

二氧化氯在食用菌栽培中的应用研究进展

覃宝山, 覃勇荣

(河池学院 化学与生命科学系, 广西 宜州 546300)

摘要:综述了二氧化氯的特性及其杀菌机理、二氧化氯在食用菌栽培中应用的研究现状, 指出了存在的主要问题, 并对二氧化氯在食用菌栽培中的应用前景进行了展望。

关键词:二氧化氯; 食用菌栽培; 研究进展

中图分类号:S 646 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2012)16-0201-04

在食用菌栽培过程中需要防止其它微生物污染, 消毒和灭菌是预防和控制其它微生物污染的重要环节, 包括生产场地内外环境的清洁、消毒、培养基的灭菌, 接种空间的消毒等^[1-3]。常用的消毒方法是利用化学药物抑制或杀死微生物, 操作过程中容易危害人体健康和污染环境。传统的培养基灭菌方法有常压蒸汽灭菌法和高压蒸汽灭菌法, 这 2 种灭菌方法需要投入大量的人力物力, 对设备的要求较高, 灭菌过程耗时、耗力、耗能, 栽培成本比较高。传统的消毒和灭菌方法与当今推行节能减排、绿色种植不相符。因此, 寻找一种新的方法和手段替代传统的消毒和灭菌工艺具有重要意义。二氧化氯作为一种新型消毒剂, 具有很强的杀菌能力, 在杀死微生物的过程不产生有害物质, 被世界卫生组织 (WHO) 确认为 A1 级广谱、安全、高效消毒剂, 广泛应用于水处理、食品工业、农业与水产、医疗卫生等领域^[4-8]。近年来, 二氧化氯在食用菌栽培领域的应用日益广泛并不断深入。

1 二氧化氯(ClO_2)的特性及其杀菌机理

ClO_2 在常温下以气体形式存在, 化学性质非常活泼, 受热或遇光易分解成氧气和氯气, 引起爆炸, 能与很多物质发生剧烈反应; 在水中溶解度很大, 但其水溶液不稳定性, 对光敏感^[8-9]。 ClO_2 腐蚀性很强, 能与 Zn、Ca、Al、Mg、Ni 等反应生成相应的亚氯酸盐^[10-11]。 ClO_2 分子结构的特点是氯原子以 2 个配位键与 2 个氧原子结合, 其外层存在 1 个未成对电子, 具有很强的氧化作用, 能

够迅速氧化、破坏病毒蛋白质衣壳中的酪氨酸, 抑制病毒的特异性吸附, 阻止其对宿主细胞的感染^[12-13]。 ClO_2 对细菌及其它微生物的细胞壁有较好的吸附和透过性能, 可与蛋白质中的部分氨基酸发生氧化还原反应, 使氨基酸分解破坏, 进而控制微生物蛋白质的合成, 最终导致微生物死亡^[5,8]。 ClO_2 还有效地氧化细胞内含巯基的酶, 除能杀死一般细菌外, 对芽孢、病毒、藻类、真菌等均有较好的杀灭作用^[14]。 ClO_2 杀菌谱较广, 杀菌性能较高, 具有无毒副作用, 无致畸、致癌性, 对环境不产生有害影响等优点^[15], 被广泛用作消毒剂、防腐剂和漂白剂等。但是 ClO_2 的不稳定性使其生产、包装、运输和使用受到极大的限制, 因此稳定性的 ClO_2 制剂便应运而生。目前市场上 ClO_2 制剂主要有液体 ClO_2 和固体 ClO_2 等^[13,16], 其中液体 ClO_2 即稳定性 ClO_2 溶液, 属于二元包装, 使用时需要混合使其活化; 固体 ClO_2 分为粉剂和片剂 2 种类型, 有一元包装、二元包装和三元包装, 需要加入到适量水中活化一定时间后才能使用^[13,17]。

