

蘑菇 (*Agaricus bisporus*) 辐照保鲜技术 经济可行性初步研究

刘绍德 吴彩宣 林爱媛

(农业生物系)

提 要

辐照蘑菇与冷藏蘑菇、盐水蘑菇进行比较试验和经济效益分析。研究结果认为：辐照蘑菇在贮藏性、货架寿命、控制失重、运输、销售和成本方面都有好处，在技术上和经济上是可行的。经中试后即可定点设厂，进行商业化生产。

引 言

近年来，我国的蘑菇生产迅速发展，仅广东产量已达两万多吨。促进了农村经济的发展，增加了农民的收入。广东栽培的双孢白蘑菇(*Agaricus bisporus*)，质地鲜嫩，营养丰富，鲜食或制罐均极受国内外欢迎。但是，蘑菇为易腐性食用菌，难以贮藏运输，必须当天采收当天处理完毕，即使在广州的冬天，也只能存放1~2天，第三天即全部破膜开伞，甚至腐烂变质。因此，目前生产的蘑菇，除少量当天供应城市鲜食外，大部分制罐或以盐水蘑菇外销。为了防止蘑菇开伞和变褐，采收后立即用药物处理，不但影响风味，且有药物残留。蘑菇浸于高浓度的盐水中，因大量脱水而失重，并损失养分。煮食和制罐风味不佳。冷藏虽能有效控制蘑菇破膜开伞，但能耗大，出库后货架寿命短，并要求冷冻运输和销售系统，因而实际上没有采用。其它化学保鲜和气体贮藏也是处于研究阶段。为了探讨蘑菇辐射保鲜新技术，国外从60年代开始就有美国、加拿大、荷兰、比利时和匈牙利等国进行研究^{[2][4][6]}，并证实用适当剂量的 γ 射线能抑制蘑菇破膜开伞，延长货架寿命。匈牙利、荷兰等国还进行了销售试验。我们经过五年多的研究，也证明用0.6~1.0KGY的 γ 辐照剂量能达到同样效果^[1]。

然而，实验室的研究要变成生产力，还必须进行技术经济可行性研究，才能决定进一步的推广价值^[6]。两年来，我们采用经济调查、比较试验和分析论证的方法对辐照蘑菇进行了经济效益分析研究，为中间生产试验和大规模商业化经营提供依据。

一、技术上可行性

广东的双孢白蘑菇虽是冬天栽培，但收获时气温多在10~20°C之间，呼吸作用仍是很旺盛，很快老熟而破膜开伞，继而腐烂变质，失去商品价值。用钴-⁶⁰射线的强大穿透力，可以均匀地照射于实体内部，抑制氧化酶的活动，从而大大地降低呼吸强度^[1]

抑制破膜开伞, 延长货架寿命。必须掌握的技术关键是:

(一) 严格选择一级菇, 即子实体已经膨大而尚未露白破膜之前采收。实验证明, 照射同样剂量的二级菇或一二级混合菇, 破膜开伞率比纯一级菇为高^[1] 因为二级菇在采收后辐照过程中就有部分破膜开伞。在广州冬天气温条件下, 辐照0.6~1 KGY的一级菇, 有效保鲜期为5~6天, 在广东境内蘑菇集中产区定点设厂, 大部分能当天采摘当天处理完毕, 然后在有效保鲜期内运往罐头厂加工或外销。我们曾两次作少量运输到深圳市, 四天后由深圳土产进出口公司技术员剖切检验菌冠, 符合鲜菇标准。他们认为有6天有效期, 省内运输和加工在技术上是可行的。

(二) 辐照剂量的均匀度, 对大包装的蘑菇尤为重要。如果边角达不到保鲜有效剂量, 则可能在有效保鲜期内有部分蘑菇破膜开伞, 将严重影响商品质量和信誉。目前国内生产性辐照装置剂量场的不均匀度能控制在11%以下, 辐照蘑菇的有效剂量范围又较宽, 5或10公斤纸箱包装的蘑菇, 要求最高和最低吸收剂量比1.5:1时0.6~0.9 KGY之间, 技术上是可以做到的。

