



中国科学院教材建设专家委员会规划教材
全国高等院校医学实验教学规划教材

营养与食品卫生学实习

主编 高永清 王林静



科学出版社

中国科学院教材建设专家委员会规划教材
全国高等院校医学实验教学规划教材

营养与食品卫生学实习

主 编 高永清 王林静

副主编 刘 辉 方桂红 包 艳

编 委 (按姓氏笔画排序)

王林静 (广东药科大学)

方桂红 (海南医学院)

刘 欢 (天津医科大学)

刘 颖 (内蒙古医科大学)

李 蓉 (中山市出入境检验检疫局)

吴小南 (厦门医学院)

张小强 (东南大学)

陈 洁 (福建医科大学)

周 健 (潍坊医学院)

郭怀兰 (湖北医药学院)

麻微微 (首都医科大学)

谢惠波 (西南医科大学)

王勇健 (西安医科大学)

包 艳 (包头医学院)

刘 辉 (兰州大学)

李永华 (济宁医学院)

杨 光 (大连医科大学)

邱振斌 (山西医科大学)

张晓宏 (宁波大学)

陈骁熠 (广州医科大学)

高永清 (广东药科大学)

唐咏梅 (华北理工大学)

程 宇 (齐齐哈尔医学院)

蔡慧珍 (宁夏医科大学)

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

《营养与食品卫生学实习》设置了基本实验、综合性实验和设计性实验。在基础性实验内容的选择上,检验方法多采用现行的国家标准方法;在综合性实验内容的选择上,以某一问题或案例为主线,将教学与实践相结合;在设计性实验内容的安排上,根据学科知识的更新而调整实习内容(如学校食堂的食品安全监督检查)。本实习作为《营养与食品卫生学》(案例版 第2版)的配套实验教学教材,供预防医学、食品卫生与营养学、食品质量与安全、食品科学与工程、烹饪与营养教育、食品营养与检验教育、妇幼保健医学等预防医学类和食品科学类专业及其他相关专业的本科生及专科生使用。

图书在版编目(CIP)数据

营养与食品卫生学实习 / 高永清,王林静主编. —北京:科学出版社, 2017.1

中国科学院教材建设专家委员会规划教材·全国高等院校医学实验教学规划教材

ISBN 978-7-03-050874-4

I. ①营… II. ①高… ②王… III. ①营养卫生-实习-医学院校-教学参考资料②食品卫生学-实习-医学院校-教学参考资料 IV. ①R15-45

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第287109号

责任编辑:赵炜炜 胡治国 / 责任校对:张小霞

责任印制:赵 博 / 封面设计:陈 敬

版权所有,违者必究。未经本社许可,数字图书馆不得使用

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

保定市中国画美凯印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2017年1月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2017年1月第一次印刷 印张:10 1/2

字数:246 000

定价:39.80 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前言

为推进实验内容和实验模式改革,加强实践教学创新,适应各院校教学的需要,实现人才培养目标,构建适应专业和学科特点的创新实验教学课程体系,我们编写了《营养与食品卫生学实习》,作为《营养与食品卫生学》(案例版 第2版)的配套实验教学教材,供预防医学、食品卫生与营养学、食品质量与安全、食品科学与工程、烹饪与营养教育、食品营养与检验教育、妇幼保健医学等预防医学类和食品科学类专业及其他相关专业的本科生及专科生使用。

根据营养与食品卫生学课程的特点,本实习在编写模式上对实验教学的内容进行了优化、重组和整合,并结合实验平台建设的情况,创建实验教学模块。从人才培养体系整体出发,按照实验技能递进的思路,本实习循序渐进地设置了3个层次的实验项目。第1层次为进行实验基础知识和技能训练的基本实验,第2层次为对相关课程实验知识点进行融合的综合性实验,第3层次为设计性实验。在实验课中引进了设计性实验,教学与科研相结合,教学资源 and 科研资源叠加使用,并融入科技创新和实验教学改革成果,注重理论与实践相结合、传统与现代相结合、课内实验与课外实验相结合、基本训练与创新训练相结合,目的是激发学生的学习兴趣 and 主动性,培养学生的创新思想和实践应用能力,加强学生科研思维与创新精神的培养,培养创新人才。同时根据学制的不同、专业的差异,本实习设立了不同板块的实验教学项目,增加了综合性实验和设计性实验的比重,以培养拔尖优秀人才。

