

# 内置式秸秆生物反应堆技术对寒地 大棚香瓜产量及品质的影响

王宇先<sup>1</sup>,李清泉<sup>1</sup>,郑逢琪<sup>2</sup>,曹颖<sup>3</sup>,魏继廷<sup>2</sup>,刘宏宇<sup>2</sup>,李新<sup>2</sup>

(1. 黑龙江省农业科学院 齐齐哈尔分院,黑龙江 齐齐哈尔 161006;2. 黑龙江(兴十四)现代农业示范园区服务中心,黑龙江 甘南 162103;3. 东北农业大学 资源与环境学院,黑龙江 哈尔滨 150030)

**摘要:**为了解决燃烧秸秆所造成的环境污染问题,提高寒地大棚香瓜的产量和品质,采用内置式秸秆生物反应堆技术处理与常规种植进行对比研究。结果表明:在寒地香瓜大棚采用内置式秸秆生物反应堆技术比对照气温增加 2.39℃、地温增加 3.13℃,CO<sub>2</sub>浓度比常规对照多 750 mg·kg<sup>-1</sup>,是常规对照的 2.81 倍,产量增加 28.46%,效益增加 74.01%,香瓜品质和土壤养分含量也得到大幅度提升。

**关键词:**寒地大棚;香瓜;内置式秸秆生物反应堆;产量;品质

**中图分类号:**S627.04<sup>+</sup>7

**文献标识码:**A

**文章编号:**1002-2767(2014)02-0037-04

随着农村产业结构的调整,经济作物秸秆的比例将有所增加<sup>[1]</sup>。随意丢弃和无控焚烧曾是我国广大农村处置秸秆的主要方式,这不仅会造成资源浪费、地力损伤以及环境污染,还可导致火灾及交通事故的频发,并对人类健康和周围动植物的生态环境造成严重危害。另一方面,秸秆未经任何处理直接用于肥料、燃料和饲料的传统应用模式正制约着秸秆利用率、转化率和经济效益的提高<sup>[2]</sup>。农作物秸秆的综合利用,既可缓解农村饲料、肥料、燃料和工业原料的紧张状况,又是保护农村生态环境、促进农业可持续协调发展的迫切要求<sup>[3]</sup>。

秸秆生物反应堆技术又称二氧化碳缓释富氧秸秆发酵技术,是一项全新概念的农业增产、提质的有机栽培理论技术。秸秆反应堆技术采用生物技术将作物秸秆转化为农作物所需要的二氧化碳、热量、抗病孢子和有机无机养料等有益物质,从而促进作物生长发育、提高产量和品质,增强防病抗病能力,产生生防效应,进而培育获得高产、优质、无公害农产品的一项技术<sup>[4]</sup>。秸秆生物反

应堆技术在作物上的广泛应用,既能使丰富的秸秆资源得到有效合理地利用,又能从根本上解决因长期施用化肥导致的土壤生态恶化、土壤连作障碍和农产品污染等问题,尤其适合黑龙江高纬度、干旱、寒冷和无霜期短的地区推广应用<sup>[5]</sup>。对此,该文将内置式秸秆生物反应堆技术应用在寒地大棚香瓜种植上,探究其对大棚香瓜的产量及品质的影响,以期在大棚中推广应用秸秆生物反应堆技术提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验于 2012 年在黑龙江省(兴十四)现代农业科技示范园区进行,地点位于甘南县兴十四镇,试验地地力中等,土壤类型为薄层粘底碳酸盐黑钙土,土壤有机质含量 3.42 g·kg<sup>-1</sup>,碱解氮含量为 100.8 mg·kg<sup>-1</sup>,有效磷含量为 33.5 mg·kg<sup>-1</sup>,速效钾含量为 123 mg·kg<sup>-1</sup>,土壤耕层深度 25 cm。

### 1.2 材料

供试作物为大棚香瓜品种乳玉。供试秸秆为收获后的玉米秸秆。

### 1.3 方法

**1.3.1 试验设计** 试验设秸秆生物反应堆技术处理的香瓜大棚和常规对照 2 个处理。秸秆生物反应堆处理采用内置式,建造反应堆需玉米秸秆 60 t·hm<sup>-2</sup>,麦麸 3 000 kg·hm<sup>-2</sup>,饼肥 1 200 kg·hm<sup>-2</sup>,

