

CO₂ 气肥固体发生剂 在温棚室蔬菜栽培中的应用

赵国强 朱自奎 邓天宏 方文松

(河南省气象科学研究所, 郑州 450002)

赵月萍 孙 晖 宁松林

(河南农业大学) (河南省开封市气象局)

提 要

温棚室内 CO₂ 不足是影响温棚蔬菜生产的重要因素之一。温棚人工增施 CO₂ 的方法很多,但都有一定的局限性。作者根据现在温棚室的实际情况研制出了一种新型高效的 CO₂ 发生剂——固体气肥发生剂,对比试验表明,该发生剂能使蔬菜增产 25% 以上,投入产出比在 1:6 以上,并且具有无污染无公害的特点。

关键词: 温棚室 CO₂ 气肥 发生剂 蔬菜

引 言

温棚室是相对密闭的作物栽培场所,由于经常与大气隔离,蔬菜光合作用的主要原料——CO₂ 无法从大气中不断补充,往往出现不足,满足不了蔬菜生长需要,从而导致碳饥饿,直接影响着蔬菜产量的高低、品质的好坏和经济效益的大小。因此,寻找人工补充 CO₂ 的有效途径和措施已成为当前温棚蔬菜生产中迫切需要解决的重大课题。河南省气象科研所的科研人员经过反复试验,研制出了一种新型 CO₂ 气肥固体发生剂,应用效果良好,深受广大农民群众欢迎。

1 温棚室内 CO₂ 浓度日变化

温棚室等保护地设施是利用温室效应改善作物生长所需温度条件而密闭的作物栽培场所,其光、温、水、气等条件与露地有明显的差异,特别是 CO₂ 浓度与室外的差异更大。温棚室内 CO₂ 浓度日变化规律如图 1。夜间温棚室密闭蔬菜通过呼吸作用,排出 CO₂,土

壤中有机物分解释放的 CO₂ 都集中于棚内,清晨 7 时日出前棚内 CO₂ 浓度最大,可以超过 800 μmol/mol,甚至可达 1000 μmol/mol,比露地高 1—2 倍。日出后当光照达到 1000—1500 lx 后,光合作用开始加强,CO₂ 消耗增大,室内 CO₂ 浓度降低,到 8 时 10 分左右低于室外浓度,到 9 时左右可降到 75 μmol/mol,仅是露地的 20%。通风后,棚室内 CO₂ 气体得到补充,光合作用又增强。13 时到 17 时关窗,保持一段相对稳定阶段。而后光合作用强度降低,CO₂ 利用量少,而植株呼吸和土壤继续释放 CO₂,CO₂ 浓度又开始升高。据测定,19 时前后 CO₂ 浓度与室外基本相同,浓度为 350 μmol/mol,21 时达到 800 μmol/mol,22 时至次日清晨 5 时日出前一直保持在 800—1000 μmol/mol。从棚室内 CO₂ 浓度的变化规律可以看出,一天中 8 时 10 分—19 时棚内 CO₂ 浓度明显低于棚外,其中以 9 时前后 CO₂ 浓度为最低,而此期间正是植株进

行光合作用的有利时机。因此,适时适量人工补充 CO₂ 已成为温棚室蔬菜高产的关键环节。

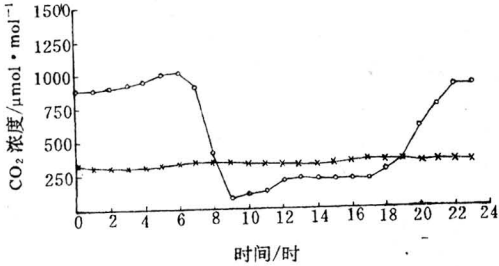


图1 CO₂ 浓度日变化曲线
 点线:温棚室(黄瓜);星线:露地

2 人工补充 CO₂ 的方法

人工补充 CO₂ 的方法很多,现将几种常见方法(产气方式)及其优缺点介绍如下:

2.1 生物分解法

此法是利用微生物分解有机物产生 CO₂。此法又分为:

2.1.1 利用酿造工业的尾气,如将酒精厂生产酒精时产生的 CO₂ 收集入钢瓶中,直接在温棚室内施用。优点是气体纯正、气量足;缺点是一次性投资大,运输不便。

2.1.2 增施有机肥和畜禽粪便堆沤,利用微生物发酵分解产生 CO₂。此法优点在于原料就地取材,成本低;缺点是产气缓慢,气量无法控制,易产生有害气体,如 NH₃、NO₂、H₂S 等。

