

松茸气调保鲜过程中维生素 C 含量的动态研究

李英^{1,2,3}, 普星瑜^{2,4}, 郝艳佳², 李文春⁴, 赵琪^{2*}, 邓罡³, 雷环³

(1. 云南省曲靖农业学校, 云南曲靖 655000; 2. 中国科学院昆明植物研究所东亚生物多样性与生物地理学重点实验室, 云南昆明 650201; 3. 云南工程农业科技示范园有限公司, 云南嵩明 650000; 4. 云南省中医学院药学院, 云南昆明 650200)

摘要 目的 探索松茸保鲜的最佳方法, 有效延长松茸保质期。方法 采用 $L_{18}(3^6)$ 正交试验, 研究不同包装材料、保鲜剂、抗氧化剂、温度及二氧化碳和氧气浓度对松茸保鲜过程中维生素 C 含量的影响。结果 试验表明, 温度、二氧化碳和氧气浓度对维生素 C 的影响最大, 其最佳组合为贮藏于 $(3 \pm 0.5)^\circ\text{C}$ 中, 以 PE 为包装材料, 充 3% 氧气和 6% 二氧化碳, 再加 $1.0 \mu\text{L/L}$ 甲基环丙烯。该组合贮藏松茸维生素含量高、口感滑腻、味道鲜美、保鲜效果最好。结论 研究可为松茸储存保鲜提供理论依据。

关键词 紫外分光光度法; 正交试验; 保鲜; 贮藏

中图分类号 S609+.3 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2015)27-241-03

DOI:10.13989/j.cnki.0517-6611.2015.27.088

Study on the Vitamine C of the Fresh-keeping Technology of *Tricholoma matsutake*

LI Ying^{1,2,3}, PU Xing-yu^{2,4}, HAO Yan-jia², ZHAO Qi^{2*} et al (1. Qujing Agricultural School of Yunnan, Qujing, Yunnan 655000; 2. Key Laboratory for Plant Diversity and Biogeography of East Asia, Kunming Institute of Botany, Chinese Academy of Science, Kunming, Yunnan 650201; 3. Yunnan Songming Modern Agricultural Demonstration Park Corp., Songming, Yunnan 650000; 4. Department of Chinese Materia Medica, Yunnan College of Traditional Chinese Medicine, Kunming, Yunnan 650200)

Abstract [Objective] To explore optimal method for refreshment and effectively prolong the shelf life of *Tricholoma matsutake*. [Method] The optimal conditions for vitamin C contents of *Tricholoma matsutake* were studied by orthogonal array design of different packing material, antistaling agent, antioxygen, temperature, carbon dioxide concentration and oxygen concentration. [Result] The results showed the optimal treatment of fresh for 3 days and 6 days in fresh-keeping technology were the content of oxygen is 3%, the concentration of carbon dioxide is 6%, the packing material is PE, the concentration of 1-methylcyclopropene is $1.0 \mu\text{L/L}$, the storage temperature is $(3 \pm 0.5)^\circ\text{C}$, and without antistaling agent. [Conclusion] The study can provide theoretical basis for refreshment and storage of *Tricholoma matsutake*.

Key words Ultraviolet spectroscopy; Orthogonal array design; Refreshment; Storage

松茸(*Tricholoma matsutake* [S. Ito et Imai] Sing) 是世界著名的野生食用菌, 以云南为主的我国西南地区是世界松茸的起源地及现代分布演化中心。松茸已成为云南省第一大出口创汇的农林产品, 其为云南省经济发展、山区农民脱贫致富以及边疆少数民族地区的农村经济的发展、社会的稳定做出了重要贡献, 已成为云南省迪庆、丽江、大理、保山、楚雄等地州农民经济收入的重要来源^[1-3]。目前松茸贸易过程中, 贮藏多采用低温冷藏, 即在 $2 \sim 4^\circ\text{C}$ 的低温下和 90% ~ 95% 的相对湿度下贮藏 3 ~ 5 d, 而其体内的维生素 C 变化则是检验其子实体新鲜程度的重要指标之一。

