# 2 种微生物试剂盒法快速检测乳粉中叶酸含量

付婧超[1,2*], 刘晓晖[1,2], 李井涛[1], 李沐阳[1]

(1. 吉林省食品检验所, 长春 130103; 2. 吉林省安信食品技术服务有限责任公司, 长春 130021)

**摘 要: 目的** 对 2 种商业化试剂盒法检测婴幼儿配方乳粉中叶酸含量的结果进行对比研究。**方法** 通过制作标准曲线, 加标回收试验及样品重复性试验对 2 种试剂盒进行比对。**结果** 研究表明 2 种试剂盒的叶酸标准曲线相关系数均在 0.999 以上; 样品加标回收试验的加标回收率均在 90%~100%之间, 符合试剂盒加标回收要求; 样品重复性试验结果相对标准偏差均小于 5%。**结论** 2 种商业化叶酸试剂盒具有操作简单、实验周期短、重复性较好等特点, 可快速检测婴幼儿配方乳粉中叶酸的含量。

**关键词:** 叶酸; 商业化试剂盒; 微生物法; 婴幼儿配方乳粉; 快速检测

## Rapid determination of the content of folic acid in milk power by two rapid microbiological kit methods

FU Jing-Chao[1,2*], LIU Xiao-Hui[1,2], LI Jing-Tao[1], LI Mu-Yang[1]

(1. *Jilin Institute for Food Control*, *Changchun* 130103, *China*; 2. *Jilin Province Anxin Food Technology Services Limited Liability Company*, *Changchun* 130021, *China*)

**ABSTRACT: Objective** To compare the results of 2 commercial kits for determination of folic acid in infant formula milk powder. **Methods** The two standard kits were compared by making standard curves, the addition standard recovery tests and repeating the sample tests. **Results** The results showed that the folic acid standard curve correlation coefficients of the two kits were above 0.999. The recoveries of the samples were between 90% and 100%, which were in line with the standard recovery requirements of the kit. The relative standard deviations of the sample repeatability test results were less than 5%. **Conclusion** The 2 commercial folic acid kits have the characteristics of simple operation, short experimental period and good repeatability, and can quickly detect the content of folic acid in infant formula milk powder.

**KEY WORDS:** folic acid; commercial kit; microbiological method; infant formula milk power; rapid test

## 1 引 言

叶酸, 又称维生素 $B_9$, 参与人体三大营养物质的代谢, 是一种维持人体正常生长发育所需的水溶性维生素[1-4]。人体不能自身合成叶酸, 只能通过肠道吸收外源性的叶酸[5]。新生儿所需的叶酸全部来自于母体, 当新生儿体内缺乏叶酸时, 轻则会影响新生儿的体重及出生后 6 个月婴儿的生长发育, 重则会导致中枢神经系统畸形[6]。2000 年我国卫生部规定, 在婴幼儿食品中补充加入叶酸[7]。婴幼儿配方乳粉是专门为婴幼儿生长时期所需的特殊营养素所设计, 故本文检测叶酸的含量所需要的原料从市面上选取 7 种不同的婴幼儿配方乳粉进行检测[8]。

近年来国内外检测叶酸的方法主要有仪器法、微生物法和根据微生物法的原理所产生的试剂盒法等[9,10]。其中微生物法较为经典, 准确可靠[11]。目前食品安全国家标准 GB 5413.16-2010《食品安全国家标准 婴幼儿食品和乳品

*通讯作者: 付婧超, 硕士, 助理工程师, 主要研究方向为食品微生物检验。E-mail: 37064930@qq.com

***Corresponding author:** FU Jing-Chao, Master, Assistant Engineer, Jilin Institute for Food Control, Changchun 130103, China. E-mail: 37064930@qq.com

中叶酸(叶酸盐活性)的测定》[12]和 GB 5009.211-2014《食品安全国家标准 食品中叶酸的测定》[13]都采用微生物法测定叶酸, 用此方法进行叶酸检测节约检测成本, 灵敏度高。但是微生物法检测周期长, 需要避光培养 44~48 h, 而且工作量也较大[14]。GB 5413.16-2010 于 2016 年 3 月 21 日被 GB 5009.211-2014 所替代, GB 5009.211-2014 利用叶酸是鼠李糖乳杆菌 *Lactobacillus rhamuosus* (ATCC7469)在生长过程中所必需的营养要素, 将鼠李糖乳杆菌液加入所需培养液中, 避光培养一段时间后, 测得吸光度值, 根据标准曲线即可计算出试样中叶酸的含量[15]。拜发和陆桥的试剂盒都是采用鼠李糖乳杆菌(*Lactobacillus rhamuosus*)进行测定叶酸含量, 简化了国家标准中菌种的制备和保存步骤, 缩短实验周期[16]。本文创新点在于将对市面上 2 种商业化试剂盒进行比对, 并用国标法进行验证。