2.1.3 在温棚室栽培食用菌,利用食用菌生产过程来吸收 O₂,放出 CO₂。优点是充分利用温室空间,提高经济效益;缺点是要求较高的食用菌栽培技术,另外气体不纯,气量无法控制。

2.2 化学法

主要是利用液体酸和碳酸盐反应生成 CO₂。优点是原料容易解决,操作技术简单;缺点是弱酸安全性高,但反应缓慢,气量较小;强酸产气量高,但操作方法不当,易造成人畜植株烧伤,安全性差。

2.3 燃烧法

燃烧天然气、液化气、沼气等燃料,产生 CO₂ 气体。其优点是启动性能好,供气量大,操作方便。但消耗能源多,基础设施投资大,气量不易控制,同时易产生 CO、SO₂、NO₂ 等危害蔬菜的气体。

另一种是燃烧蜂窝煤,使用成本低,并有升温作用,但易产生有害气体如 CO、NO₂、SO₂ 等,对蔬菜有毒害作用。虽有经过改进后的气肥增施器,基本可以消除有害气体,但一次性投资大,而且要有电源保证。

2.4 电解法

利用电解原理,将可溶性金属碳酸盐作电解质进行电解,放出 CO₂,主要是发达国家专门配备安装在保护地。优点是气体纯、气量大、无污染,便于操作控制;缺点是设备投资多,造价高。

2.5 土壤化学法

即所谓的颗粒 CO₂ 气肥,它是利用 CaCO₃ 粉与其它添加剂和粘合剂一起经高温而形成固体颗粒,将这种颗粒埋入土壤,经土壤微生物的作用,缓慢放出 CO₂。其优点是操作简单省工省力;缺点是气体释放缓慢,气量不易控制,贮存条件要求高。

综上所述,以上 5 种方法都有一定的缺点和弊病,为克服以上方法的缺点,发挥其长处,我们组织有关农业气象、园艺栽培、土壤化学等专业的科研人员进行反复试验,从 100 多种配方中优选出 4 种,最后根据原料来源、环境污染和成本核算精选出一种高效固体气肥。这种气肥一投放市场就受到有关部门领导、技术人员和农民的欢迎。现在已经在河南、河北、山东等省的 30 多个县进行示范应用,效果良好。

3 高效固体气肥

3.1 高效固体气肥的作用和效果

我们把固体气肥在西葫芦、辣椒、西瓜、黄瓜、日本大葱等温棚室蔬菜上进行了施用试验,试验结果表明,施用固体气肥对温棚室

蔬菜具有如下作用:

3.1.1 提高光能利用效率,使植株健壮

我们知道,温棚内的光照条件只有室外80%左右,加上棚室内CO₂不足,势必影响光能利用,所以施用固体气肥可以促进同化物的增加,从而改善群体结构,提高光能利用,形成良性循环。据在河南省开封市对西葫芦的试验,施用固体气肥1个月后,叶面积指数为2.08,较对照大1.33,增幅为177%;平均株高增高5.4cm,增幅为83%。平均茎粗增加0.3cm,增幅为30%。

1996年12月在郑州市金水区农业高新技术示范区的第16号日光温室进行试验,将该温室从中间用塑料薄膜隔开,一端施用CO₂固体气肥,另一端作为对照。温室内种植的蔬菜品种为早青西葫芦,1996年9月中旬育苗,12月30日开始施用固体气肥,4天后长势即出现差别,26日在施用地和对照地各对一些生物量进行测定,结果见表1,其中单株叶片数增加1个,叶片变大,主叶脉长度增加0.6cm,叶柄增长2cm,叶柄直径增加0.5mm。叶片变亮变绿,光合能力增强,座果数增加2倍,这为秋延后西葫芦提高产量奠定了基础。

表1 施用气肥6天后西葫芦生物要素对比(郑州)

项目	施用地段	对照地段	增幅/%
单株叶片数	10	9	11.1
主叶脉长/cm	18.5	17.1	3.5
叶柄长/cm	26.1	24.1	8.3
叶柄直径/mm	13.1	12.6	4.0
单株叶面积/m ²	0.269	0.226	19.0
44株开花数/个	26	9	188.9

