

我国温室大棚增施 CO₂ 气肥有关问题分析曹红红¹, 张翠梅¹, 张颖¹, 段建茂², 赵建武², 要文华²

(1. 华北工学院分校, 山西 太原 030008 2. 山西法宝高新技术有限公司, 太原 030006)

摘要: 根据菜农 CO₂ 气肥认识和应用情况的调查结果, 对增施 CO₂ 气肥的机理和作用、CO₂ 气源、施放时间和方式、增施量及控制、CO₂ 浓度检测以及其它相关的技术的现状和发展趋势进行分析, 提出了我国推广普及 CO₂ 气肥的具体方向和急需解决的技术问题。

关键词: CO₂; 气肥; 棚室; 增施; 蔬菜

中图分类号: S145. 3(2) **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2001)03-0001-03

塑料大棚和日光温室内增施 CO₂ 气肥作为棚、室蔬菜优质高产的措施之一, 已在国外广泛应用。欧美等国 CO₂ 气肥的使用率高达 50%~90%。我国 80 年代末开始推广该技术, 并因地制宜相继出现了多种 CO₂ 气肥^[1,2], 但由于多方面的原因, 使用率却很低(如表 1)。实际上增施 CO₂ 气肥技术涉及的问题较多, 包括增施 CO₂ 气肥的机理和作用、CO₂ 气源、施放时间和方式、增施量及控制、CO₂ 浓度检测以及其它与之相关的技术问题。

山东省寿光市 24 个乡镇 755 户菜农的

表 1 抽样调查结果

问 题	可 选 答 案	统计结果(%)
(1) 您的大棚使用过“二氧化碳气肥”吗?	用过	18.4
	听说过, 但没用过	73.5
	没听说过	8.1
(2) 您觉得“二氧化碳气肥”的增产效果	大	8.5
	有一点效果	26.5
	没有效果	9.9
	不知道	49.1
(3) 您没使用“二氧化碳气肥”或者后来停用的原因	成本太高	6.5
	菜价不好, 不愿过多投入	13.0
	使用起来太麻烦	11.9
	效果不好或不明显	12.4
	想用但不知道怎么用	27.6
	大棚内不用增施二氧化碳	2.6

1 增施 CO₂ 气肥的作用

有关冬季日光温室和大棚内 CO₂ 浓度的变化特点及增施 CO₂ 气肥的作用已进行了大量研究和试验, 对大棚蔬菜促熟增产、改善品质和提高抗病力的作用为农学界所公认, 并在实际中取得较好的效果^[3-5]。部分菜农使用效果不好或不明显的原因不在增施 CO₂ 气肥技术本身, 主要是由于 CO₂ 气肥增施效果的滞后性、增施量

不足和使用方法不当、使用气肥后水肥管理不善等多方面原因造成的。而且增施 CO₂ 气体后的效果表现在多方面, 包括蔬菜品质外观的改善、成熟采收提前和抗病力的提高, 绝不能单纯以增加产量来衡量。所以除了加大对 CO₂ 气肥的科普宣传外, 还应对其使用方法和注意事项作进一步的规范。

2 CO₂ 气源

目前 CO₂ 气肥种类较多(如图 1 和表 2), 且各有其特点。按照 CO₂ 的生成机理分为纯 CO₂ 增施法、化学反应法、土壤化学法和微生物分解法等四大类; 按 CO₂ 的产生的比例可分为外延式和内涵式两类, 其中化学反应法中的燃烧法是利用产品中的 C 与空气中的 O 生成 CO₂, 单位质量产品的 CO₂ 生成量大于 100%, 属外延式气肥。

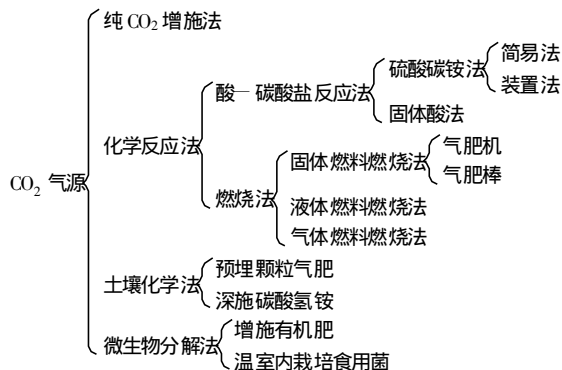


图 1 目前国内各种 CO₂ 气肥的分类情况

作为温室大棚内使用的 CO₂ 气源, 须使用成本低廉、储存运输安全、使用操作简便且不需复杂的设备、增施易于控制、产气量高、不含对作物和人体有害的杂质, 纯 CO₂ 增施法和燃烧法具有独特的发展优势, 具体确定