(三) 照射源的利用率对辐照蘑菇的商业化是很重要的。因为广东双孢白蘑菇收获季节是12—3月。即每年8个月照射装置是空着的。合理安排辐照, 可避免因空转而加重蘑菇的成本, 国内已有马铃薯、洋葱、大蒜、花生、香肠、大米和蘑菇七种辐照食品通过卫生标准, 并获得卫生部门批准, 工艺已经成熟, 国内外的研究已经证明技术经济上是可行的。日本自1973年以来, 商业化辐照近20万吨马铃薯投放市场^[7]。四川省辐照香肠的研究证明社会效益和经济效益都是显著的, 广东采用这项新技术可在夏天加工和销售香肠, 改变夏天没有香肠供应的现象。辐照装置八个月空闲季节可选择这几种商品进行辐照保藏。降低蘑菇的辐照成本。还可以辐照不受季节限制的外科手套, 餐巾消毒, 皮革、工艺品的杀虫防霉, 充分发挥钴源的经济效益。

(四) 辐照蘑菇的营养分析及卫生安全性也是不可忽略的。经分析蛋白质、脂肪、淀粉、糖、维生素等均无明显的损失^[1] 用辐照蘑菇长期动物试验, 在毒理学和病理学(包括三致试验)和遗传学检查, 均未发现有害健康作用, 中山医科大学志愿食用者的健康检查亦未发现不良影响。FAO/IAEA/WHO已经公认人类食用10 KGY以下的辐照食品是安全的^[8]。辐照蘑菇的剂量仅为国际公认安全剂量的十分之一。经我校、中山医科大学、广州、深圳的部分职工、学生、厨师品尝和志愿食用, 并无异味、反应良好。

根据以上论述, 辐照保鲜蘑菇在技术上是可行的, 卫生上是安全的。

二、经济上可行性

尽管技术上是可行性的, 卫生上是安全的, 然而, 经济效益却是商业化的关键。为了研究辐照蘑菇的经济可行性, 我们调查了顺德、南海等地的蘑菇产供销情况和广州、深圳的内销外贸问题。并进行了两年辐照蘑菇与冷藏蘑菇贮藏性和货架寿命的比较试验, 辐照蘑菇与盐水蘑菇的失重比较试验和少量运输试验。根据调查资料和试验的推算进行了初步的经济效益分析, 结果如下。

(一) 货架寿命比较试验: 货架寿命或称货架期, 一般是指商品在销售环境条件下

有效的摆卖时间。例如冷藏蘑菇出库后运到商店货架上开始计算货架期,鲜蘑菇和辐照蘑菇也是在运到商店后起计,不包括仓储和运输时间,盐水蘑菇一般不作零售,因此没有计算其货架寿命,1981和1982年两年在室温(15~20°C)条件下,把各种处理的蘑菇在实验室观察其货架寿命结果如表1。

从表1可见辐照可有效地延长蘑菇的货架寿命,辐照蘑菇用硅窗薄膜包装,货架寿命最长,且能防止失重,减少商品损耗。单纯硅袋包装,虽能防止失重,但货架寿命短,色泽也不佳。由于延长了货架寿命,市场临时滞销或加工厂安排有困难,可暂时存放几天。对消费者来说,即使没有家庭冰箱,也能贮存3~4天,买卖双方均有好处。