2 二氧化氯(ClO_2)在食用菌栽培中的应用

2.1 竞争性杂菌的防治

在食用菌代料栽培过程中, 经常发生竞争性杂菌危害, 其中木霉菌、毛霉菌、根霉菌和链孢霉菌等杂菌的危害较为普遍和严重^[1,18]。这些杂菌适应性强, 传播蔓延速度快, 它们在食用菌菌丝充分蔓延生长之前感染食用菌生长基质, 同食用菌争夺生存空间和营养。有的通过分泌毒素抑制食用菌的生长, 造成被污染的菌袋绝收, 使生物学效益下降。在食用菌生产过程中, 必须采取措施, 防治杂菌危害。传统的化学药剂防治杂菌, 容易造成农药残留, 使食用菌产品质量和安全性下降, 操作过程也容易损害人体健康^[19], 因此, 探讨环保型化学药剂防治杂菌, 成为一种趋势。 ClO_2 消毒剂在杀灭微生物的过程不发生残毒残留^[14], 可作为环保的新型消毒剂在食用菌栽培上应用。党建章等^[20]在未经高压灭菌的平板培养基中加入 ClO_2 制剂, 用涂布法接种曲霉、根霉、青

第一作者简介:覃宝山(1967-), 男, 本科, 讲师, 现主要从事食用菌栽培的教学与研究工作。

责任作者:覃勇荣(1963-), 男, 硕士, 教授, 现主要从事喀斯特地区生态恢复与资源开发利用研究工作。

基金项目:广西高校重点实验室资助项目(桂教科研[2010]6 号); 广西自然科学基金资助项目(2011GXNSFA018119)。

收稿日期:2012-04-29

霉、大肠杆菌和枯草杆菌等菌种,置于恒温下培养,结果发现,ClO₂对上述微生物有明显的抑制作用,其中真菌比细菌耐受 ClO₂ 的能力强。黄金宝等^[21]以必洁仕牌 ClO₂ 消毒剂为药剂,设浓度为 25 万倍液、50 万倍液、100 万倍液、200 万倍液和 400 万倍液 5 个处理,以多菌灵 4 000 倍液为对照药,并以不加药为空白对照,进行木霉菌、毛霉菌和链孢霉菌等杂菌的防治试验,结果表明,必洁仕牌 ClO₂ 消毒剂对上述杂菌有非常理想的防治效果,其 50 万倍稀释液能够完全杀灭木霉菌,100 万倍稀释液能够完全杀灭毛霉菌和链孢霉菌。通过对必洁仕牌复方消毒剂不同使用浓度和不同熏蒸时间试验表明^[22],用 0.25 g/m³ 浓度熏蒸接种室效果最好,对细菌防治效果达到 100%,对木霉菌防效达到 95.00%,对毛霉菌防效达到 92.56%,对链孢霉菌防效达到 99.28%。用 0.25 g/m³ 浓度熏蒸接种室,在 1、2、4 和 8 h 的熏蒸时间间隔下,对供试的 4 种杂菌防治效果没有显著性差异。

2.2 栽培料的灭菌和消毒

培养料是食用菌栽培过程中有害生物的重要孳生地之一,如果培养料处理不当会导致食用菌栽培大面积污染,因此对培养料进行灭菌和消毒是食用菌栽培的一个重要环节。常用的方法是利用常压蒸汽灭菌法或高压蒸汽灭菌法对培养料进行灭菌,虽然灭菌效果好,但耗时耗力,ClO₂ 作为具有开发潜力的食用菌栽培料灭菌剂,同样能达到较好的灭菌效果,不仅能省时省力,而且对食用菌菌丝体萌发与生长有一定的促进作用。黄金宝等^[23]用必洁仕牌 ClO₂ 消毒剂 4 000 倍液拌料栽培平菇,对平菇菌丝体萌发与生长有很好的促进作用,同时对食用菌杂菌—毛霉菌、木霉菌与链孢霉菌等有很好的防治效果。刘宇等^[24-25]将必洁仕牌 ClO₂ 消毒剂 4 000 倍液拌入栽培料,经 6 h 的常压蒸汽灭菌后分别栽培金针菇和白灵菇,不仅对食用菌杂菌起到很好的防治效果,而且减少了常压蒸汽灭菌的时间。覃宝山等^[26]将稳定态 ClO₂—元粉剂溶解和稀释后,拌入栽培基质进行生料栽培秀珍菇,稀释比例(药水比)为 1(2 300~2 400)的处理对杂菌抑制的效果较好,秀珍菇的生长状况与熟料栽培的相当,但生物学效率略低;装袋后放置 168 h 再接种,秀珍菇菌丝长势较好,杂菌感染率较低。

