

不同有机物料对设施土壤环境和西瓜生长的影响

曹云娥¹ 李建设¹ 高艳明¹ 张雪艳¹ 陈青云^{2*}

(¹宁夏大学农学院, 宁夏银川 750021; ²中国农业大学园艺学院, 北京 100193)

摘要:以西瓜品种黄金宝为试材, 采用完全随机设计, 研究了不同有机物料对设施西瓜产量、品质及土壤理化性质的影响。结果表明: 与常规施肥相比, 施用有机肥可显著影响西瓜生长、品质、养分及产量。其中, 蚯蚓粪可增加西瓜的蔓长、茎粗、分枝数、叶绿素含量及光合效率; 提高土壤磷、钾素和有机质含量, 显著降低土壤碱性, 缓解土壤盐害; 增加土壤中细菌、放线菌数量, 降低真菌数量; 提高土壤中脲酶、蔗糖酶和中性磷酸酶活性; 提高总糖、VC 含量, 降低有机酸含量, 比羊粪对照增产 54.24%。综合来看, 蚯蚓粪效果最显著, 建议在生产中推广使用。

关键词:有机物料; 蚯蚓粪; 设施西瓜; 品质; 产量; 土壤养分

西瓜是我国重要的经济作物, 年产量居世界第一, 占世界总产量的 45% 以上。良好的土壤微环境和科学的水肥管理是作物获得优质高产的重要措施之一(于红梅等, 2007)。西瓜属于根敏感型作物, 对养分的需求较为严格, 因此合理施肥对西瓜生产具有重要意义(张福锁等, 1995; 杜相革等, 2004)。在实际生产中, 为了追求高产, 获取较高的经济效益, 大量施用化学肥料, 因此产生一系列的土壤、环境问题(严定彬, 1990), 包括土壤盐分积累、酸化、环境污染(如地下水污染)等(陈劲懂等, 2005)。生物有机肥是发展安全、绿色、高品质西瓜生产的重要技术措施。有机肥富含大量有机物质以及作物生长所需的养分, 不仅能改良土壤, 保水保肥, 促进作物生长, 还可以改善作物品质, 提高作物产量, 越来越受到市场的青睐(沈中泉等, 1995; 王立刚等, 2004; 丁思年, 2007)。本试验研究了不同有机物料对西瓜生长发育及土壤环境的影响, 以期合理开发利用有机物料并提高

设施西瓜经济效益提供理论依据。

1 材料与amp;方法

1.1 试验材料

供试西瓜品种为黄金宝, 由宁夏天雨润种苗有限公司育成, 早熟品种, 生育期 90~105 d。供试有机物料主要养分含量如表 1 所示。

表 1 供试有机物料的养分构成 %

| 有机物料 | 有机质 | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | 养分合计 |
|----------------|-----|-----|-------------------------------|------------------|------|
| 商品颗粒有机肥 (SPKL) | 30 | 2.3 | 2.0 | 0.7 | 5.0 |
| 葡萄果渣 (PTGZ) | 43 | 2.5 | 1.2 | 1.3 | 5.0 |
| 豆渣 (DZ) | 25 | 2.2 | 2.2 | 0.6 | 5.0 |
| 蚯蚓粪 (QYF) | 45 | 2.1 | 1.8 | 1.1 | 5.0 |
| 粉末有机肥 (FMYJF) | 35 | 2.3 | 2.0 | 0.7 | 5.0 |
| 羊粪 (CK) | 25 | 1.5 | 0.8 | 0.6 | 2.9 |

试验于 2014 年 9 月 14 日至 11 月 15 日在宁夏贺兰园艺产业园科技示范区日光温室内进行。该地区属于温带大陆性气候; 年均温 9.7 °C, 极端最高气温 36.9 °C, 极端最低气温 -24 °C, 年降水量 138.8 mm; 年均日照为 2 935.5 h, 年日照百分率为 66%, 全年太阳辐射总量为 140.9 kcal·cm⁻¹。试验温室东西延长, 长 80 m, 净跨度 8.8 m, 脊高 4.4 m, 坐北朝南。供试温室土壤类型为壤土, pH 值 8.75, EC 值 0.34 mS·cm⁻¹, 有机质含量 9.52 g·kg⁻¹, 速效氮 9.22 mg·kg⁻¹, 速效磷 3.18 mg·kg⁻¹, 速效钾

