

沼液-秸秆深施对大棚黄瓜生长及产量的影响

陆亚珍¹, 马爱军², 朱刚¹, 王林³, 王恒昌³, 朴聪雁¹

(1. 灌南县畜禽良种推广站, 江苏 灌南 223500; 2. 江苏农林职业技术学院 现代园艺工程技术中心, 江苏 句容 212400;
3. 灌南县动物卫生监督所, 江苏 灌南 223500)

摘要:以大棚“瑞青”黄瓜为试材, 采用沼液-秸秆深埋技术, 研究了沼液小麦秸秆和沼液水稻秸秆处理深施对大棚内部环境和黄瓜生长的影响。结果表明: 2 种沼液秸秆深施处理均能显著提高棚内二氧化碳浓度, 增高棚内气温和土温, 降低土壤盐渍化程度; 促进黄瓜生长发育, 提高黄瓜经济产量。其中沼液小麦秸秆较之于沼液水稻秸秆对大棚内环境和黄瓜生长的影响更加显著。

关键词:沼液-秸秆; 大棚; 黄瓜; 生长; 产量

中图分类号:S 642.206⁺.2 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2016)21-0051-04

农作物秸秆富含碳素, 沼液含有大量的作物养分, 二者结合可作为补充作物碳源和营养的重要原材料^[1-2]。深埋秸秆还田在腐解过程中持续产生作物生长所需要的二氧化碳、热能、有机养分、矿质养分、酶等, 改善作物生长环境, 增强作物抗逆能力, 促进作物生长, 提高作物产量与品质^[3-4]。在土壤中适量施用沼液, 可以增加土壤中多种作物养分, 更有效地利用秸秆碳源, 提高作物产量与品质^[5]。在我国, 黄瓜种植十分广泛, 因其产量高、品质好, 深受广大生产者和消费者喜爱。然而, 在大棚黄瓜栽培中, 二氧化碳浓度偏低、温光不足等影响其高产优质的形成。沼液-秸秆深埋可使作物的产量随着光、温、二氧化碳、水、肥等因子而改善^[1,5-8]。该试验旨在充分利用当地自然光照条件, 在大棚内借助于沼液-秸秆深埋还田技术提高土壤与空气温度及二氧化碳浓度, 降低土壤次生盐渍化危害, 达到提高黄瓜产量与品质的目的, 以期为大棚黄瓜生产及沼液、秸秆综合利用提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试黄瓜品种为“瑞青”, 沼液由灌云县八戒家庭农

场提供。试验大棚土壤有机质含量 $17.3 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, 碱解氮含量 $115.2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 速效磷含量 $34.9 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 速效钾含量 $86.4 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, pH 7.85。

1.2 试验方法

试验于 2015 年 4—9 月在灌南县畜禽良种场试验基地塑料大棚中进行。选择地力均匀一致的 3 个大棚, 小麦、水稻秸秆处理和对照大棚分别记作 T1、T2 和 CK, 每小区 24 m^2 , 设 3 次重复, 剩下的区域不划区, 但进行相同的处理, 土壤管理方式完全相同。黄瓜 4 月 7 日催芽, 穴盘基质育苗。4 月 10 日, 在处理大棚黄瓜种植行内挖 60 cm 宽、40 cm 深的沟, 在沟内铺放 100 kg 秸秆, 压实后, 浇灌沼液 200 L, 浸润后覆土 20 cm, 待秸秆上面覆盖的土壤沉实后适当添加土壤。沟两端秸秆露出地面, 以加强通气^[4]。对照与处理区, 均以菜籽饼作为底肥, 施用厚度 5 cm, 翻地耙平后作成垄畦; 5 月 3 日移栽黄瓜苗, 定植株行距为 $30 \text{ cm} \times 40 \text{ cm}$, 各小区定植 60 株, 定植后各项农艺管理方法完全相同。

1.3 项目测定

定植后每天 06:00—18:00, 每 2 h 观测记录 1 次棚内气温、10 cm 深土温, 每天测定土壤电导率。分别于处理 21、42 d 时, 观测 06:00—18:00 棚内二氧化碳浓度, 每 2 h 观测 1 次。观测黄瓜生长发育情况, 发病、缺株状况, 挂果后计测黄瓜产量。

1.4 数据分析

采用 Excel 软件进行数据统计分析和图表分析。

2 结果与分析

2.1 深埋沼液-秸秆处理对棚内二氧化碳浓度的影响

从图 1 可以看出, 各处理 CO_2 浓度以 06:00 测定值

第一作者简介:陆亚珍(1961-), 男, 本科, 高级畜牧师, 现主要从事畜禽养殖及粪污资源化利用等研究工作。E-mail:369220471@qq.com.

