

由表 2 可知:与 CK 相比,T1 显著提高了分枝数($P<0.05$),但对主蔓长、节间长及叶片数无明显影响;T2 显著提高了西瓜主蔓长及分枝数($P<0.05$),与 CK 相比分别增加 13.73%、24.55%,并显著降低了节间长($P<0.05$);T3 对西瓜主蔓长、节间长、分枝数和叶片数无显著影响。此外,各有机肥处理组均显著提高了叶片 SPAD 值($P<0.05$),但有机肥处理组间无显著差异。

表 2 不同处理对西瓜营养生长的影响

Table 2 Effects of different treatments on the vegetative growth of watermelon

参数 Parameter	处理 Treatment			
	CK	T1	T2	T3
主蔓长/cm Vine length	257.89±20.96 b	264.64±17.96 b	293.30±23.24 a	279.09±17.59 ab
节间长/cm Internode length	11.57±1.02 ab	11.34±0.57 ab	10.84±0.64 b	11.88±1.10 a
分枝数/个 Number of branches	62.13±8.03 b	74.63±7.65 a	77.38±10.01 a	69.38±6.16 ab
叶片数/片 Number of euphylla	21.88±2.42 a	20.75±2.05 a	22.88±2.17 a	22.75±1.83 a
叶绿素相对含量 SPAD	50.92±0.52 b	54.79±0.72 a	55.66±3.60 a	56.36±2.00 a

注:同行不同字母表示不同处理在 0.05 水平上有显著差异,下同。

Note: Different letters within same lane indicate significant differences at the 0.05 level. The same below.

2.2 不同处理对西瓜产量及品质的影响

由表 3 可知:与 CK 相比,各有机肥处理组均可提高西瓜的单果重及产量,但无显著差异。其中 T1 效果最佳,较 CK 增产 10.04%;与 CK 相比,仅 T2 显著提高了西瓜中心可溶性固形物含量($P<0.05$),且其含量显著高于 T1 和 T3($P<0.05$)。

表 4 为西瓜感官品质鉴定的结果。由表 4 可知:与 CK 相比,果皮颜色、果皮厚度、瓤色、空心率、质地、爽口度以 T1 表现最佳;口感、水分、甜度以 T3 表现最佳;果实成熟度、籽数上无显著差异。综合评价结果显示:T2 与 CK 在感官品质上表现相近,而 T1 和 T3 则显著优于 CK($P<0.05$),其中 T1 表现最佳。

表 3 不同处理对西瓜产量及品质的影响

Table 3 Effects of different treatments on the yield and quality of watermelon

项目 Item	处理 Treatment			
	CK	T1	T2	T3
单果重/kg Single fruit weight	3.45±0.51 a	3.80±0.77 a	3.64±0.49 a	3.54±0.29 a
产量/(t/hm ²) Yield	31.05±4.61 a	34.17±6.92 a	32.71±4.40 a	31.85±2.60 a
中心可溶性固形物/% Central soluble solids	10.75±0.57 b	10.25±0.83 b	11.84±0.90 a	10.05±0.90 b

表 4 不同处理对西瓜感官品质的影响

Table 4 Effects of different treatments on the taste quality of watermelon

指标 Index	处理 Treatment			
	CK	T1	T2	T3
果皮颜色 Peel color	0.57±0.11 b	0.75±0.06 a	0.59±0.07 b	0.66±0.12 ab
果实成熟度 Maturity	0.75±0.13 a	0.87±0.13 a	0.75±0.16 a	0.77±0.11 a
果皮厚度 Peel thick	0.53±0.09 b	0.72±0.10 a	0.54±0.10 b	0.58±0.10 b
瓢色 Flesh colour	0.56±0.15 b	0.75±0.10 a	0.71±0.12 ab	0.64±0.14 ab
籽数 Seed number	0.65±0.09 a	0.60±0.08 a	0.56±0.03 a	0.60±0.10 a
空心率 Hollow ratio	0.74±0.03 a	0.79±0.07 a	0.53±0.05 b	0.74±0.11 a
口感 Taste	0.46±0.03 c	0.72±0.04 a	0.60±0.53 b	0.73±0.05 a
质地 Character	0.52±0.68 b	0.72±0.08 a	0.56±0.06 b	0.70±0.04 a
水分 Moisture	0.66±0.07 bc	0.73±0.09 ab	0.57±0.07 c	0.83±0.12 a
爽口度 Refreshing degree	0.47±0.07 c	0.73±0.06 a	0.57±0.04 b	0.69±0.08 a
甜度 Sweetness	0.54±0.11 c	0.70±0.07 a	0.64±0.09 ab	0.73±0.07 a
综合评定 Comprehensive evaluation	0.55±0.07 b	0.70±0.05 a	0.58±0.07 b	0.63±0.09 a