收稿日期: 2001-02-14

时菜农可根据当地实际情况进行选择。

表 2 目前国内各种气肥的性能指标比较

气肥种类	产气量(%)	使用方法	施放控制	储存运输	安全性	设备投资	使用成本	伴随效应
纯 CO ₂ 增施法	100	复杂	较难	难	不安全	大	较低	降温
硫酸碳铵法	34	复杂	较难	难	不安全	大	低	硫酸还田
固体酸法	20	较简单	较易	一般	安全	无	高	固废渣
CO ₂ 气肥机	300	复杂	难	简单	较安全	大	较高	/
CO ₂ 气肥棒	200	简单	容易	方便	安全	无	较低	增温
白煤油燃烧	250	复杂	较难	较难	不安全	较大	高	增温
沼气燃烧	270	复杂	难	难	不安全	大	较低	增温光照
预埋颗粒气肥	15	简单	难	容易	安全	无	高	土壤改良

3 CO₂ 浓度的检测

由于 CO₂ 是无色无味的气体, 不象温度和湿度一样凭人的器官就能够感觉到, 所以大棚内 CO₂ 浓度难以检测是影响气肥使用效果和普及推广的重要原因。空气中微量 CO₂ 浓度的测定方法虽很多^[2], 但由于价格、稳定性和操作等因素的制约, 适于大棚内应用的却有限。不分光红外线分析仪是稳定准确、操作简便的方法, 尤其适于 CO₂ 浓度的连续检测, 国内的 GXH 系列产品均可使用^[9], 但其价格菜农一般难以接受。利用溶液与空气中的 CO₂ 达到吸收平衡后酸度的变化可以间接得到 CO₂ 的浓度, MET-96 型 CO₂ 简易分析仪属于这类产品, 它通过比较溶液的颜色与标准色板得到 CO₂ 的大约浓度, 准确度较差^[7]。用于大气质量监测的检气管也可粗略测定 CO₂ 的浓度, 使用方法也很简单^[8]。

此外, 在对吸收系统作改进后, 电导仪和 CO₂ 气体传感器也可以开发成用于大棚内 CO₂ 浓度测定的简易仪器。用 NaOH 溶液为吸收液的电导仪可以测定合成氨原料气中的微量 CO₂, 测定范围一般为 0~600mg/m³(毫克/立方米)。CO₂ 气体传感器有多种, 其中电位型可以测定气体分压为 P_{CO2}=(2.7-8)×10³Pa 范围内的 CO₂ 浓度, 而且测定水中的 CO₂ 浓度时可以测至 0.8mg/m³(毫克/立方米)。电流型和热导型(GS-160)CO₂ 气体传感器也有良好的信号—浓度线性关系^[8]。这两类方法都可以使仪器小型化, 操作简单, 并可能使价格大幅度降低。

4 施放时间和方式

根据大棚内 CO₂ 浓度在不同时间的变化特点, 结合植物在一天光合效率的变化特征, 通常是日出后 0.5~1h(小时)开始施放, 放风前半小时结束, 增施时间一天约 2~3h(小时)^[2,7,9]。相反, 有少数菜农在晚上封棚后开始增施, 而且使用效果很好, 这似乎可以解释为夜间 CO₂ 浓度增加抑制了植物的光呼吸作用, 同时积累的 CO₂ 在次日仍用于促进光合作用。通常采用一次增施的方式, 在一天中多次增施和一次增施的对比试验表明^[3,19], 两者基本一致, 考虑经济和人力的投入, 一次增施综合效益更好。

5 增施量及控制

在讨论 CO₂ 的增施量时, 必须首先考虑到大棚内 CO₂ 初始浓度的大小。大棚内初始的 CO₂ 来源于封棚前滞留在棚内空气中的 CO₂、夜间植物光呼吸作用释放的 CO₂ 和土壤的微生物作用释放的 CO₂。由于棚内基肥量和种类不同、植物的生长阶段不同, CO₂ 初始浓度差异较大(如表 3)。

