

生产灵芝菌丝体以1.62吨计，用生产灵芝汤料0.62吨，产50克一小包灵芝汤料1.24万包，每包出厂价0.1元，成本价0.05元，日纯利620元。用生产灵芝糕点1吨，以20%添加到面粉中日产灵芝糕点5吨，每公斤出厂价4.0元，成本价3.0元，日纯利5千元。

灵芝系列食品日纯利计1.302万元，年纯利按6个月计234.36万元。如作为新产品免税一年，则整个投资（除去原普通啤酒设备不包括在内）为100万元，那么半年即可收回全部

投资。

七、结论

随着人民生活水平的提高，食品营养与卫生知识的普及，人们对食品优质化，营养化，保健化，安全化的程度要求越来越高，越迫切。由于灵芝系列保健食品纯系天然发酵食品，无任何化学合成添加剂，色、香、味均来自发酵产生，即富含营养又具疗效，同时安全可靠，故可望收到可观的社会效益和经济效益。

猕猴桃冷冻干燥工艺探讨

杭州商学院食品系 韩孝清

摘要

对去皮切片后的猕猴桃的冷冻干燥工艺进行了探讨，并对干燥前预处理工艺对产品中Vc含量的影响进行了比较。研究表明：去皮后的猕猴桃通过适当的处理，能够最大限度地使原料中的Vc得以保存；并且以常压下SO₂处理的效果为最佳。预处理后的切片猕猴桃经冷冻干燥后，形状，色泽几乎都保持原样，产品酥脆，感观质量极佳，复水性能良好，经适当的包装，可进行长期的保藏。

引言

富含Vc的野生果猕猴桃，在我国广大地区都有生长。近年来国内外对于猕猴桃产品的开发相当活跃，猕猴桃产品也逐渐受到广大消费者的熟悉与欢迎。然而，经传统工艺加工的猕猴桃产品，作为其主要营养评价指标的Vc含量都大大地下降。大量研究表明：水果制品中Vc的破坏主要是由加热和氧化酶的作用导致的。Esder和Nenkm(1970)报道：对于苹果片的加工，在热烫时Vc的破坏率高达62%。^[1]为此，本试验以破坏抗坏血酸氧化酶的预处理结合冷冻干燥工艺，使产品的Vc含量得到最大限度的保存。

水果的冷冻干燥制品，国内市场上基本少见。冷冻干燥工艺的探讨，对于指导实际生产

具有一定的参考价值。

冷冻干燥后的猕猴桃片：保持着鲜果的天然色泽和物理性状；果中含有的营养物质极少破坏；产品的残留水分很低(<4%)。因而可以长期保存；并且由于干燥过程是直接通过升华进行的，从而使制品保持着干燥前形状和具有易于复水的多孔性结构。猕猴桃干制品无论干食或复水后食用都具有令人满意的效果。

材料与amp;方法

一、试验主要材料与设备：

1. 猕猴桃：福建古田产中华猕猴桃；
2. 不锈钢容器；
3. 抽空处理装置：手提式杀菌锅，真空表。缓冲瓶，真空泵；
4. 水果切片设备；
5. 冷冻升华干燥机组：福建省生物药品制造厂2号机组。

二、工艺流程：

原料验收→选果→冷藏(1~3℃)→洗果→去皮→
(20~30%)
热碱液(1.5~0.5分钟)→酸中和→水漂洗→预处理
(保存半成品中的Vc含量)→切片(1cm左右)→装盘→
→冷冻升华干燥→成品包装

三、去皮后的猕猴桃的预处理试验：

1. 抽空处理：

将去皮后的果实分别置于15%的糖液；含SO₂100、60 ppm的NaHSO₃溶液；1%的食盐溶液中进行抽空处理。果液比为1:1.2；真空度700mmHg，保持10分钟；真空释放后保持5分钟。取出果实静置1小时后测Vc含量。（抽空液中加一定浓度的CaCO₃以防止抽空过程中果实的软烂。）