2.3 不同处理对西瓜收获后土壤理化性质的影响

由表 5 可知: 各有机肥处理组均可降低土壤 pH, 其中 T2 与 CK 相比显著降低了 13.81% ($P < 0.05$)。各有机肥处理组均可显著提高土壤碱解氮、

速效磷、速效钾含量 ($P < 0.05$), 而对土壤总氮、总磷、总钾及有机质含量上无显著影响, 其中 T2 表现最佳, 与 CK 相比, 碱解氮、速效磷、速效钾含量分别升高了 104.57%、111.76%、40.10%。

表 5 不同处理对西瓜收获后土壤理化性质的影响

Table 5 Effects of different treatments on physicochemical properties of soil after harvest of watermelon

指标 Index	处理 Treatment			
	CK	T1	T2	T3
pH	7.17±0.15 a	6.90±0.12 a	6.18±0.34 b	6.90±0.33 a
总氮/(g/kg) Totle nitrogen	1.99±0.03 a	2.01±0.02 a	2.03±0.01 a	2.01±0.02 a
总磷/(g/kg) Total phosphorus	0.96±0.02 a	1.04±0.13 a	0.97±0.07 a	1.00±0.18 a
总钾/(g/kg) Total potassium	22.53±2.02 a	22.38±4.00 a	27.24±2.86 a	27.06±3.51 a
碱解氮/(mg/kg) Alkeline nitrogen	164.42±34.50 c	321.76±37.01 ab	336.35±37.13 a	281.56±23.28 b
速效磷/(mg/kg) Available phosphorus	29.76±10.48 b	52.53±10.14 a	63.02±11.97 a	55.09±4.63 a
速效钾/(mg/kg) Available potassium	124.21±6.54 b	170.87±14.49 a	175.13±4.64 a	165.02±8.89 a
有机质/(g/kg) Organic matter	30.10±1.53 a	30.37±0.93 a	30.46±0.38 a	30.31±0.89 a

2.4 不同处理对青贮玉米生长及产量的影响

由表 6 可知: 与 CK 相比, 各有机肥处理组均可提高株高、绿叶数、鲜草产量和干草产量, 但各处理组间无显著差异。T1 在株高、绿叶数及干草产量上

表现最佳, 与 CK 相比分别显著提高了 22.63%、63.22%、18.10% ($P < 0.05$)。T2 在鲜草产量上表现最佳, 与 CK 相比显著提高了 70.10% ($P < 0.05$)。各处理组间穗株比无显著差异。

表6 不同处理对青贮玉米生长及产量的影响

Table 6 Effects of different treatments on the growth and yield of silage maize

指标 Index	处理 Treatment			
	CK	T1	T2	T3
株高/m Plant height	1.90±0.18 b	2.33±0.89 a	2.29±0.06 a	2.16±0.05 a
绿叶数/个 Number of green leaves	7.56±1.67 b	12.34±0.31 a	12.08±0.23 a	11.00±0.44 a
穗株比/% Height ratio of ear to plant	38.25±1.89 a	39.50±1.29 a	40.25±0.50 a	39.00±1.41 a
鲜草产量/(t/hm ²) Fresh grass yield	32.06±13.75 b	52.39±4.68 a	54.82±3.01 a	49.64±7.19 a
干草产量/(t/hm ²) Dry grass yield	15.25±0.21 b	18.01±0.86 a	17.69±1.09 a	16.19±1.85 ab

2.5 不同肥料配施对青贮玉米营养价值的影响

由表7可知:T2在CP、NDF、EE含量上表现最佳,与CK相比,CP含量显著升高了25.87%,且显著高于T3($P<0.05$),NDF含量显著降低了12.20%($P<0.05$),EE含量显著升高28.05%

($P<0.05$)。T1在ADF含量及RFV上表现最佳,与CK相比,ADF含量显著降低了25.67%,且显著低于T3($P<0.05$),RFV显著提高了35.56%($P<0.05$)。与CK相比,各有机肥处理组EE、RFV均显著提高($P<0.05$),但各有机肥处理组间无显著差异。

