

复配维生素营养强化剂中维生素K₁的稳定性研究

陈涛¹, 李双喜¹, 赖学能¹, 张召¹, 林淑娴², 郭丽娜^{2*} (1. 广东省人体微生态工程技术研究中心, 广东广州 510535; 2. 广东省中医院临床营养科, 广东广州 510120)

摘要: **目的** 了解特殊医学用途配方食品原料复配维生素内维生素K₁在车间光照和加速试验下含量的变化情况。**方法** 将复配维生素置于540 lx车间日光灯照射进行光照实验, 分别在光照0、5、10、15、20、30、60和120 min后取样检测; 将复配维生素置于温度(37±2) °C、相对湿度(75±5) %条件下进行加速实验, 分别在第0、1、3个月取样检测。**结果** 复配维生素在车间日光灯照射0~120 min维生素K₁的衰减率均小于10%。在温度(37±2) °C、相对湿度(75±5) %条件下加速1、3个月后维生素K₁衰减率均为-0.52%。**结论** 复配维生素中维生素K₁在光照2 h、温度(37±2) °C、相对湿度(75±5) %条件下加速3个月内较为稳定。

关键词: 维生素K₁; 特殊医学用途配方食品; 光照; 加速

中图分类号: TS 216

文献标志码: A

文章编号: 2096-3610 (2024) 03-0255-03

Study on the stability of Vitamin K₁ in vitamin compound nutrition fortifiers

CHEN Tao¹, LI Shuang-xi¹, LAI Xue-neng¹, ZHANG Zhao¹, LI Shu-xian², GUO Li-na^{2*} (1. Center of Human Microecology Engineering and Technology of Guangdong Province, Guangzhou 510535, China; 2. Clinical Nutrition Department, Guangdong Provincial Hospital of Traditional Chinese Medicine, Guangzhou 510120, China)

Abstract: **Objective** To understand the changes in the content of Vitamin K₁ in the vitamin compound as raw materials of formula foods for special medical purposes under workshop illumination and accelerated testing. **Method** The vitamin compounds were placed in a 540 lx workshop under fluorescent light for the illumination experiment, and the samples were taken for testing at 0, 5, 10, 15, 20, 30, 60 and 120 min of illumination. The vitamin compounds were placed at a temperature of (37±2)°C and a relative humidity of (75±5)%, and the samples were taken for accelerated testing at 0, 1, and 3 months, respectively. **Result** At 0-120 min of continuous illumination in the workshop, the attenuations of vitamin K₁ were all less than 10%. At a temperature of (37±2)°C and a relative humidity of (75±5)%, the attenuations of vitamin K₁ were all -0.52%. **Conclusion** Vitamin K₁ in the vitamin compound is relatively stable within 3 months of acceleration under conditions of 2 h of illumination, temperature of (37±2) °C, and relative humidity of (75±5)%.

Key words: Vitamin K₁; formulated foods for special medical purposes; illumination; accelerated test

特殊医学用途配方食品是指为了满足进食受限消化吸收障碍、代谢紊乱或特定疾病状态人群对营养素或膳食的特殊需要, 专门加工配制而成的配方食品。该类产品必须在医生或临床营养师指导下, 单独食用或与其他食品配合食用。维生素K是特殊医学用途配方食品中全营养和特定全营养必须添加的营养素。维生素K有K₁、K₂、K₃、K₄等形式, 分为两大类。K₁和K₂是一类天然存在的脂溶性维生素, 对人体有重要的作用^[1]。维生素K₁主要存在于绿色植物中, 维生素K₂

主要由肠道细菌(如大肠杆菌)合成。依据《GB 14880-2012 食品安全国家标准食品营养强化剂使用标准》, 维生素K中被允许用于特殊膳食用食品的营养强化剂及化合物来源仅有植物甲萘醌, 即维生素K₁^[2]。维生素K₁的化学性质较稳定, 能耐酸、耐热, 正常烹调中只有很少损失, 但对光敏感, 也易被碱和紫外线分解。研究发现特殊膳食中维生素K₁在不同温度、湿度或光照等条件的影响下有一定的衰减^[3-7]。目前关于维生素K₁的稳定性研究多集中在婴幼儿配方奶粉或特