收稿日期:2013-09-30

基金项目:黑龙江省农业科学院院县共建资助项目

第一作者简介:王宇先(1982-),男,黑龙江省鸡西市人,硕士,助理研究员,从事旱作农业技术研究。E-mail:13836209470@163.com。

通讯作者:李清泉(1968-),男,黑龙江省齐齐哈尔市人,学士,研究员,从事杂粮育种研究。E-mail:zls1968@163.com。

腐熟的牛粪  $60 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$ , 菌种  $120 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ , 疫苗  $60 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。菌种和疫苗分别按每  $1 \text{ kg}$  菌种兑掺  $20 \text{ kg}$  麦麸、 $15 \text{ kg}$  水, 三者拌匀, 堆积  $4 \sim 5 \text{ h}$  后使用。建造反应堆时间为 4 月 7 日, 定植时间 4 月 9 日。秸秆生物反应堆技术处理不施用化肥和农药。对照按照常规种植进行操作, 灌溉方式采取滴灌。

**1.3.2 操作方法** 在秧苗定植前, 在种植行下开沟, 沟宽  $80 \text{ cm}$ , 沟深  $25 \text{ cm}$ , 沟长与行长相等, 起土分放两边, 接着填加玉米秸秆和动物粪便, 铺匀踏实, 厚度与沟齐, 沟两头露出  $10 \text{ cm}$  秸秆茬, 以便进氧气。将豆饼颗粒均匀撒到秸秆上, 调节碳氮比, 以利于菌种繁殖, 按  $100 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$  撒施。填完秸秆后, 按每沟所需菌种量均匀撒在秸秆上, 拍实, 把起土回填于秸秆上, 浇水湿透秸秆。2~3 d 后起垄, 秸秆上土层厚度保持  $15 \text{ cm}$  左右。待定植时将疫苗按  $60 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$  撒入穴内并与土壤掺混匀, 接着放入秧苗, 覆土、浇水、盖膜, 最后用钢筋在每行两株苗之间各打孔两个, 孔距  $10 \text{ cm}$ , 孔深以穿透秸秆层为准。

**1.3.3 测定项目及方法** 从定植后至采收前每隔  $10 \text{ d}$  测量 8:00、12:00、16:00 的气温和  $20 \text{ cm}$  耕层地温, 9:00、15:00 两次使用便携式  $\text{CO}_2$  测定仪记录  $\text{CO}_2$  浓度。调查使用秸秆生物反应堆技术前和收获后大棚的土壤养分含量。试验数据采用 Excel 2003、DPS 软件进行统计分析

## 2 结果与分析

### 2.1 秸秆生物反应堆技术对寒地大棚气温的影响

每天 8:00、12:00 和 16:00 对香瓜大棚内气温的测定(见图 1)结果表明, 使用秸秆生物反应堆技术能显著提高香瓜大棚内的气温, 每天各个时间段的棚内气温均高于常规种植的香瓜大棚。分别高出  $1.63$ 、 $2.72$ 、 $2.83^\circ\text{C}$ 。使用秸秆生物反应堆技术处理能使大棚气温平均升高  $2.39^\circ\text{C}$ , 增温效果显著。下午气温增加幅度 > 中午气温增加幅度 > 上午气温增加幅度, 有利于增加日温差, 提高香瓜光合作用营养物质积累, 促进香瓜生长发育。

对比秸秆生物反应堆技术处理与对照的生育期平均气温结果可知, 秸秆生物反应堆技术处理的大棚温差大于常规对照处理的大棚, 有利于促

进香瓜光合产物的积累, 减少呼吸作用的消耗, 提高香瓜品质; 使用秸秆生物反应堆技术处理在生育前期增温效果明显, 随着生育时期的延长, 增温效果逐渐降低。说明秸秆生物反应堆技术处理前期增温效果较为显著, 有利于香瓜前期生长, 即营养生长阶段生长, 能够促进香瓜生长发育, 缓解寒地早春低温的影响对香瓜植株具有积极作用。