3.1.2 提高产量,增加效益

温棚室施用固体CO₂气肥后,由于CO₂浓度增加,蔬菜有了较充分的光合作用原料,使植株有较强的同化能力,从而提高蔬菜的光合速率,叶片肥厚,叶色浓绿,茎枝健壮。瓜类、茄果类很少出现“化瓜”或畸形果现象,使蔬菜产量明显提高。

根据在开封市郊区对西葫芦、辣椒等温棚室蔬菜的大面积对比试验(表2),可以看出,对温棚室茄果类、瓜果类蔬菜施用CO₂固体气肥增产幅度可达50%以上,投入产出比大约为1:6,经t检验,增产效果极为显著;而对韭菜等多茬茎叶类蔬菜,施用时间短,其增幅也在25%,但投入产出比却达1:25,经t检验,增产增收效果达显著水平。

表2 温棚室应用固体气肥经济效益分析(开封)

	韭菜		西葫芦		辣椒	
	试验地	对比地	试验地	对比地	试验地	对比地
施用天数/天	9		90		70	
产量(kg/ha)	18.8×10 ³ *	15×10 ³	13.1×10 ³ **	6.5×10 ³	14.9×10 ³ **	9.9×10 ³
增产幅度/%	25		104		50.2	
经济收入(元/ha)	46.9×10 ³	35.3×10 ³	57.8×10 ³	27.1×10 ³	104.2×10 ³	59.4×10 ³
气肥投入(元/ha)	472.5	0	4725	0	7350	0
投入产出比	1:25		1:6.5		1:6.1	
样本数n	3		9		8	
t值	4.662		4.781		4.242	

注:采用t检验,*处α=0.05,表示差异达显著水平; **处α=表示差异达极显著水平

3.1.3 改善外观品质,提高上市价格

施用固体CO₂气肥,光合产物积累多,使蔬菜的内在品质和营养成分增加,外观品质也明显改善。瓜类和茄果类蔬菜发育良好,外观品质改善,个大、瓜粗果匀,色泽鲜艳,鲜

嫩可口;茎叶类蔬菜,茎秆粗嫩,叶色浓绿,耐贮性强,商品价值高,深受消费者欢迎。

3.1.4 缩短营养生育期间隔

增施固体肥后,由于提高了光合速率,促进同化量的增加,加速植株体的生长发育,使

瓜果类蔬菜的生育无效期间隔缩短。据开封、安阳等地试验表明,西葫芦、蕃茄、黄瓜施用固体气肥之后,开花期、成果期比对照提前7天以上,使蔬菜早上市7—10天,从而提高蔬菜价格。同时可提高温棚室的利用率。

3.1.5 增强抗病抗逆能力

施用固体 CO_2 气肥的蔬菜,由于发育良好,生命力旺盛,植株健壮,提高了抗病抗逆能力,同时也减少治病费用。据1995年度在开封西葫芦地试验,试验期间西葫芦柳叶病得病率,施用地10%—20%,对照地80%。而同期在秋延辣椒温棚试验,施用地辣椒病毒病比对照少60%,且喷药后植株大部分恢复,对照地只有少数恢复。春茬辣椒试验,施用地和对照地各133.3 m^2 ,品种为8×3,1996年2月4日定植,辣椒定植后,由于氨气危害,试验地植株受害比对照地严重,死100多株,2月20日开始增施固体 CO_2 气肥,10天后施用地全部返绿,且长势比原受害轻的对照地好,40天后长势超过对照地近1倍。

3.2 高效固体气肥的特点

3.2.1 操作简单,使用方便

本产品用塑料袋包装,每大袋(400g)由1袋膏状主料(200g)和2袋粉状辅料(各100g)组成,在施用时无需在大棚放置几个盛有水的塑料容器,将主、辅料倒入即可迅速产气。

3.2.2 反应速度快,排气量大

利用国内外生产的多种 CO_2 分析仪器进行测定,结果表明(图2),标准温棚室(7×50m,平均高度为1.5m)使用1kg该气肥,10—15分钟可使 CO_2 浓度达到850—930 $\mu\text{mol}/\text{mol}$,是正常大气 CO_2 浓度的2.2—2.5倍,即达到或接近蔬菜所需 CO_2 适宜浓度。

