

# Influence of Different Processes on the Stability of Vitamins in Full Nutrition Powder

Yue Yang, Zhaoxiang Mao, Lianlong Zhang, Hengsong Cheng

Wuxi GIANT Pharmaceutical Co., Ltd., Wuxi  
Email: dtyue@126.com

Received: June 13<sup>th</sup>, 2013; revised: June 24<sup>th</sup>, 2013; accepted: July 8<sup>th</sup>, 2013

Copyright © 2013 Yue Yang et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

**Abstract:** To compare the stability of vitamins, the paper adopted wet- and dry-process to product full nutrition powder. Results showed that: the vitamins of dry process powder were more stable than the wet process. During accelerated storage, VA and VE of dry process sample were more stable than the wet process. VB<sub>2</sub> of both samples was stable. On the contrary, VC was found in the both samples unstable.

**Keywords:** Nutrition powder; Vitamins; Stability

## 不同工艺对全营养粉剂中维生素稳定性的影响

杨 月, 毛兆祥, 张连龙, 成恒嵩

无锡健特药业有限公司, 无锡  
Email: dtyue@126.com

收稿日期: 2013年6月13日; 修回日期: 2013年6月24日; 录用日期: 2013年7月8日

**摘要:** 采用湿法和干法两种不同的工艺加工全营养粉剂, 比较了两种工艺样品中维生素的损失率及稳定性。结果表明, 干法工艺对全营养粉剂中维生素的保存率优于湿法工艺; 在加速储存过程中, 干法工艺样品中维生素 A 和 E 的稳定性优于湿法工艺样品, 维生素 B<sub>2</sub> 的稳定性均较好, 维生素 C 的稳定性均不佳。

**关键词:** 全营养粉剂; 维生素; 稳定性

### 1. 引言

特殊医学用途配方食品(以下简称特膳)是指为了满足进食受限、消化吸收障碍或代谢紊乱等人群的每日营养需要, 或为了满足某种医学状况或疾病人群对部分营养素或膳食的特殊需要, 专门加工配制成的食品。该类食品必须在医生或临床营养师指导下使用。目前我国在临床上主要以肠外营养为主, 长期应用肠外营养制剂, 肠黏膜将萎缩, 而施以肠内营养的特膳能改善肠黏膜的屏障功能<sup>[1]</sup>。国外应用肠内营养制剂多于肠外营养制剂。近年我国肠内营养制剂的应

用逐年增加, 表明肠内营养制剂优于肠外营养制剂的概念逐渐被临床医师接受<sup>[2]</sup>。特膳和肠内营养制剂营养有相似之处, 主要用于患者, 不但要为其提供全营养, 还应尽可能加快患者的康复<sup>[1]</sup>。我国食品的“十二五”规划中已经指出, 未来五年重点发展的食品产业包括特殊膳食类食品。特殊膳食营养产品的推出, 既能够保证产品的方便性、安全性, 又可以为病人提供全面营养, 将具有巨大的发展空间。

维生素是维持人体生命活动所必需的一类有机物质, 在机体的代谢、生长发育等过程中起着重要作

用<sup>[3]</sup>。对于特膳全营养粉剂中的营养素设计，不但要了解该营养素在标签中的标示值，而且要掌握食品营养强化剂的使用标准。因此，样品中营养素的衰减情况尤为重要，可为营养素的设计的准确性提供参考，合理控制其在产品中的含量。本文采用湿法和干法两种不同的工艺加工特膳全营养粉剂，比较了两种工艺样品中维生素的稳定性。

## 2. 材料与方法

### 2.1 主要材料

大豆分离蛋白、乳清蛋白、酪蛋白酸钠、麦芽糊精、木薯变性淀粉、果糖、粉末油脂(由 KERRY 公司提供)、维生素和矿物质(由 DSM 公司提供)均为固体粉末状；葵花籽油、红花籽油、中碳链甘油三酯(medium-chain triglyceride, MCT)均为液态状。

淀粉酶、木瓜蛋白酶、酸性磷酸酶、偏磷酸-乙酸溶液、邻苯二胺、酸性活性炭、盐酸、乙酸钠溶液、石油醚、乙醇、VA、VC、VB<sub>2</sub>、VE 对照品(由 sigma 公司提供)。