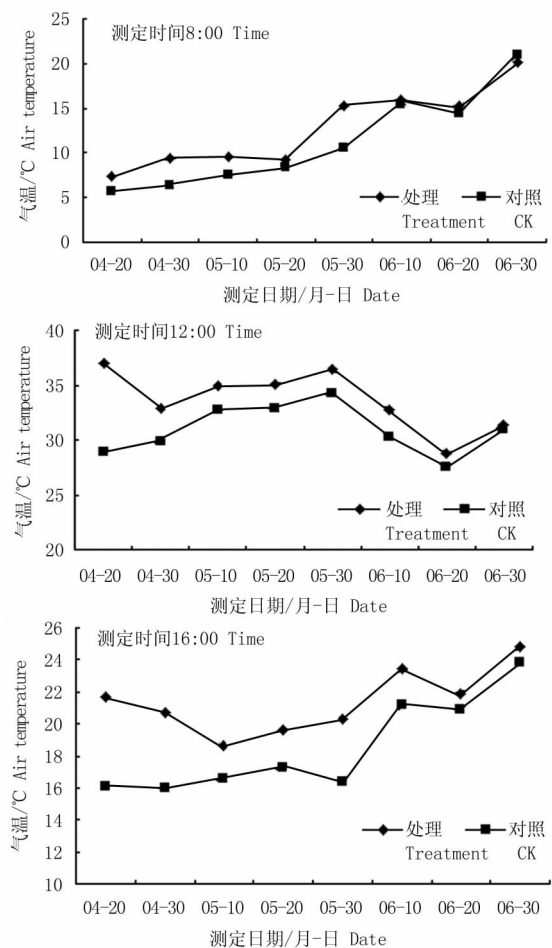


图 1 秸秆生物反应堆技术对气温的影响

Fig. 1 Effect of built-in straw stalk biology reactor technology on air temperature

### 2.2 秸秆生物反应堆技术对寒地大棚地温的影响

从图 2 看出, 使用秸秆生物反应堆技术能显著提高香瓜大棚内  $20 \text{ cm}$  耕层处的地温。8:00、12:00、16:00 香瓜大棚内  $20 \text{ cm}$  耕层处的地温均高于常规种植的香瓜大棚。分别高出  $3.31$ 、 $2.81$  及  $3.28^\circ\text{C}$ 。使用秸秆生物反应堆技术处理能使大棚  $20 \text{ cm}$  耕层处的地温平均升高  $3.13^\circ\text{C}$ , 增温效果显著。

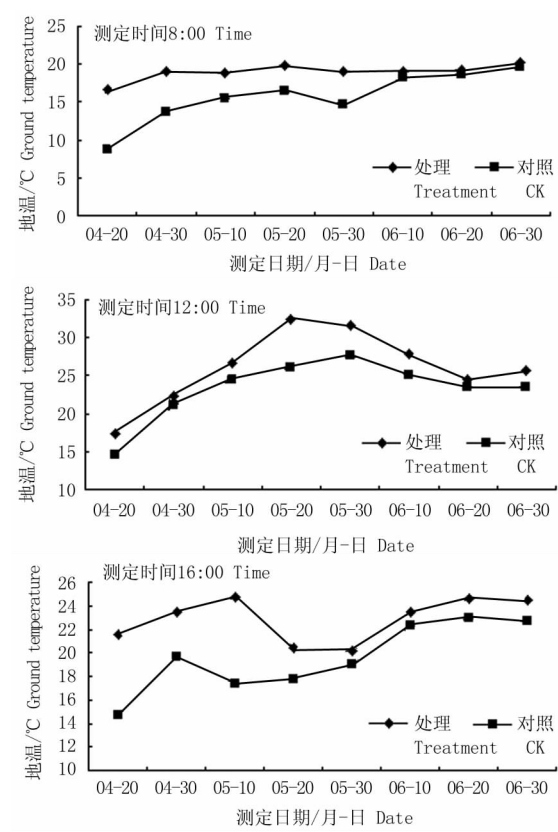


图2 秸秆生物反应堆技术对地温的影响  
Fig.2 Effect of built-in straw stalk biology reactor technology on ground temperature

2.3 秸秆生物反应堆技术对寒地大棚 CO<sub>2</sub> 浓度的影响

由图 3 可知,使用秸秆生物反应堆技术处理的香瓜大棚 CO<sub>2</sub> 浓度要显著高于常规对照。9:00 测量是常规对照的 2.80 倍,平均比常规对照多 837.5 mg·kg<sup>-1</sup>;15:00 测量秸秆生物反应堆技术处理的香瓜大棚 CO<sub>2</sub> 浓度是常规对照的 2.82 倍,

平均比对照多 662.5 mg·kg<sup>-1</sup>。使用秸秆生物反应堆技术处理的香瓜大棚 CO<sub>2</sub> 浓度全天平均值是常规对照的 2.81 倍,比常规对照多 750 mg·kg<sup>-1</sup>。