本研究比较 2 种商业化试剂盒法检测叶酸的含量, 以 7 种市售婴幼儿配方乳品作为原料, 参照产品营养配料表进行比对[17], 以期为婴幼儿配方乳粉中叶酸含量的检测提供理论依据。

## 2　材料与方法

### 2.1　实验材料与仪器

实验菌种: 鼠李糖乳杆菌(*Lactobacillus rhamuosus*)ATCC 7469, 美国标准菌种保藏中心。

实验样品: 市售多品牌的婴幼儿配方乳粉。

实验试剂: VitaFast® Folic Acid 叶酸试剂盒(KF 43223, 德国拜发公司); 婴幼儿乳粉中叶酸检测试剂盒(VT511805, 北京陆桥技术股份有限公司); 抗坏血酸钠、磷酸二氢钠(分析纯, 北京国药集团)。

实验仪器: MLS-3780 高压蒸汽灭菌器(日本三洋公司); BS224S 电子天平(德国赛多利斯公司); HH－6 电热恒温水浴锅(江苏江南厂); BSC-250 恒温培养箱(上海博讯公司); EXL-800 酶标仪(美国博腾公司)。

### 2.2　VitaFast® Folic Acid 叶酸试剂盒测婴幼儿乳粉中叶酸的含量

2.2.1　VitaFast® Folic Acid 的标准曲线

取试剂盒所提供叶酸冻干标准品 1 瓶, 加入 2.2 mL 无菌水配制为叶酸标准溶液, 按照试剂盒说明书所提供方法配制为 0、0.16、0.32、0.64、0.96、1.28 mg/100 mL 系列浓度的标准溶液。用移液枪准确移取 150 μL 叶酸培养基于微孔中, 分别加入不同浓度的标准溶液 150 μL, 每个稀释度平行滴加 3 个微孔, 用密封膜密封后, 37 ℃培养 48 h, 将微孔板倒置桌面后, 平面振荡, 取下密封膜, 用酶标仪在波长 630 nm 下测吸光度值, 绘制 VitaFast® Folic Acid 叶酸试剂盒标准曲线。

2.2.2　VitaFast® Folic Acid 的加标回收率试验

取市售奶粉样品完全溶解于磷酸盐缓冲溶液中, 分别加入配制好 10 μg/mL 的叶酸标准溶液 0、2、4、8 mL, 定容至 40 mL。即加标量分别为 0、50、100、200 μg/100 g, 95 ℃水浴提取 30 min, 迅速冷却至室温后离心, 按照加标浓度进行稀释后, 用移液枪准确移取 150 μL 叶酸培养基于微孔中, 分别加入不同加标溶液 150 μL, 密封膜密封后, 37 ℃培养 48 h, 将微孔板倒置于桌面, 平面振荡数次后, 取下密封膜, 用酶标仪在波长 630 nm 下测吸光度值, 回收率计算方法如下:

加标回收率=(加标样品值-未加标样品值)/加标量 × 100%[18]。

2.2.3　VitaFast® Folic Acid 的重复性试验

取 7 种市售婴幼儿配方乳粉样品完全溶解于 40 mL 磷酸盐缓冲溶液中, 95 ℃水浴提取 30 min, 迅速冷却至室温后离心, 参照营养配料表进行稀释后, 用移液枪准确移取 150 μL 叶酸培养基于微孔中, 分别加入不同样品稀释液 150 μL, 密封膜密封后, 37 ℃培养 48 h, 将微孔板倒置于桌面, 平面振荡数次后, 取下密封膜, 用酶标仪在波长 630 nm 下测吸光度值。