2.3 液体培养基的灭菌和消毒

食用菌液体培养基比固体培养基更容易引起杂菌污染,因此,在食用菌液体培养过程中,培养基的灭菌是极为重要的环节,通常采用高压蒸汽灭菌法对液体培养基进行灭菌,使之达到无菌状态。以 ClO₂ 为灭菌剂,不仅可以减少高压蒸汽灭菌工序,降低成本,而且培养效果与常规的相比无明显差异。党建章等^[20]在未经高压灭菌的葡萄糖、蛋白胨培养基中加入 0.7% ClO₂,同时另设高压蒸汽灭菌的为对照组,接入赤芝液体菌种后置

入多功能三维旋混仪中培养,摇瓶温度 30℃、转速为 150 r/min。结果发现,试验组赤芝菌丝平均产量(以每升培养基中含菌丝干重表示, g/L)与对照组的相当,摇瓶过程中没有杂菌污染,只是培养周期比对照组多 1 d。

2.4 子实体病害的防治

黏菌、真菌、细菌和病毒等病原微生物一旦侵染食用菌子实体,就以食用菌子实体营养物质作为自身生长的营养源,营寄生生活,它们分解酶或毒素引起食用菌子实体病害,造成食用菌的品质下降,产量减少,甚至绝收。平菇黄斑病是平菇生产中常见的重要细菌性病害,发病时子实体表面出现黄斑或整个菇体黄化枯萎,严重影响平菇的商品性状与产量,该病害容易流行,因此防治黄斑病是平菇生产中不可忽视的环节。通过试验证明^[27],在平菇黄斑病发病初期使用必洁仕牌二氧化氯消毒剂 4 000 倍液喷雾防治,其防治效果达到 70% 以上,可有效控制平菇黄斑病的发生和蔓延,而且对平菇的生长无不良影响。蔡为明等^[28]使用主要成分为稳定性 ClO₂ 的消毒剂防治金针菇细菌性斑点病,可有效防止病斑的扩展,甚至使病斑淡化。李彩萍^[29]将含有稳定性 ClO₂ 的消毒剂配成溶液后,对双孢蘑菇斑点病、金针菇褐斑病和平菇锈斑病等带病的子实体进行喷施,有效控制病害的发展,尤其在发病初期处理效果更好。

2.5 食用菌的保鲜处理

食用菌子实体含有丰富的营养物质,含水量较多,质地脆嫩,采收后对微生物入侵的抗性大大减弱,如果采收后贮存的环境不当,很容易发生变质,从而失去商品价值。引起采收后子实体变质的微生物主要是细菌,其次是一些霉菌^[1,18]。由于 ClO₂ 能够迅速杀灭食用菌子实体表面及周围环境的细菌和各种霉菌^[5,30],因而可以将它用于食用菌的保鲜。在不同时期喷施 ClO₂ 对蘑菇保鲜效果不一样。在幼菇期及采收前喷施 50 mg/kg ClO₂ 的蘑菇,采收后用纸塑复合袋密封包装,在 5℃ 下贮藏 20 d,虽然蘑菇的质地、开伞率、失重率等方面与不喷施 ClO₂ 的对照组无明显差异,但仍保持洁白的色泽而未发生褐变^[31]。郭倩等^[32]利用稳定态 ClO₂ 进行双孢蘑菇保鲜试验,结果表明,50 mg/kg ClO₂ 结合 0.1% CaCl₂ 溶液对采收后的双孢蘑菇浸泡清洗 1 min,能有效提高双孢蘑菇的外观品质,在 14℃ 下能贮藏 4 d,2℃ 下能贮藏 6 d 以上。韩永生等^[33]用 0.4% NaCl、1% 柠檬酸、50 mg/L ClO₂ 和 0.03% 植酸配制成的复合保鲜剂对蘑菇进行保鲜处理,常温下可明显降低蘑菇的失重率,抑制其呼吸强度,延缓可溶性固形物的降低速率。翟万京^[34]的正交实验结果表明,用 0.6% NaCl、1% 柠檬酸、20 mg/L ClO₂ 和 0.04% 植酸最佳配比的复合保鲜剂处理,常温贮藏条件下可明显延缓蘑菇硬度和可溶性固形物的下降速率,抑制呼吸强度,保鲜效果良好。颜敏华等^[35]用 ClO₂、次