责任作者:马爱军(1969-), 女, 博士, 教授, 现主要从事农业废弃物资源化利用的教学与科研等工作。E-mail:maaijun2@163.com.

基金项目:江苏省农业三新工程资助项目(SXGC[2014]134); 江苏省农业科技自主创新资助项目(CX[16]1003); 江苏省“青蓝工程”资助项目。

收稿日期:2016-07-25

最高,随着太阳光照强度增加,作物光合作用加强,棚内 CO_2 被同化的速率提高;08:00 CO_2 浓度下降,10:00 左右揭棚后,由于与棚外大气交换,棚内 CO_2 浓度下降幅度较大,12:00 后趋于平缓。2 种处理棚内 CO_2 浓度均

明显高于对照。在 10:00, T1 和 T2 处理棚内 CO_2 浓度分别比对照高 253.69% 和 184.87%。说明深埋沼液-秸秆处理能分解产生较多的 CO_2 , 为黄瓜作物光合产物形成和高产稳产创造了有利条件。

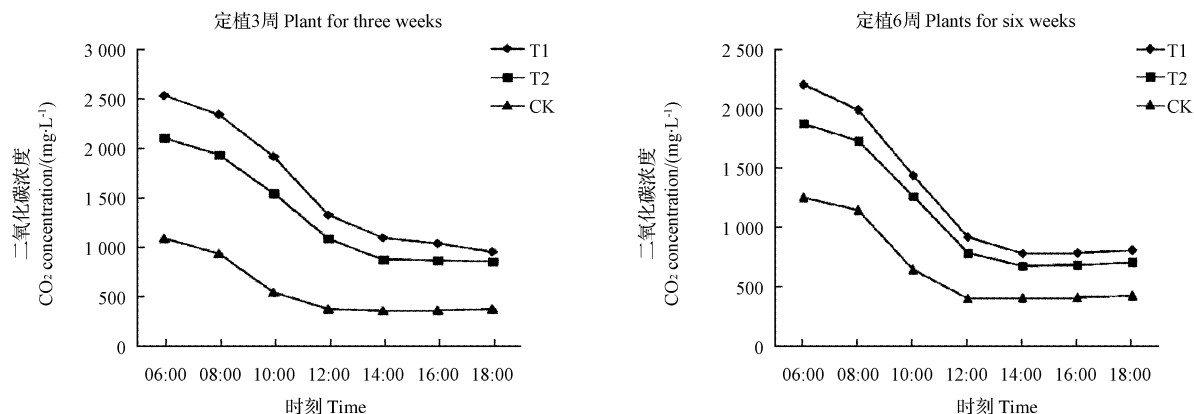


图 1 不同处理对棚内二氧化碳浓度的影响

Fig. 1 Effect of different soil amendments on CO_2 concentration in greenhouse

2.2 深埋沼液-秸秆处理对棚内气温和土温的影响

2.2.1 深埋沼液-秸秆处理对棚内气温的影响 从图 2 可以看出,深埋沼液-秸秆处理棚内月均气温高于对照 0.9~2.9 °C。其中,7 月处理 1 和处理 2 棚内月均气温分别高出对照 2.9、2.4 °C,差异最大,而试验初期的 4 月处理 1 和处理 2 棚内月均气温仅比对照分别高出 1.4、

0.9 °C,试验末期的 9 月处理 1 和处理 2 棚内月均气温仅比对照分别高出 1.2、1.3 °C。从白天棚内温度的测定结果看,深埋沼液-秸秆处理棚内气温从 06:00—18:00 各时间观测点均明显高于对照。06:00 处理 1 和处理 2 分别高出对照 2.8、2.6 °C,随着时间推移,差距逐渐变小,至 18:00,处理 1 和处理 2 分别高出对照 1.5、1.4 °C。

