

# 微胶囊化维生素 A 在模拟胃肠液中释放特性的研究

谢岩黎<sup>1</sup>, 史秀丽<sup>2</sup>

(1. 河南工业大学粮油食品学院, 河南 郑州 450052) (2. 郑州市电子信息工程学校, 河南 郑州 450007)

**摘要:** 本文对微胶囊化维生素 A 在模拟胃液和肠液中的释放特征进行模拟。研究得出其在模拟胃液中的释放曲线回归方程为  $Y=0.5199e^{0.0355x}$ , 相关系数 0.983; 在模拟肠液中释放曲线回归方程为  $Y=0.3664e^{0.0763x}$ , 相关系数 0.9829。

**关键词:** 微胶囊化维生素 A; 模拟胃肠液; 释放特性

中图分类号: TS201.2; 文献标识码: A; 文章编号: 1673-9078(2007)11-0027-03

## Study on the Release of Kinetic Model of Vitamin A Microcapsule in False Gastric and Intestines Succus

XIE Yan-li<sup>1</sup>, SHI Xiu-li<sup>2</sup>

(1. Grain and Food College, Henan University of Technology, Zhengzhou 450052, China)

(2. Zhengzhou Electronic & Information Engineering School, Zhengzhou 450007, China)

**Abstract:** The release of kinetic model of microencapsulated vitamin A was studied by the first order reaction kinetics in false gastric and intestines juice. The release equation was  $Y=0.5199e^{0.0355x}$  and  $R^2$  was 0.983 in false gastric juice. The release equation was  $Y=0.3664e^{0.0763x}$  and  $R^2$  was 0.9829 in false intestines juice.

**Keywords:** microencapsulated vitamin A; false gastric and intestines juice; release of kinetic model

微胶囊化维生素 A 的溶出、渗透、扩散对其被人体吸收利用有重要的影响作用。微胶囊囊心物质的释放机制可分为两类: 瞬时释放和控制释放。瞬时释放是用各种外力如机械压力或者化学方法如酶的攻击使囊心物质瞬时释放到外界环境中。控制释放是按需要在预定时间内向机体提供适宜的囊心物质浓度, 其重要特点是使其在机体的血液中浓度能达较长的时间, 从而可以避免“峰谷”现象的出现, 使囊心物质的安全性、有效性和适应性提高。在研究微胶囊释放理论时, 常常把微胶囊假设成一个理想模式, 其囊壁是由高聚物组成的连续均匀成一体结构, 并且在囊心释放过程中其形状保持不变。费克 (Fick) 用第一定律描述了囊心物质通过壁材由高浓度核心扩散到低浓度微胶囊膜外界水相的过程<sup>[4]</sup>。

本文对微胶囊化维生素 A 在模拟胃肠中的释放动力学特征进行研究, 为微胶囊化维生素 A 在营养强化中的应用提供数据支持。

## 1 实验材料与方法

### 1.1 材料与试剂

收稿日期: 2007-10-16

作者简介: 谢岩黎(1971-), 女, 博士, 研究方向为食品营养与安全

微胶囊化维生素 A: 江南大学食品科学与安全教育部重点实验室自制; 辛烯基琥珀酸淀粉酯: 国民淀粉化学贸易(上海)有限公司; 维生素 A 油(1,000,000 IU/g): 北京世纪维他生物技术有限公司。

胃蛋白酶(10230 U/g): 四川德阳市生化制品有限公司; 胰淀粉酶(146 U/mg): 四川德阳市生化制品有限公司;  $\alpha$ -中温淀粉酶(2000 U/g): 杰能科(无锡)生物制品有限公司。

无水乙醚、异丙醇、石油醚、无水乙醇、无水硫酸钠、氢氧化钾、三氯化铋、三氯甲烷、乙酸酐均为中国医药集团上海化学试剂公司的分析纯试剂。

### 1.2 主要实验仪器

回转式恒调速摇瓶柜: HYG-II 上海欣蕊自动化设备有限公司; 302A 调温调湿箱: 上海实验仪器厂; HH-4 数显恒温水浴锅: 江苏金坛市荣华仪器制造有限公司; UV-2820 型紫外可见分光光度计: 尤尼科(上海)仪器有限公司。