为了能够有效延长松茸保质期, 且令其在保质期内不变质、不变味、营养物质不流失, 笔者开展了松茸气调保鲜过程中维生素 C 含量的动态研究, 旨在探索松茸保鲜的最佳方法, 为松茸储存保鲜提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料 鲜松茸子实体购自云南南华野生菌交易市场, 成熟度一致、大小较均匀、无虫、无霉烂及机械损伤(一级品)。

1.2 方法

1.2.1 正交试验设计。 在单因素试验的基础上, 为了获得松茸最佳贮藏组合, 利用正交试验法, 以氧气含量、二氧化碳含量、保鲜袋材料、1-甲基环丙烯浓度、贮藏温度和保鲜剂浓度作为 6 个考察因素。采用 $L_{18}(3^6)$ 正交表进行正交试验设

计, 来确定最佳贮藏条件(表 1)。

表 1 松茸保鲜正交试验设计 $L_{18}(3^6)$ 方案

试验处理组合	氧气含量 (A) // %	二氧化碳 碳含量 (B) // %	保鲜袋 材料 (C)	1-甲基环 丙烯浓度 (D) // $\mu\text{L/L}$	贮藏温 度(E) $^\circ\text{C}$	保鲜剂 浓度(F) mg/ml
1	3	2	PE	0.5	0 ± 0.5	0
2	3	6	PVDC	1.0	3 ± 0.5	0.4
3	3	10	PVC	1.5	5 ± 0.5	0.6
4	9	2	PVDC	0.5	0 ± 0.5	0.6
5	9	6	PVC	1.0	3 ± 0.5	0
6	9	10	PE	1.5	5 ± 0.5	0.4
7	12	2	PE	0.5	0 ± 0.5	0.6
8	12	6	PVDC	1.0	3 ± 0.5	0
9	12	10	PVC	1.5	5 ± 0.5	0.4
10	3	2	PVC	0.5	0 ± 0.5	0
11	3	6	PE	1.0	3 ± 0.5	0.4
12	3	10	PVDC	1.5	5 ± 0.5	0.6
13	9	2	PVC	0.5	0 ± 0.5	0.4
14	9	6	PE	1.0	3 ± 0.5	0.6
15	9	10	PVDC	1.5	5 ± 0.5	0
16	12	2	PVDC	0.5	0 ± 0.5	0.4
17	12	6	PVC	1.0	3 ± 0.5	0.6
18	12	10	PE	1.5	5 ± 0.5	0

1.2.2 样品处理。 根据试验方案设计, 不同的处理选用相应材料的保鲜袋, 按表 1 先把袋子编号: 试验处理组 - 时间 - 保鲜袋水平。然后据 1-甲基环丙烯浓度分成如下 3 个水平梯度组: A: 1、4、7、10、13、16($0.5 \mu\text{L/L}$); B: 2、5、8、11、14、17($1.0 \mu\text{L/L}$); C: 3、6、9、12、15、18($1.5 \mu\text{L/L}$)。将用不同 1-甲基环丙烯熏蒸好的样品分装于相应袋子中。

作者简介 李英(1981-), 女, 云南师宗人, 讲师, 硕士, 从事农业技术科研与教学工作。

收稿日期 2015-08-03

每个处理包装 20 袋,每袋 200 g。处理组 1、5、9、12、14、16 贮藏于 0℃ 冰箱,处理组 2、6、7、10、15、17 贮藏于 3℃ 冰箱,处理组 3、4、8、11、13、18 贮藏于 5℃ 冰箱。分别于第 3、6、9、12、15 天取 3 袋相同处理进行维生素 C 含量测定。