(二) 辐照蘑菇与盐水蘑菇经济效益比较: 盐水蘑菇是把当天采摘的鲜菇,用沸水杀青,然后浸于高浓度的氯化钠溶液中,并连同盐水一起装桶运输,到达目的地后,起水三分钟称重计价,再用淡水脱盐制罐。在杀青、浸盐水、脱盐过程中,有失重和养分损失。我们连续两年采用现行商业收购盐水菇的处理方法进行失重试验。样品经杀青后浸于18%盐水中6天,与贮存同样时间的辐照蘑菇比较,每处理2.5kg,重复三次,求出失重%,然后换算成一吨鲜菇的失重数,按1983年售价每吨鲜菇实得售款(本文所有费用、物价均以1983年为计算标准),扣除每吨鲜菇加工成本后为每吨鲜菇实际收入,辐照蘑菇因未正式上市,按质量以一级鲜菇计价。比较结果如表2。

从表2可见盐水蘑菇由于杀青和浸盐水失重高达40%,同样存放6天后辐照蘑菇只失重10%,辐照蘑菇用硅窗塑料包装几乎没有失重。即每吨鲜菇用盐水加工后只有0.6吨。

表1 各种方法贮藏蘑菇的货架寿命

贮藏方法	货架寿命(天)	说明
鲜蘑菇	2	第三天全部破膜开伞、品质下降。
辐照保鲜蘑菇	6	第七天开始部分变褐、失重增加。
辐照硅袋包装蘑菇	7	第八天仍不破膜,但部分开始变褐,失重很少。
硅袋包装蘑菇	3	第四天部分开始破膜、变褐,但失重很少。
冷藏出库后蘑菇	3	第四天大部分菌柄伸长,纤维化、色暗。
辐照+冷藏蘑菇	5	第六天少量破膜,菌柄伸长、色泽不佳。

表2 辐照蘑菇与盐水蘑菇贮藏失重比较及经济效益分析*

处理方法	失重(%)	每 吨 鲜 菇				
		处理后重量(吨)	加工成本(元)	失重后售得(元)	扣除加工成本后实收(元)	与盐水菇对比(%)
盐水蘑菇	40	0.60	160	1200	1040	100
辐照蘑菇	10	0.90	98	1980	1882	181
辐照+硅袋包装	1	0.99	188	2180	1992	191

* ①1983年盐水蘑菇每吨售价2000元,一级鲜菇2200元; ②失重%,小数以后略。

按1983年每吨售价2000元计算, 每吨鲜菇实际售得1200元, 扣除加工成本每吨鲜菇实际收入为1040元。广东每年生产盐水菇6000多吨, 需1万吨鲜菇, 比辐照蘑菇多损耗3000多吨, 每年菇农损失660万元。可建20万居里的钴源五座。即五座钴源的投资一年即可换回。

在加工成本方面, 盐水蘑菇要用高温杀青加盐, 燃料费, 人工费, 水电费, 盐费每吨高达160元, 还不包括增加的运费。钴源一次投资较大, 但运行费用低, 以20万居里为例, 每年衰变12%, 为7.3万元, 折旧费按5%计算每年4.75万元, 水电费0.5万元, 工资福利费1.36万元, 维修管理费及投资利息约8万元, 年处理量6000吨, 则每吨成本36.4元, 表2所列系指全年处理费均由蘑菇季节负担也只有98元, 前者占市售价1.45%, 后者占4.5%, 根据国外研究认为辐照食品的加工费占零售价3~5%是可以接受的^[8]。而盐水蘑菇则高达8%。辐照蘑菇若用硅窗薄膜袋包装则每吨增加成本90元(成批生产硅袋大约为60元)但可减少失重9%, 每吨扣除包装费仍可得90元。

(三) 运输比较: 辐照保鲜蘑菇能在常温下用普通货车运输即可, 冷藏蘑菇则要用冷藏车运输, 增加运费18.7%, 盐水蘑菇虽然可用一般货车运输, 但因增加盐水及木桶重量, 运输费增加10.4%, 顺德地区则用加冰船运鲜菇方法, 每笠鲜菇周围大量放冰填充, 由于重量大大增加及冰块费, 装卸费等每吨运费增加87.5%。若从广州运往香港或深圳, 各种方法处理蘑菇其运费比较列于表3。