收稿日期: 2023-08-08

基金项目: 国家自然科学基金青年项目(82003786), 广东省科技厅基础与应用基础研究基金(2019A1515110338)

作者简介: 陈涛(1979-), 男, 博士, 副主任技师, E-mail: eric@longseemed.com

通信作者: 郭丽娜(1982-), 女, 硕士, 副主任营养师, E-mail: gln408@126.com

殊医学用途配方食品中,而于原料复配维生素营养强化剂中维生素K₁的稳定性研究较少。本研究主要探讨原料复配维生素营养强化剂中已包埋的维生素K₁在光照和加速条件下的降解情况,旨在为后期特殊膳食使用食品企业对维生素K₁原料的使用及贮存提供依据。

1 材料和方法

1.1 材料

符合《GB 29922-2013 特殊医学用途配方食品通则》标准要求适用于10岁以上特殊医学用途配方食品的复配营养强化剂(含所有维生素),其中维生素K₁的化合物来源为植物甲萘醌。复合营养强化剂的生产批号为219150722D479,生产日期为2022年7月20日,生产商为北京金康普食品科技有限公司。

1.2 主要设备

高效液相色谱仪(岛津,LC-40),均浆机(启前,FSH-2A),高速粉碎机(泰斯特,FW80),组织捣碎机(中大,JJ-2),涡旋振荡器(一恒,THZ-103B),恒温水浴振荡器(博迅,GTCS-2020),pH计(上海雷磁,PHS-3C台式酸度计),天平(赛多利,BCE2241-1CCN),离心机(亿能,TDL-5A),旋转蒸发仪(天辰,RE系列),氮吹仪(聚创环保,JC-WD-12),超声波振荡器(启前,SHA-C)。

1.3 光照试验

取复配维生素营养强化剂平铺于自封袋中,密封,在车间日光灯(540 lx)下放置特定的时长,放置结束后用铝箔袋密封包装,测定维生素K₁含量。设定放置时间点为0、5、10、15、20、30、60和120 min。

1.4 加速试验

将铝箔袋密封包装的复配维生素营养强化剂放入恒温恒湿箱中,设定温度为(37±2)℃,相对湿度为(75±5)%,试验时间为3个月。在第0、1、3个月末分别取样检测维生素K₁含量。

1.5 检测方法

检测方法为《GB 5009.158-2016 食品安全国家标准食品中维生素K₁的测定》中的高效液相色谱-荧光检测法。

1.6 计算方法

衰减率(%)=(稳定性试验开始前的检测结果-稳定性试验结束后的检测结果)/稳定性试验开始前的检测结果×100%。衰减率为正表示维生素K₁发生衰减,衰减率为负表示维生素K₁未发生衰减。

1.7 判定原则

若营养素的衰减率小于检测精密度,认为该营养素在试验期内无衰减。维生素K₁检测精密密度为10%^[8]。

2 结果

2.1 光照对维生素K₁稳定性的影响

复配维生素营养强化剂在车间日光灯照射0~120 min时维生素K₁的衰减率均小于10%,见表1。

表1 维生素K₁光照试验条件下的检测结果

序号	光照时间/min	检测结果/(μg/g)	衰减率/%
1	0	208	-
2	5	200	3.85
3	10	203	2.40
4	15	204	1.92
5	20	216	-3.85
6	40	208	0
7	60	205	1.44
8	120	197	5.29

2.2 加速试验研究维生素K₁稳定性

复配维生素营养强化剂在温度(37±2)℃、相对湿度(75±5)%条件下,加速1、3个月 after 维生素K₁衰减率均为-0.52%,见表2。

表2 维生素K₁加速试验检测结果

序号	加速时间/月	检测结果/(μg/g)	衰减率/%
1	0	194	-
2	1	195	-0.52
3	3	195	-0.52

3 讨论

本研究发现,车间光照120 min后,维生素K₁的最大衰减率为5.29%,考虑维生素K₁检测精密密度为10%,所有衰减率均在检测精密密度范围内,表明日光灯(540 lx)照射对维生素K₁基本无影响。