1.2.3 标准曲线绘制。分别吸取 0.4、0.6、0.8、1.0、1.2、1.4 ml 的维生素 C 标准溶液于 50 ml 容量瓶中,然后加入 9.6、9.4、9.2、9.0、8.8、8.6 ml 的草酸-EDTA 溶液,使总体积达到 10.0 ml。再加入 1.00 ml 的偏磷酸-醋酸溶液和 5% 的硫酸 2.0 ml,摇匀加入 4.00 ml 的钼酸铵,以蒸馏水定容到 50 ml,30℃ 水浴显色 20 min,取出,自然冷却后测定 705 nm 下吸光值,绘制标准曲线。以吸光值为横坐标(X),以维生素 C 标准溶液浓度为纵坐标(Y),绘制标准曲线,获得标准曲线方程 $Y = kX + b$ 以及相关系数 R^2 。

1.2.4 样品测定。准确称取一定量样品,加入草酸-EDTA 溶液,捣碎或研磨后定容到 100 ml 定容,过滤。吸取 10 ml 的过滤液于 50 ml 的容量瓶中,加入 1 ml 的偏磷酸-醋酸溶液,5% 的硫酸 2.00 ml,摇匀后加入 4.00 ml 的钼酸铵溶液,以蒸馏水定容至 50 ml,30℃ 水浴显色 20 min,取出,自然冷却后 705 nm 下测定吸光值。

1.2.5 试验结果与计算。根据样液的吸光值,利用标准曲线 $Y = kX + b$ 计算得到样液中维生素 C 的浓度。

$$V_c(\text{mg/g}) = C \times \frac{V}{W}$$

式中,C 为测定用样液中的维生素 C 的浓度(mg/ml);V 为提取液的总体积(ml);W 为样品重量(g)。

1.2.6 试验数据处理。采用统计软件 DPS 3.01 对试验数据进行统计分析^[9]。

2 结果与分析

对氧气含量、二氧化碳含量、保鲜袋材料、1-甲基环丙烯浓度、贮藏温度和保鲜剂浓度进行 6 因素 3 水平正交试验,测定包装后松茸维生素 C 变化,优化筛选出保鲜效果较优的包装组合。由表 2 可知,正交试验 6 因素处理的松茸样品贮藏 3 d 和 6 d 后,均未发生腐烂现象,但处理后保存 9、12 和 15 d 出现了不同程度的腐烂,保存 15 d 时腐烂程度最重,其中,处理 16 几乎完全腐烂变质。

2.1 贮藏 3 d 后松茸子实体内维生素 C 含量 从表 3~4 可以看出,A 因素(氧气)中以 A₁ 的维生素 C 含量最高,B 因素(二氧化碳)中以 B₂ 的维生素 C 含量最高,C 因素(保鲜材料)中以 C₁ 的维生素 C 含量最高,D 因素(1-甲基环丙烯)中以 D₂ 的维生素 C 含量最高,E 因素(贮藏温度)中以 E₂ 的维生素 C 含量最高,F 因素(保鲜剂)中以 F₁ 的维生素 C 含量最高,将各因素的最优水平结合在一起预测出最优处理为 A₁B₂C₁D₂E₂F₁,即最佳处理组合为:3% 氧气、6% 二氧化碳,PE 为保鲜袋材料,1.0 μl/L 的 1-甲基环丙烯,贮藏温度(3±0.5)℃+保鲜剂 0。根据极差 R 的大小排列出各因子的影响主次顺序依次为因素 F、E、C、A、D、B,即保鲜剂、贮藏温度、保鲜袋材料、氧气、1-甲基环丙烯浓度、二氧化碳。即松茸贮藏 3 d 后保鲜剂和贮藏温度对其体内维生素 C 含量的