本实习的特点是在基础性实验内容的选择上,考虑常用食品检验技术的代表性,检验方法多数采用现行的国家标准方法,既可反映检验技术的先进性,也兼顾到高等院校的教学条件。在综合性实验内容的选择上,注意从实际工作出发,以某一问题或案例为主线,将实践教学、理论教学与社会实践相结合,努力使之系统化而成为一个有机整体。本实习的另一显著特点是在设计性实验内容的安排上根据学科知识的更新而调整实习内容,在实践中提高学生解决问题的能力。如学校食堂的食品安全监督检查,设计该实验的目的是从宏观的角度将食品安全监督的理论、法律法规规定和实际工作有机地联系在一起,旨在加强学生实践能力的培养,使课堂教学适应食品安全监管工作的新形势,为学生以后的实习乃至今后从事食品安全监管的实际工作打下良好的基础。

本实习的编写得到了科学出版社领导的指导,并得到了全体编委的大力支持。向所有支持、指导和帮助本实习编写和出版的领导、专家和所有编者表示衷心感谢!

由于水平有限,书中不足之处在所难免,敬请各位同学、同行和广大读者多多批评指正,并将您的宝贵意见和建议,以及在使用过程中发现的问题及时反馈给我们,以便对其进一步修改和完善。

高永清 王林静

2016年7月

目 录

第一篇 基础性实验

第一章 食品检验总则	1
实验一 食品检验的一般原则	1
第二章 谷类的营养价值评价	7
实验二 谷类蛋白质的营养价值评价	8
实验三 谷类中淀粉的测定(斐林法)	12
实验四 谷类膳食纤维的营养价值评价	14
实验五 谷类维生素 B ₁ 的营养价值评价	19
实验六 谷类烟酸的营养价值评价	24
实验七 谷类钙的营养价值评价	27
第三章 大豆的营养价值评价	30
实验八 大豆中脂肪的测定	30
实验九 大豆维生素 B ₂ 的营养价值评价	31
实验十 大豆钙的营养价值评价	33
实验十一 大豆中异黄酮的测定	37
第四章 蔬菜、水果的营养价值评价	41
实验十二 蔬菜、水果维生素 C 的营养价值评价	41
实验十三 蔬菜、水果胡萝卜素的营养价值评价	43
第五章 蔬菜、水果的卫生学评价	48
实验十四 蔬菜、水果中有机磷农药残留的卫生学评价	48
实验十五 蔬菜、水果中铅的卫生学评价	52
实验十六 蔬菜中硝酸盐的卫生学评价	58
第六章 动物性食物的卫生学评价	62
实验十七 肉的新鲜度检验	62
实验十八 肉制品中亚硝酸盐的卫生学评价	71
实验十九 鱼的新鲜度检验	73
实验二十 蛋的新鲜度检验	76
第七章 加工食品的卫生学评价	80
实验二十一 加工食品中合成色素的卫生学评价	80
实验二十二 食用油脂的卫生学评价	83
实验二十三 白酒中甲醇的卫生学评价	91
实验二十四 白酒中杂醇油的卫生学评价	94
实验二十五 糕点中霉菌的卫生学评价	95
实验二十六 糕点、食用油中黄曲霉毒素 B ₁ 的卫生学评价	98