温室及塑料大棚内 CO₂ 的初始浓度

表 3	(mg/m ³)(毫克/立方米)	
	基肥类别	测定地点及菜种
	化学肥料	1200~2000 山东寿光文家乡辣椒、山西榆次陈侃乡芹菜、山西新绛县草莓
	化肥和鸡粪	1500~3000 山西新绛樊村镇西红柿、太谷范村镇黄瓜、山东寿光古城乡茄子
	化肥和圈粪	3000~5000 山西新绛樊村镇黄瓜、山西太原北故碾黄瓜、山西运城茄子
	化肥、圈粪和植物秸秆	5000~8000 山西新绛樊村镇黄瓜、山东寿光孙集三元朱西红柿

其次, 植物种类品种、栽培方式和生育期不同, 所需的适宜 CO₂ 浓度差别也较大。许多资料都认为对茄果类蔬菜, 适宜的浓度上限为 1200~3000mg/m³(毫克/立方米), 光照较差的阴天减半; 根叶类蔬菜 3000~5000mg/m³(毫克/立方米)^[2,3,7]。对茄果类蔬菜 CO₂ 浓度超过 4400mg/m³(毫克/立方米)时, 叶片内积累的淀粉增加, 叶子细胞的叶绿粒严重变形, 光合作用减弱, 会造成裂果、卷叶、畸形果、植株衰老而减产^[2,13]。一般认为茄果类蔬菜是在开花坐果后开始增施 CO₂ 气肥, 根叶类蔬菜在定植缓苗后开始使用较好^[2,11,13]。

增施量的控制由于缺乏有效的 CO₂ 浓度检测设备, 而且不同大棚 CO₂ 初始浓度差别较大, 实际上目前的 CO₂ 增施量只能根据大棚空间的体积和气肥产生的 CO₂ 量非常粗略地确定一个 CO₂ 增加量, 无法与大棚内初始的 CO₂ 联系起来。这也是 CO₂ 气肥使用效果不理想的原因之一。

6 其它与增施 CO₂ 气肥相关的问题

6.1 CO₂ 气肥使用中断

有试验表明: 长时间在较高的 CO₂ 浓度下生长的植物, 当回到正常 CO₂ 浓度环境后, 植物光合能力显著下降, 称为“光合适应”或“光合下调”。所以 CO₂ 气肥使用不可突然间断, 在生长后期可逐渐减少使用量^[3,4]。

6.2 防止产生有害物质

不同种类的气肥, 可能会产生不同的有害物质。燃烧法主要产生 CO、SO₂、NO_x 等有害气体, 液体或气体燃料还产生燃料蒸汽。即使少量的 SO₂ 和 NO_x 也会对植物产生慢性或不可见中毒危害, 尤其是 SO₂ 和 NO_x 共存时危害更大, 所以直接燃烧生成 CO₂ 的方法通常对原料的纯度要求很高。CO 被植物叶片吸收后会漂白叶绿素, 产生的危害与 SO₂、NO_x 类似。为此, 燃烧法 CO₂ 气肥生产厂家应采取有效措施对其进行严格控制, 一般不应

高于二级“大气环境质量标准 GB3095—82”的数值(CO 、 SO_2 、 NO_x 分别为 10、0.50、0.15 mg/m^3) (毫克/立方米)。

硫酸碳铵法、固体酸法和预埋颗粒气肥都会产生大量的含硫废渣,会破坏土壤结构,影响作物正常生长,对废渣应作妥善处理。

6.3 使用气肥后的管理

CO_2 气肥只是蔬菜管理中的一种辅助增产措施,不能忽视其它方面的管理。由于增施 CO_2 气肥后,作物生长速度加快,因此必须采取相应的水、肥、光、温管理措施。适当增加水肥,既满足作物生长的需求,又不会造成徒长;减少基肥,采取根处追肥,防止植株早衰;张挂反光膜,增强光照;控制昼夜的合理棚温和地温等^[2,3,9]。只有在基肥、追肥、水、光照、温度都满足蔬菜正常生长的基础上,配合增施气肥,才能达到优质高产的目的。

7 结束语

根据国内温室大棚的特点和种植现状,要促进 CO_2 气肥推广应用,必须先解决 CO_2 浓度的检测设备,这种设备需价格低廉、使用方法简单、稳定性好,并具有适当的测定准确度。在此基础上,再逐步对 CO_2 增施的浓度、方式和时间加以规范,才能使控制 CO_2 气肥的增施成为现实。因地制宜选择合适的气源,气肥使用中可能产生的有害物质应在气肥产品研制和生产时得到解决。同时也应加强包括 CO_2 气肥在内的大棚种植技术的科普宣传和培训,提高菜农的种植技术水平。