影响最大,次之为保鲜袋材料和氧气,然后为 1-甲基环丙烯浓度,影响最小为二氧化碳。

表 2 在不同贮藏时间的松茸维生素 C 含量统计结果 mg/g

处理组	不同贮藏天数的维生素 C 含量				
	3 d	6 d	9 d	12 d	15 d
1	1.367 6	1.238 0	1.052 5	1.097 1	0.871 6
	1.243 6	1.300 0	1.1467	1.125 4	1.062 1
	0.921 3	0.820 2	0.802 3	0.713 4	1.226 7
2	1.594 0	1.259 9	0.999 6	0.844 7	—
	0.942 0	1.101 1	0.934 6	—	—
	0.941 2	0.804 2	0.832 0	—	—
3	0.932 9	0.874 2	0.921 1	0.816 8	0.511 8
	0.764 2	0.814 3	0.765 6	—	1.008 0
	0.895 0	0.494 0	0.638 2	—	0.774 8
4	1.287 8	1.123 6	0.915 7	0.860 0	—
	0.761 7	1.465 8	1.136 4	0.708 6	—
	1.037 9	0.133 8	0.814 9	—	—
5	1.297 1	1.040 3	0.851 5	0.858 5	1.064 7
	0.909 1	0.931 9	0.834 0	0.742 2	1.062 8
	0.872 3	0.777 3	0.615 3	0.600 8	0.699 7
6	1.437 5	1.022 4	1.273 9	0.862 1	0.401 3
	0.708 1	0.988 6	0.841 4	0.791 7	0.746 9
	0.765 9	0.836 0	0.812 3	0.735 4	1.133 2
7	1.377 0	0.885 3	0.855 1	0.823 4	0.994 5
	1.157 6	0.649 3	0.652 1	0.951 6	0.795 3
	0.915 5	0.642 7	0.564 1	0.563 4	1.021 7
8	1.188 4	1.094 4	0.965 3	0.739 4	—
	0.526 4	0.546 4	0.916 1	0.436 9	—
	0.834 5	0.344 2	0.631 5	—	—
9	0.490 8	0.513 5	0.501 2	0.572 0	1.239 3
	0.426 2	0.638 4	0.765 7	1.223 2	1.115 6
	0.738 3	1.248 1	1.147 7	1.038 2	1.385 0
10	1.333 0	1.068 5	0.998 9	0.840 5	0.828 5
	1.281 8	1.038 1	1.032 0	0.989 1	0.926 6
	1.329 1	1.357 2	1.233 5	1.138 5	1.447 8
11	0.728 1	0.687 5	0.694 3	0.627 5	1.011 2
	1.380 3	1.156 7	1.067 0	1.086 5	0.627 3
	1.300 5	0.551 6	0.781 3	0.526 4	—
12	0.885 2	0.881 9	0.662 0	1.242 6	—
	0.785 7	0.933 9	0.928 9	0.756 3	—
	0.687 8	0.965 8	0.954 4	0.643 8	—
13	0.648 7	0.533 2	0.832 3	1.042 5	—
	0.658 7	0.458 9	0.411 5	—	—
	0.505 1	0.586 3	0.545 1	—	—
14	1.014 8	0.804 7	0.768 9	—	1.427 2
	1.407 4	0.792 4	0.675 4	—	0.703 1
	0.762 6	1.087 0	1.080 4	—	0.941 5
15	1.434 7	0.933 8	0.746 0	0.570 3	—
	0.992 1	0.839 3	0.599 0	0.613 2	—
	1.450 3	0.573 0	0.463 0	0.821 4	—
16	0.921 3	0.868 5	0.704 0	—	—
	0.572 0	0.483 7	—	—	—
	0.447 0	0.443 8	—	—	—
17	1.094 8	1.009 1	0.942 6	0.705 5	0.965 2
	0.941 7	1.006 2	0.693 2	0.562 4	1.313 7
	0.889 3	0.918 2	0.689 3	0.560 9	1.649 3
18	1.109 1	1.256 1	1.178 5	0.889 6	—
	0.772 0	0.929 1	0.917 4	0.704 7	—
	1.381 8	1.148 6	1.035 7	1.238 7	—