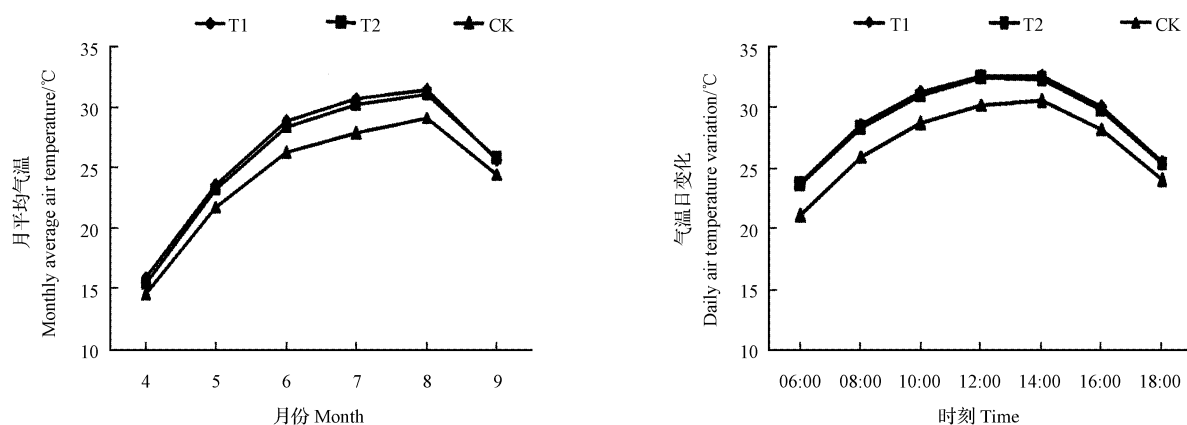


图 2 不同处理对棚内气温的影响

Fig. 2 Effect of different soil amendments on air temperature in greenhouse

2.2.2 深埋沼液-秸秆处理对棚内土温的影响 从图 3 可以看出,深埋沼液-秸秆处理后,大棚内月均土温比对照高 0.4~4.4 °C。其中,4 月处理 1 和处理 2 棚内月均土温分别比对照高 0.7、0.4 °C,差异最小。随着试验时间的延续,增温效果有上升趋势,到 8 月处理 1 和处理 2 棚内月均土温分别比对照高 4.4、3.4 °C,9 月处理 1 和处理 2 棚内月均土温分别比对照高 4.3、3.6 °C。

2.3 深埋沼液-秸秆处理对土壤次生盐渍化程度的影响 大棚栽培条件下,由于棚内温度较高,土壤水分蒸

发快而又缺乏降水的直接补给,溶解在土壤水溶液中的各种电解质均随水分的蒸发向土表集聚,长时间连续种植很容易导致土壤次生盐渍化,危害作物生长^[9]。由图 4 可以看出,随着试验时间的增加,对照大棚土壤电导率呈逐渐上升的趋势,到 7 月电导率增加了 84.84%,到 8 月电导率增加了 115.48%,对黄瓜整个生育期的生长均产生着不利的影响。随试验时间的增加,沼液-秸秆深埋还田处理土壤电导率呈下降趋势,除了试验初期的 4 月土壤电导率处于较高水平外,从 5 月起电导率变化呈下

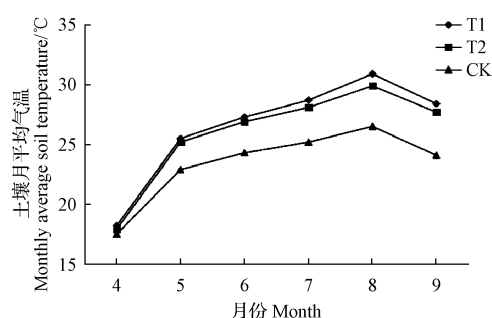


图3 不同处理对棚内土壤温度的影响

Fig. 3 Effect of different soil amendments on soil temperature in greenhouse

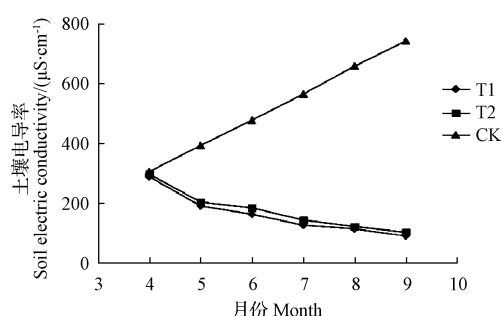


图4 深埋沼液-秸秆处理对土壤电导率的影响

Fig. 4 Effect of different soil amendments on soil EC in greenhouse

降趋势。在所有观察时段深埋沼液-秸秆处理土壤电导率均低于对照大棚,除4月外差异不明显外,其余各月土壤电导率差异均达到显著水平。

2.4 深埋沼液-秸秆处理对黄瓜生长发育、缺株率及产量的影响

2.4.1 深埋沼液-秸秆处理对黄瓜生长发育的影响

从表1可以看出,定植3、6周后深埋沼液-秸秆处理明显促进黄瓜的生长。定植3周后,处理1和处理2黄瓜叶片数增加0.9~1.1,叶片伸展度增加2.4~3.5 cm,株高增加3.3~3.6 cm。定植6周后,处理1和处理2黄瓜株高分别比对照增加20~26 cm,茎粗分别比对照增加了0.123 cm和0.081 cm。