### 2.2. 主要仪器设备

APV-2000 高压均质机, SRH-S 300 实验室高速剪切乳化机(上海世赫), RF-5301 荧光分光光度计(日本岛津), Waters-2695 Acquity UPLC 高效液相色谱仪, TSH-600 全自动提升混合机(上海华兴制药设备厂), JY 生化培养箱(上海虹浦仪器厂), 电热鼓风干燥箱, 高压灭菌锅, 喷雾干燥设备。

### 2.3. 配方设计及依据

根据糖尿病患者的代谢特点及营养治疗原则，参考中国营养学会膳食营养素参考摄入量(DRIs)和《中国糖尿病医学营养治疗指南》。

本研制特膳营养粉剂组成: 能量密度为 1 kcal/mL 蛋白质来源为酪蛋白、乳清蛋白、大豆分离蛋白；脂肪来源为葵花籽油、红花籽油、MCT；碳水化合物来源主要为木薯变性淀粉膳食纤维: 每 500 mL 添加 4.5 g 的可溶性膳食纤维，以满足患者每天对膳食纤维的需要；维生素和矿物质: 主要参照特殊医学用途配方食品通则(征求意见稿)中糖尿病患者的全营养配方食品营养素的需要量标准添加。

本品中维生素 A、E、C、B<sub>2</sub> 的实际添加量分别为: VA 0.549 mg/100g, VC 53.500 mg/100g, VE 16.391 mg/100g, VB<sub>2</sub> 1.570 mg/100g。

## 2.4. 工艺路线

### 2.4.1. 工艺流程图

如图 1 和图 2 所示

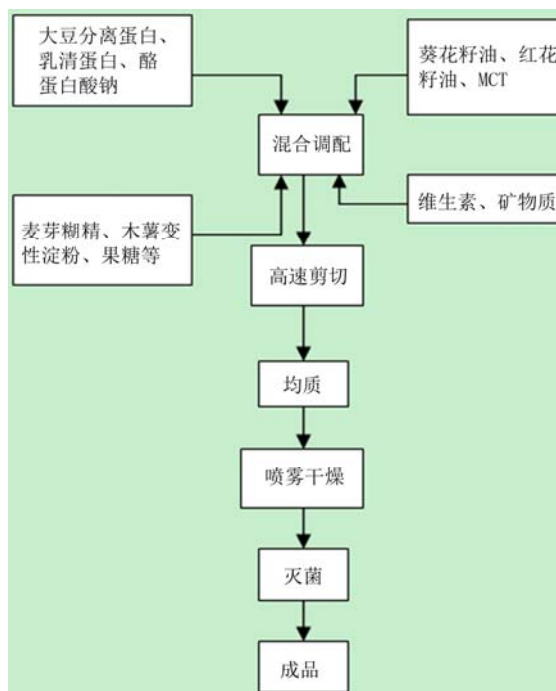


Figure 1. Process 1 flow diagram  
图 1. 工艺流程图

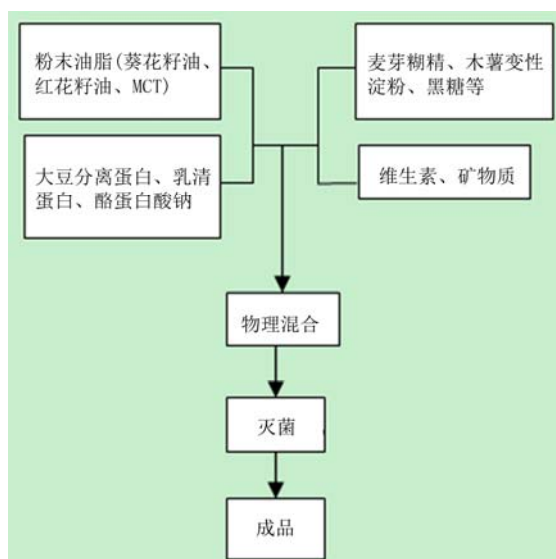


Figure 2. Process 2 flow diagram  
图 2. 工艺二流程图

### 2.4.2. 两种工艺操作点

工艺一为湿法工艺，原辅料加适量水混合溶解后，加入液体脂肪，经高速剪切机乳化 5 min，使油水两相乳化成均匀的体系，再 220 bar 高压均质后进行喷雾干燥(进口温度 170℃，出口温度 90℃)得到的样品(如图 1 所示)。