氯酸钠和过氧化氢处理双孢蘑菇后贮藏 20 d, 双孢蘑菇褐变指数分别为 0.269、0.4 和 0.469, 分别较对照(CK)低 73.1%、60% 和 53.1%, 其开伞率分别为 20%、35% 和 35%, 分别较对照(CK)低 80%、65% 和 65%, 表明 ClO_2 具有较好的保鲜效果。刘敏等^[36]以白灵菇为材料, 研究不同保鲜处理对白灵菇贮藏效果的影响。结果表明, 使用 ClO_2 处理的白灵菇贮藏 10 d, 白灵菇外观品质与臭氧处理的基本相同。

3 存在问题

虽然 ClO_2 在食用菌栽培中应用的研究取得了一些进展和成果, 但仍然存在一些不足: 一是尽管 ClO_2 产品种类繁多, 却没有统一的食用菌专用的剂型或型号, 上述研究所使用的 ClO_2 产品中 ClO_2 含量不一, 使用方法也各异, 研究结果虽然可以为生产实践提供理论依据, 但推广应用难度较大。当前食用菌生产中使用的消毒剂, 多数是从医疗卫生、食品加工、水处理等领域中应用的消毒剂引伸移植过来的^[7,16]。因此, 建立和完善食用菌专用的 ClO_2 产品的生产标准和管理要求是 ClO_2 应用于食用菌领域中亟待解决的问题。二是 ClO_2 在食用菌领域的应用研究主要集中在竞争性杂菌的防治、栽培料和液体培养基的灭菌与消毒、子实体病害的防治、食用菌的保鲜处理等方面, 而且大多数是可行性研究和 ClO_2 的药效及其杀菌机理研究, 对于 ClO_2 使用的效益性、食用菌的安全性等问题的探讨较少, 前者属于降低成本, 提高经济效益的范畴, 后者涉及发展有机食用菌产业, 应对国际贸易技术壁垒的问题, 其研究意义极为重要。三是虽然 ClO_2 应用于食用菌保鲜处理方面的研究较多, 但是大多数集中在双孢蘑菇和白灵菇等种类, 其它种类的研究较少。除双孢蘑菇外, 鲜菇市场中平菇、金针菇、草菇和香菇等食用菌的销售量也很大, 将 ClO_2 应用于这些食用菌的加工与保鲜, 对保证市场供应及产品的风味和质量都是十分重要的。

4 前景展望

ClO_2 作为新一代消毒剂, 尽管在食用菌栽培领域中的应用还处于研究阶段, 但其应用效果已逐渐得到认可。随着科技的进步及科研手段不断的完善, ClO_2 在食用菌栽培领域的应用将向更广更深的方向发展, 研究的重心将从传统的可行性研究、药效及其杀菌机理研究转向应用工艺、提高效益和食品安全等方面的研究。与此同时, 将建立和完善食用菌产业的消毒剂体系, 规范食用菌专用的 ClO_2 产品的生产标准和管理要求。随着 ClO_2 生产工艺的发展与技术水平的提高, ClO_2 在食用菌栽培领域中必将得到越来越广泛的应用, 对推动食用菌产业实现可持续性发展发挥积极的作用。

参考文献

[1] 吕作舟. 食用菌栽培学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006: 370-398.