3.2.3 气量易控制

可根据温棚的大小、蔬菜生育期、天气条件的不同,选择施用量。

3.2.4 气体纯正,没有污染

产生的气体为 CO_2 ,无任何其它有害气体。反应后的残留物无污染、无公害。

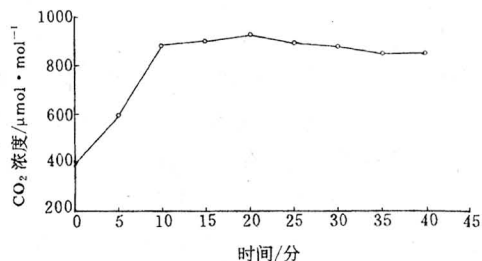


图2 施放固体气肥后温棚室 CO_2 浓度变化曲线(无作物)

3.2.5 贮运方便

本产品运输方便,在阴凉蔽光处保存即可。

但应注意,本产品主料有一定的腐蚀性,应小心操作,粘在手上迅速用水冲洗即可。

4 施用 CO_2 气肥固体发生剂应注意的事项

4.1 施用时间

从图1中知,温棚室 CO_2 浓度从日出7时开始急剧下降,到8:20左右接近露地浓度,因此应在8时以前施用为好。如果过早施用,此时光温条件差,光合作用强度小,夜间 CO_2 浓度聚集,加上人工补充, CO_2 可能出现外逸,导致成本提高;如果过晚,光合作用受阻,出现碳饥饿,影响生长。所以以日出后1小时左右施用为好,当然冬季温度条件差,可以推迟20分钟,秋春季温度条件好,可以提前20分钟。

4.2 施用 CO_2 气肥固体发生剂后放风时间

由于 CO_2 气肥固体发生剂反应迅速,施用后5分钟,棚内 CO_2 浓度急剧上升,达到极大值;经过80分钟,由于作物的光合作用吸收, CO_2 浓度已接近大气,(图3),此时放风不会出现 CO_2 外逸,所以在施用固体气肥1个半小时左右即可放风。

4.3 应持续施用

较长时间在较高的 CO_2 浓度下生长的

植物,当回到一般 CO₂ 浓度环境后,其光合能力显著下降,这种现象叫“光合下调”。为了避免这种现象的出现,最好经常施用气肥,直到收获完毕,不可间断,这对提高温室的生产力很有益处。

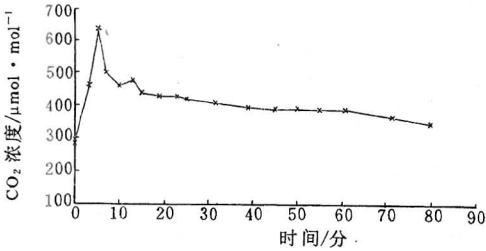


图3 施放固体气肥后温室 CO₂ 浓度变化曲线 (西葫芦)

4.5 施用 CO₂ 气肥固体发生剂一定要与其它措施结合起来

我们知道任何作物的生长都离不开环境条件。当环境条件适宜时,作物生长迅速,茎叶繁茂,果实累累;当环境条件恶化时,作物生长受到抑制,停止生长,甚至死亡。这里所说的环境条件主要是指光、温、水、气、营养元素等。以上这些因素必须相互协调,缺一不可。所以只有在其它因素能够满足作物的生长需要时,固体气肥才能发挥良好的作用,增产作用才会更加明显。

参考文献

- 1 卢育华,申玉梅,陈莉平等. 黄瓜单个叶片光合特性研究. 园艺学报,1994,21(1):57.
- 2 肖煜先,邵智,韩芳. 大棚蔬菜生理障碍及防治措施. 北方园艺,1995,4:7.

A Preliminary Application of the Solid Gas-fertilizer to Vegetables Farming in the Greenhouse or Shed

Zhao Guoqiang ZhuZixi DengTianhong FangWensong

(Henan Institute of Meteorology, Zhengzhou 450003)

Zhao Yueping

(Henan Agriculture University, Zhengzhou 450002)

Sun Hui Ning Songlin

(Kaifeng Meteorological Office, Henan Province, 475003)

Abstract

The shortage of CO₂ is one of the important factors affecting vegetables production in the greenhouse or shed. There are many methods of artificial adding CO₂ into the greenhouse or shed, but there are a lot of defects. On the basis of the actual situation of the greenhuse or shed, a new type of chemical preparation of the high efficient solid gas-fertilizer has been manufactured. The experimental results show that solid gas-fertilizer enables vegeables to increase production by 25%, input/output value ratio is about 1 : 6, it has peculiarity of social benefits of non-pollution, and it had a favourable reception of peasants.

Key Words: the greenhouse or plastic shed the solid gas-fertilizer vegetable CO₂