1982年底我们曾两次将少量辐照蘑菇和对照鲜菇运到深圳, 四天后在目的地检查辐照菇剖切为白色, 表面不变褐, 不破膜开伞, 符合鲜菇标准, 未辐照的鲜菇则大部分破膜开伞, 切开菇体为暗褐色, 品质明显下降, 冷藏后在常温运输的蘑菇, 色泽也变暗。由此可见辐照蘑菇运输较简单, 运费稍低, 质量基本得到保证。

(四) 辐照与冷藏基本投资比较: 盐水蘑菇的基本投资是很低的, 只要求简单的炉灶和工棚即可, 但冷藏和辐照的基本投资较大, 现以我院新建10万居里地下式研究用钴源的实际投资扩大估算, 与500吨库容量的冷库投资进行比较: 如果源强扩大到20万居里, 每天大约可辐照蘑菇20吨, 每月大约为500吨, 可与相应库容量的投资进行比较, 见表4

表4 辐照装置与冷库基本投资比较

比较项目 处 理	产 量 (吨)	土建费 (万元)	设备费 (万元)	总投资 (万元)
辐 照	月产500	15	80	95
冷 藏	库容500	35	30	65

表3 不同处理的蘑菇运输比较

处 理	运 输 工 具	运费 (元/吨鲜菇)	增加运费 (%)
辐 照 蘑 菇	普 通 货 车	32.40	0
冷 藏 蘑 菇	冷 藏 车	38.42	18.7
盐 水 蘑 菇	普 通 货 车	35.80	10.4
冰 运 鲜 菇	加 冰 船 运	60.80	87.5

表4 资料说明辐照装置一次投资较大, 约比同等规模的冷库多三分之一, 但是建成后的运转费较低, 单电费冷库比辐照高一倍多。因此, 辐照成本费并不会很高, 其好处还是较多的。

(五) 经济效益综合分析: 为了全面估价辐照蘑菇的经济效益, 我们把上述各单项比较综合成表5, 即把一吨鲜菇, 用不同处理方法, 扣除消耗费、加工费、折旧费、运输费后的实际收入, 没有数字的品质比较则用文字说明, 以便对辐照蘑菇作总的评价。由于广东没有进行蘑菇商业冷藏, 因此冷藏蘑菇按其质量以稍低于鲜菇每吨2000元计算, 加工费按500吨冷库2—5℃冷藏估算, 每吨为35元, 计算结果为表5。

表5 辐照蘑菇经济效益综合分析

处 理 方 法	每吨蘑菇处理后 售得货款 (元)	扣除各项费用后 实际收入 (元)	与盐水菇相比 (%)
盐 水 蘑 菇	1200	1004.4	100.0 (1)
冷 藏 蘑 菇	1900	1826.6	181.3
冰 运 鲜 菇	2100	1900.0	189.2
辐 照 蘑 菇	1980	1911.2	190.3

(1) 煮食或制罐风味不佳, 耗能太多; (2) 色泽欠佳, 运输及销售环节需冷藏工具; (3) 少量出口香港, 到达后需立即出售或加工; (4) 鲜食及制罐风味好, 可临时存放5、6天。

表5 经济分析结果辐照蘑菇稍优于冷藏蘑菇, 明显优于盐水蘑菇, 冰运鲜菇虽优于盐水蘑菇, 但货架寿命太短, 只适用于少量输港销售。因此辐照蘑菇经营方向主要是代替盐水蘑菇进行再加工, 不但有明显的经济效益, 而且可免除目前鲜菇制罐的药物残留, 工厂亦可有4~5天缓冲期, 合理安排生产。