- [2] 陈士瑜. 食用菌生产大全[M]. 北京: 农业出版社, 1991: 483-520.
- [3] 杨新美. 食用菌生产技术手册[M]. 北京: 农业出版社, 2000: 60-75.
- [4] 黄俊礼. 新型水处理剂二氧化氯技术及其应用[M]. 北京: 化学工业出版社, 2002: 5-10.
- [5] 李江阔, 张鹏, 侯彪, 等. 二氧化氯在蔬菜保鲜中的应用研究进展[J]. 保鲜与加工, 2011, 11(3): 36-39.
- [6] 谭伟, 杜金华. 二氧化氯在食品行业中的应用[J]. 中国食物与营养, 2006(5): 26-28.
- [7] 赵伏生, 孙慧超. 二氧化氯在饮用水净化中的应用研究进展[J]. 广州化工, 2011, 39(5): 45-47.
- [8] 孙玉卿, 周密, 张帆. 消毒用二氧化氯产品研究进展[J]. 中国消毒学杂志, 2003, 20(2): 151-152.
- [9] 李新柱, 陈雯. 二氧化氯的发生与应用研究[J]. 昆明理工大学学报(理工版), 2003, 28(5): 40-44.
- [10] 刘吉起, 白海潮, 薄玉霞, 等. 二氧化氯的性质、制备与应用[J]. 中国消毒学杂志, 2010, 27(3): 328-330.
- [11] 杨文渊, 林倩, 文竹. 固体二氧化氯的制备及应用[J]. 贵州化工, 2009, 34(2): 8-10.
- [12] 林军明, 黄良, 严峻, 等. 固体二氧化氯消毒相关性能研究[J]. 中国消毒学杂志, 2010, 27(3): 283-285.
- [13] 张颖, 赵益维. 二氧化氯消毒剂的应用[J]. 天津化工, 2001(3): 24.
- [14] 李归浦, 夏会龙. 二氧化氯在食品灭菌消毒上的应用研究进展[J]. 食品科技, 2006(9): 21-25.
- [15] 孙伯文. 二氧化氯的开发与应用[J]. 中国氯碱, 2000(10): 16-28.
- [16] 毕小平, 谢茵, 胡向青, 等. 稳定性二氧化氯新剂型的研究[J]. 山西医科大学学报, 2003, 3(3): 229.
- [17] 贺启环, 潘慧云. 稳定性二氧化氯的研究进展[J]. 化工标准计量质量, 2003(4): 15.
- [18] 杨新美. 食用菌栽培学[M]. 北京: 农业出版社, 1996: 40-65.
- [19] 管道平, 胡清秀. 食用菌药残留限量与产品质量安全[J]. 中国食用菌, 2008, 27(2): 3-6.
- [20] 党建章, 朱海兰, 杨智伟, 等. 二氧化氯对灵芝菌丝生长的影响[J]. 时珍国医国药, 2006, 17(11): 2131-2132.
- [21] 黄金宝, 陈文良, 张涛涛, 等. 必洁仕牌消毒剂稀释液对食用菌杂菌的防治效果[J]. 中国食用菌, 2009, 28(2): 54-55.
- [22] 黄金宝, 林秀敏, 陈文良, 等. 必洁仕牌复方消毒剂防治杂菌的效果试验[J]. 食用菌, 2006(2): 49-51.
- [23] 黄金宝, 陈文良, 张涛涛, 等. 必洁仕牌消毒剂对食用菌及杂菌生长的影响[J]. 中国食用菌, 2008, 27(5): 49-51.
- [24] 刘宇, 陈文良, 高继海, 等. 必洁仕牌二氧化氯消毒剂拌料试验[J]. 食用菌, 2010(1): 61-62.
- [25] 刘宇, 陈文良, 高继海, 等. 必洁仕牌消毒剂对白灵菇及杂菌生长的影响[J]. 中国食用菌, 2010, 29(4): 55-57.
- [26] 覃宝山, 覃勇荣, 梁超林, 等. 二氧化氯消毒剂拌料栽培秀珍菇的试验[J]. 中国食用菌, 2011, 30(1): 59-61.
- [27] 张涛涛, 董丹, 刘伟成, 等. 必洁仕牌消毒剂防治平菇黄斑病药效试验[J]. 中国食用菌, 2011, 30(1): 70-71.
- [28] 蔡为明, 金群力, 冯伟林, 等. 金针菇细菌性斑点病的安全高效防治技术[J]. 浙江食用菌, 2007, 20(3): 53.
- [29] 李彩萍. 康佳消毒液对菌类病害的防治[J]. 食用菌, 2003(5): 39-40.
- [30] 傅茂润, 杜金华. 二氧化氯在食品保鲜中的应用[J]. 食品与发酵工业, 2004, 30(8): 113-116.
- [31] 谢雯君, 王则金. 蘑菇采后生理及保鲜技术研究进展[J]. 食品与机械, 2005, 21(3): 65-71.

