

粮食及果蔬中叶酸含量分析

邵丽华¹, 王莉^{1,2,*}

(1.山西师范大学生命科学学院, 山西 临汾 041004; 2.山西师范大学现代文理学院生物系, 山西 临汾 041004)

摘要: 对日常食用的主要粮食及果蔬的叶酸含量进行测定与评价, 为人体科学合理补充叶酸提供理论依据。在山西省各农户及市场搜集11种主要粮食、17种常见蔬菜、8种常见水果。粮食样品研磨全部过100目筛子备用, 市售新鲜果蔬样品将可食用部分随机多点采样, 切碎混合。食物叶酸用磷酸二氢钾溶液恒温水浴浸提, 加苯胺处理过的活性炭吸附, 用体积分数3%氨-70%乙醇洗脱, 采用高锰酸钾氧化-间接荧光法测定。结果显示, 主要食物叶酸含量存在差异, 叶酸含量较高的粮食种类有: 大豆、花生、绿豆、小米、燕麦、玉米和苦荞, 含量均在1.56 $\mu\text{g/g}$ (以干质量计) 以上; 含量较高的蔬菜有: 菠菜、油菜、香菇、油麦菜、生菜、卷心菜、青椒、芹菜、白菜和南瓜, 含量均在1.53 $\mu\text{g/g}$ (以湿质量计) 以上; 人们日常食用的水果叶酸含量均在1.74 $\mu\text{g/g}$ (以湿质量计) 以上; 只要合理调整膳食结构, 粗细搭配, 多摄食蔬菜水果, 就有望通过食疗来补充人体所缺乏的叶酸。

关键词: 粮食; 水果; 蔬菜; 叶酸含量

Analysis of Folic acid Contents in Main Grain Crops, Fruits and Vegetables

SHAO Li-hua¹, WANG Li^{1,2,*}

(1. College of Life Science, Shanxi Normal University, Linfen 041004, China;

2. Department of Biology, College of Modern Arts and Sciences, Shanxi Normal University, Linfen 041004, China)

Abstract: In this study, the contents of folic acid in main grain crops, fruits and vegetables were determined and evaluated to provide a theoretical basis for reasonable supplementation of folic acid for people's daily consumption. A total of 38 samples, including 11 kinds of main grain crops, 17 kinds of common vegetables and 8 kinds of common fruits, were collected from some households and local markets in Shanxi Province. Grain samples were prepared by grinding and sieving through 100 mm sieve, and fresh fruits and vegetables samples were randomly prepared by collecting the edible parts and were chopped into small pieces. The contents of folic acid in all samples were extracted with potassium dihydrogen phosphate in water bath. The optimum extraction was achieved by addition of the active carbon adsorbent treated by aniline to the extraction solvent, the extracts were eluted continuously with a mixture containing 3% ammonia and 70% ethanol, and indirect fluorescent method was used to determine the fluorescent intensity of folic acid oxidized by potassium permanganate. Data showed that there was a significant difference in the contents of folic acid between the main grain crops, which were all over 1.56 $\mu\text{g/g}$ m_d , and the grain crops containing higher folic acids included soybean, peanut, mung bean, foxtail millet, oat, corn and buckwheat. The vegetables with higher folic acid content surpassing 1.53 $\mu\text{g/g}$ m_t were in decreasing order: spinach, rapeseed, shiitake, leaf lettuce, lettuce, cabbage, green pepper, celery, Chinese cabbage and pumpkin. The folic acid content in the fruits for daily consumption was over 1.74 $\mu\text{g/g}$ m_t . These data may provide a scientific basis for reasonable dietary supplementation of folic acid as well as reasonable adjustment in dietary structure based on intake of fruits and vegetables.