### 2.3　VT511805 试剂盒对婴幼儿乳粉中叶酸的含量测定

2.3.1　VT511805 的标准曲线

取试剂盒所提供叶酸冻干标准品 1 瓶, 加入 2.5 mL 按说明书配置好的叶酸保护剂与叶酸缓冲液混合液, 即配制为叶酸标准溶液, 按照说明书提供方法配制为 0、0.1、0.2、0.3、0.4、0.6、0.8、1.0 μg/100 mL 系列浓度的标准溶液。在每个试剂盒所提供 96 孔板微孔中加入 100 μL 叶酸检测用培养基, 分别滴加 100 μL 不同浓度的标准溶液于带有叶酸检测用培养基的微孔中, 用密封膜密封后, 于 36 ℃, 避光培养 48 h, 反复颠倒震荡摇匀后, 酶标仪 630 nm 条件下测吸光度值, 绘制陆桥婴幼儿乳粉中叶酸检测试剂盒标准曲线。

2.3.2　VT511805 的加标回收率试验

取与 2.2.2 相同批次的市售奶粉样品完全溶解于 10 mL 样品稀释液中, 分别加入配制好 10 μg/mL 的叶酸标准溶液 0、1、2、4 mL, 定容至 20 mL。即加标量分别为 0、50、100、200 μg/100 g, 95 ℃水浴提取 30 min, 冷却至室温后经 0.22 μm 滤膜过滤后, 按照加标浓度进行稀释, 在每个试剂盒所提供微孔中加入 100 μL 叶酸检测用培养基, 分别滴加 100 μL 不同样品稀释液于带有叶酸检测用培养基的微孔中, 用密封膜密封后, 于 36 ℃, 避光培养 48 h, 反复颠倒震荡摇匀后, 酶标仪 630 nm 条件下测吸光度值, 回收率计算方法如 2.2.2。

2.3.3　VT511805 的重复性试验

取 2.2.3 相同批次的 7 种市售婴幼儿配方乳粉样品完全溶解于 20 mL 样品稀释液中, 95 ℃水浴提取 30 min, 冷却至室温后经 0.22 μm 滤膜过滤, 参照营养配料表进行稀释后,

在每个试剂盒所提供微孔中加入 100 μL 叶酸检测用培养基，分别滴加 100 μL 不同样品稀释液于带有叶酸检测用培养基的微孔中，用密封膜密封后，于 37 ℃，避光培养 48 h，反复颠倒震荡摇匀后，酶标仪 630 nm 条件下测吸光度值。

### 2.4 国标法测测婴幼儿乳粉中叶酸的含量

按 GB 5009.211-2014[13]中的方法进行测定。

### 2.5 数据分析

本论文的数据均进行 3 组重复测定，结果以 3 组数据平均值表示[19]。

## 3 结果与分析

### 3.1 叶酸的标准曲线

3.1.1 VitaFast® Folic Acid 叶酸试剂盒

采用德国拜发试剂盒所提供的软件制作标准曲线，叶酸浓度范围在 0.16~1.28 μg/100 g，吸光度值变化曲线如图 1，由图 1 可见，标准曲线线性关系良好，相关系数为 $r^2$=0.9990。本方法的定量限为 0.16 μg/100 g，检出限为 0.018 μg/100 g，表明本试剂盒法方法灵敏度高。

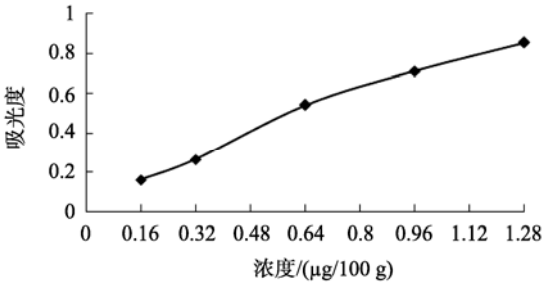


图 1 VitaFast® Folic Acid 叶酸标准曲线

Fig.1 Folic acid stangard curve of VitaFast® Folic Acid

3.1.2 VT511805 叶酸检测试剂盒

采用北京陆桥试剂盒所提供的软件制作叶酸标准曲线，叶酸浓度范围在 0~1.0 μg/100 g，吸光度值变化曲线如图 2，由图 2 可见，标准曲线线性关系良好，相关系数为 $r^2$=0.9991。本方法的定量限为 0.1 μg/100 g，检出限为 0.03 μg/100 g，表明本试剂盒法方法灵敏度高。