第二篇 综合性实验

第八章 营养状况评价与食谱编制	101
实验二十七 人体蛋白质营养状况评价	101
实验二十八 食谱的编制	109
实验二十九 糖尿病患者饮食治疗计划的设计	117
实验三十 肥胖患者食谱的编制	121
第九章 食物营养标签的制作	125
实验三十一 食物营养标签的制作及应用	125
第十章 生乳的检验	131
实验三十二 生乳的卫生质量检验	131
第三篇 设计性实验	140

第三篇 设计性实验

第十一章 储存、烹调、加工条件对食物营养和卫生质量的影响	140
实验三十三 烹调因素对蔬菜水果维生素 C 含量影响的探究	140
实验三十四 不同温度和水分含量对玉米油酸败速率的影响	141
实验三十五 腌制时间和食盐浓度对萝卜亚硝酸盐含量的影响	143
第十二章 食品安全监督检查及食物中毒案情处理	145
实验三十六 学校食堂的食品安全监督检查	145
实验三十七 食物中毒案情的处理	154

第一篇 基础性实验

第一章 食品检验总则

实验一 食品检验的一般原则

一、食品的抽样

(一) 抽样的目的

鉴定食品的营养价值及质量和安全状况,说明食品中营养成分的种类、含量和营养价值,以及判定食品原料、食品添加剂、设备、容器、包装材料中是否存在有毒有害物质等,是进行营养指导、开发营养食品 and 食品新原料、从事食品安全监督管理、制订国家食品质量及安全标准的基本手段和重要依据。抽样就是从研究总体中选取具有代表性的样品,样品的采集是极其重要的一环。

(二) 样品分类

按照样品采集过程的不同,将样品分为检样、原始样品、平均样品和试验样品。

1. **检样** 通过使用适当的工具按规定的方法对整批被检对象各部分或在生产线上的不同时间采集的少量样品为检样。

2. **原始样品** 混合所有质量相同的检样为原始样品。

3. **平均样品** 按规定方法将原始样品混合均匀,抽取其中一部分作为待测样品为平均样品。

4. **试验样品** 将平均样品混合分样后按需要抽取一部分作为待测样品为试验样品。

(三) 采样原则

1. **代表性** 为了如实推断食品总体的营养价值、质量和安全状况,采集的用于检验的样品应充分代表被检食品的总体情况,减少人为误差。要求随机抽样,正确布点。由于食品的原料情况、加工方法、加工批号,以及运输、储存和销售等各个环节对食品的营养价值、质量和安全状况都会产生重要影响,所以在采样过程中充分考虑这些因素至关重要。若采集的样品不具代表性,则检验结果就不能反映食品的真实状况和总体水平,甚至导致错误的判断,得出错误的结论。

2. **典型性** 采集被污染或怀疑被污染的食品、引起中毒或怀疑引起中毒的食品、掺假或怀疑被掺假的食品,要具有典型性。其中,被污染或怀疑被污染的样本在采集时应选取接近污染源或易受污染的那一部分,并采集确实未被污染的同种食品作为空白对照;对食物中毒或怀疑是食物中毒的事件,不但要采集剩余食品样品,还要采集中毒者的呕吐物、排泄物、胃肠内容物、药物和其他有关物质。应根据中毒症状、可疑中毒物的性质采集可能含毒量最多的样本,其中中毒者吃剩下的食物、餐具(未洗刷)等是最好的检材;掺假或怀疑被掺假的食品应采集有问题的典型样本,不能用均匀样本代替。

3. **真实性** 为了保证样品的真实性,采样人员应该亲临现场采样,防止伪造食品样品。所有采样用具都应保证清洁、干燥、无异味、没有污染食品的可能。

4. **适量性** 采样数量应根据检验的目的和满足检验项目对样品量的需要而定,一式三份,供检验、复检和留样备用。每份样本不少于检验需要量的3倍。一般每份散装样品不少于0.5kg,