Key words: grain crop; fruit; vegetable; folic acid content

中图分类号: TS207.3

文献标志码: A

文章编号: 1002-6630 (2014) 24-0290-05

doi:10.7506/spkx1002-6630-201424056

叶酸 (folic acid) 又名蝶酰谷氨酸, 是一种重要的B族维生素, 作为甲基供体参与很多重要的生物反应过

程, 包括嘌呤、嘧啶以及DNA的合成等。叶酸与人体健康息息相关, 是人体必需的营养成分之一, 其营养价值

收稿日期: 2014-03-25

基金项目: 2012年度校级大学生创新性实验项目 (SD2012CXSY-31);

山西省引进优秀人才专项 (2010-37); 山西省回国留学人员科研资助项目 (2011-056)

作者简介: 邵丽华 (1987—), 女, 硕士研究生, 研究方向为植物生理生态。E-mail: lihuashao168@126.com

*通信作者: 王莉 (1963—), 女, 副教授, 博士, 研究方向为植物生理生态。E-mail: wangli11882003@126.com

早在20世纪40年代就已经得到重视^[1]。近十几年来,人体叶酸摄入量一直是大众关注的焦点。世界卫生组织宣布正常成年人每日应摄入叶酸200 μg ^[1]。我国营养学会2001年发布的“中国居民膳食营养素参考摄入量”中提出18岁以上成年人每日每人需要摄入叶酸400 μg ,孕妇每日需600 μg 。但目前世界范围人体叶酸摄入较少,使叶酸成为人体缺乏最严重的维生素之一,并已导致诸多的健康问题,如新生儿神经管畸形^[2]、癌症^[3]和心血管疾病^[4]等。早在1998年美国食品药品监督管理局开始实施谷物制品必须强化叶酸的规定^[5]。我国公众营养改善项目办公室、国家发改委公众营养与发展中心于2005年确定了“7+1”面粉营养强化配方,叶酸就作为基础配方中的7种营养元素之一^[6]。另外在婴幼儿、孕妇食品中已普遍开始强化叶酸^[7-8]。

据报道^[9]人工合成叶酸不受 VB_{12} 的蛋氨酸合成酶的调控直接进入人体,高剂量的摄入会掩盖 VB_{12} 缺乏引起的贫血和神经疾病的诊断,同时潜在地促进肿瘤的生长。这就促使人们寻求安全有效的补充叶酸的途径,寻找高叶酸含量的食物,通过食疗补充叶酸。王懿^[10]曾报道居民叶酸摄入量差异的基本原因是由于不同人群的膳食结构不同而决定的。在英国,35%的叶酸供给来自蔬菜,42%来自面包和谷物食品;在芬兰,马铃薯、果汁、橘子和草莓是叶酸的最好来源;在发展中国家叶酸主要来源是蔬菜和谷物^[11]。从目前我国居民的膳食结构来看,叶酸摄入的主要来源是谷物粮食、蔬菜、水果及肉蛋类食品。不同人群在这几种食物摄入数量上存在一定差异,城市居民摄入的水果、蔬菜和豆类较多,农村居民摄入的谷物食品较多;女性叶酸摄入以水果为主,男性叶酸摄入则是谷类及蔬菜较多;青少年叶酸摄入来源主要是水果及肉蛋类食品,中年人则以蔬菜及谷物为主^[9-10]。有关粮食叶酸含量曾有零星报道,但由于采用的测定方法不同及样品来源与品种的差异,报道的叶酸含量差异较大。张娟等^[12]用差示脉冲溶出伏安法测得小米叶酸含量为1.14 $\mu\text{g/g}$ 、玉米为1.05 $\mu\text{g/g}$ (均以干质量计)。梁业红^[11]报道用微生物法测得谷物食品叶酸含量为0.23 $\mu\text{g/g}$ 、糙米为0.08 $\mu\text{g/g}$ 、干玉米为0.25 $\mu\text{g/g}$ 、豆类为1.67 $\mu\text{g/g}$ 、大米为0.01 $\mu\text{g/g}$ (均以干质量计)。常娜宁等^[13]曾报道高效液相色谱法测得大豆叶酸含量为3 $\mu\text{g/g}$ 、谷物为4.36 $\mu\text{g/g}$ (均以干质量计)。关于果蔬叶酸含量的报道较多,水果主要是测定苹果和梨的叶酸含量,蔬菜则主要集中在菠菜、油菜和生菜等绿色青菜。苹果叶酸含量范围为1.7~24 $\mu\text{g/g}$,梨叶酸含量范围为3.5~14.8 $\mu\text{g/g}$,菠菜叶酸含量范围为0.76~2.46 $\mu\text{g/g}$,芹菜叶酸含量范围为0.29~6.23 $\mu\text{g/g}$ (均以湿质量计)^[14-17]。本研究在前人研究基础上,针对人们日常食用的主要粮食、蔬菜和水