表7 不同处理对青贮玉米营养价值的影响

Table 7 Effects of different treatments on the nutritional value of silage maize

指标 Index	处理 Treatment			
	CK	T1	T2	T3
粗蛋白/% CP	7.15±1.18 b	8.53±1.29 ab	9.00±0.18 a	7.35±0.63 b
中性洗涤纤维/% NDF	63.04±3.02 a	55.40±6.49 b	55.35±3.37 b	60.93±1.75 ab
酸性洗涤纤维/% ADF	36.03±2.43 a	26.78±2.15 c	28.40±1.50 c	31.43±1.59 b
粗脂肪/% EE	3.85±0.33 b	4.63±0.15 a	4.93±0.19 a	4.45±0.48 a
相对饲喂价值/% RFV	82.90±7.91 b	112.38±19.09 a	111.18±7.38 a	105.00±9.57 a

2.6 效益分析

由图1可知除T2外,T1和T3均可提高总收益,其中:T1较CK提高了21.42%,T3较CK提高了2.62%,但均无显著差异。

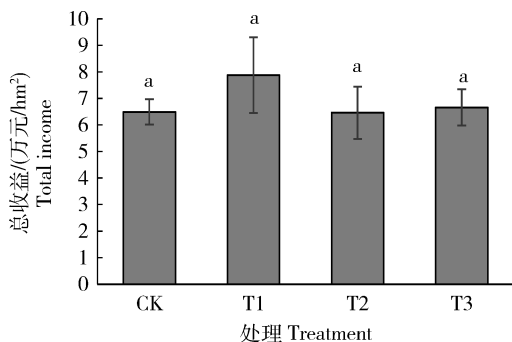


图1 经济效益分析

Fig.1 Economic benefit analysis

3 讨论

3.1 施用鸡粪有机肥对西瓜生长、产量和品质的影响

西瓜的营养生长指标反映植株的生长潜力,是植物生殖生长的基础。主蔓长、节间长、分枝数、叶片数、SPAD值是体现西瓜生长情况的直观指标^[18]。本研究结果表明:与CK相比,T1显著提高了分枝数;T2显著提高了西瓜主蔓长及分枝数,并显著降低了节间长;各有机肥处理组均显著提高了西瓜叶片SPAD值,增强了叶片的光合作用。由此可见,鸡粪有机肥有效促进了西瓜的营养生长,与许娜娜^[19]的研究结果一致。有机肥中不仅包含了植物生长所需的主要养分,而且含有大量有益微生物和腐殖质,与化肥相比更有利于植株的生长发育,提

高作物的产量和品质^[20], 本研究发现与 CK 相比, 各有机肥处理组均可提高西瓜的单果重及产量, 其中 T1 效果最佳, 亩产较 CK 增幅 10.04%。可溶性固形物是评价西瓜品质的重要指标^[21], 本研究发现与 CK 相比, 仅 T2 显著提高了西瓜中心可溶性固形物含量, 其原因可能是受到棚内环境不可控因素如温度、水分及管理措施的影响或是施肥量不足, 且本次试验为短期试验, 有机肥对作物的影响有待进一步跟进。从营养生长指标、可溶性固形物和土壤理化性质结果来看, T2 效果最佳, 但西瓜感官评价结果显示: T2 与 CK 中西瓜的感官品质表现相近; T1 和 T3 中西瓜感官品质均明显优于 CK。10 位品尝人在品尝中发现 T2 中西瓜果肉中水分含量普遍偏低、出现果肉偏酸的现象, 降低了甜度评分的精确度^[12], 这也是该组西瓜在甜度上感官评价与测定数据结果不一致的主要因素, 具体原因有待进一步研究。

3.2 施用鸡粪有机肥对青贮玉米生长和产量、品质的影响

玉米株高、绿叶数、株穗比是其营养生长的重要指标^[22]。本试验结果显示各有机肥处理组均显著提高了青贮玉米的株高及绿叶数, 该结果与前茬西瓜的促进作用一致。从产量来看, 各有机肥处理组较 CK 均有所提高, 其中 T1 在干草产量上表现最佳, T2 在鲜草产量上表现最佳, 与李燕青等^[23]的研究结果一致。究其原因一方面可能是有机肥中富含大量及中微量元素, 减轻了青贮玉米生长过程中缺素情况的发生; 另一方面有机肥中含有大量的腐殖质, 腐殖质中带有正负电荷可吸附离子, 减缓了养分在土壤中的流失。刘占伟^[24]的研究表明适宜用量的畜禽粪便堆肥可显著提高青贮玉米 CP 含量, 降低 NDF 和 ADF 含量。Shahid 等^[25]发现添加鸡粪有机肥可显著提高小麦 (*Triticum aestivum*) 中 CP 含量。本试验结果显示与 CK 相比, 各有机肥处理组 CP、EE、RFV 均有所提高, ADF、NDF 有所下降, 与已有研究结果一致。这可能是由于有机肥中的养分是缓释性释放, 在西瓜收获后, 土壤中的剩余肥素仍能在青贮玉米生长期提供一定的养分, 且明显优于无机肥。T2 在 CP、NDF、EE 含量上表现最佳, T1 在 ADF 含量及 RFV 上表现最佳。但本研究所有处理组中青贮玉米产量较正常生产实践中的产量偏低, 原因在于种植玉米前以及玉米生长期间, 没有再次施肥。