参考文献

- [1] 周长吉. 设施栽培 CO_2 施肥技术[J]. 石河子农学院学报, 1996, 35(3): 17~21.
- [2] 李晓东, 于燕. 二氧化碳肥料在蔬菜保护地中应用研究[J]. 北方园艺, 1997, 115(4): 1~6.
- [3] 汪永钦, 刘荣花, 王良启. 日光温室蔬菜栽培中人工增施 CO_2 技术[J]. 应用气象学报, 1997, 8(4): 460~468.
- [4] 赵国强, 朱自玺, 刘天宏, 等. CO_2 气肥固体发生剂在温室蔬菜栽培中的应用[J]. 气象, 1997, (23)10: 53~57.
- [5] 范双喜, 谷建田, 韦强, 等. 增施 CO_2 对 4 种果菜生长发育的影响[J]. 中国农学通报, 1996, 12(6): 14~16.
- [6] 曲建翹. 不分光红外技术用于气肥监测[N]. 科技日报, 1997, 6. 5.
- [7] 汪永钦. 温棚蔬菜增产与农用 CO_2 开发和气肥施肥技术[J]. 甘肃气象, 14(4): 1~4.
- [8] 周仲柏, 周亚民. 电流型二氧化碳气体传感器件全固态电化学体系的研究[J]. 武汉大学学报, 1999, 45(2): 135~138.
- [9] 王兴银. 温室二氧化碳施肥[J]. 蔬菜, 1997, (2): 45.
- [10] 王良启, 鲁学彦. 温棚栽培中不同增施方式实验结果分析[J]. 河南气象, 1997, (1): 29~30.
- [11] 郭淑凤. 棚室二氧化碳施肥新技术探讨[J]. 北方园艺, 1997, 113(2): 42~43.
- [12] 曲成军, 张海鹰. 推广棚室施用 CO_2 技术促进蔬菜生产发展[J]. 黑龙江气象, 1998, (1): 19~21.
- [13] 李淑琴, 张立令, 陆杰. 日光温室蔬菜生理障碍与病虫害防治[M]. 北京: 中国农业出版社, 1996. 28.

欢迎订阅 2001 年 《中国农业市场》专刊

《中国农业市场》专刊由全国农业院校校办产业协会、全国农业高新技术成果产品交流交易中心、《中国技术市场报》社共同创办。《中国技术市场报》由国家科技部领导,其最大特点是:成果发布权威性强,技术与市场的信息量大、准确且覆盖面广;《中国农业市场》专刊的创办发行更具有专业性、市场性,是我国第一张面向农业的市场专刊。

专刊对开四版,每月一期,中旬出刊,随《中国技术市场报》全国发行,各地邮局均可订阅,《中国技术市场报》统一刊号:CN 12—0020,国内邮发代号 5—8 全年整套报纸订阅 73.2 元(每周三刊,周末为八版),如只需《中国农业市场》专刊,每份 1.50 元(含邮资)。全年定价 18.00 元。

《中国农业市场》专刊主要内容:重点宣传国家大政方针、农业相关政策、措施及全国农业市场的重大动态新闻;着重报道全国农业院校及科研院所的科技成果及大型活动;介绍推广农业新技术、新成果、新产品、新项目、新途径;探讨农业与畜牧业发展的新理论;提供全国农牧业相关会议消息;研究农业市场发展新模式;反映农业、畜牧业市场的热点、难点及焦点问题。

专刊辟有“政策窗口”、“卖方与买方”、“农业院所动态”、“农机博览”、“会议资讯”、“现代农业交流交易广场”、“企业名片(名人、名家、名品)”、“市场大家谈”等 40 多个栏目。欢迎广大读者及全国县市领导、农业科研院所、高校、乡镇企业的科技人员踊跃投稿,农牧业界同仁认刊订阅。来函来电赠阅样刊(付邮资 1 元)

地址:(100094)北京·圆明园西路 2 号中国农大中国农贸市场专刊编辑部。

电话/传真:010—62891388



第一作者简介:曹红红,1966 年 10 月生,工学硕士,副教授,发表论文二十余篇,负责完成山西省科学技术发展计划项目“高效二氧化碳气肥棒的研制(项目编号:972077,成果登记号:001168)”,产品现已投放市场。