果的叶酸含量进行测定,分析各种食物叶酸含量,以了解人们日常膳食摄入叶酸的平均水平,为人们科学合理的补充叶酸提供依据。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

实验材料为市场购买或采集自山西省各农户,具体采样信息见表1。

表1 采样信息表
Table 1 Sampling information

样本类型	样本名称	样本个数	来源
粮食	大豆	6	农户
	大米	9	市售
	花生	9	农户
	苦荞	6	市售
	绿豆	6	市售
	面粉	15	市售
	黍米	6	市售
	小米	56	农户
	燕麦	3	市售
	薏米	6	市售
	玉米	9	市售
蔬菜	白菜	3	市售
	白萝卜	3	市售
	菠菜	3	市售
	豆角	3	市售
	胡萝卜	3	市售
	黄瓜	3	市售
	卷心菜	3	市售
	南瓜	3	市售
	青椒	3	市售
	茄子	3	市售
	芹菜	3	市售
	生菜	3	市售
	土豆	3	市售
	西红柿	3	市售
	香菇	3	市售
	油菜	3	市售
	油菜菜	3	市售
水果	橘子	3	市售
	梨	3	市售
	猕猴桃	3	市售
	苹果	3	市售
	山楂	3	市售
	柿子	3	市售
	香蕉	3	市售
	柚子	3	市售

叶酸(分析纯) 天津市光复精细化工研究所;
磷酸二氢钾(分析纯) 天津市科密欧化学试剂有限公司;
氨水、乙醇(均为分析纯) 天津市风船化学试剂科技有限公司。

1.2 仪器与设备

CRAY-Eclipse荧光分光光度计(配有200~900 nm及零级光和激发光束配比监测系统) 美国Perkin Elmer公司;
3K15高速冷冻离心机(配有R134a环保无氟制冷系统) 美国Sigma公司。

1.3 方法^[18]

1.3.1 标准溶液配制

100 μg/mL叶酸储备液：准确称取10 mg叶酸，用0.1 mol/L NaOH溶液定容到100 mL（0~4℃条件下可保存40 d）。

2 μg/mL叶酸标准工作液：准确量取2 mL叶酸标准储备液定容到100 mL。

标准曲线的绘制：准确吸取叶酸标准工作液0.0、0.5、1.0、2.0、3.0、4.0、5.0 mL，分别置于10 mL刻度试管中，各加体积分数2%冰乙酸溶液1.0 mL，逐滴滴加质量分数0.000 4%高锰酸钾溶液，直至溶液不褪色，静置10 min。

滴加体积分数3%双氧水至溶液无色，用蒸馏水定容至10 mL，标准溶液质量浓度分别为0、1、2、4、6、8 μg/mL和10 μg/mL。在 $\lambda_{\text{ex}}=370\text{ nm}$ 、 $\lambda_{\text{em}}=443\text{ nm}$ 波长处测其荧光强度。以叶酸质量浓度为纵坐标，荧光强度为横坐标，绘制标准工作曲线。回归方程为 $y=0.014\ 6x-0.006\ 9$ ，相关系数 r 为0.999 7。

1.3.2 样品测定

粮食样品于60℃条件下烘干，研磨后全部过100目筛子备用。购买新鲜果蔬样品各1.5 kg，冲洗干净并自然晾干表面水分，将每种样品的可食用部分随机称取0.25 kg左右，切成长约2.5 mm的块丁状混匀。