无土栽培技术的应用与发展

刘 婧

(哈尔滨市农业科学院,黑龙江 哈尔滨 150070)

摘 要:简述了无土栽培的主要培养形式,对无土栽培的营养液和基质的最新发展进行了总结,综述。并与国际无土栽培发展现状相对比,论述了我国无土栽培的发展趋势和前景。

关键词:无土栽培;水培;基质

中图分类号:S 604⁺.7 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2012)16-0204-03

按照国际无土栽培学会的规定,无土栽培是指不用天然土壤,使用基质或不使用基质,用营养液灌溉植物根系或用其它方式来种植植物的方法。无土栽培以人工创造的作物根系环境取代土壤环境,不仅能满足作物对矿物质营养、水分和氧气的需要外,还能应用人工技术对这些环境加以控制和调整,使其在品质方面按照需求发展。

与土壤栽培相比,无土栽培技术能够避免水分大量渗透和流失,克服土壤连作障碍,对节约用水、缓解耕地紧张等问题上优势突出,且具有机械化高、自动化高等特点,能使农民免去耕地、除草、翻地等大量重体力劳动,减轻了农民负担,符合现代人追求高品质、高产值的现实需要。

1 无土栽培的主要形式

1.1 水培

水培是指植物根系直接生长在营养液层中的栽培技术。水培作物一般生长周期短,复种指数高,经济效益高,产品质量好,具有无污染、作物生长快、不受地区和季节的限制、便于实现生产工厂化和自动化等优点。植物生长主要依靠吸收水分、养分和氧气进行新陈代谢,水培建立了良好的根基环境,有利于水分、养分的摄入,有利于根系的生长、发育。水培能够克服土培的连作障碍,同一栽培池可连续不断的进行栽培,社会效益显著。目前,水培在技术上已趋成熟和完善,并且由于水培具有干净、实用等特点,今后会向着规模化、集约化和自动化以及家用化发展。

1.2 基质培

基质培的研究和利用是我国无土栽培的热点,是中国近期无土栽培发展的主要方向。基质是能为植物提供稳定协调的水、气、肥结构的生长介质。它除了支持、

作者简介:刘婧(1982-),女,硕士,工程师,现主要从事农业科研管理工作。

收稿日期:2012-05-07

[32] 郭倩,凌霞芬,周昌艳,等. 利用稳定态二氧化氯进行双孢蘑菇保鲜研究[J]. 食用菌,1999(3):36-37.

[33] 韩永生,翟万京. 复合液保鲜剂对双孢蘑菇保鲜机理的研究[J]. 农产品加工,2009(1):72-73,77.

[34] 翟万京. 复合液保鲜剂对双孢蘑菇保鲜效果的研究[J]. 食用菌,2010

(2):59-60.

[35] 颜敏华,李梅,吴小华,等. 双孢蘑菇保鲜剂及贮运保鲜技术研究[J]. 中国食用菌,2010,29(3):46-47,59.

[36] 刘敏,姜桂传,牛贞福,等. 不同保鲜处理对白灵菇保鲜效果的影响[J]. 中国食用菌,2011,30(1):56-58.

Advances in the Application of Chlorine Dioxide in the Cultivation of Edible Fungi

QIN Bao-shan, QIN Yong-rong

(Department of Chemistry and Life Sciences, Hechi University, Yizhou, Guangxi 546300)

Abstract: The characteristic, sterilization mechanism, the application research status of chlorine dioxide in cultivation of edible fungi were overviewed, main problems of the application were also pointed out. The future application prospect of chlorine dioxide in the cultivation of edible fungi was proposed.

Key words: chlorine dioxide; cultivation of edible fungi; advances