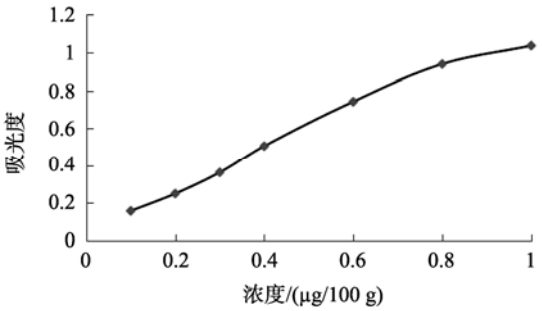


图 2 VT511805 叶酸标准曲线

Fig.2 Folic acid standard curve of VT511805

### 3.2 加标回收率试验

3.2.1 VitaFast® Folic Acid 叶酸试剂盒

对 VitaFast® Folic Acid 叶酸试剂盒进行加标回收率试验，测得不加叶酸标准品的奶粉样品叶酸含量为 27 μg/100 g，加标回收试验结果如表 1 所示，加标回收率均在 90%~100%之间，3 次平行实验结果相对标准偏差(relative standard deviation, RSD)均小于 5%，检测结果符合 VitaFast® Folic Acid 叶酸试剂盒回收率 90%~105%的要求[20]。

**表 1 VitaFast® Folic Acid 加标回收率试验结果**($n$=3)

**Table 1 Results of addition standard recovery test of VitaFast® Folic Acid ($n$=3)**

| 加标量 /(μg/100 g) | 样品测定值 /(μg/100 g) | 平均回收率/% | RSD/% |
|---|---|---|---|
| 0 | 27±0.83 | 0 | 3.07 |
| 50 | 74.3±1.12 | 94.6 | 1.51 |
| 100 | 122.8±0.97 | 95.8 | 0.79 |
| 200 | 219.2±2.35 | 96.1 | 1.07 |

3.2.2 VT511805 叶酸检测试剂盒

对陆桥婴幼儿乳粉中叶酸试剂盒进行加标回收率实验，测得不加叶酸标准品的奶粉样品叶酸含量为 27.8 μg/100 g，加标回收试验结果如表 2 所示，加标回收率均在 90%~100%之间，3 次平行实验结果的 RSD 均小于 2%，检测结果符合陆桥婴幼儿乳粉中叶酸试剂盒回收率 80%~120%的要求[21]。

**表 2 VT511805 加标回收率试验结果**($n$=3)

**Table 2 Results of addition standard recovery test of VT511805 ($n$=3)**

| 加标量 /(μg/100g) | 样品测定值 /(μg/100g) | 平均回收率/% | RSD/% |
|---|---|---|---|
| 0 | 27.8±0.54 | 0 | 1.94 |
| 50 | 76.5±0.35 | 97.4 | 0.46 |
| 100 | 121.4±1.15 | 93.6 | 0.95 |
| 200 | 224.8±1.65 | 98.5 | 0.73 |

### 3.3 重复性试验

3.3.1 VitaFast® Folic Acid 叶酸试剂盒

采用 VitaFast® Folic Acid 叶酸试剂盒法对市售 7 种婴幼儿配方乳粉中叶酸含量进行测定，结果见表 3，叶酸平均含量均高于营养配料表中叶酸的含量。3 次测定结果的 RSD 均小于 5%，可见 VitaFast® Folic Acid 叶酸试剂盒法测婴幼儿乳粉中叶酸的含量重复性较高。

3.3.2 VT511805 叶酸检测试剂盒

采用陆桥叶酸检测试剂盒对 7 种婴幼儿配方乳粉中

叶酸含量进行测定, 结果见表 4, 叶酸平均含量均高于营养配料表中叶酸的含量。3 次测定结果的 RSD 均小于 2 %, 可见陆桥叶酸检测试剂盒测婴幼儿乳粉中叶酸的含量重复性比 VitaFast® Folic Acid 叶酸试剂盒法高。

3.3.3　国标法

采用国标法对 7 种婴幼儿配方乳粉中叶酸含量进行测定, 结果见表 5, 叶酸平均含量均高于营养配料表中叶酸的含量。3 次测定结果的 RSD 均小于 2%, 可见国标法测婴幼儿乳粉中叶酸的含量数值比 VitaFast® Folic Acid 叶酸试剂盒法和陆桥叶酸检测试剂盒法略低, 可能是由于前处理方法有所不同造成的。