工艺二为干法混合工艺，脂肪进行预处理包埋成固体粉末脂肪，然后将原辅料经物理混合充分后得到的样品(如图 2 所示)。

### 2.5. 检测方法

从样品中选择几种比较具有代表性的维生素进行研究，包括脂溶性维生素 A 和 E，水溶性维生素 C 和 B 族维生素 B<sub>2</sub>。以 GB 5413-2010 方法测定两种工艺样品中维生素 A、E、C、B<sub>2</sub> 的含量，以及在 37℃、相对湿度 75% 的条件下加速储存 3 个月过程中维生素 A、E、C、B<sub>2</sub> 的稳定性变化情况。

维生素的损失率为加工后维生素的损失量与原来添加的各维生素含量之比<sup>[4]</sup>。

## 3. 结果与分析

### 3.1. 两种工艺对维生素损失率的影响

两种工艺对加工后特膳营养粉剂中的维生素 A 有明显的影 响，图 3 中可以看出，湿法工艺样品中维生素 C 和维生素 A 的损失率最高，均大于 80%；维生素 E 的损失率其次；维生素 B<sub>2</sub> 的损失率最小，仅 2.6%。干法工艺相对于湿法工艺样品中维生素 A 和维生素 C 的损失率均有降低。其中，维生素 A 损失率下降约 30%，维生素 C 损失率下降约 65%。但是维生素 E 的损失率两者相当，均为 42% 左右。两种工艺样品中维生素 B<sub>2</sub> 的损失率很小。

从维生素的性质方面，这可能是由各维生素的性质决定的。维生素 A 在低温、黑暗且有氮气保护的情况下很稳定，但在曝光或紫外线照射下非常容易被氧化破坏<sup>[5]</sup>。维生素 C 对热不稳定，易被氧化，对金属离子较敏感<sup>[6]</sup>。维生素 E 为脂溶性抗氧化剂，对氧敏感，易被氧化<sup>[7,8]</sup>。维生素 B<sub>2</sub> 热稳定性较好，还原性物质对 B<sub>2</sub> 的稳定性影响很小<sup>[9]</sup>。干法工艺避免了高温和长时间的氧气接触，因此维生素 A 和 C 的损失率均有所下降。陈文亮等<sup>[4]</sup>的研究表明，在加工过程中全

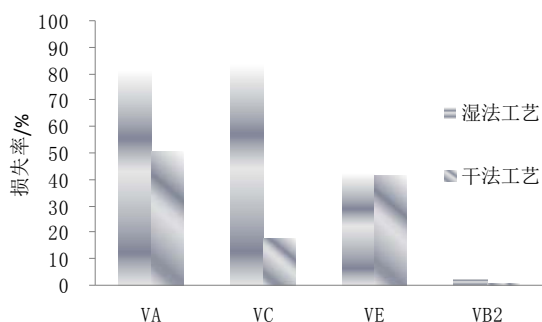


Figure 3. The influence of different process on vitamin stability  
图 3. 两种工艺对维生素损失率的影响

脂奶粉中维生素 A 的损失率高达 97.3%。这表明加工工艺条件不同，对维生素 A 的影响很大。

从工艺方面，可能是由于湿法工艺配料工艺较复杂，维生素强化通常是在配料时加入，所以在剪切、均质等工序会影响到产品中维生素的稳定性。另外，氧气、高温等因素易使维生素损失率加大，在喷雾干燥过程中经过 100℃~170℃ 的高温阶段，这对不耐热的维生素影响较大。因此建议在湿法工艺过程中应避免长时间高温状态，减少维生素的损失；同时应避免长时间暴露于空气中，在实际生产过程中可用惰性气体保护，防止某些维生素的氧化。干法工艺过程简单，且对维生素的稳定性较好，但是原料中使用的粉末油脂，价格比较昂贵，因此在实际生产中，需要考虑成本等各方面的因素。