2 常压处理：

用SO₂含量为0.25%的NaHSO₃浸泡1分钟，（果液比为1:1.3）沥干静置1小时后测定Vc含量。

四、分析方法

1. SO₂残留量的测定：酸漂副品红比色法^[2]。
2. Vc含量的测定：碘量法^[3]。
3. 总糖测定：铁氰化钾滴定法^[3]。
4. 总酸度的测定：碱滴定法^[2]。

结果与讨论

一、预处理工艺对制品Vc含量的影响
预处理后及制品保藏期间分析结果如表所示（表1）。

表1 分析结果数据 单位：Vc含量(mg/g)

测定结果 项 类	处理 方式	抽 空 处 理					空 白
		常 压 SO ₂ 处理	15%糖液	1%NaCl	15%糖液 +60ppmSO ₂	15糖液+ 100ppmSO ₂	
予处理1小时后Vc含量		172.5	172.5	152.3	145.3	159.1	68.4
冻干一星期后Vc含量		127.7	70.3	73.0	83.3	108.5	42.1
冻干10天后Vc含量		101.7	70.0	74.1			
冻干40天后Vc含量		97.8	62.5	66.6			
干制品总糖(%)		7.06	11.53				
干制品总酸(%)		3.21	3.34	3.98			
产品中SO ₂ 残留量(ppm)		26.7					

备注：冻干后分析结果已析合成鲜果汁

从试验结果的分析中可以看出：无论抽空处理或常压处理，对于防止Vc的氧化破坏都具有一定的效果；抽空糖液中加SO₂效果比较理想，但对于其实用价值，不如常压下加SO₂处理。

去皮后的果实由于果肉暴露且直接与空气接触在抗坏血酸氧化酶的作用下极易引起Vc的破坏。研究表明：糖溶液中抗坏血酸的氧化在溶解有氧的情况下属于一级动力学反应^[1]；在限制氧供应的条件下，氧化反应的速度降低。因而用抽空的方法驱除果肉组织中的氧并渗入糖液可以造成不利于氧化酶催化的环境，从而降低Vc的破坏速度。但是，经这种处理后的体系中氧化酶的活性仍然存在。Kafford (1959)发现：在缺乏自由氧或者当自由氧用完时，随即开始厌氧破坏；不过，厌氧破坏的速度比有氧降解慢得多，而且不被铜所催化，不受pH值

的影响^[1]。因此，防止Vc被破坏的根本方法应该是彻底地破坏抗坏血酸氧化酶的活力。SO₂被认为是较为有效的能够钝化氧化酶活性的试剂，尽管其详细的作用机制尚不甚清楚。本试验也体现SO₂对氧化酶的钝化作用效果。适当地降低处理液中SO₂的浓度或者缩短浸泡时间，SO₂残留量即可符合食品卫生标准(<20ppm)。

二、冷冻干燥过程对产品质量的影响

1. 冷冻干燥系统及干燥过程

冷冻干燥系统如下图所示：

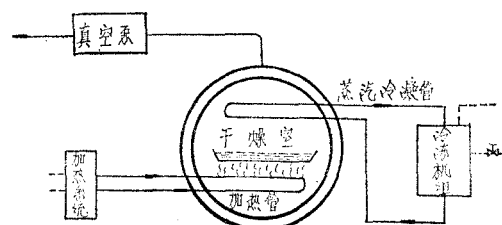


图1 冷冻干燥系统示意图

在图1所示的冻干系统中：置预处理后的物料于干燥室中，关闭干燥室并开冷冻机使物料中的水分全部冻结；然后开真空泵，预泵半小时后即开始加温干燥。整个冻干过程及干燥曲线如图2所示。