**表 3　VitaFast® Folic Acid 重复性试验结果**(*n*=3)

**Table 3　Results of repetitive test of VitaFast® Folic Acid (*n*=3)**

| 样品号 | 叶酸含量/(μg/100g) | | | 叶酸平均含量/(μg/100 g) | 标准偏差 | RSD/% |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | | | |
| 1 | 101.4 | 96.0 | 98.1 | 98.5 | 2.72 | 2.76 |
| 2 | 146.4 | 135 | 135.3 | 138.9 | 6.50 | 4.68 |
| 3 | 142.2 | 148.2 | 148.2 | 146.2 | 3.46 | 2.37 |
| 4 | 155.1 | 157.5 | 158.4 | 157.0 | 1.71 | 1.09 |
| 5 | 84.3 | 81.9 | 85.8 | 84.0 | 1.97 | 2.34 |
| 6 | 45.2 | 46.2 | 45.6 | 45.7 | 0.50 | 1.09 |
| 7 | 191.0 | 191.0 | 191.5 | 191.2 | 0.29 | 0.15 |

**表 4　VT511805 重复性试验结果**(*n*=3)

**Table 4　Results of repetitive test of VT511805 (*n*=3)**

| 样品号 | 叶酸含量/(μg/100 g) | | | 叶酸平均含量/(μg/100g) | 标准偏差 | RSD/% |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | | | |
| 1 | 98.5 | 99.8 | 98.7 | 99.0 | 0.70 | 0.71 |
| 2 | 138.2 | 137.5 | 136.8 | 137.5 | 0.70 | 0.51 |
| 3 | 148.1 | 147.6 | 149.3 | 148.3 | 0.87 | 0.59 |
| 4 | 155.8 | 156.9 | 156.4 | 156.4 | 0.55 | 0.35 |
| 5 | 86.4 | 85.5 | 84.7 | 85.5 | 0.85 | 1.00 |
| 6 | 45.8 | 46.6 | 46.8 | 46.4 | 0.53 | 1.13 |
| 7 | 193.8 | 192.5 | 194.2 | 193.5 | 0.89 | 0.46 |

**表 5　国标法重复性试验结果**(*n*=3)

**Table 5　Results of repetitive test of national standard method (*n*=3)**

| 样品号 | 叶酸含量/(μg/100 g) | | | 叶酸平均含量/(μg/100 g) | 标准偏差 | RSD/% |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | | | |
| 1 | 91.6 | 90.8 | 89.5 | 90.6 | 1.06 | 1.18 |
| 2 | 135.3 | 132.8 | 137.1 | 135.1 | 2.16 | 1.58 |
| 3 | 144.3 | 145.5 | 143.7 | 144.5 | 0.92 | 0.64 |
| 4 | 155.6 | 156.9 | 153.8 | 155.4 | 1.56 | 1.01 |
| 5 | 81.5 | 82.4 | 82.9 | 82.3 | 0.71 | 0.86 |
| 6 | 42.2 | 40.9 | 41.7 | 41.6 | 0.66 | 1.57 |
| 7 | 187.1 | 186.1 | 189.6 | 187.6 | 1.80 | 0.95 |

## 4 结 论

2 种试剂盒法和国标法测婴幼儿配方乳粉中叶酸的含量相差不是很大，原理基本一致，都是采用鼠李糖乳杆菌 *Lactobacillus rhamuosus* (ATCC7469)作为试验菌种，只是实验过程有所差别。VitaFast® Folic Acid 叶酸试剂盒法的结果略低于陆桥叶酸检测试剂盒的结果，因为 VitaFast® Folic Acid 叶酸试剂盒法是将菌种直接保存于 96 孔板中，而陆桥叶酸检测试剂盒是将菌种以冻干菌球的方式分离保存，与培养基混合均匀后进行下一步试验，陆桥叶酸检测试剂盒的菌液量和菌种活性相对一致，所以这可能是影响实验结果有所差别的原因。

本研究主要是对市面上 2 种商业化试剂盒进行比对，并用国标法进行验证，2 种试剂盒的叶酸标准曲线相关系数均在 0.999 以上，样品加标回收试验也均在试剂盒要求范围内，样品重复性试验结果 RSD 均小于 5%。可见，目前 2 种商业化叶酸试剂盒操作简单，实验周期短，重复性较好。2 种商业化叶酸试剂盒价格方面，陆桥叶酸检测试剂盒低于 VitaFast® Folic Acid 叶酸试剂盒法。商业化叶酸测定试剂盒可快速测定婴幼儿配方乳粉中叶酸含量，为维生素检测方面提供一种快速检测方法。

### 参考文献


[1] 杨修远，潘月龙. 叶酸与肿瘤的研究进展[J]. 实用肿瘤杂志，2017, 32(2): 187–191.
Yang XY, Pan YL. The development of study on folic acid and cancer [J]. J Pract Oncol, 2017, 32(2): 187–191.

