**高CO2包装处理对双孢蘑菇采后风味、品质及抗氧化活性的影响**

**摘要**:双孢蘑菇（agaricus bisporus）以其良好的风味和健康效益而闻名于世。然而，鲜菇在贮藏过程中保质期有限，品质损失迅速本研究采用高二氧化碳（95%-100%）处理钮扣菇，封袋后0、12、24、48h四角刺膜通风结果表明，12h高co2处理对降低蘑菇贮藏过程中的褐变指数（bi）和保持风味有显著作用。此外，高CO2处理对丙二醛（MDA）含量有显著的抑制作用，过氧化氢酶（CAT）和过氧化物酶（POD）活性显著提高。高CO2处理提高了蘑菇的抗氧化能力，进而保持了蘑菇在采后贮藏过程中的风味、品质和消费者的接受度。

关键词:双胞蘑菇 二氧化碳包装 风味 抗氧化活性 褐变 采后储存

1. **前言**

双孢菇是一种很受欢迎的食用菌，它不仅被认为是营养蔬菜，而且是功能性食品，因为它具有清除自由基和抗氧化活性（关等，2013；吴等，2016）。蘑菇积累了多种次生代谢产物，包括酚类化合物、聚酮类化合物、萜类化合物和甾类化合物。纽扣蘑菇的气味主要归因于大量的风味挥发物，特别是8-碳化合物，据报道1-辛-3-醇是造成典型蘑菇气味的主要8-碳成分之一（Dong等人，2012）。蘑菇中的二级化合物是消费者非常感兴趣的，可能是人类健康的保护剂。

然而，蘑菇在常温下采后贮藏期间，由于水分含量高和整体结构，其质量迅速下降（Oliveira等人，2012年）。蘑菇品质损失包括褐变、软化、菌盖发育、异味和二次霉菌生长（Kim等人，2006年）已经报道了不同的处理延长蘑菇的保质期，例如气调包装、过氧化氢洗涤和臭氧处理（基姆等人，2006；Yuk等人，2006）。

改性大气是通过改变正常的空气成分来创造的，目的是为产品周围提供适当的大气，以降低其劣化率和延长其保质期（Ares等人，2007）据报道，富含二氧化碳的改良大气可改变许多新鲜产品采后储存或包装中的呼吸速率、能量代谢、乙烯反应和生理变化（Blanch等人，2015年；Lumpkin等人，2015年；Yi等人，2016年）。然而，在改性的大气包装中过量积累的二氧化碳会损坏细胞膜并对产品造成生理损伤，如酶褐变和硬度丧失（Briones等人，1992；Burton等人，1987）因此，在气调包装或贮藏过程中，应确定特定新鲜农产品的准确浓度和暴露时间。

在这项研究中，用高二氧化碳处理了蘑菇。（95％–100％）在密封包装时，然后使用新的包装方法在0、12、24和48小时对包装通风。 测量了经过处理和未经处理的蘑菇的感官评价，褐变指数（BI），风味化合物，总酚，总抗氧化剂活性和抗氧化酶活性。 目的是选择适当的高二氧化碳蘑菇采后包装处理存储。

1. **材料和方法**

**2.1植物材料和二氧化碳包装**

双孢蘑菇（agaricus bisporus）是从北京当地食用菌栽培基地收获的。选择完整、封闭、均匀的鲜白色蘑菇，在4℃预冷12h。在寒冷的房间里之后，三个蘑菇被放在一个28厘米\*20厘米\*4大小,采用0.04mm厚的低密度聚乙烯（PE），用高二氧化碳（95%-100%）密封4cm的盒子（中国河源华丰塑料有限公司）。包裹是在4点钟存放的？在冰箱中以85%的相对湿度（r h）储存0、12、24和48h后，在包装的每个角落打4个孔（r=0.3cm）。分析在第一天进行，随后每隔4天进行一次，直到16天。蘑菇盖被液氮冷冻并储存在？80℃进行分析。

**2.2感官评价**

根据Huang等人的方法进行感官评估。（2008年）。选择了颜色、异味、瓶盖形状、质地和消费者接受度五个关键属性进行评价。感官评定采用0～10分，颜色（白色：10～8，轻度褐变：8～6，轻度褐变：6～4，重度褐变<4）；异味（无：10～8，轻度：8～6，明显：64，重度<4）；帽形（闭合：10～8，轻度张开：8～6，半开放：6～4，完全张开<4）；质地（弹性：10～8，轻度柔软：86，轻度柔软：6～4，重度柔软<4）；消费者接受度：（强烈：10-8，可接受：8-6，折扣：6-4，不可接受<4）。感官评估由10名小组成员进行。每个样品的感官评分作为平均值计算。每次以新鲜蘑菇为对照（得分=10）。