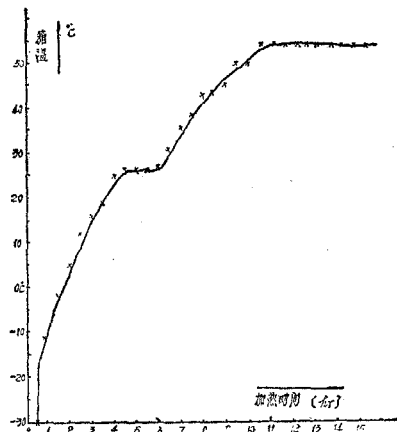


图2

2. 冷冻干燥过程的热质传递及其影响因素

A. 被干燥物料在冷冻干燥过程的温度变化

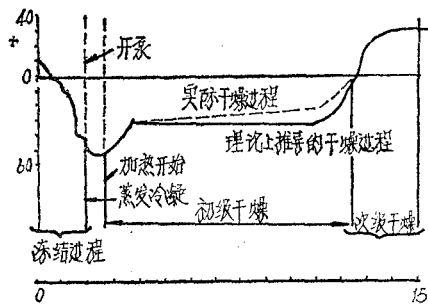


图3 被干燥物料在整个冻干过程的温度曲线

从上述典型的冻干过程温度变化曲线可以看出：真空泵是在被干燥物料的温度降到其最低共晶点温度后才开始工作的，这时由于系统中真空度的提高，被干燥物料的温度因水分蒸发而有所下降。加热通常是在预泵半小时后开始的，在初级升华干燥阶段，当输入系统的热量与升华所需的潜热平衡时，物料的温度从理论上说应该是恒定的，且都在冰晶的熔点之下。

当物料中的冻结水分升华完毕时，由于冻结层消失，被干燥物料的温度迅速上升，从而进入次级干燥阶段——吸附水分的干燥。次级干燥阶段的温度是由被干燥物料所能允许的最高温度而定的。一般地，次级干燥终了的最高温度不超过 50°C ^[4]。次级干燥阶段的恒定温度是通过控制输入的热量来调节的。由于吸附水分的去除是相当困难的，因而，次级干燥阶段的干燥程度可以通过输入热量的减少情况，结合冷凝器温度的下降箱内真空度的升高来判断，这些参数也是确定是否可以停机的依据。

B. 干燥过程的传热

升华干燥过程的传热情况如图4所示。

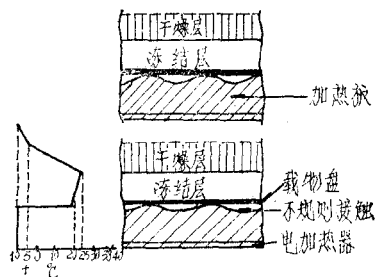


图4 冻干过程中的传热情况示意图

由上图可以看出：物料内被冻结水分升华所需要的热量，可以通过物料与加热板的直接接触传导，干燥室中气体和水蒸汽的对流以及物料周围的热辐射来实现。到达升华界面的热量大部分是通过物料与加热板直接接触时由冻结层的温度梯度而引起的热传导所提供的；由上层加热板通过辐射的形式穿过干燥层到达冰晶界面的热量约占总升华潜热的20%。¹⁵

C. 升华干燥速度及影响因素

从加热开始到干燥结束，升华干燥的速度可以用如下曲线表示：

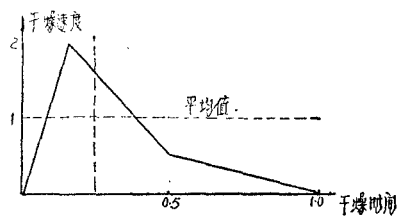


图5 冻干速度曲线

加热刚开始时, 由于升华发生在物料表面上, 升华速度很快地达到最大值, 并且冻结层的温度也明显地上升。随着干燥层的形成和加厚, 升华速度逐渐下降。为了补偿传热与传质的平衡, 冰晶界面的温度(T_i)不断上升, 当 T_i 趋向于物料与加热板的接触温度(T_s)时, 升华过程即趋于初级干燥的终点。因而, 实际升华干燥过程被干燥物料的温度是随着干燥的进行而逐渐上升的(如图3所示)。