以质量与体积比为1:10（g/mL）的浸提比例，用0.1 mmol/mL磷酸二氢钾于50℃恒温水浴条件下浸泡样品（经过预备实验，粮食样品浸泡8 h，蔬菜水果样品浸泡45 min），5 000 r/min离心取上清液，加苯胺处理过的活性炭并摇匀，加热煮沸吸附10 min，过滤弃上清液，用体积分数3%氨-70%乙醇洗滤渣5次，每次用量7 mL，将洗脱液蒸发浓缩至5 mL，加体积分数2%冰乙酸1 mL，逐滴滴加质量分数0.04%高锰酸钾至溶液不变色，再加体积分数3%双氧水至高锰酸钾褪色为止，定容至10 mL，于 $\lambda_{\text{ex}}=370\text{ nm}$ 、 $\lambda_{\text{em}}=443\text{ nm}$ 处测得荧光强度。通过标准工作曲线求得待测样品的叶酸质量浓度，进而计算样品的叶酸含量。每个样品3次重复测定。叶酸含量按下式计算。

$$\text{叶酸含量}/(\mu\text{g/g}) = \frac{\rho V}{m}$$

式中： ρ 为标准曲线上查得的叶酸质量浓度（μg/mL）； V 为样品荧光反应定容体积（10 mL）； m 为样品质量/g。

1.4 数据处理

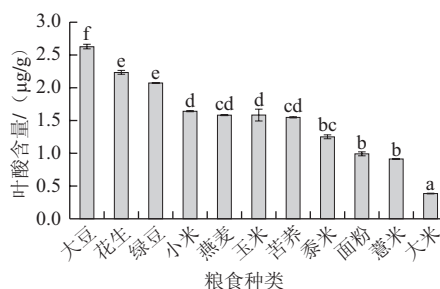
数据统计分析采用SPSS 13.0分析软件^[19]，平均数差异显著性检验采用最小显著差别方差分析及多重比较。

2 结果与分析

2.1 主要粮食叶酸含量

由图1可知，粮食叶酸含量在0.39~2.63 μg/g范围内，不同种类粮食叶酸含量不同，叶酸含量从高到低依

次为：大豆、花生、绿豆、小米、燕麦、玉米、苦荞、黍米、面粉、薏米和大米。经SPSS统计分析可得大豆叶酸显著高于其他种类粮食叶酸（ $n=131$ 、 $P<0.05$ ），位于第1；花生和绿豆叶酸含量无显著差异（ $n=131$ 、 $P>0.05$ ），并列位于第2；小米、燕麦、玉米和苦荞四者叶酸含量无显著差异，位于第3；黍米叶酸含量显著低于小米和玉米，但与苦荞、燕麦、面粉和薏米均无显著差异（ $n=131$ 、 $P>0.05$ ），位于第4；面粉和薏米叶酸含量无显著差异（ $n=131$ 、 $P>0.05$ ），均显著低于苦荞和燕麦叶酸（ $n=131$ 、 $P<0.05$ ），位于第5；大米叶酸含量显著低于其他粮食种类（ $n=131$ 、 $P<0.05$ ），位于第6。