曹云娥, 女, 博士, 副教授, 主要从事蔬菜生理与营养研究, E-mail: caohua3221@163.com

* 通讯作者 (Corresponding author): 陈青云, 男, 博士生导师, 主要从事设施栽培与环境调控研究, E-mail: chenqy@cau.edu.cn

收稿日期: 2016-06-30; 接受日期: 2016-07-20

基金项目: “十二五”国家科技支撑计划项目 (2014BAD05B00)

184.4 mg · kg⁻¹, 脲酶活性 0.11 g · kg⁻¹, 蔗糖酶活性 4.31 g · kg⁻¹, 磷酸酶活性 7.32 g · kg⁻¹。

1.2 试验方法

1.2.1 试验处理 试验采用完全随机设计, 设置 6 个处理, 3 次重复, 在同一个温室内进行, 日光温室四边各留 1.5 m 作为保护行。每个处理小区面积 33.6 m², 施用不同有机物料作为基肥, 分别为: 商品颗粒有机肥 (SPKL), 用量 1 000 kg · (667 m²)⁻¹; 葡萄果渣 (PTGZ), 用量 1 000 kg · (667 m²)⁻¹; 豆渣 (DZ), 用量 1 000 kg · (667 m²)⁻¹; 蚯蚓粪 (QYF), 用量 1 000 kg · (667 m²)⁻¹; 粉末有机肥 (FMYJF), 用量 1 000 kg · (667 m²)⁻¹; 以施用羊粪作为对照 (CK), 用量 10 m³ · (667 m²)⁻¹。所有处理的追肥均为蚯蚓发酵液体肥 50 kg · (667 m²)⁻¹、尿素 50 kg · (667 m²)⁻¹、硝酸钾 50 kg · (667 m²)⁻¹, 分别于开花坐果期、果实膨大期和果实成熟期随水追施。每小区起 4 垄, 垄间距 80 cm, 垄宽 60 cm, 种植 60 株。8 月初育苗, 西瓜幼苗二叶一心时, 即 9 月 14 日定植, 株距 40 cm, 缓苗 7 d, 采用双蔓整枝, 开花期人工辅助授粉, 每株留 1 个瓜, 坐瓜后摘心, 11 月 10 日左右开始采收, 测定果实品质。

1.2.2 取样方法 分别于 9 月 20 日 (西瓜伸蔓期)、11 月 10 日 (果实成熟期) 各采集 1 次土样, 每个处理在小区中间的垄上采用五点法取样, 用土钻采集根层土壤。

1.3 测定指标与方法

1.3.1 植株形态指标 西瓜定植成活后, 在西瓜伸蔓期和果实成熟期分别测定植株的蔓长、茎粗和叶片数, 每处理取 10 个单株进行测定, 3 次重复。蔓长 (主蔓长) 用钢卷尺测定, 从主茎靠近地表处起测量; 茎粗使用数显游标卡尺进行测量, 测量部位始终为主茎基部。

1.3.2 光合指标 在膨果期进行叶片光合指标的测定。每处理测定 5 株, 3 次重复。叶绿素含量用 SPDA502 叶绿素含量测定仪测定; 光合速率采用英国 PP-systems 公司生产的 Ciras-2 型光合仪测定。净光合速率 (Pn)、气孔导度 (Gs)、胞间 CO₂ 浓度 (Ci) 和蒸腾速率 (Tr) 参照李清明等 (2011) 的方法测定。

1.3.3 土壤养分 土壤 pH 值、碱解 N、速效 P、

速效 K、有机质含量及电导率参照鲍士旦 (2000) 的方法测定。

1.3.4 土壤酶活性 磷酸酶活性采用磷酸苯二钠比色法测定, 蔗糖酶活性采用 3, 5-二硝基水杨酸比色法测定, 脲酶活性采用靛酚比色法测定 (关松荫, 1986)。

1.3.5 土壤微生物 微生物计数采用平板梯度稀释培养法, 细菌培养采用牛肉膏蛋白胨选择性培养基, 真菌培养采用马丁孟加拉红-链霉素选择性培养基, 放线菌培养采用高氏 1 号培养基。微生物数量 = 每克根际土壤样品的菌数 - 每克对照样品的菌数。