由于干燥层对升华过程传热性质阻力的存在, 实际升华速率($\frac{dw}{dt}$)为:

$$\frac{dw}{dt} = \frac{A(P_i - P_c)}{R_d + R_s + R_0} \quad (6)$$

式中: A—升华面积

$P_i - T_i$ 温度下冰的蒸汽压。

P_c —冷凝器温度为 T_c 时相应的蒸汽压力。

R_d —食品内部干燥层阻力。

R_s —食品到冷凝器之间的蒸汽流动阻力。

R_0 —表面升华反应的阻力。

在温度 T_i 下, 升华界面上冰的蒸汽压力为已干层和冻结层厚度 $[\delta_d]$ 、 $[\delta_i]$ 的函数, 即,

$$P_i = P_s + \frac{\lambda_i}{K_d \delta_s} \cdot \frac{\delta_d}{\delta_i} (T_w - T_i)$$

式中: P_s —干燥层的蒸汽压 $[N/m^2]$ 。

T_w —物料与载物盘表面接触温度 $[K]$ 。

λ_i —冻结层的导热系数 $[w/m \cdot k]$ 。

L_s —冰的升华潜热 $[J/kg]$ 。

K_d —已干燥层水汽透过系数 $[Kg/m \cdot s \cdot Pa]$ 。

由此可知, 影响干燥速率的因素有干燥室的真空度, 冷凝器温度, 物料与载物盘接触面的温度, 升华潜热, 物料干燥层的透水性, 已干层的导热系数, $[\delta = \delta_i + \delta_d]$ 最大允许的表面温度等有关。

在实际干燥过程中, 干燥速度是通过输入热量的多少来控制的。不过, 体系中输入的热量必须与冰晶界面上升华所需的潜热相一致。

如果输入的热量过多, 则将成为显热使冻结层的温度升高, 最后又转化为熔解潜热使冰晶熔解。所以, 输入的热量, 必须严格控制。随着干燥的进行, 冰晶界面不断后撤, 干燥层阻力逐渐增大, 传质速度逐渐降低(如图5所示); 因此, 热量的输入必须随着传质速率的不断下降而逐渐减少。

3. 冻干制品的质量分析

A, 干制品的残留水分含量: 3.7%。

(鲜果水分含量86.73%)

B, 得率13.8%

C, 干制品中的总糖, 总酸, V_c 含量及 SO_2 残留量, (见表1)

D, 产品的感观质量:

干制品的色泽基本上与鲜果切片后一样其物理性状保持良好, 具产品特有的香味。

E, 制品的复水性(如图6所示)

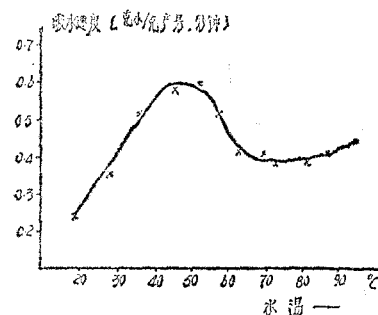


图6 干燥制品的复水速度与水温的关系

结 论

在上述工艺条件下对猕猴桃片进行升华干燥可以得到性能良好的制品。进一步探索冷冻干燥的最佳工艺条件, 尚有待对于干燥过程制品各有关参数的深入研究。

参考文献

- [1] Priestley R. J. et al "Effects of heating on foodstuff, 1979, pp127~133
- [2] 无锡轻院等《食品分析》, 轻工业出版社, 1983
- [3] 上海商检局《食品化学分析》上海科技出版社, 1979
- [4] Audrey U. S., Current Trends In Cryobiology, 1970, pp61~139
- [5] Goldblith S. A., et al, Freeze Drying, 1975, pp 203~223
- [6] 无锡轻院《食品工程原理》1981。