不同字母表示在0.05水平差异显著。下同。

图1 不同粮食叶酸含量图

Fig.1 Folic acid contents of different food samples

2.2 常见蔬菜叶酸含量

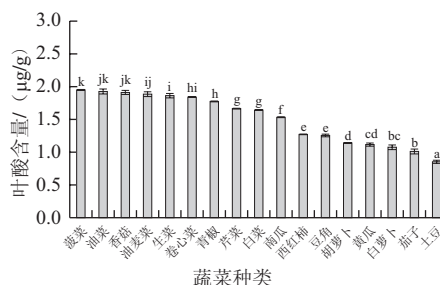


图2 不同蔬菜叶酸含量图

Fig.2 Folic acid contents of different vegetables

由图2可知，蔬菜叶酸含量在0.85~1.96 μg/g范围内，不同种类蔬菜叶酸含量不同，叶酸含量从高到低依次为：菠菜、油菜、香菇、油麦菜、生菜、卷心菜、青椒、芹菜、白菜、南瓜、西红柿、豆角、胡萝卜、黄瓜、白萝卜、茄子和土豆。经SPSS统计分析可得菠菜、香菇和油菜叶酸含量无显著差异（ $n=51$ 、 $P>0.05$ ），显著高于其他种类蔬菜（ $n=51$ 、 $P<0.05$ ），位于第1；油麦菜叶酸显著低于菠菜（ $n=51$ 、 $P<0.05$ ），但与香菇、油菜、生菜和卷心菜无显著差异（ $n=51$ 、 $P>0.05$ ），位于第2；生菜和卷心菜叶酸无显著差异（ $n=51$ 、 $P>0.05$ ），显著低于香菇和油菜叶酸（ $n=51$ 、 $P<0.05$ ），位于第3；青椒显著低于生菜（ $n=51$ 、 $P<0.05$ ），但与卷心菜无显著差异（ $n=51$ 、 $P>0.05$ ），位于第4；白菜

和芹菜叶酸含量无显著差异 ($n=51$ 、 $P>0.05$), 位于第5; 南瓜叶酸含量显著低于白菜和芹菜叶酸 ($n=51$ 、 $P<0.05$), 位于第6; 豆角和西红柿叶酸无显著差异 ($n=51$ 、 $P>0.05$), 位于第7; 胡萝卜和黄瓜叶酸无显著差异 ($n=51$ 、 $P>0.05$), 位于第8; 白萝卜叶酸显著低于胡萝卜 ($n=51$ 、 $P<0.05$), 但与黄瓜叶酸无显著差异 ($n=51$ 、 $P>0.05$), 位于第9; 茄子叶酸与白萝卜无显著差异 ($n=51$ 、 $P>0.05$), 但显著低于黄瓜叶酸 ($n=51$ 、 $P<0.05$), 位于第10; 土豆叶酸含量显著低于其他种类蔬菜 ($n=51$ 、 $P<0.05$), 属于最低水平。

2.3 常见水果叶酸含量

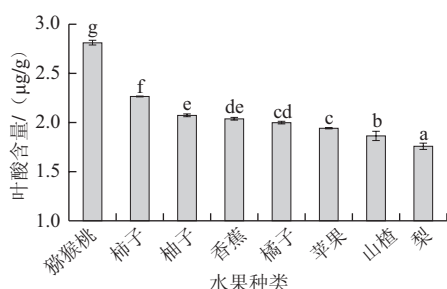


图3 不同水果叶酸含量图

Fig.3 Folic acid contents of different fruits

由图3可知, 水果叶酸含量在1.74~2.81 μg/g范围内, 不同种类水果叶酸含量不同叶酸含量从高到低依次为: 猕猴桃、柿子、柚子、香蕉、橘子、苹果、山楂和梨。经SPSS统计分析可得猕猴桃叶酸含量显著高于其他种类水果 ($n=24$ 、 $P<0.05$), 属于最高水平; 柿子叶酸含量显著高于除猕猴桃以外的其他水果 ($n=24$ 、 $P<0.05$), 位于第2; 柚子和香蕉叶酸含量无显著差异 ($n=24$ 、 $P>0.05$), 位于第3; 橘子叶酸显著低于柚子 ($n=24$ 、 $P<0.05$), 但和香蕉、苹果无显著差异 ($n=24$ 、 $P>0.05$), 位于第4; 苹果显著低于香蕉 ($n=24$ 、 $P<0.05$), 位于第5; 山楂叶酸显著低于苹果 ($n=24$ 、 $P<0.05$), 位于第6; 梨叶酸含量显著低于其他种类水果 ($n=24$ 、 $P<0.05$), 位于第7。

3 讨论

叶酸是保障人体健康的重要营养成分, 能有效预防心血管疾病、新生儿神经管畸形和某些癌症的发生。人体不能自主合成叶酸, 需从食物中摄取。据报道很多人未能达到每日摄入要求, 究其原因, 主要是由于经济的发展和人们生活水平的提高, 城乡居民粮食消费结构中粗粮比重大幅度下降、食物过于精细、蔬菜水果摄取过于单调所致^[20]。