1.3.6 品质和产量 果实成熟后采收, 各处理小区单株产量之和为该处理产量。每处理小区随机采 9 个西瓜用于品质测定。采用钼蓝比色法测定抗坏血酸 (VC) 含量, 蒽酮比色法测定可溶性糖含量, 酸碱滴定法测定有机酸含量, 采用数显糖量计测定可溶性固形物含量 (张志良和瞿伟菁, 2003)。

1.4 数据处理

使用 DPS7.05 数据统计软件进行方差分析, 采用 Duncan 新复极差法进行差异显著性检验。

2 结果与分析

2.1 不同有机物料对西瓜形态指标的影响

由表 2 可知, 在西瓜伸蔓期, 不同有机物料处理间茎粗差异不显著, 蚯蚓粪处理的蔓长、分枝数最高, 较羊粪对照分别增加了 44.83%、16.67%。到果实成熟期, 各处理间茎粗的差异逐渐加大, 蚯蚓粪处理的蔓长、茎粗和分枝数最大, 分别比羊粪对照增加了 15.91%、18.21% 和 20.00%。说明与羊粪对照相比, 蚯蚓粪处理促进西瓜生长的效果最显著。

表 2 不同有机肥处理对西瓜不同生育期形态指标的影响

| 处理 | 伸蔓期 | | | 果实成熟期 | | |
|-------|----------|--------|-------|----------|---------|-------|
| | 蔓长/cm | 茎粗/mm | 分枝数 | 蔓长/cm | 茎粗/mm | 分枝数 |
| SPKL | 99.00 bc | 4.76 a | 11 b | 261.33 a | 6.05 b | 32 ab |
| PTGZ | 93.33 bc | 4.82 a | 11 b | 260.17 a | 6.37 b | 30 b |
| DZ | 105.00 b | 4.89 a | 11 b | 275.00 a | 6.36 b | 32 ab |
| QYF | 126.00 a | 5.03 a | 14 a | 307.17 a | 7.14 a | 36 a |
| FMYJF | 107.50 b | 4.95 a | 12 ab | 295.00 a | 6.62 ab | 34 ab |
| CK | 87.00 c | 4.45 a | 12 ab | 265.00 a | 6.04 b | 30 b |

注: 表中同列数据后不同小写字母表示差异显著 (α=0.05), 下表同。

2.2 不同有机物料对西瓜叶片光合指标的影响

叶绿素是光合作用的基础,直接影响到光合速率。由表3可知,蚯蚓粪、粉末有机肥处理的西瓜叶片叶绿素含量之间差异不显著,但均显著高于羊粪对照,分别比对照增加了9.70%与8.18%。不同有机肥处理下西瓜叶片净光合速率均显著高于对照,其中蚯蚓粪、粉末有机肥处理的净光合速率较高,比对照分别提高137.97%和130.38%。不同有机肥处理的胞间CO₂浓度、蒸腾速率(商品颗粒有机肥除外)、气孔导度均高于对照。总体来看,与羊粪对照相比,不同有机肥处理均能提高西瓜叶片的叶绿素含量,从而提高对光能的利用率。其中蚯蚓粪处理的效果最显著,其次是粉末有机肥。

表3 不同有机肥处理对西瓜叶片光合特性的影响

| 处理 | 净光合速率 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ | 叶绿素 SPAD | 蒸腾速率 $\text{mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ | 胞间CO ₂ 浓度 $\mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$ | 气孔导度 $\text{mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ |
|-------|--|-------------|---|---|---|
| SPKL | 9.7 c | 47.83 ab | 2.59 b | 119.0 e | 146.3 e |
| PTGZ | 17.3 ab | 48.28 ab | 4.24 ab | 148.0 c | 218.0 c |
| DZ | 15.9 b | 48.42 ab | 4.06 ab | 131.0 d | 163.2 d |
| QYF | 18.8 a | 49.77 a | 5.62 a | 170.0 a | 286.7 a |
| FMYJF | 18.2 a | 49.08 a | 4.98 a | 160.0 b | 246.0 b |
| CK | 7.9 d | 45.37 b | 2.79 b | 109.0 f | 136.3 f |