表1 不同处理对黄瓜生长发育的影响

Table 1 Effect of different soil amendments on growth of cucumber

| 处理 Treatment | 定植3周 Plant for three weeks | | | 定植6周 Plant for six weeks | |
|-----------------|----------------------------|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | 叶片数 Leaf number | 叶片伸展度 Leaf length / cm | 株高 Plant height / cm | 株高 Plant height / m | 茎粗 Stem diameter / cm |
| T1 | 8.8 | 44.6 | 38.1 | 1.47 | 0.944 |
| T2 | 8.6 | 43.5 | 37.8 | 1.41 | 0.902 |
| CK | 7.7 | 41.1 | 34.5 | 1.21 | 0.821 |

2.4.2 深埋沼液-秸秆处理对黄瓜缺株率的影响

由于大棚连作,黄瓜发生了一些土传病害,导致各处理黄瓜

均有缺株现象发生。由图7可知,定植3周和6周后各处理黄瓜病害发生程度相对较轻,缺株程度较低。定植3周后处理1和处理2处理缺株率分别为8.3%和9.2%,比对照的缺株率14.7%分别低6.4、5.5个百分点。

2.4.3 深埋沼液-秸秆处理对黄瓜产量的影响 由图6可知,处理1和处理2产量分别为7.84、7.43 kg·m⁻²,比对照6.01 kg·m⁻²分别增产1.83、1.42 kg·m⁻²,增产率分别达到了30.3%和23.6%。

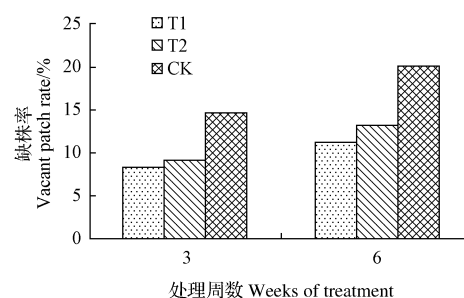


图5 不同处理对黄瓜缺株率的影响

Fig. 5 Effect of different soil amendments on missing cucumber rate in greenhouse

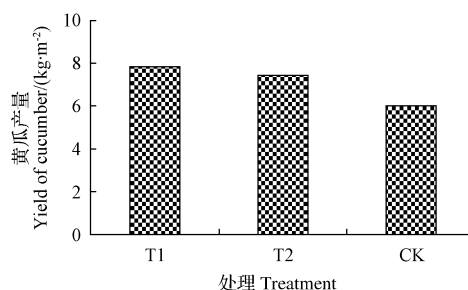


图6 不同处理对黄瓜产量的影响

Fig. 6 Effect of different soil amendments on yield of cucumber

3 讨论与结论

由于棚内土壤中投入了大量的水稻、小麦秸秆,同时在秸秆中适当添加沼液增加含水量和降低碳氮比,使秸秆在土壤中逐步分解,释放大热量,使棚内土壤及空气的温度提高,为黄瓜的早生快发与早产、高产奠定了基础。稻、麦秸秆在腐解过程中,释放出大量的CO₂,供黄瓜吸收利用,对提高黄瓜品质和产量能起到很大作用。黄瓜以及其它多种农作物进行光合作用的二氧化碳最适浓度远高于大气可供应的二氧化碳浓度,因此在自然条件下,大多数作物均在二氧化碳饥饿状态下生长,不利于高产、优质的形成^[10-11]。在土壤中施入大量秸秆,部分秸秆通过矿质化,可为作物提供多种矿物质养分。秸秆分解和半分解产物通过再合成作用形成土壤腐殖质,一方面可以通过微生物生物固定,使土壤中大量的硝酸盐被固持,大幅度降低土壤次生盐渍化危