高春阳等^[5]研究发现,日光照射会加速维生素K₁的破坏;在黑暗和日光灯条件下维生素K₁比较稳定,6 h后残留率在75%以上;日光则比较严重,6 h后残留率不到30%。有研究表明在日光灯下放置2周后,维生素K₁不稳定,因此必须避光保存^[9]。此结果与本文研究维生素K₁在日光灯(540 lx)下放置基本无影响结果不同。分析主要原因:(1)高春阳等^[5,9]研究是将维生素K₁配置成溶液,溶液受光照更易分解或衰减;而粉剂在光照条件下更稳定,推测维生素K₁在粉剂形态不易受光分解,这为粉剂维生素K₁更容易保存提供了参考依据。(2)原料不同,本实验使用的是复配营养素公司专用的维生素K₁原料。由表2数据可以

看出,维生素 K₁ 在温度(37±2) °C、相对湿度(75±5) % 条件下加速 1、3 个月后衰减率均为负值,表明维生素 K₁ 在试验期内基本无衰减,这与姜艳喜等^[4, 6-7]的研究结果相近,虽然他们试验对象是婴幼儿配方奶粉或特殊医学用途配方食品,加速时间长达 6 个月,但维生素 K₁ 的衰减率都较低或为负衰减。王溢等^[3]研究结果亦表明:加速 180 d 后,维生素 K₁ 的衰减率为 22.83%。在同为粉剂的剂型下,这与本实验结果差异较大,进一步证明上述推测的第(2)点,光照对不同原料的维生素 K₁ 影响差异较大。

综上,我司使用的复配维生素营养强化剂中维生素 K₁ 在车间日光灯持续照射 120 min 后,衰减率为 5.29%,对光照具有良好的稳定性,在温度(37±2) °C、相对湿度(75±5) % 条件下加速 3 个月不衰减。

参考文献:

- [1] 农洁. 维生素 K[J]. 中国保健食品, 2012, 8: 22-25.
[2] 中华人民共和国卫生健康委员会. GB 14880-2012 食品安全

国家标准 食品营养强化剂使用标准[S]. [2013-06-05]. <http://www.nhc.gov.cn/zwgk/cybz/201306/d4548c20ef914c3abef239df9a31d939.shtml>.

- [3] 王溢, 汪新洁, 杨波, 等. 特殊医学用途全营养配方食品的稳定性研究[J]. 食品工业科技, 2021, 42(3): 277-283.
[4] 姜艳喜, 楼佳佳, 李归浦, 等. 婴幼儿配方乳粉营养素稳定性研究[J]. 中国乳品工业, 2020, 48(10): 13-20.
[5] 高春阳. 婴幼儿配方奶粉中维生素 K₁ 的稳定性研究[D]. 长沙: 中南林业科技大学, 2017.
[6] 楼佳佳, 储小军, 姜艳喜, 等. 特殊医学用途婴儿乳蛋白部分水解配方食品营养成分稳定性研究[J]. 中国食品添加剂, 2022, 33(3): 57-65.
[7] 孔迎, 储小军, 赵文星, 等. 特殊医学用途母乳营养补充剂的稳定性分析[J]. 中国乳品工业, 2022, 50(1): 29-31, 42.
[8] 崔广智, 尹兰, 罗丽, 等. 产品货架期内维生素的衰减变化规律[J]. 食品工业, 2021, 42(11): 4.
[9] 郑艳. 维生素 K₁ 主要光解产物的分离、鉴定和测定以及维生素 K₁ 的光降解动力学研究[D]. 成都: 四川大学, 2006.

(责任编辑: 李 晓)

版权声明

为适应我国信息化建设,扩大本刊及作者知识信息交流渠道,本刊编辑部已将《广东医科大学学报》的文献数据在中国知网、万方数据—数字化期刊群等以数字化方式复制、汇编、发行、信息网络传播,其作者文章著作权使用费与本刊稿酬一次性给付(在收取发表费时折扣),作者向本刊提交文章发表的行为即视为同意我编辑部上述声明。

本刊编辑部