2.3 不同有机物料对土壤养分的影响

由表4可知,不同有机肥处理对土壤pH值、EC值的影响存在显著差异,羊粪对照的pH值显著高于其他有机肥处理。随着生育期的延后,土壤中pH值、EC值逐渐降低。蚯蚓粪处理的pH值最小,在伸蔓期和果实成熟期分别为7.93与7.77,比

表4 不同有机肥处理对土壤理化性质的影响

| 生育期 | 处理 | 碱解氮 $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ | 速效磷 $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ | 速效钾 $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ | 有机质 $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ | pH值 | EC值 $\text{mS} \cdot \text{cm}^{-1}$ |
|-------|-------|--|--|--|--|---------|---|
| 伸蔓期 | SPKL | 22.87 b | 477.62 c | 15.57 c | 20.90 a | 7.98 de | 1.71 b |
| | PTGZ | 26.13 a | 513.83 c | 23.84 a | 21.32 a | 8.23 b | 1.78 b |
| | DZ | 26.10 a | 499.35 c | 19.95 b | 21.07 a | 8.08 c | 1.37 c |
| | QYF | 18.20 c | 706.11 a | 25.43 a | 21.41 a | 7.93 e | 1.18 d |
| | FMYJF | 14.47 d | 673.12 b | 20.81 b | 19.46 a | 8.04 cd | 2.07 a |
| | CK | 10.87 e | 410.04 d | 16.92 c | 19.21 a | 9.84 a | 2.00 a |
| 果实成熟期 | SPKL | 23.33 c | 661.05 c | 23.86 c | 18.46 c | 7.96 b | 1.70 a |
| | PTGZ | 31.27 a | 781.73 a | 29.14 b | 19.64 b | 7.91 bc | 1.23 b |
| | DZ | 26.60 b | 576.58 d | 24.94 c | 18.29 c | 7.90 bc | 1.31 b |
| | QYF | 20.53 d | 781.73 a | 31.17 a | 21.58 a | 7.77 c | 1.06 b |
| | FMYJF | 19.60 d | 743.11 b | 29.54 b | 20.41 a | 7.85 bc | 2.02 a |
| | CK | 14.47 e | 499.35 e | 19.95 d | 18.04 c | 9.09 a | 1.98 a |

羊粪对照显著降低了19.41%与14.52%;蚯蚓粪处理的EC值也最小,在伸蔓期和果实成熟期分别为1.18、1.06 $\text{mS} \cdot \text{cm}^{-1}$,分别比羊粪对照显著降低了41.00%、46.46%。与羊粪对照相比,不同有机肥处理可以降低土壤碱性、缓解土壤盐害,且蚯蚓粪处理效果最显著。

由表4可知,伸蔓期不同有机肥处理对土壤有机质含量无显著影响,在果实成熟期,蚯蚓粪处理的有机质含量最高,且显著高于羊粪对照,说明蚯蚓粪处理能显著增加土壤有机质含量,改善土壤理化性质。

由表4可知,随着生育期的延后,土壤速效N、P、K含量呈现上升趋势。无论是在伸蔓期,还是在果实成熟期,葡萄果渣处理的碱解氮含量均最高,蚯蚓粪处理的速效磷、速效钾含量均最高;说明葡萄果渣有利于土壤中氮素养分的释放,而蚯蚓粪有利于土壤中磷、钾元素的释放,从而提高氮磷钾的利用率,促进作物根系养分吸收,利于作物生长。

2.4 不同有机物料对土壤酶活性的影响

由表5可知,伸蔓期,蚯蚓粪处理的脲酶活性显著高于其他有机肥处理,是羊粪对照的1.80倍;果实成熟期,各处理间脲酶活性没有显著差异。伸蔓期,蚯蚓粪处理的蔗糖酶活性显著高于商品颗粒有机肥、豆渣、粉末有机肥和羊粪对照,是对照的2.55倍;果实成熟期,除了商品颗粒有机肥处理外,各处理间蔗糖酶活性的差异均不显著。伸蔓期,葡萄果渣处理的中性磷酸酶活性显著高于其他有机肥处理,是羊粪对照的1.87倍;果实成熟期,葡萄