注:—表示松茸已经腐烂。

2.2 贮藏 6 d 后松茸子实体内维生素 C 含量 从表 5~6 可以看出,A 因素(氧气)中以 A₁ 的维生素 C 含量最高,B 因素(二氧化碳)中以 B₂ 的维生素 C 含量最高,C 因素(保鲜材

表 3 松茸处理 3 d 后维生素 C 含量结果分析

项目	水平	因素							
		氧气(A)	二氧化碳(B)	交互列	误差项	保鲜袋材料(C)	1-甲基环丙烯浓度(D)	贮藏温度(E)	保鲜剂(F)
总和	K_1	19. 313 3	17. 766 7	17. 766 7	18. 487 0	19. 750 7	16. 090 3	15. 750 1	20. 244 2
	K_2	17. 951 8	18. 624 5	18. 624 5	17. 439 9	17. 290 0	18. 611 5	20. 585 6	15. 205 7
	K_3	15. 783 7	16. 657 6	16. 657 6	17. 121 9	16. 008 1	18. 347 0	16. 713 1	17. 598 9
均值	k_1	1. 072 96	0. 987 04	0. 987 04	1. 027 06	1. 097 26	0. 893 91	0. 875 01	1. 124 68
	k_2	0. 997 32	1. 034 69	1. 034 69	0. 968 88	0. 960 56	1. 033 97	1. 143 64	0. 844 76
	k_3	0. 876 87	0. 925 42	0. 925 42	0. 951 22	0. 889 34	1. 019 28	0. 928 51	0. 977 72
极小值		0. 876 87	0. 925 42	0. 925 42	0. 951 22	0. 889 34	0. 893 91	0. 875 01	0. 844 76
极大值		1. 073 0	1. 034 7	1. 034 7	1. 027 1	1. 097 3	1. 034 0	1. 143 6	1. 124 7
极差 R		0. 196 1	0. 109 3	0. 109 3	0. 075 8	0. 207 9	0. 140 1	0. 268 6	0. 279 9
调整极差 R'		0. 249 77	0. 139 18	0. 139 18	0. 096 60	0. 264 84	0. 178 41	0. 342 17	0. 356 54

表 4 松茸处理 3 d 后维生素 C 含量结果的字母标记

处理	均值	5% 显著水平	1% 极显著水平
10(A ₁ B ₁ C ₃ D ₁ E ₁ F ₁)	1. 314 63	a	A
15(A ₂ B ₁ C ₂ D ₃ E ₃ F ₁)	1. 292 37	a	AB
1(A ₁ B ₁ C ₁ D ₁ E ₁ F ₁)	1. 177 50	ab	AB
2(A ₁ B ₂ C ₂ D ₂ E ₂ F ₂)	1. 159 07	abc	ABC
7(A ₃ B ₁ C ₁ D ₁ E ₁ F ₃)	1. 150 03	abc	ABC
11(A ₁ B ₂ C ₁ D ₂ E ₂ F ₂)	1. 136 30	abc	ABC
18(A ₃ B ₃ C ₁ D ₃ E ₃ F ₁)	1. 087 63	abc	ABCD
14(A ₂ B ₂ C ₁ D ₂ E ₂ F ₃)	1. 061 60	abc	ABCDE
4(A ₂ B ₁ C ₂ D ₁ E ₁ F ₃)	1. 029 13	abcd	ABCDE
5(A ₂ B ₂ C ₃ D ₂ E ₂ F ₁)	1. 026 17	abcd	ABCDE
17(A ₃ B ₂ C ₃ D ₂ E ₂ F ₃)	0. 975 27	abcde	ABCDE
6(A ₂ B ₃ C ₁ D ₃ E ₃ F ₂)	0. 970 50	abcde	ABCDE
3(A ₁ B ₃ C ₃ D ₃ E ₃ F ₃)	0. 864 03	bcdef	ABCDE
8(A ₃ B ₂ C ₂ D ₂ E ₂ F ₁)	0. 849 77	bcdef	ABCDE
12(A ₁ B ₁ C ₂ D ₃ E ₃ F ₃)	0. 786 23	cdef	BCDE
16(A ₃ B ₁ C ₂ D ₁ E ₁ F ₂)	0. 646 77	def	CDE
13(A ₂ B ₁ C ₃ D ₁ E ₁ F ₂)	0. 604 17	ef	DE
9(A ₃ B ₃ C ₃ D ₃ E ₃ F ₂)	0. 551 77	f	E