本实验测定了11种主要粮食叶酸含量, 发现不同种

类粮食叶酸含量差异较大, 叶酸范围为0.39~2.63 μg/g, 叶酸水平从高到低依次为大豆、花生、绿豆、小米、燕麦、玉米、苦荞、黍米、面粉、薏米和大米。豆类叶酸含量均在2.0 μg/g以上, 小米、燕麦、玉米和苦荞等杂粮作物叶酸含量约在1.6 μg/g左右, 面粉和大米叶酸含量较低。这一结果与常娜宁^[13]、石丹^[21]和唐靓^[22]等报道结果相近。本实验所测定的小米样品均采集自山西省各农户, 其叶酸测定结果与来自研究所试验地的样品测定结果一致^[23]。从人们日常饮食习惯分析, 大多数人以叶酸含量较低的面粉和大米为主食, 而叶酸含量较高的小米、燕麦、玉米和苦荞之类的粮食摄入量较少。因此, 改变粮食摄入种类可以有效提高叶酸摄入量。

市售蔬菜及水果种类繁多。本实验测定17种常见蔬菜叶酸含量, 得到各种蔬菜叶酸水平在0.85~1.96 μg/g范围内, 不同种类蔬菜叶酸含量差异较大。蔬菜叶酸水平从高到低依次为菠菜、油菜、香菇、油麦菜、生菜、卷心菜、青椒、芹菜、白菜、南瓜、西红柿、豆角、胡萝卜、黄瓜、白萝卜、茄子和土豆。菠菜、油菜、香菇、油麦菜、生菜、卷心菜和青椒的叶酸含量较高, 均在1.85 μg/g以上。本实验还测定8种常见水果叶酸含量, 水果叶酸含量在1.74~2.81 μg/g范围内。其中人们经常食用的苹果、香蕉、橘子叶酸含量约为2.0 μg/g, 梨叶酸含量较低, 为1.74 μg/g。此结果与苏文斌^[14]、唐晓伟^[17]、郭丽琼^[24]等所测定结果相近, 但小于郭秀珠^[15]、迟晓星^[25]等所报道的结果。叶酸的测定方法较多, 本次采用的荧光法测定与郭秀珠^[15]、迟晓星^[25]等的方法相同, 造成较大差异结果可能是采样和样品叶酸提取的差异, 本实验采用切碎后浸泡的方法, 唐晓伟^[17]等采用冷冻干燥粉碎方法, 而郭秀珠^[15]、迟晓星^[25]等采用的研磨方法, 可见不同的前处理方法影响叶酸测定结果, 需要进一步探讨。

综上所述, 主要粮食及果蔬叶酸含量存在差异。目前人们食用量较大的粮食种类大米和面粉叶酸含量较低, 分别为0.38 μg/g和1.00 μg/g; 食用量较小的小米等杂粮叶酸含量较高约为1.6 μg/g。虽然食物中叶酸不稳定, 在烹调中容易破坏, 损失率可达50%以上, 但若注意食品品种的多样化, 选择高叶酸食物, 去除食材加工过程中的叶酸消耗^[11], 理论上能满足每日400 μg的摄入量。有报道面包在230 °C烘烤90 min, 损失率为9%; 而马铃薯和洋白菜在煮沸时损失率达90%^[26]。可见不同的烹饪方式造成了叶酸的损失, 谷物叶酸和水果叶酸因为烹饪和食用方式而保留, 可能被大量摄取, 因此在补充叶酸方面应该得到重视。

参考文献:

- [1] BOURASSA P, HASNI I, TAJMIR-RIAAHI H A. Folic acid complexes with human and bovine serum albumins[J]. Food Chemistry, 2011, 129(3): 1148-1155.