### 3.2. 两种工艺对加速过程中 VC 稳定性的影响

由图可知，两种工艺样品中维生素 C 的稳定性均不佳，损失率趋势图几乎一致，干法工艺样品中维生素 C 的稳定性高于湿法工艺，后者损失率约为前者的两倍。其中，在第一个月时，两种样品中维生素 C 的损失就很大。维生素 C 对环境相当敏感，当存在于成分复杂的特膳全营养粉剂中，各种复杂因素对维生素 C 破坏很大。湿法工艺样品在加速过程中维生素 C 的损失率接近 90%，再加上加工过程中就已经损失大于 80%，这表明湿法工艺样品中维生素 C 几乎损失殆尽。这可能是由于维生素 C 是一类具有生物活性的生物化学物质，对理化环境相当敏感，温度、湿度、光、酸、碱、金属离子等因素均会影响其的稳定性<sup>[6]</sup>。样品中营养全面，含有各种矿物元素，微量元素引起的氧化还原反应对维生素 C 的稳定性的破坏作用很强。因此，在本产品的生产过程中需特别注意维生素 C 的稳定

性。(见图4)。

### 3.3. 两种工艺对加速过程中 VA 稳定性的影响

由图5可以看出,两种工艺样品中维生素A的稳定性有明显的差别。湿法工艺样品前两个月维生素A的损失率呈线性上升,损失率达87%左右;第3个月损失率稍趋平稳,这可能是由于在前两个月中绝大部分维生素A就已经被破坏了,而不是因为它在第3个月稳定性提高的缘故。干法工艺样品中的维生素A损失率整体是线性上升的,加速3个月后,维生素A的损失率仅为9%左右。这表明加速过程中干法工艺样品中的维生素A具有较好的稳定性。

### 3.4. 两种工艺对加速过程中 VE 稳定性的影响

本试验表明,随着加速时间的延长,湿法工艺样品中维生素E的损失率增大。其中,加速3个月后维生素E损失10%左右。两种工艺相比较,工艺二样品随着加速时间的延长,维生素E的损失率趋势从第1个月起变化不大。这说明在加速过程中干法工艺样品中的维生素E较湿法工艺稳定。如图6所示。

### 3.5. 两种工艺对加速过程中 VB<sub>2</sub> 稳定性的影响

由图7可以看出,随着加速时间的延长,湿法工艺样品中维生素B<sub>2</sub>的稳定性较好,损失率几乎不变;干法工艺样品中的维生素B<sub>2</sub>损失率略比湿法工艺样品高,在第三个月时损失率在3%左右,总体来说,两种工艺样品中维生素B<sub>2</sub>的稳定性均较好。

## 4. 结论及展望

1) 本试验可以看出:干法工艺对特膳全营养粉剂中各种维生素的保存率均优于湿法工艺;在加速贮存过程中,干法工艺样品中维生素A、E的稳定性均优于湿法工艺样品;两种工艺样品中的维生素B<sub>2</sub>的稳定性均较好,但维生素C的稳定性均较差。

2) 目前,我国特殊医学用途配方食品市场大多被国外食品占据<sup>[2]</sup>,由于缺乏此项国家标准,国内企业没有生产依据。2012年9月卫生部公布了《预包装特殊膳食用食品标签(征求意见稿)》和《食品安全国家标准特殊医学用途配方食品通则(征求意见稿)》,2013年2月卫生部组织制定了《特殊医学用途配方食品良好生产规范》(征求意见稿),公开征求各界意见。这

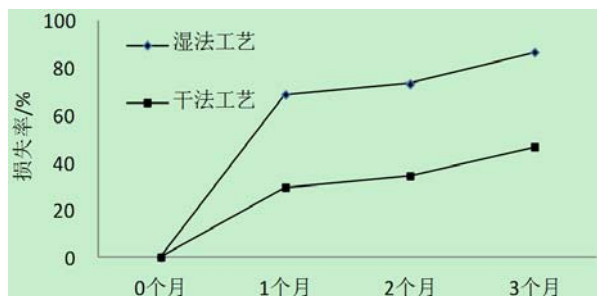


Figure 4. The influence of different process on VC stability  
图4. 两种工艺在加速过程中 VC 稳定的影响