[2] Akbar S, Anwar A, Kanwal Q. Electrochemical determination of folic acid: A short review [J]. Anal Biochem, 2016, (510): 98–105.

[3] 张旭晖，王恬. 生物素营养生理作用及其应用研究进展[J]. 中国饲料，2010, (8): 5–8.
Zhang XH, Wang T. Biotin nutrition physiological function and its application are reviewed [J]. China Feed, 2010, (8): 5–8.

[4] 谷茜，刘佳琦，何达，等. 神经管缺陷发生原因的循证医学研究[J]. 中国妇幼保健, 2011, 26(24): 3825–3829.
Gu Q, Liu JQ, He D, *et al*. The Causes of neural tube defect: Evidence-based research [J]. Mater Child Health Care China, 2011, 26(24): 3825–3829.

[5] Blehaut H, Mircher C, Ravel A, *et al*. Effect of leucovorin(folinicacid) on the developmental quotient of children with Down's syndrome(trisomy 21) and influence of thyroid status [J]. PLoS One, 2010, 5(1): 8394.

[6] 张旺，邹志飞，袁慕云，等. 微孔板试剂盒法检测婴幼儿配方奶粉中叶酸质量分数[J]. 中国乳品工业, 2013, 41(2): 59–60, 64.
Zhang W, Zou ZF, Yuan MY, *et al*. Micro plate kit method for the determination of folic acid in infant formula milk powder [J]. China Dairy Ind, 2013, 41(2): 59–60, 64.

[7] 云振宇，刘文，蔡晓湛，等. 美国乳制品质量安全监管及相关法规标准概述[J]. 农产品加工学刊, 2010, (1): 66–71.
Yun ZY, Liu W, Cai XZ, *et al*. Overview of dairy quality and safety supervision organization and relative law regulation and standands in America [J]. Acad Period Farm Prod Prog, 2010, (1): 66–71.

[8] 张慧，吴环，黄伟乾，等. 微生物法快速检测婴幼儿配方乳粉中叶酸含量[J]. 食品研究与开发, 2015, 36(5): 66–69.
Zhang H, Wu H, Huang WQ, *et al*. Rapid microbiological methods detecting the content of folic acid in infant formula milk powder [J]. Food Res Dev, 2015, 36(5): 66–69.

[9] 陈伟才，李忠信，渠海，等. 叶酸及维生素 $B_{12}$ 检测方法的发展及现状[J]. 分子诊断与治疗杂志, 2015, 7(5): 357–360.
Chen WC, Li ZX, Qu H, *et al*. The development of detection methods for folic acid and Vitamin $B_{12}$ [J]. J Mol Diagn Ther, 2015, 7(5): 357–360.

[10] 徐琼，王志伟，陈欣钦，等. 微生物法测定婴幼儿配方乳粉中维生素，叶酸和 $VB_{12}$[J]. 乳业科学与技术, 2014, 37(6): 15–17.
Xu Q, Wang ZW, Chen XQ, *et al*. Microbiological method for the detection of biotin, folic acid and vitamin $b_{12}$ in infant formula powder [J]. J Dairy Sci Technol, 2014, 37(6): 15–17.

[11] 汤水平，李冰，彭灿，等. 微生物法测定婴幼儿配方乳粉中游离生物素含量的研究[J]. 食品与机械, 2008, 24(5): 96–98.
Tang SP, Li B, Peng C, *et al*. Study on microbiological method for biotin determination in infant formula milk power [J]. Food Mach, 2008, 24(5): 96–98.

[12] GB 5413.16-2010 食品安全国家标准 婴幼儿食品和乳品中叶酸(叶酸盐活性)的测定[S].
GB 5413.16-2010 National food safety standard-Determination of folic acid(folate activity) in foods for infant and young children, milk and milk products [S].

[13] GB 5009.211-2014 食品安全国家标准 食品中叶酸的测定[S].
GB 5009.211-2014 National food safety standard-Determination of folates in foods [S].