害。腐殖质的积累,还有利于土壤团粒结构的形成,使土壤水、肥、气、热等作物生长因子更为协调,为作物根系生长发育、养分吸收和产量形成创造良好的环境。同时,土壤中积累大量的有机质,除在当年就能发挥作用外,还能通过土壤综合肥力的提高,在多年发挥积极作用。沼液富含大量的氮、磷、钾及多种中、微量营养素^[2],配合秸秆使用,可以有效减少秸秆碳在腐解过程中的损失,平衡作物营养,避免秸秆大量还田可能引起的作物营养障碍的发生,提高作物产量与品质。试验中还发现,棚内深埋沼液-秸秆处理,能有效地改善土壤微生物群落结构与功能多样性(待发表),这可能在抑制黄瓜枯萎病等土传病害以及根结线虫为害等方面具有一定作用。

棚内深埋沼液-秸秆为大棚黄瓜生长提供了较高浓度的 CO₂,有利于提高黄瓜叶片的光合效率;棚内深埋沼液-秸秆能提高棚内气温和土温,有利于促进黄瓜生长;深埋沼液-秸秆能减轻大棚连作障碍引起的盐渍危害和病害的发生,降低黄瓜缺株率;深埋沼液-秸秆可以显著提高黄瓜产量,有利于增加黄瓜的种植效益。

参考文献

- [1] 张雅洁,陈晨,陈曦,等. 小麦-水稻秸秆还田对土壤有机质组成及不同形态氮含量的影响[J]. 农业环境科学学报,2015,34(11):2155-2161.
- [2] 谢涛. 农村沼气发酵及其残余物的主要化学成分评价[D]. 重庆:西南大学,2007:35-36.
- [3] 邵世平,迟双丽,宋文清,等. 保护地草莓应用秸秆生物反应堆技术及其效益分析[J]. 现代农业科技,2012(9):144.
- [4] 詹国勤,季美娣,徐加宽,等. 不同蔬菜品种应用秸秆生物反应堆技术比较试验[J]. 江苏农业科学,2012,40(5):111-113.
- [5] 孙国峰,周炜,何加骏,等. 猪粪沼液施用后土壤理化性状及小麦产量的变化[J]. 江苏农业学报,2012,28(5):1054-1060.
- [6] MANAL M H, EL-MOLA G, SALEH S M, et al. Effect of adding compost at different depths on the growth of some vegetable crops under net plastic houses[J]. Middle East Journal of Agriculture Research, 2012(1):13-18.
- [7] PEET M M, HUBER S C, PATTERSON D T. Acclimation to high CO₂ in monoecious cucumbers II. Carbon exchange rates, enzyme activities, and starch and nutrient concentrations[J]. Plant Physiology, 1986, 80(1):63-67.
- [8] NEDERHOFF E M. Dynamic optimization of the CO₂ concentration in greenhouses: An experiment with cucumber (*Cucumis sativus* L.)[C]//Symposium on Biological Aspects of Energy Saving in Protected Cultivation, 1987, 229:341-348.
- [9] 张金锦,段增强. 设施菜地土壤次生盐渍化的成因、危害及其分类分级标准的研究进展[J]. 土壤,2011,43(3):361-366.
- [10] 潘璐,刘杰才,李晓静,等. 高温和加富 CO₂ 温室中黄瓜 Rubisco 活化酶与光合作用的关系[J]. 园艺学报,2014,41(8):1591-1600.
- [11] 艾民,刘振奎,杨延杰,等. 温度、光照强度和 CO₂ 浓度对黄瓜叶片净光合速率的影响[J]. 沈阳农业大学学报,2005,36(4):414-418.

Effect of Biogas Slurry-straw Deep Application on Growth and Yield of Cucumber in Greenhouse

LU Yazhen¹, MA Aijun², ZHU Gang¹, WANG Lin³, WANG Hengchang³, PIAO Congyan¹

(1. Guannan Animal Breeding Station, Guannan, Jiangsu 223500; 2. Engineering and Technology Center for Modern Horticulture, Jiangsu Polytechnic College of Agriculture and Forest, Jurong, Jiangsu 212400; 3. Guannan Animal Health Supervision Institute, Guannan, Jiangsu 223500)

Abstract: 'Ruiqing' cucumber was used as material, the effects of different biogas slurry-straws on 'Ruiqing' cucumber growth were studied in greenhouse by using slurry-wheat straw and slurry-rice straw deep application. The results showed that both biogas slurry-straws could increase CO₂ concentration, soil temperature and air temperature, and reduce the degree of soil salinization markedly. Also, the growth and economic yield of cucumber were remarkably enhanced compared with the control. In addition, the impact of the slurry-wheat straw on the greenhouse environment and the cucumber growth was more significant than that of slurry-rice straw.

Keywords: biogas slurry-straw; greenhouse; cucumber; growth; yield