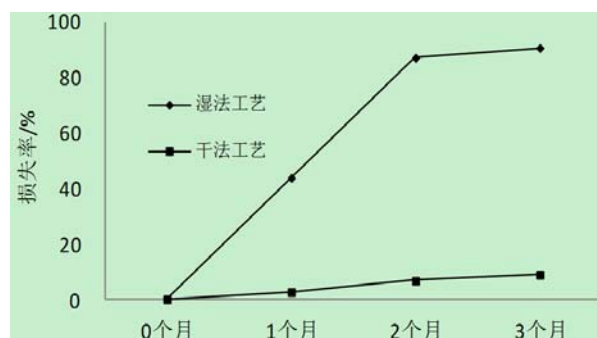


Figure 5. The influence of different process on VA stability  
图5. 两种工艺在加速过程中 VA 稳定的影响

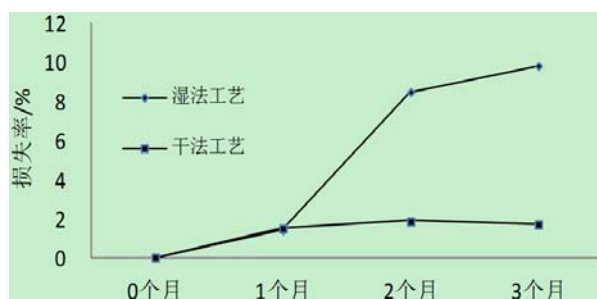


Figure 6. The influence of different process on vitamin stability  
图6. 两种工艺在加速过程中 VE 稳定的影响

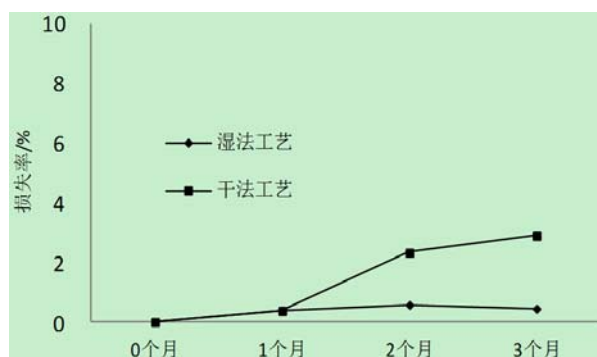


Figure 7. The influence of different process on VB<sub>2</sub> stability  
图7. 两种工艺在加速过程中 VB<sub>2</sub> 稳定的影响

表明有关特膳食品的相关标准即将出台。这个国家标准出台后,国内符合条件的企业就可以参与特殊医学

用途配方食品的生产, 国内患者及特殊人群将获得更多的选择, 此类配方食品的价格也可能相对将降低。

### 参考文献 (References)

- [1] 魏翠翠. 国内外肠内营养制剂调查报告[J]. 食品与药品, 2010, 12(7): 270-273.
- [2] J. E. De Aguilar-Nascimento, K. A. Kudsk. Early nutritional therapy: The role of enteral and parenteral routes. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*, 2008, 11(3): 255-260.
- [3] 孙本风, 顾修蕾, 孙爱杰等. 婴儿配方奶粉货架期内营养强化剂衰减率研究[J]. 中国乳业, 2012, 7(127): 78-82.
- [4] 陈文亮, 孙克杰, 何娟. 奶粉加工过程中维生素稳定性的研究[J]. 乳业科学与技术, 2008, 2: 66-83.
- [5] 任国谱, 颜景超. 乳制品中维生素 A 稳定性的研究进展[J]. 中国乳品工业, 2009, 37(10): 34-37.
- [6] 那斯琴高娃, 乌尼尔, 其其格等. 奶粉中维生素 C 含量储存过程稳定性研究[J]. 中国食品工业, 2012, 9: 64-65.
- [7] 张晓雷. 婴儿配方奶粉中维生素 E 稳定性研究[D]. 中南林业科技大学, 2012.
- [8] 李静, 王之盛. 储藏中微量元素对维生素 E 稳定性的影响[J]. 饲料工业, 2001, 22(1): 17-18.
- [9] 李嘉霖, 高宗华. 维生素 B<sub>2</sub> 片中维生素 B<sub>2</sub> 的测定及稳定性[J]. 光谱实验室, 2012, 29(4): 2576-2578.