- [2] PAWLOSKY R J, FLANAGAN V P. A quantitative stable-isotope LC-MS method for the determination of folic acid in fortified foods[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2001, 49(3): 1282-1286.
- [3] HEFNI M, OHRVIK V, TABEKHA M, et al. Folate content in foods commonly consumed in Egypt[J]. Food Chemistry, 2010, 121(2): 540-545.
- [4] BOURASSA P, TAJMIR-RIAH H A. Locating the binding sites of folic acid with milk α - and β -caseins[J]. The Journal of Physical Chemistry B, 2012, 116(1): 513-519.
- [5] 秦立俊. 间接荧光法和间接原子吸收光谱法测定叶酸[D]. 上海: 同济大学, 2006.
- [6] 杨玉柱, 王储炎, 焦必宁. 叶酸的研究进展[J]. 农产品加工, 2006, 31(5): 31-39.
- [7] CHEUNG R H F, HUGHES J G, MAMIOTT P J, et al. Investigation of folic acid stability in fortified instant Asian noodles by use of capillary electrophoresis[J]. Food Chemistry, 2009, 112(2): 507-514.
- [8] 韩月婷, 姜凌, 范云六, 等. 叶酸生物强化研究进展[J]. 中国农业科技导报, 2009, 11(4): 23-28.
- [9] 刘晓宁. 过量表达 *PTR1* 和 *GTPCHI* 基因对提高植物叶酸含量的研究[D]. 兰州: 兰州大学, 2010.
- [10] 王懿. 对叶酸膳食摄入现状的分析[J]. 中职教育, 2012, 37(3): 117.
- [11] 梁业红. 过量表达细菌的 *FolC* 和 *FolP* 基因对提高拟南芥叶酸含量的研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2005.
- [12] 张娟, 靳保辉, 刘灵芳, 等. 差示脉冲溶出伏安法测定粮食中叶酸的研究[J]. 河南工业大学学报: 自然科学版, 2001, 22(2): 91-94.
- [13] 常娜宁, 姜凌, 蒲训, 等. 作物叶酸检测方法的研究进展[J]. 中国农业科技导报, 2010, 12(2): 44-49.
- [14] 苏文斌. Fenton试剂氧化-荧光荧光分析法测定果蔬中叶酸的含量[J]. 食品科学, 2011, 32(4): 212-215.
- [15] 郭秀珠, 黄品湖, 雷海清, 等. 果蔬中叶酸的提取分离及测定方法研究[J]. 食品科学, 2006, 27(3): 183-185.
- [16] 王竹. 部分食物中叶酸含量和北京居民叶酸摄入量[J]. 营养学报, 2001, 23(1): 88-90.
- [17] 唐晓伟, 宋曙辉. 蔬菜中的叶酸含量[J]. 安徽农业科学, 2000, 28(1): 96-98.
- [18] 邵丽华, 王莉, 白文文, 等. 小米叶酸提取与测定方法的研究[J]. 食品工业科技, 2013, 34(18): 253-256; 261.
- [19] 张力. SPSS 13.0在生物统计中的应用[M]. 厦门: 厦门大学出版社, 2008: 31-86.
- [20] 刘丽萍. 小米营养及小米食品的开发[J]. 粮油加工与食品机械, 2003(1): 48-49.
- [21] 石丹, 贾云虹, 包怡红, 等. 叶酸检测方法的研究现状及发展趋势[J]. 中国乳品工业, 2009, 37(3): 42-45.
- [22] 唐靓, 李跃中, 陆明旸, 等. 微生物法与HPLC测定药品及食品中叶酸含量的比较及应用[J]. 中国现代应用药学杂志, 2009, 26(12): 1016-1019.
- [23] 邵丽华, 王莉, 白文文, 等. 山西谷子资源叶酸含量分析及评价[J]. 中国农业科学, 2014, 47(7): 1265-1272.
- [24] 郭丽琼, 曹秋旭, 吴厚玖. 果蔬中叶酸分析方法的研究进展[J]. 食品工业科技, 2012, 33(10): 402-411.
- [25] 迟晓星, 张涛, 赵静, 等. 叶酸的提取及抗氧化研究[J]. 现代食品科技, 2011, 27(10): 1234-1237.
- [26] 陈青川, 牟世芳. 叶酸与人体健康[J]. 化学教育, 1996(8): 1-5.