### 1.3 实验方法

#### 1.3.1 维生素 A 标准工作曲线

取药品级维生素 A 油(1,000,000 IU/g) 0.105 g, 依据 AACC 的方法<sup>[5]</sup>。经过皂化和萃取处理后, 用异丙醇定容到 100 mL 后, 取 10 mL 再用异丙醇定容到

100 mL, 分别取 2 mL、4 mL、6 mL、8 mL、10 mL、12 mL 用氯仿定容到 50 mL, 分别取 2 mL+10 mL  $TiCl_3-CH_2Cl_3$  在 5 s 内用分光光度计下快速测定吸光度, 每个样品做三个平行样, 以吸光度 (Abs) 为纵坐标, 以维生素 A 的浓度 (IU/g) 为横坐标, 建立维生素 A 的标准工作曲线。

### 1.3.2 微胶囊中维生素 A 的测定方法

紫外分光光度法<sup>[5]</sup>。

### 1.3.3 维生素 A 微胶囊在人工模拟胃液中的释放实验

人工模拟胃液的配制: 取 9 mL 的浓盐酸, 加约 800 mL 蒸馏水及胃蛋白酶 10 g, pH 值约为 1.2, 混匀后待用<sup>[6,7]</sup>。

准确称取 5.0 g 微胶囊化维生素 A, 用人工模拟胃液定容至 100 mL, 恒温 37 °C 水浴, 搅拌速度为 100 r/min。每隔 15 min 取 10 mL 上清液, 加乙醚完全萃取, 用异丙醇定溶至 100 mL, 用紫外分光光度计测在 310 nm、325 nm、334 nm 下的吸光度, 计算含量<sup>[5]</sup>。

### 1.3.4 维生素 A 微胶囊在人工模拟肠液中的释放实验

人工模拟肠液的配制: 取磷酸二氢钾 6.8 g, 加水 500 mL 使之溶解, 用 0.4 mol/L 的氢氧化钠溶液调 pH 值至 6.8, 另取胰酶 10 g 加水适量使溶解。将两液混合后, 加蒸馏水定容至 1000 mL 即得人工肠液, 备用<sup>[6,7]</sup>。

准确称取 5.0 g 微胶囊化维生素 A, 用人工模拟肠液定容至 100 mL, 恒温 37 °C 水浴, 搅拌速度为 100 r/min。每隔 15 min 取 10 mL 上清液, 加乙醚完全萃取, 用异丙醇定溶至 100 mL, 用紫外分光光度计测在 310 nm、325 nm、334 nm 下的吸光度, 计算含量<sup>[5]</sup>。

## 2 实验结果与讨论

### 2.1 维生素 A 的标准工作曲线

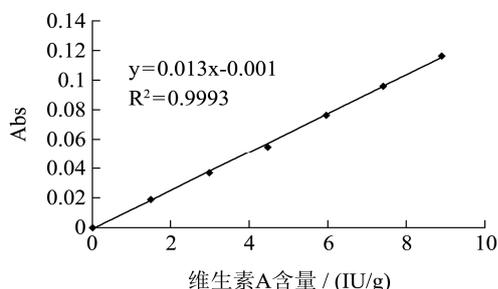


图1 维生素 A 的标准工作曲线

Fig. 1 Standard curve of vitamin A

如图 1 所示, 表明在维生素 A 浓度在 0~10 IU/g 的范围内, 吸光度值与维生素 A 的浓度之间的方程为  $y=0.013x-0.001$ , 相关系数  $R^2=0.9993$ , 呈较好的线性关系。