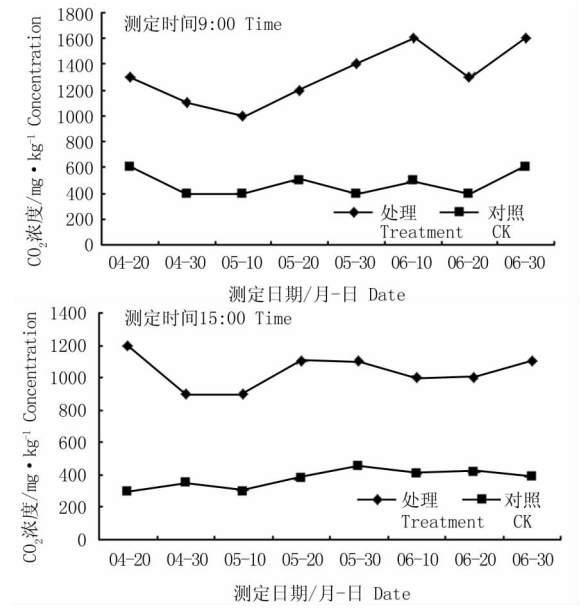


图3 秸秆生物反应堆技术对 CO<sub>2</sub> 浓度的影响  
Fig.3 Effect of built-in straw stalk biology reactor technology on CO<sub>2</sub> deficit

2.4 秸秆生物反应堆技术对寒地大棚香瓜品质的影响

由表 1 可知,使用秸秆生物反应堆技术处理的大棚香瓜葡萄糖含量比对照增加 0.20 μg·g<sup>-1</sup>,果糖增加 0.06 μg·g<sup>-1</sup>,蔗糖增加 1.30 μg·g<sup>-1</sup>,草酸增加 2.64 μg·g<sup>-1</sup>,苹果酸增加 10.51 μg·g<sup>-1</sup>,柠檬酸增加 5.68 μg·g<sup>-1</sup>,含糖量增加 1.57 个百分点。大棚香瓜各项检测指标均有不同程度增加,品质得到提升。口感清香微甜,没有施用化肥与高残效农药,为生产有机食品奠定基础。

表 1 秸秆生物反应堆技术对香瓜品质的影响

Table 1 Effects of built-in straw stalk biology reactor technology on quality of muskmelon

项目 Items	葡萄糖/μg·g <sup>-1</sup> Glucose	果糖/μg·g <sup>-1</sup> Fructose	蔗糖/μg·g <sup>-1</sup> Sucrose	草酸/μg·g <sup>-1</sup> Oxalate	苹果酸/μg·g <sup>-1</sup> Malic acid	柠檬酸/μg·g <sup>-1</sup> Citrate	含糖量/% Sugar content
处理 Treatment	1.67	3.90	8.56	13.70	75.65	20.66	11.90
对照(CK)	1.47	3.84	7.26	11.06	65.14	14.98	10.33
增值 Increment	0.20	0.06	1.30	2.64	10.51	5.68	1.57

2.5 秸秆生物反应堆技术对寒地大棚土壤养分含量的影响

从表 2 看出,香瓜大棚使用秸秆生物反应堆技术前后的土壤养分变化很大,使用后土壤中的碱解氮平均增加 60.5 mg·kg<sup>-1</sup>,增幅 60%,有效磷增加 1.9 mg·kg<sup>-1</sup>,增幅 5.7%,速效钾增加

25 mg·kg<sup>-1</sup>,增幅 20%、pH 降低 0.18,降幅 2.9%,有机质增加 0.08 g·kg<sup>-1</sup>,增幅 2.3%。通过化验结果对比可知,使用秸秆生物反应堆技术处理能减少化肥使用量,增加土壤有机质含量,提高土壤养分含量,为下茬作物提供良好的土壤养分环境。

表 2 秸秆生物反应堆技术对土壤养分含量的影响

Table 2 Effects of built-in straw stalk biology reactor technology on soil nutrition content

项目 Items	碱解氮/ $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ Available nitrogen	有效磷/ $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ Available phosphorus	速效钾/ $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ Available potassium	pH	有机质/ $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ Organic matter
使用前 Before using	100.8	33.5	123	6.28	3.42
使用后 After using	161.3	35.4	148	6.1	3.5
增值 Increment	60.5	1.9	25	-0.18	0.08
增幅/% Amplification	60	5.7	20	-2.9	2.3