表5 不同有机肥处理对土壤酶活性的影响

| 生育期 | 处理 | 脲酶活性 $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ | 蔗糖酶活性 $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ | 中性磷酸酶活性 $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ |
|-------|-------|---|--|--|
| 伸蔓期 | SPKL | 0.14 b | 2.09 d | 13.01 c |
| | PTGZ | 0.13 b | 4.10 ab | 19.45 a |
| | DZ | 0.14 b | 3.16 bc | 14.14 bc |
| | QYF | 0.18 a | 5.00 a | 15.30 b |
| | FMYJF | 0.14 b | 2.73 cd | 14.77 b |
| | CK | 0.10 c | 1.96 d | 10.38 d |
| 果实成熟期 | SPKL | 0.16 a | 1.97 b | 13.16 cd |
| | PTGZ | 0.17 a | 4.14 a | 18.58 a |
| | DZ | 0.18 a | 3.66 a | 14.60 bc |
| | QYF | 0.19 a | 4.16 a | 16.18 ab |
| | FMYJF | 0.20 a | 4.05 a | 15.72 bc |
| | CK | 0.21 a | 3.69 a | 12.77 d |

果渣处理的中性磷酸酶活性与蚯蚓粪处理间差异不显著, 是羊粪对照的 1.45 倍。综合来看, 施用蚯蚓粪可提高土壤酶活性, 促进速效养分释放, 利于作物吸收。

2.5 不同有机物料对土壤微生物数量的影响

由表 6 可知, 随着西瓜生育期延后, 土壤中细菌和放线菌数量呈下降趋势, 而真菌数量呈上升趋势。在西瓜整个生育期内, 蚯蚓粪处理的细菌数量均最高, 显著高于其他有机肥处理, 伸蔓期和果实成熟期分别是羊粪对照的 5.50 与 3.25 倍; 蚯蚓粪处理的放线菌数量也最高, 显著高于其他有机肥处理, 伸蔓期和果实成熟期分别是羊粪对照的 8.29 与 7.38 倍; 粉末有机肥处理的真菌数量均最低, 其次是蚯蚓粪处理。表明蚯蚓粪处理可增加土壤中有益微生物的数量, 从而抑制有害菌的生长, 这对于防止土传病害的发生起着重要的作用, 而细菌作为土壤中养分的主要转化者, 增加细菌数量可直接提高养分的有效性。

表 6 不同有机肥处理对土壤微生物数量的影响

| 生育期 | 处理 | 细菌/ $\times 10^5$ 个· g^{-1} (FW) | 放线菌/ $\times 10^4$ 个· g^{-1} (FW) | 真菌/ $\times 10^2$ 个· g^{-1} (FW) |
|-------|-------|------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| 伸蔓期 | SPKL | 8 d | 106 d | 23 c |
| | PTGZ | 16 b | 209 c | 36 b |
| | DZ | 10 c | 233 b | 23 c |
| | QYF | 22 a | 315 a | 17 d |
| | FMYJF | 7 d | 70 e | 6 e |
| | CK | 4 d | 38 f | 53 a |
| 果实成熟期 | SPKL | 6 c | 34 d | 39 c |
| | PTGZ | 9 b | 77 b | 43 b |
| | DZ | 4 d | 27 e | 26 d |
| | QYF | 13 a | 118 a | 23 e |
| | FMYJF | 5 cd | 41 c | 10 f |
| | CK | 4 d | 16 f | 72 a |

2.6 不同有机物料对西瓜品质和产量的影响

由表 7 可知, 蚯蚓粪处理的总糖、VC、可溶性固形物含量均最高, 较羊粪对照分别增加

表 7 不同有机肥处理对西瓜品质的影响

| 处理 | 总糖 $g \cdot kg^{-1}$ | VC $mg \cdot kg^{-1}$ | 有机酸 $g \cdot kg^{-1}$ | 可溶性固形物/% | 产量/ $kg \cdot (667 m^2)^{-1}$ |
|-------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|----------|-------------------------------|
| SPKL | 150.32 bc | 0.014 6 b | 0.044 2 a | 11.67 c | 2 030.3 b |
| PTGZ | 183.07 ab | 0.014 5 b | 0.028 1 c | 11.90 b | 2 086.8 b |
| DZ | 166.41 abc | 0.013 6 d | 0.046 9 a | 11.57 c | 2 184.5 ab |
| QYF | 197.13 a | 0.014 9 a | 0.027 7 c | 12.53 a | 2 338.7 a |
| FMYJF | 178.87 ab | 0.014 4 b | 0.038 4 b | 11.00 d | 2 313.0 a |
| CK | 138.19 c | 0.014 1 c | 0.037 5 b | 10.87 e | 1 516.3 c |