瓶装食品（包括罐头等）或其他小包装食品根据批号随机取样，按照同一批号 250g 以上的包装不少于 6 个，250g 以下的包装不少于 10 个的原则采集。包括食品污染、食源性疾病（含食物中毒）在内的食品安全事故的食品采样量需满足食源性疾病诊断和食品安全事件原因判定的检验要求。

5. 适时性 要及时到现场采样，确保采样样品的贮存温度适宜，并及时将样品送回实验室检验，尽可能缩短采样至送检的时间，以保证被检物质送检后能够得出正确的结论。

6. 程序性 采样、送检、留样备查和出具报告均应按照规定的程序进行，各阶段都要有完整的手续，责任分明。

（四）采样工具和容器

1. 采样工具

（1）一般常用工具：包括钳子、螺丝刀、小刀、剪刀、手电筒、罐头及瓶盖开启器、镊子、胶布、笔、记录本、照相机等。

（2）专用工具：如长柄勺，适用于散装液体样品的采集；玻璃或金属采样器，适用于深型桶装液体食品的采样；金属探管和金属探针，适用于采集袋装的颗粒或粉末状食品；采样铲，适用于散装粮食或袋装的较大颗粒食品的采集；长柄匙或半圆形金属管，适用于较小包装的半固体样品的采集；电钻、小斧、凿子等，适用于冻结的冰蛋的采集；搅拌器，适用于桶装液体样品的搅拌。

2. 采样容器 装载样本的容器可选择玻璃材质或塑料材质，可以是瓶式、试管式或袋式的。容器必须完整无损、密闭、清洁、干燥，不得漏出液体，不应含有待检物质及干扰物质，不影响样品的气味、风味、pH；盛装液体样品的容器应有防水、防油功能，可用带塞玻璃瓶或塑料瓶，但酒类、油性样品不宜用橡胶塞。酸性食品不宜用金属容器；检验农药用的样品不宜用塑料容器；黄油不能与纸或任何吸水、吸油的表面接触，应用带塞广口玻璃瓶盛装。

3. 采样用具、容器的灭菌方法 盛装样本的容器需根据材质的不同选择高压蒸汽或干烤灭菌消毒；玻璃吸管、长柄勺、长柄匙，要单个用纸包好或用布袋包好，经干烤灭菌后使用；采样用的棉拭子、规格板、生理盐水、滤纸等，均要分别用纸包好，经干烤或高压灭菌消毒后备用。一次性采样拭子和纸片注意在保质期内使用；镊子、剪子、小刀等用具，用前在酒精灯上灼烧消毒；消毒好的用具和培养液等要专人妥善保管，定期更换并防止污染。

（五）采样方法

1. 有完整包装的食品

（1）完整大包装食品：采样件数按 $\sqrt{\text{总件数}/2}$ 计算，在食品堆放的不同部位分别采集大包装单位后，按包装高度等距离分上、中、下 3 层，取 3 份等量样品。然后将采集的样品用“四分法”：进行抽样缩减，做成平均样品。即将采集样品放置在干净的玻璃板、平面瓷盘、光面纸张或塑料布上，四面翻滚使其充分混合成厚度均匀的圆盘状，划“十”字或对等分线分成 4 等份，弃去其中对角的两部分，把余下部分再混合。可以多次重复上述操作，直至剩余两对角样品数量符合检验要求的数量为止。

（2）完整小包装食品：对于罐装、袋装或瓶装的定型小包装食品（每包 < 500g），一般按生产班次或批号随机采样，250g 以上的包装不得少于 6 个，250g 以下的包装不得少于 10 个；水果可取一定的个数。

2. 散装食品

（1）固体食品：对于超市大量散装的粮食、油料种子、豆类、花生等常见散装固体食品，可采用分区分层法采样。这类食品如果是在仓库或船舱等地点大量堆积，也可采用分层采样法，即分上、中、下 3 层或等距离分为多层，在每层的中心及四角分别采取等量小样，混合为初级