3.3 效益比较

化肥长期施用会破坏农业系统内部结构, 降低农田耕作层土壤肥效, 为保证产量, 往往化肥越施越多, 不仅增加了成本投入, 而且造成土壤板结。此外, 农田中的化肥被雨水冲到湖泊周围或池塘中, 造成水体营养富集, 导致藻类滋生, 继而破坏水环境。有机肥料富含有机物质和作物生长所需的营养物质, 不仅能提供作物生长所需养分, 改良土壤, 还可以改善作物品质, 提高作物产量, 可提高肥料利用率, 降低生产成本^[1,16]。本研究结果显示施用不同有机肥均可明显改善土壤的理化性质, 同时提高了农产品质量和产量。随着消费者对安全卫生无污染的有机、绿色食品的需求不断增加, 施用有机肥来提高农产品的市场竞争力成为必然趋势。合理配施有机肥代替长期施用化肥是实现农业生产可持续、提高食品质量的重要举措。回收鸡粪生产有机肥既能解决环境污染问题, 又可变废为宝, 实现资源化利用, 达到增产创收目的。本研究对经济效益分析的结果可知, 与无机肥相比, 施用几种有机肥均可提高经济效益。其中 T1 效益最高, 总收益较 CK 提升 21.42%, 这也为当地的农民收入提供了新的增长点。

4 结 论

本试验研究结果表明: 施用不同来源鸡粪有机肥均可提高西瓜产量, 提高西瓜收获后土壤碱解氮、速效磷、速效钾含量; 施用进口有机肥可提高西瓜中心可溶性固形物含量, 西瓜感官评价中施用自制有机肥效果最佳; 施用不同来源鸡粪有机肥均可提高青贮玉米产量及品质, 且 3 种鸡粪有机肥之间无明显差异; 施用自制有机肥可提升 21.42% 的总收益, 而其他 2 种商品有机肥在收益提升上效果不明显; 因此, 自制有机肥较其他 2 种商品有机肥更具优势, 可作为当地的推广用肥, “鸡-西瓜-玉米”的高效生产模式值得在周边农区进行推广应用。

参考文献 References

- [1] 宋姿蓉, 俄胜哲, 袁金华, 贾武霞, 曾希柏, 苏世鸣, 白玲玉. 不同有机物料对灌漠土重金属累积特征及作物效应的影响[J]. 中国农业科学, 2019, 52(19): 3367-3379
- Song Z R, E S Z, Yuan J H, Jia W X, Zeng X B, Su S M, Bai L Y. Heavy metal accumulation in irrigated desert soils and