### 2.2 维生素 A 微胶囊在人工模拟胃液中的释放动力学研究

从图 2 可知, 维生素 A 微胶囊在模拟胃液中的释放不是直线, 在 0~60 min, 微胶囊内维生素 A 的释放较为缓慢; 70~120 min 维生素 A 的释放较快。说明在模拟胃液中 60 min 以后, 壁材开始逐渐溶解, 控制速率的障碍在逐渐消失, 因此维生素 A 穿过囊壁向外扩散的速率增大。采用一级动力学方程模型  $\ln q_m = -kt + \ln q_0$  对  $\ln q_m - t$  作图, 可以看到  $\ln q_m - t$  呈直线关系, 见图 3。在模拟胃液中微胶囊内维生素 A 的释放遵循一级反应动力学方程, 其曲线回归方程为  $Y=0.5199e^{0.0355x}$ , 相关系数 0.983。

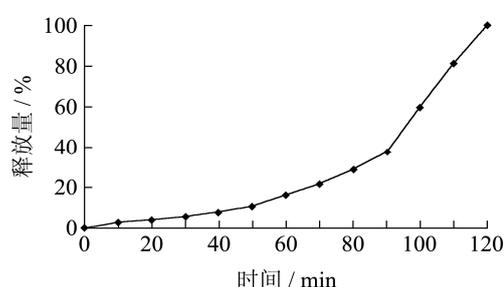


图2 微胶囊化维生素 A 在模拟胃液中的释放曲线

Fig.2 Release curve of vitamin A microcapsulated in simulated gastric juice

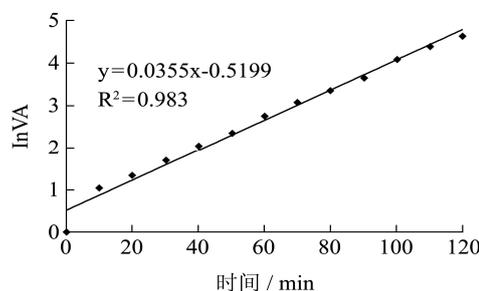


图3 微胶囊化维生素 A 在模拟胃液中的释放动力学方程

Fig.3 Release kinetic equation of vitamin A microcapsulated in simulated gastric juice

### 2.3 维生素 A 微胶囊在人工模拟肠液中的释放动力学研究

从图 4 可知, 微胶囊在模拟肠液中的释放不是直线, 在 0~30 min, 微胶囊内维生素 A 的释放较为缓慢; 30~60 min 内维生素 A 的释放较快, 说明在模拟肠液中 30 min 后, 壁材开始逐渐溶解, 控制速率的障碍在逐渐消失, 因此囊心穿过囊壁向外扩散的速率增大。采用一级动力学方程模型  $\ln q_m = -kt + \ln q_0$  对  $\ln q_m - t$  作图, 如图 5 所示, 可以看到  $\ln q_m - t$  呈直线关系, 在模拟肠液中微胶囊内维生素 A 的释放遵循一级反应动力学方程, 其曲线回归方程为  $Y=0.3664e^{0.0763x}$ , 相关系数 0.9829。与在胃中的释放速率此相比, 在小肠中