料) 中以 C₁ 的维生素 C 含量最高,D 因素(1-甲基环丙烯) 中以 D₂ 的维生素 C 含量最高,E 因素(贮藏温度) 中以 E₂ 的维生素 C 含量最高,F 因素(保鲜剂) 中以 F₁ 的维生素 C 含量最高,将各因素的最优水平结合在一起预测出最优处理为 A₁B₂C₁D₂E₂F₁,即最佳处理组合为氧气 3% + 二氧化碳 6% + 保鲜袋材料 PE + 1-甲基环丙烯浓度 1. 0 μl/L + 贮藏温度 (3 ± 0. 5) ℃ + 保鲜剂 0。根据极差 R 的大小排列出各因子的影响主次顺序依次为因素 D、F、E、A、C、B,即 1-甲基环丙烯浓度、保鲜剂、贮藏温度、氧气、保鲜袋材料、二氧化碳,即松茸贮藏 6 d 后 1-甲基环丙烯浓度对维生素 C 含量的影响最大,保鲜剂、贮藏温度和氧气次之,然后为保鲜袋材料,影响最小的为二氧化碳。

2. 3 验证试验 按 A₁B₂C₁D₂E₂F₁ 条件进行 6 次平行试验,松茸保鲜处理后维生素 C 含量平均值为 1. 521 mg/g,高于表 2 中每一项试验结果,故 A₁B₂C₁D₂E₂F₁ 为松茸最佳保鲜贮藏条件。

表 5 松茸处理 6 d 后维生素 C 含量结果分析

项目	水平	因素							
		氧气(A)	二氧化碳(B)	交互列	误差项	保鲜袋材料(C)	1-甲基环丙烯浓度(D)	贮藏温度(E)	保鲜剂(F)
总和	K_1	17. 347 1	15. 096 9	15. 096 9	16. 156 8	16. 796 2	15. 483 7	15. 769 4	17. 236 4
	K_2	14. 928 3	15. 913 1	15. 913 1	15. 785 8	14. 797 1	17. 770 1	16. 932 9	14. 182 4
	K_3	14. 625 6	15. 891 0	15. 891 0	14. 958 4	15. 307 7	13. 647 2	14. 198 7	15. 482 2
均值	k_1	0. 963 73	0. 838 72	0. 838 72	0. 897 6	0. 933 12	0. 860 21	0. 876 08	0. 957 58
	k_2	0. 829 35	0. 884 06	0. 884 06	0. 876 99	0. 822 06	0. 987 23	0. 940 72	0. 787 91
	k_3	0. 812 53	0. 882 83	0. 882 83	0. 831 02	0. 850 43	0. 758 18	0. 788 82	0. 860 12
极小值		0. 812 53	0. 838 72	0. 838 72	0. 831 02	0. 822 06	0. 758 18	0. 788 82	0. 787 91
极大值		0. 963 7	0. 884 1	0. 884 1	0. 897 6	0. 933 1	0. 987 2	0. 940 7	0. 957 6
极差 R		0. 151 2	0. 045 3	0. 045 3	0. 066 6	0. 111 1	0. 229 0	0. 151 9	0. 169 7
调整极差 R'		0. 192 58	0. 057 76	0. 057 76	0. 084 8	0. 141 46	0. 291 75	0. 193 48	0. 216 11