## 2.6 产量及经济效益分析

由表 3 可知,应用作物秸秆生物反应堆技术处理的大棚香瓜产量为  $38\,393\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ,常规对照区的产量为  $29\,887\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ,较对照区增产  $8\,506\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ,增幅为 28.46%,增产效果显著;对照生产的大棚香瓜销售价格为  $15.53\text{ 元}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,总收入  $46.42\text{ 万元}\cdot\text{hm}^{-2}$ ,成本  $5.25\text{ 万元}\cdot\text{hm}^{-2}$ ,

纯利润  $41.17\text{ 万元}\cdot\text{hm}^{-2}$ ,应用作物秸秆生物反应堆技术处理能够促进大棚香瓜成熟,提早上市。此外,不使用化肥农药,价格比常规对照多  $5.67\text{ 元}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,总收入为  $81.39\text{ 万元}\cdot\text{hm}^{-2}$ ,扣除成本  $9.75\text{ 万元}\cdot\text{hm}^{-2}$ ,纯收入为  $71.64\text{ 万元}\cdot\text{hm}^{-2}$ ,比常规对照多收入  $30.47\text{ 万元}\cdot\text{hm}^{-2}$ ,经济效益十分显著。

表 3 产量及经济效益分析

Table 3 Analysis of yield and economic benefit

项目 Items	产量/ $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ Yield	销售价格/ $\text{元}\cdot\text{kg}^{-1}$ Sale price	总收入/ $\text{万元}\cdot\text{hm}^{-2}$ Total income	成本/ $\text{万元}\cdot\text{hm}^{-2}$ Cost	纯收入/ $\text{万元}\cdot\text{hm}^{-2}$ Profit
处理 Treatment	38393	21.20	81.39	9.75	71.64
对照(CK)	29887	15.53	46.42	5.25	41.17
增值 Increment	8506	5.67	34.97	4.50	30.47
增幅/% Amplification	28.46	26.75	75.33	85.71	74.01

## 3 结论与讨论

在寒地香瓜大棚使用秸秆生物反应堆技术,气温增加  $2.39^{\circ}\text{C}$ ,地温增加  $3.13^{\circ}\text{C}$ , $\text{CO}_2$  浓度比常规对照多  $750\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,是常规对照的 2.81 倍,产量增加 28.46%,效益增加 74.01%,香瓜品质和土壤养分含量得到大幅度提升,是一项适合北方寒地大棚香瓜种植的实用技术。

寒地秸秆生物反应堆技术能有效利用秸秆,防止因燃烧秸秆所造成的环境污染问题,更重要的是解决了寒地大棚种植的气温和地温偏低、 $\text{CO}_2$  含量不高以及长期连作造成的土壤板结、病虫害严重等问题;秸秆生物反应堆技术使用的高活性菌种,在发酵过程中产生大量有益菌株,对多种致病菌有抑制及杀灭作用,降低化学杀菌剂的使用量<sup>[6]</sup>;秸秆经微生物分解后变成容易被作物吸收的营养元素,能够达到减少或者不施用化肥的效果,使大棚香瓜的商品性大大增强<sup>[7]</sup>。使用秸秆生物反应堆技术使大棚香瓜采摘期延长,产量提高,果实提早上市,价格高于常规种植的香

瓜,经济效益十分显著。

## 参考文献:

- [1] 汪海波,秦元萍,余康.我国农作物秸秆资源的分布、利用与开发策略[J].国土与自然资源研究,2008(2):92-93.
- [2] 韩鲁佳,闰巧娟,刘向阳,等.中国农作物秸秆资源及其利用现状[J].农业工程学报,2002,18(3):87-91.
- [3] 毕于运,王道龙,高春雨.中国秸秆资源评价与利用[M].北京:中国农业科学技术出版社,2008:11-13.
- [4] 党旭辉.秸秆生物反应堆技术在日光温室甜瓜栽培中的应用[J].吉林蔬菜,2010(6):24-25.
- [5] 刘杰才,崔世茂,杨文秀,等.秸秆生物反应堆技术对大棚黄瓜光合性能的影响[J].内蒙古农业大学学报:自然科学版,2010(3):85-87.
- [6] 韩桐华,苏燕,马广俊,等.秸秆生物反应堆技术在早春大棚甜瓜的应用试验[J].天津农业科学,2010(3):115-117.
- [7] 马建华,张丽荣,康萍芝,等.秸秆生物反应堆技术的应用对设施黄瓜土壤微生物的影响[J].西北农业学报,2010(12):161-165.
- [8] 宋尚成,朱凤霞,刘润进,等.秸秆生物反应堆对西瓜连作土壤微生物数量和土壤酶活性的影响[J].微生物学通报,2010(5):696-700.