42.65%、5.67%、15.27%; 有机酸含量最低, 较羊粪对照降低 26.13%。说明蚯蚓粪处理可增加西瓜中的含糖量和 VC 含量, 改善口感。蚯蚓粪处理的西瓜产量最高, 显著高于羊粪对照, 比对照增加了 54.24%。

3 结论与讨论

3.1 不同有机物料对西瓜生长、品质及产量的影响

本试验结果表明, 与常规施用羊粪对照相比, 施用有机肥对西瓜生长、品质及产量均有不同程度的影响。其中, 蚯蚓粪可提高西瓜的蔓长、茎粗和分枝数; 显著增加叶绿素含量, 增强光合效率, 提高西瓜产量; 蚯蚓粪处理可显著提高总糖、VC 含量, 降低有机酸含量, 改善果实品质。这可能与蚯蚓粪的施用提高了土壤中的细菌、放线菌数量使得根系生长的微域环境得到改善, 根系活力加强有关 (Baldi et al., 2010)。根系对养分的吸收利用能力提高, 从而带动了植株地上部的生长, 光合能力增强, 果实品质和产量得以提高 (张保东, 2011)。

3.2 不同有机物料对西瓜土壤养分的影响

作物可利用养分主要指土壤中的速效养分。它们的含量决定了土壤的肥力水平, 也是土壤供肥能力大小的重要标志。本试验结果表明, 与羊粪对照相比, 施用不同有机肥均可显著提高果实成熟期土壤中速效 N、P、K 含量, 提高土壤肥力。

土壤微生物在土壤生态系统中扮演着重要角色, 既能作为分解者, 也能作为承担者, 是衡量土壤肥力的重要指标。本试验中, 施用不同有机肥能提高土壤中有益的细菌、放线菌数量, 而病原性真菌数量均有不同程度的降低。Wu 等 (2009) 研究指出, 含有拮抗微生物的生物有机肥可以有效抑制尖孢镰刀菌的繁殖, 从而降低西瓜枯萎病的发生。可见, 生物有机肥可以有效改善连作西瓜地土壤微生物群落, 增加土壤微生物多样性进而促进西瓜的生长。

土壤酶活性直接影响着土壤理化性质, 反过来, 任何影响土壤质量的因素也都会影响到土壤酶活性。土壤酶活性的强弱反映了土壤的熟化程度和肥力水平, 是评价土壤肥力的重要指标 (陈恩凤, 1979; 孙瑞莲 等, 2003)。而有机肥含有多种酶及影响酶活性的底物, 大量研究表明: 施用有机肥影

响土壤中蛋白酶、磷酸酶、淀粉酶等多种酶的活性(关松荫, 1989; 袁玲等, 1997)。本试验中蚯蚓粪处理可提高土壤中脲酶、蔗糖酶、中性磷酸酶活性, 使得其活性增强。即施用有机肥能显著提高土壤酶活性, 从而提高土壤肥力, 缓解连作障碍, 促进植物生长(吕卫光等, 2006)。