3 结论

松茸保鲜处理后,贮藏 3 d 和 6 d 的最优处理组合均为 A₁B₂C₁D₂E₂F₁,即最佳氧气 3% + 二氧化碳 6% + 保鲜袋材料 PE + 1-甲基环丙烯浓度 1. 0 μl/L + 贮藏温度 (3 ± 0. 5) ℃ + 保鲜剂 0; 随着贮藏时间的延长,松茸子实体中维生素 C 含

量呈下降趋势,最佳保鲜包装的松茸子实体维生素 C 含量,显著高于对照组。

保鲜初期,温度和保鲜剂对维生素 C 的影响最大,但随着保存时间的延长,1-甲基环丙烯浓度对维生素 C 含量的影
(下转第 245 页)

为多橘黄色、疏松、稍薄, T_1 的分别为多柠檬色、尚疏松、薄;在中部叶中, T_2 的油分和光泽分别为多、强, T_1 的分别为有、中;在上部叶中, T_2 的叶片结构为疏松, T_1 的为稍密。

表 3 原烟外观质量统计

部位	处理	成熟度	颜色	叶片结构	身份	油分	光泽
下部	T_1	成熟	多柠檬色	尚疏松	薄	稍有	中
	T_2	成熟	多橘黄色	疏松	稍薄	稍有	中
中部	T_1	成熟	多橘黄色	疏松	中等	有	中
	T_2	成熟	多橘黄色	疏松	中等	多	强
上部	T_1	成熟	多橘黄色	稍密	稍厚	有	中
	T_2	成熟	多橘黄色	疏松	稍厚	有	中

3 结论与讨论

密集烤房不同装烟密度对烤后烟叶质量及烘烤经济效益产生影响。詹军等研究认为,装烟过稀,烤房内叶间隙风速大,烟叶失水干燥快,烤后烟叶颜色淡,成熟度差,结构紧密,油分少;装烟过密,烟叶烘烤过程中收缩卷曲程度小,烤后烟叶自然状态多呈片状,外观质量也就表现较差,只有装烟密度适宜时才会形成好的外观质量^[473-476]。该研究结果表明,稀编密装有利于降低烟叶烘烤成本,改善烟叶的外观质量,提高上中等烟的比例,故可在烘烤中推广应用稀编密装技术,促进烟叶烘烤质量的提高。

稀编密装虽然能够增加每炉耗煤量和用电量,但每千克

干烟的烘烤成本降低,这与王晋军等的研究结果一致^[4]。因此密集烤房的装烟量必须保证在一定的密度,如果装烟密度过低,不但会影响烤后烟叶的质量,也会导致烘烤成本增加,影响烟农收益。只有综合平衡烘烤投入和产出,采用适宜的装烟密度,才能最大程度提高烟农的收入,切实维护烟农的利益^[473-476]。

通过该研究表明,稀编密装对于提高烟叶烤后质量有重要意义。但在生产实践中,还应结合天气状况和烟叶含水量适度调整装烟密度。由于该研究仅从烘烤成本、经济性状等方面进行了分析,尚有一定欠缺,对烟叶内在化学成分的影响有待进一步研究。

参考文献

[1] 张鹏. 不同装烟密度对烤后烟叶品质及评吸质量的影响 [J]. 安徽农学通报, 2013, 19(15): 126-128.
[2] 卢贤仁, 谢已书, 李国彬, 等. 不同装烟密度对散叶密集烘烤烟叶品质及能耗的影响 [J]. 贵州农业科学, 2011, 39(6): 55-57.
[3] 陈仁霄, 何宽信, 李立新, 等. 气流下降式密集烤房不同装烟密度对烟叶烘烤效果影响 [J]. 江西农业大学学报, 2014, 36(2): 272-278.
[4] 黄建, 张海伟, 卢瑞杰. 密集烤房装烟密度对烟叶质量及烘烤效益的影响 [J]. 湖北农业科学, 2014, 53(7): 1595-1598.
[5] 詹军, 李伟, 武圣江, 等. 密集烤房装烟密度对烤烟上部烟叶质量的影响 [J]. 作物研究, 2011, 25(5): 473-476.
[6] 王晋军, 徐立猛, 张锐, 等. 朝阳地区烟叶密集烘烤装烟密度的研究 [J]. 湖南农业科学, 2013(6): 18-20.