[14] Vyas P, O'Kane AA. Determination of vitamin $B_{12}$ in fortified bovine milk-based infant formula powder, fortified soya-based infant formula powder, vitamin premix, and dietary supplements by surface plasmon resonance: collaborative study [J]. J Aoac Int, 2011, 94(4): 1217–1226.

[15] 蔡双福，张琴，黄耀雄，等. 奶粉中微生物法测定强化叶酸的方法改进[J]. 中外食品工业, 2015, (2): 35–37.
Cai SF, Zhang Q, Huang YX, *et al*. Improvement of method for determination of enhanced folic acid by microbiological method in milk powder [J]. Sino-foreign Food Ind, 2015, (2): 35–37.

[16] 张旭，马景宏，魏彤竹. 两种微生物法测定食品中叶酸含量的比较[J]. 中国微生态学杂志, 2012, 24(9): 848–849.
Zhang X, Ma JH, Wei TZ. A comparison between two microbial method for the detection of folic acid in food [J]. Chin J Microecol, 2012, 24(9): 848–849.

[17] 余文，谢冠东，陈怡文，等. 试剂盒法快速检测婴幼儿乳粉中叶酸含量[J]. 食品安全质量检测学报, 2018, 9(18): 4808–4811.
Yu W, Xie GD, Chen YW, *et al*. Rapid determination of folic acid in infant formula by reagent kit method [J]. J Food Saf Qual, 2018, 9(18): 4808–4811.

[18] 李飞飞，于娟娟，高伟敏，等. 新型维生素检测试剂盒测定奶粉中叶酸

的含量[J]. 中国乳品工业, 2016, 44(10): 45–47.
Li FF, Yu JJ, Gao WM, *et al*. Novel vitamin detection kit for the determination of folic acid in milk power [J]. China Dairy Ind, 2016, 44(10): 45–47.
[19] 刘洋, 于滨滨, 王为, 等. 微囊化共培养诱导骨髓间充质干细胞体外定向成骨分化研究[J]. 高校化学工程学报, 2010, 24(6): 993–999.
Liu Y, Yu BB, Wang W, *et al*. Ex vivo osteogenic differentiation of mesenchymal stem cells induced by osteoblasts microencapsulate [J]. J Chem Eng Chin Univ, 2010, 24(6): 993–999.
[20] 艾银国. 谈标准物质在实验质量控制中的作用[J]. 石油化工应用, 2004, (3): 37–38.
Ai YG. Discuss the function of standard substance in the quality control of experiment [J]. Petrochem Ind Appl, 2004, (3): 37–38.
[21] 张水华. 食品分析[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2004.
Zhang SH. Food analysis [M]. Beijing: China Light Industry Press, 2004.

(责任编辑: 韩晓红)

## 作者简介

付婧超, 硕士, 助理工程师, 主要研究方向为食品微生物检验。
E-mail: 37064930@qq.ocm

# “农副产品综合利用”专题征稿函

在农业生产过程中, 除了可被食用的部分, 还产生了大量的不可食用的产物, 这些产物如果不能被合理利用, 将会产生大量的废弃物, 造成资源的浪费, 同时增加垃圾处理的负担。如果能够将农副产品进行有效利用, 将会带来巨大的经济效益和环境效益。

鉴于此, 本刊特别策划了“**农副产品综合利用**”专题。专题将围绕**果蔬副产物(皮、渣、籽、壳、叶、茎、根、花等)、粮油副产物(麸皮、胚芽、米糠、饼粕、玉米芯、皮壳、皂脚等)、畜、禽、水产副产物(毛、皮、骨、内脏、腺体、血液等)以及有一定商业价值的小宗农产品(芳香植物、南瓜等)**等各类农副产物资源的综合利用技术展开。或您认为本领域有意义的问题综述及研究论文均可, 专题计划在 2019 年 5 月出版。

本刊主编国家风险评估中心**吴永宁**研究员和本专题主编四川大学**何强**教授特邀请有关食品领域研究人员为本专题撰写稿件, 综述、研究论文和研究简报均可。请在 2019 年 4 月 15 日前通过网站或 E-mail 投稿。我们将快速处理并经审稿合格后优先发表。

投稿方式(注明专题): **农副产品综合利用**

网站: www.chinafoodj.com

E-mail: jfoodsq@126.com

《食品安全质量检测学报》编辑部
编辑: 韩晓红
13516230537　010-57175223