三、讨 论

根据以上的比较试验和经济效益分析, 辐照蘑菇在技术经济上是可行的, 但是仍然有一些问题值得讨论。

(一) 目前广东的蘑菇主要是药物浸泡后直接制罐或盐水蘑菇再加工或外销, 鲜菇出口量并不多, 辐照蘑菇有5~6天货架期, 有可能出口供鲜食, 但必须在口岸建立蘑菇栽培厂—包装厂—辐照加工厂的联合企业, 才能源源供应出口, 保证鲜度, 其它仍然以代替盐水蘑菇供国内加工为主, 即使出口供加工制罐用, 也要先进行国际贸易试验, 争取进口国的合作, 才能正式进行大批外销。因为辐照蘑菇国内已经正式标准, 国际上并不是每个国家都接受的。

(二) 即使在国内, 心理障碍也是存在的, 因此辐照食品的推广, 必须与食品工业、食品商、卫生、宣传及进出口贸易部门紧密合作, 使大家都了解辐照保藏食品已经有几十年历史, 经过10多年国际性的研究, FAO/IAEA/WHO联合专家委员会亦已公认食用辐照食品是安全的, 只要认真解决商业化过程中存在的一些具体问题, 辐照保藏蘑菇商业化是可以实现的。

(三) 广东的蘑菇生产是分散经营的, 而产品也经不起运输的颠簸磨擦, 因此辐照工厂应建在产品集中, 交通便利的地方。以便当天采摘的蘑菇能迅速集中辐照, 然后在有效保鲜期内运到工厂和口岸, 供制罐或出口。根据有关部门的建议在广州, 深圳和若干蘑菇商品基地建立辐照站是可行的。

四、结 论

根据调查和试验资料, 对辐照蘑菇与冷藏、盐水蘑菇进行比较论证的结果认为, 辐照保鲜蘑菇技术上是可行的, 卫生上是安全的。用辐照蘑菇代替盐水蘑菇制罐或外销, 经济效益十分显著, 建议迅速组织中间生产试验和国际贸易试验, 然后定点设厂进行商业化生产。

参 考 文 献

- [1] 张淑俭, 吴彩宣, 刘绍德: 60Co 射线辐射 保鲜蘑菇的研究 (第一报), 《华南农学院学报》, 2 (3) 1981: 46.
- [2] Gill, W. I, et al., Irradiation of cultured mushrooms. Food Technol. 23, 1969, 111.
- [3] IAEA., Press Release, 80/28, Vienna 1980.
- [4] Kiss, I., Pre-commercial Scale irradiation experiments with spices, vegetable and fruit, Food Irradiation Newsletter, 6 (2), 1982, 13.
- [5] Staden, O. L., Radiation preservation of fresh mushroom, Mushroom Sci. 6, 1967, 457.
- [6] Sudarsan, p., Techno-economic and commercial feasibility of food irradiation With Special reference to developing countries, Food Irradiation Newsletter, 7 (2), 1983, 19.
- [7] Umeda, K., commercial experiences with the Shinoro Irradiator, Food Irradiation Newsletter, 7 (3), 1983, 19.
- [8] Van der Linde, H. J., Economic consideration for the irradiation of foods in South Africa, Food Irradiation Newsletter, 7 (3), 1983, 32.
- [9] Yanaguchi, M., Gamma-irradiation of Mushrooms and its effect on active and latent forms of O-Diphenol Oxdase, Radiation Botany, 13 (1), 1973, 55.

PRELIMINARY RESEARCH ON TECHNO-ECONOMIC FEASIBILITY OF IRRADIATION PRESERVATION OF MUSHROOMS (*AGARICUS BISPORUS*) (IGE) (IMBAGH)

Liu Shawde Wu Caixuan Lin Aiyuan

(Department of Agrobiolgy)

ABSTRACT

Irradiated mushrooms were compared with refrigerated mushrooms, and with NaCl solution-soaked mushrooms and their economic values were analyzed. The results indicated that irradiated mushrooms were superior in storage-ability, shelf-life, transportation, marketing and less in loss of weight and cost of production. Technologically and economically this method is feasible. After testing for semi-commercial scale production, it might be proposed for commercial scale production.