参考文献

- 鲍士旦. 2000. 土壤农化分析. 北京: 中国农业出版社.
- 陈恩凤. 1979. 土壤酶与土壤肥力研究. 北京: 科学出版社: 54-61.
- 陈劲憧, 高丽红, 曹之富. 2005. 施肥对设施土壤及作物生育的影响研究进展. 农业工程学报, 21(14): 16-20.
- 丁思年. 2007. 有机肥对土壤改良作用及其发展前景. 现代农业科技, (10): 126-127.
- 杜相革, 董民, 曲再红, 史咏竹. 2004. 有机农业和土壤生物多样性. 有机农业与食品科学, 20(4): 80-83.
- 关松荫. 1986. 土壤酶及其研究法. 北京: 农业出版社: 59-210.
- 关松荫. 1989. 土壤酶活性影响因子的研究——I. 有机肥料对土壤中酶活性及氮磷转化的影响. 土壤学报, 26(1): 72-78.
- 李清明, 刘彬彬, 邹志荣. 2011. CO₂ 浓度倍增对干旱胁迫下黄瓜幼苗光合特性的影响. 中国农业科学, 44(5): 963-971.
- 吕卫光, 杨广超, 沈其荣, 张春兰, 诸海焱, 余廷园. 2006. 有机肥对连作西瓜生长和土壤微生物区系的影响. 上海农业学报, 22(4): 96-98.
- 沈中泉, 郭云桃, 袁家富. 1995. 有机肥料对改善农产品品质的作

- 用及机理. 植物营养与肥料学报, 1(2): 123-125.
- 王立刚, 李维炯, 邱建军, 马永良, 王迎春. 2004. 生物有机肥对作物生长、土壤肥力及产量的效应研究. 土壤肥料, (5): 12-16.
- 严定彬. 1990. 我国农业发展中的肥料问题. 土壤肥料, (4): 1-4.
- 于红梅, 李子忠, 龚元石. 2007. 传统和优化水氮管理对蔬菜地土壤氮素损失与利用效率的影响. 农业工程学报, 23(2): 54-59.
- 袁玲, 杨邦俊, 郑兰君, 刘学成. 1997. 长期施肥对土壤酶活性和氮磷养分的影响. 植物营养与肥料学报, 3(4): 300-305.
- 张保东. 2011. 滴灌条件下不同肥料对西瓜品质及产量的影响. 中国瓜菜, 24(6): 17-19.
- 张福锁, 窦元石, 李晓林. 1995. 土壤与植物营养研究新动态(第三卷). 北京: 中国农业出版社: 341.
- 张志良, 瞿伟菁. 2003. 植物生理学实验指导. 北京: 高等教育出版社: 128-129.
- 孙瑞莲, 赵秉强, 朱鲁生, 徐晶, 张夫道. 2003. 长期定位施肥对土壤酶活性的影响及其调控土壤肥力的作用. 植物营养与肥料学报, 9(4): 406-410.
- Baldi E, Toselli M, Marangoni B. 2010. Nutrient partitioning in potted peach (*Prunus persica* L.) trees supplied with mineral and organic fertilizers. J Plant Nutr, 33: 2050-2061.
- Wu H S, Yang X N, Fan J Q, Miao W G, Ling N, Xu Y C, Huang Q W, Shen Q R. 2009. Suppression of Fusarium wilt of watermelon by a bio-organic fertilizer containing combinations of antagonistic microorganisms. Biocontrol, 54(2): 287-300.

Effects of Different Organic Materials on Greenhouse Soil Environment and Watermelon Growth

CAO Yun-e¹, LI Jian-she¹, GAO Yan-ming¹, ZHANG Xue-yan¹, CHEN Qing-yun^{2*}

(¹Agronomy College, Ningxia University, Yinchuan 750021, Ningxia, China; ²College of Horticulture, China Agricultural University, Beijing 100193, China)

Abstract: Taking 'Huangjinbao' watermelon as experimental material, this experiment studied the effects of different organic materials on watermelon yield, quality and soil physical and chemical properties. The results showed that compared with the conventional fertilization, organic materials can significantly affect watermelon growth, quality, nutrition and yield. Among them, the wormcast can increase the vine length, stem diameter, subindex, chlorophyll content of watermelon, and enhance the photosynthetic efficiency. Besides, wormcast can increase the contents of phosphorus and potassium and organic matter, significantly reduce the soil alkalinity, salinity; and wormcast can also increase the number of bacteria, actinomycetes, reduce the number of fungi; and improve the activities of urease, invertase and phosphatase; increase the contents of total sugar and VC; and reduce the organic acid content. Wormcast can increase watermelon yield by 54.24%, as compared with the contrast goat manure. Therefore, the wormcast comprehensive benefits are the most significant. We suggest that it can be used and extended in Production.

Key words: Organic material; Wormcast; Facilities watermelon; Quality; Yield; Soil nutrient