**2.3 颜色分析**

用WSCS比色仪（中国上海精密仪器有限公司）对蘑菇头表面颜色进行了测定“L\*”（亮/暗）、“A\*”（红/绿）和“B\*”（黄/蓝）值用于根据以下等式计算褐变指数（Bi）（Gao等人，2014年）：Bi=[100（x-0.31）]/0.172，其中X=（a\*+1.75L\*）/（5.645L\*+a\*-3.012b\*）。

**2.4 风味化合物分析**

根据Costa等人的方法测定风味挥发物（2013）经修改。每个样品精确地1g置于10ml小瓶中，用5ml缓冲液（含20%CaCl2和200mm乙二胺四乙酸（EDTA））均匀化。固相微萃取（SPME）是通过AOC-5000自动进样器（岛津，京都，日本）与GC-MSQP2010 PLUS系统（岛津，京都，日本）相连，在顶空模式下进行的。将聚二甲基硅氧烷/二乙烯基苯（65mm，1cm）纤维在50？的顶空中保持30分钟。c搅拌提取。

分析物在250℃下解吸2分钟？C在气相色谱仪进样器中，采用分相模式，配有DB-蜡柱（30 mx0.25毫米x0.25微米）。柱温保持在40℃持续2分钟，然后增加到120S℃温度梯度为3℃/分钟，在增加到200之前？C 5点？C分钟？1并保持5分钟。

利用GC-MS数据系统的NIST/EPA/NIH质谱库（NIST-11）对代谢物进行鉴定。用内标法对所鉴定化合物的相对含量进行了标准化。

**2..5丙二醛（MDA）含量分析**

根据Heath和Packer（1968）提出的方法，经改进后测定MDA含量测定了水相在450nm、532nm和600nm处的吸光度水相中丙二醛含量的计算公式如下：微信图片_20191105124911

**2.6总酚含量分析**

总酚含量分析采用Gao等人描述的方法进行。（2014年）。

**2.7抗氧化剂测定**

2，2-氮杂双（3-乙基苯并噻唑-6-磺酸）（ABTS）和铁还原抗氧化力（FRAP）测定，如Lu等人所描述。（2016年）。

**2.8酶活性分析**

将1克蘑菇粉与8毫升0.05 mol L？在pH值为6.8时为1PBS，然后在4？下以8000g离心？10 min，用上清液测定多酚氧化酶（PPO）和过氧化物酶（POD）活性。根据hu等人描述的方法测定ppo和pod活性。（2015年）。

根据kan等人描述的方法分析过氧化氢酶（cat）活性。（2010）经修改。一克蘑菇粉用5毫升0.1摩尔升均匀化。1pbs（pH7.0），然后在8000g下4？离心20分钟。上清液用作粗提物反应混合物含有0.02mol L？过氧化氢和粗酶过氧化氢酶活性测定为在240nm处使吸光度在1分钟内下降0.01的酶的量。所有酶测定的蛋白质浓度用bradford和williams（1977）方法测定。

**2.9统计分析**

使用Origin 8.6软件（Microcal软件公司，北安普顿，马萨诸塞州，美国）绘制数据。采用spss统计软件22对0.05水平的最小显著性差异（lsd）或邓肯检验进行分析。

**3.结果和讨论**

3.1 感官评价

农产品质量评价是应用采后生物学的核心内容之一，用感官评分法对对照和高co2处理的钮扣菇进行感官评价。金针菇在贮藏过程中各处理的感官评分均下降，而co2包装处理的感官评分下降幅度较小与高二氧化碳相比包装处理，对照蘑菇感官评分下降较快，贮藏8d后失去商业可接受性（感官评分低于6为商业可接受性限值），12d感官评分为5.18，与对照相比12h二氧化碳处理增加了8天的保质期，而24和48h二氧化碳处理增加了4天的保质期因此，包装处理中的高二氧化碳可以有效地保持蘑菇在贮藏期间的感官质量，特别是在12小时包装处理中（表1）。

3.2褐变指数

是衡量白蘑菇表面变质程度的主要品质指标之一。如图1所示，蘑菇的褐变程度随贮藏时间的延长而增加前4天，高co2处理蘑菇的bi值高于对照，且bi值与处理时间成正比，说明高co2处理对蘑菇品质的损害。贮藏12d时，经12h和24h co2处理的蘑菇比对照蘑菇的bi值低。在16d贮藏条件下，对照样品的bi值达到35.17，而12h和24h处理蘑菇的bi值分别为30.21和32.85。但在整个贮藏期间，经48h co2处理的蘑菇比对照的高因此，可以得出结论，高二氧化碳会对蘑菇帽表面组织造成损伤，但它也明显抑制了蘑菇在冷藏过程中的褐变，这与uv-c处理对蘑菇的影响相似（Guan等人，2005）。

3.3风味品质