(上接第 243 页)

表 6 松茸处理 6 d 后维生素 C 含量结果的字母标记

处理	均值	5% 显著水平	1% 极显著水平
10(A ₁ B ₁ C ₃ D ₁ E ₁ F ₁)	1.154 60	a	A
1(A ₁ B ₁ C ₁ D ₁ E ₁ F ₁)	1.119 40	ab	A
18(A ₃ B ₃ C ₁ D ₃ E ₃ F ₁)	1.111 27	ab	A
2(A ₁ B ₂ C ₂ D ₂ E ₂ F ₂)	1.055 07	abc	AB
17(A ₃ B ₂ C ₃ D ₂ E ₂ F ₃)	0.977 83	abcd	AB
6(A ₂ B ₃ C ₁ D ₃ E ₃ F ₂)	0.949 00	abcde	AB
12(A ₁ B ₃ C ₂ D ₃ E ₃ F ₃)	0.927 20	abcde	AB
5(A ₃ B ₂ C ₃ D ₂ E ₂ F ₁)	0.916 50	abcde	AB
4(A ₂ B ₁ C ₂ D ₁ E ₁ F ₃)	0.907 73	abcde	AB
14(A ₂ B ₂ C ₁ D ₂ E ₂ F ₃)	0.894 70	abcde	AB
9(A ₃ B ₃ C ₃ D ₃ E ₃ F ₂)	0.800 00	abcde	AB
11(A ₁ B ₂ C ₁ D ₂ E ₂ F ₂)	0.798 60	abcde	AB
15(A ₂ B ₃ C ₂ D ₃ E ₃ F ₁)	0.782 03	abcde	AB
3(A ₁ B ₃ C ₃ D ₃ E ₃ F ₃)	0.727 50	bcde	AB
7(A ₃ B ₁ C ₁ D ₁ E ₁ F ₃)	0.725 77	bcde	AB
8(A ₃ B ₂ C ₂ D ₂ E ₂ F ₁)	0.661 67	cde	AB
16(A ₃ B ₁ C ₂ D ₁ E ₁ F ₂)	0.598 67	de	AB
13(A ₂ B ₁ C ₃ D ₁ E ₁ F ₂)	0.526 13	e	B

响增大,氧气含量对维生素 C 的影响适中,二氧化碳影响最小。

通过该研究优化保鲜处理的松茸子实体,不但在一定时间内维持了其维生素 C 含量,还保持了松茸特有的香味、硬度和色泽;一定程度上可解决松茸保鲜问题,具有一定的应用前景,但其保鲜过程中氨基酸含量变化、酶促反应动态、挥发油衰减过程及褐变规律有待进一步探究。

参考文献

[1] 赵琪,徐中志,张灵,等. 云南省松茸产业初步研究 [J]. 西南农业学报, 2008, 21(1): 226-229.
[2] 张灵,赵琪,陈严平,等. 松茸组织分离物的 rDNA-ITS 序列鉴定 [J]. 广西植物, 2010, 30(2): 181-184.
[3] 孟珍贵,李永,赵琪,等. 滇西北松口蘑菌塘的生态因子调查 [J]. 食用菌学报, 2011, 18(1): 12-17.
[4] LIU J, ZHOU Q, SUN T, et al. Growth responses of three ornamental plants to Cd and Cd-Pb stress and their metal accumulation characteristics [J]. Journal of hazardous materials, 2008, 151(1): 261-267.