- their crop effect after applying different organic materials[J]. *Scientia Agricultura Sinica*, 2019, 52(19): 3367-3379 (in Chinese)
- [2] 谢光辉, 包维卿, 刘继军, 安捷. 中国畜禽粪便资源研究现状述评[J]. 中国农业大学学报, 2018, 23(4): 75-87
Xie G H, Bao W Q, Liu J J, An J. An overview of researches on livestock and poultry excreta resource in China[J]. *Journal of China Agricultural University*, 2018, 23(4): 75-87 (in Chinese)
- [3] Dalorima T, Khandaker M M, Mat N, Zakaria A J. Influence of organic matter on the physiology, growth and yield of watermelon (*Citrullus lanatus*): A review [J]. *Bioscience Research*, 2017, 14(3): 504-512
- [4] 杜少平, 马忠明, 薛亮. 不同有机肥对砂田西瓜产量、品质和养分吸收的影响[J]. 应用生态学报, 2019, 30(4): 1269-1277
Du S P, Ma Z M, Xue L. Effects of different kinds of organic fertilizer on fruit yield, quality and nutrient uptake of watermelon in gravel-mulched field [J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2019, 30(4): 1269-1277 (in Chinese)
- [5] 黄荣才, 郭子泰, 高胜涛, 卜登攀. 不同种类有机肥对全株玉米青贮营养品质的影响[J]. 草业科学, 2019, 36(8): 2112-2117
Huang R C, Guo Z T, Gao S T, Pu D P. Effect of the application of different organic fertilizers on the quality of whole maize silage [J]. *Pratacultural Science*, 2019, 36(8): 2112-2117 (in Chinese)
- [6] 南通市农业农村局. 关于 2018 年度全市畜禽养殖废弃物资源化利用工作考核情况的通报[Z]. 2019-05-31
Nantong Agricultural and Rural Bureau. Notice on the assessment of the resource utilization works of livestock and poultry breeding waste of whole city in 2018 [Z]. 2019-05-31
- [7] 张慧. 西瓜与夏玉米间套复种技术研究[J]. 农民致富之友, 2018(21): 82
Zhang H. Research on the intercropping technology between watermelon and summer corn [J]. *Friends of the Farmers to Get Rich*, 2018(21): 82 (in Chinese)
- [8] 唐丽媛, 李从锋, 马玮, 赵明, 李向岭, 李连禄. 渐密种植条件下玉米植株形态特征及其相关性分析[J]. 作物学报, 2012, 38(8): 1529-1537
Tang L Y, Li C F, Ma W, Zhao M, Li X L, Li L L. Characteristics of plant morphological parameters and its correlation analysis in maize under planting with gradually increased density [J]. *Acata Agronomica Sinica*, 2012, 38(8): 1529-1537 (in Chinese)
- [9] 殷小冬, 赵贺, 高飞, 李辉信, 焦加国, 林曜朋, 毕文, 陈春根. 不同异位发酵床垫料的粪污处理能力比较研究[J]. 中国农学通报, 2020, 36(11): 96-101
Yin X D, Zhao H, Gao F, Li H X, Jiao J G, Lin Y Z, Bi W, Chen C G. Comparative study on fecal disposal capacity of different heterotopic fermentation mattresses [J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2020, 36(11): 96-101 (in Chinese)
- [10] 李发, 徐应明, 王林, 梁学峰, 孙约兵, 纪艺凝, 栾润宇. 黄淮海地区鸡粪有机肥重金属含量特征及环境风险[J]. 环境科学, 2018, 39(9): 4375-4384
Li F, Xu Y M, Wang L, Liang X F, Sun Y B, Ji Y N, Luan R Y. Characteristics of heavy metals in chicken manure organic fertilizers in the Huang-Huai-Hai region and related environmental risk assessment [J]. *Environmental Science*, 2018, 39(9): 4375-4384 (in Chinese)
- [11] Agu R S, Ezema R A, Udegbunam O N, Okoro A C. Effect of different rates of poultry manure on growth and yield of cucumber (*Cucumis sativum*) in Iwollo, Southeastern Nigeria [J]. *Agro-Science*, 2015, 14(3): 41-44
- [12] Ravindran B, PNS Mnkeni. Bio-optimization of the carbon-to-nitrogen ratio for efficient vermicomposting of chicken manure and waste paper using *Eisenia fetida* [J]. *Environmental Science and Pollution Research*, 2016, 23(17): 16965-16976
- [13] 唐东梅, 韩擘, 黄丹枫. 嫁接西瓜营养品质测定与感官品质评价[J]. 安徽农业科学, 2008(21): 9012-9014, 9059
Tang D M, Han W, Huang D F. Analysis of fruit qualities of watermelon with fuzzy fomprension evaluation model [J]. *Journal of Anhui Agriculture*, 2008(21): 9012-9014, 9059 (in Chinese)
- [14] Traka M E, Koutsika S M, Poitsa T. Response of squash (*Cucubita* spp) as rootstock for melon (*Cucumis melon*) [J]. *Scientia Horticulturae*, 2000, 83: 353-362
- [15] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京: 中国农业出版社, 2005: 14-114
Bao S D. *Soil Agrochemical Analysis* [M]. Beijing: China Agricultural Press, 2005: 14-114 (in Chinese)
- [16] 贺建华. 饲料分析与检测[M]. 北京: 中国农业出版社, 2011: 22-71
HE J H. *Feed Analysis and Testing* [M]. Beijing: China Agricultural Press, 2011: 22-71 (in Chinese)
- [17] 庄克章, 吴荣华, 张春艳, 徐立华, 徐相波, 丁一, 王振南. 密度对不同类型玉米青贮产量和营养价值的影响初报[J]. 作物杂志, 2019(6): 209-213
Zhuang K Z, Wu R H, Zhang C Y, Xu L H, Xu X B, Ding Y, Wang Z N. Effect of density on yield and nutritional value