的释放速率较快,可能因为微胶囊的壁材是变性淀粉,小肠液中含有胰淀粉酶,所以胰淀粉酶的存在加速了微胶囊的破壁,加快了维生素 A 释放速率。

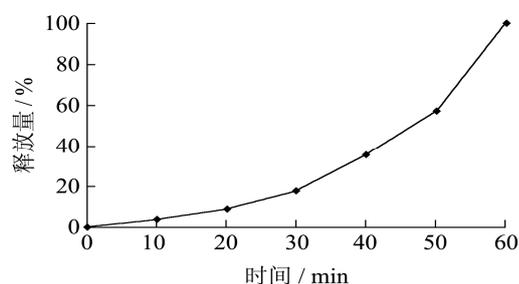


图4 微胶囊化维生素 A 在模拟肠液中的释放曲线

Fig.4 Release curve of vitamin A microencapsulated in simulated intestine juice

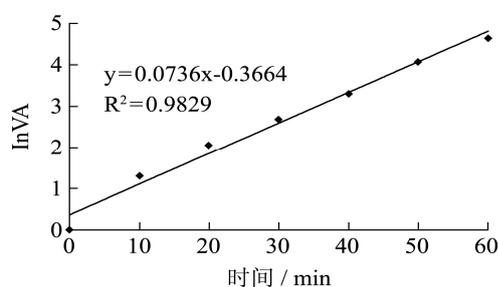


图5 微胶囊化维生素 A 在模拟肠液中的释放动力学方程

Fig.5 Release kinetic equation of microencapsulated vitamin A in simulated gastric juice

### 3 结论

3.1 本微胶囊化维生素 A 在模拟胃液的释放曲线都不是直线,采用一级动力学方程对其释放特征进行模拟,可得到其在模拟胃液中的回归方程为  $Y=0.5199e^{0.0355x}$ , 相关系数为 0.983。在肠液中的释放曲线不是直线,采用一级动力学方程对其释放特征进

行模拟,在肠液中的回归方程为  $Y=0.3664e^{0.0763x}$ , 相关系数为 0.9829。

3.2 本微胶囊化维生素 A 在模拟肠液中的释放速率较模拟胃液中的快,可能是因为模拟肠液中存在有胰淀粉酶的原因。

### 参考文献

- [1] Solon A., Fernandez T.L., Latham M.C. and Popkin B.M. Evaluation of strategies to control the vitamin A deficiency in the Philippines[J]. AM J Clin Nutr., 1979,32:1445-1453
- [2] Murphy P.A., Engelhardt R.,Smith S.E. Isomerization of retinyl palmitate in fortified skim milk under retail fluorescent lighting[J]. J Agric. Food Chem.,1988,36(3): 592-595
- [3] Arroyave G, Mejia L.A. and Aguilar R.J.R. The effect of vitamin A fortifications of sugars on the serum vitamin A levels of preschool Guatemalan children: A longitudinal evaluation[J]. Am. J. Clin. Nutr.,1981,34:41-49
- [4] 梁治齐.微胶囊技术及其应用[M].北京:中国轻工业出版社,1999
- [5] AACC.Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists[M]. Tenth Edition Volume II,American Association of Cereal Chemists, St.Paul, MN,2000
- [6] 庄越,曹宝成,萧瑞祥.实用药物制剂技术[M].北京:人民卫生出版社,1999
- [7] 叶盛英,王世岭,高申.重组人表皮生长因子在人工胃液和肠液中的稳定性[J].第二军医大学学报,2003,24(7): 810-811
- [8] 天津大学物理化学教研室编.物理化学[M].北京:高等教育出版社,2001

(上接第 33 页)

- [10] 李明福,张劲,连文伟,等.菠萝叶渣青贮饲料技术[J].中国草食动物,2005(60): 58-59
- [11] 李建国.果渣作为饲料资源的开发与利用[J].资源开发, 2005(6):10-12
- [12] 王相友,程卫东,柏雪源,等.果蔬变风温干燥的试验研究[J].农业机械学报,1997,9(3):39-42
- [13] 邓干然,李明,连文伟.龙眼鲜果肉热风干燥的试验研究[J].热带农业工程,2001(3):15-17
- [14] 黄发新,詹云辉,胡炳芬,等.用菠萝皮、渣酿制白兰地的初步研究[J].云南热作科技,1997,20(1):11-15
- [15] 曹日亮,胡广英,梁兴龙.利用果渣生产蛋白质饲料[J].农产品加工,2003(1):31-32
- [16] B.K. Bala, M.R.A. Mondol, B.K. Biswas, et al. Solar drying of pineapple using solar tunnel drier[J]. Renewable Energy, 2003,28:183-190
- [17] Md Azharul Karim, M.N.A. Hawlader. Mathematical modeling and experimental investigation of tropical fruits drying[J]. International Journal of Heat and Mass Transfer, 2005,48(11): 4914-4925