样品；对大面积平铺散装食品可先分区，每区面积不超过 50m^2 ，并各设中心、四角 5 个点。相邻两区的分界线上的两个点为共有点，例如，两区共设 8 个点，三区共设 11 个点，依此类推。边缘上的点设在距边缘 50cm 处。各点采样数量一致，混合为初级样品。对正在传送的散装食品，可从食品传送带上定时、定量采取小样。以上初级样品均可以按照“四分法”进行抽样缩减，得到平均样品。

(2) 液体、半液体食品：以一池、一缸等为一个单位采样，即每一池或每一缸搅拌均匀后采集一份样品；若容器较大，可按高度将容器等距离分为上、中、下 3 层，用抽样工具或汲筒从各层的四角和中央各取等量样品，混合后再取所需检验样品。对于流动液体，可定时定量从输出的管口取样，混合后再采样。

3. 其他食品

(1) 鱼、肉、蛋类：肉类应从整体各部位按照比例取样（不包括骨及毛发）；大鱼在头、体、尾各部位取样，小鱼可取 2~3 条绞碎混匀；蛋类则可按一定个数取样，也可根据检验目的将蛋黄、蛋清分开取样。

(2) 烧烤制品（猪、鹅、鸭）：检查表面的污染情况，可用表面揩抹法采样，即在样品的四周外表面均匀选择几个点，将经过高温灭菌的板孔为 5cm^2 的金属制规板压在所选点的位置上，再用经生理盐水浸润的灭菌棉球拭子在规板范围内揩抹 10 次，然后移到另一点上。每个规板只压一个点，每支棉拭子揩抹 2 个点。每支棉拭子揩抹 2 个点后立即剪断或烧断（剪刀要灭菌），投入盛有 50ml 灭菌生理盐水的三角瓶或大试管中送检。其中大块熟肉选择 10 个点，整只熟鸡、鸭、鹅，采头、胸、腹、背及肛门。

(3) 冷冻食品：对大块冷冻食品，从几个不同的部位采样，并保证在样品检验前始终处于冷冻状态。样品若已融化，无需再冻，直接保持冷却即可。

(4) 果蔬：对于山楂、葡萄、葱蒜等个体较小的样品，随机取若干个整体作为检样，切碎混匀得到原始样品；而对于大白菜、西瓜、苹果等，可取整体，从中心剖成 2 个或 4 个对称部分，取其中 1 个或 2 个对称部分或从具有代表性的各个部位按比例采取小样，然后经过充分混合得到原始样品。对体积蓬松的叶菜类（如菠菜、小白菜等），可抽取一定数量的检样，混合后捣碎、混匀，形成原始样品。

（六）采样注意事项及记录

1. 采样注意事项

(1) 一切采样工具应该清洁，勿将任何有毒有害物质带入样品中。在样品的采集、包装、运送过程中所使用的任何材料均不应使样品检验结果产生任何影响。例如，测定苯并（a）芘的样品不可用石蜡封瓶口或用蜡纸包裹，因为有的石蜡中含有该种物质；测定汞的样品不能使用橡皮塞；采集微生物检样应遵守无菌操作的规定。

(2) 样品在检验前不得受到污染，保持检样中原有的微生物状况，保证理化指标不发生任何变化。例如，测定维生素 B_2 的样品需避光，防止紫外线照射等。

(3) 采样后应将待检样品迅速送至实验室进行检验，避免样品发生变化。

(4) 盛装样品的容器要根据要求选用硬质玻璃或聚乙烯制品，要贴牢标签并注明样品名称、采样日期、采样地点、样品批号、检验项目及采样人等。

(5) 检验后保留被检样品 1 个月以上，以备复查。保留的样品也应加封，并妥善保存。但易变质的食品不予保留。

2. 记录 认真做好现场采样记录，清晰地填写包括检验项目、品名、生产日期或批号、产品数量等内容，并注明采样单位和被采样单位的名称、地址、电话、采样日期和采样人等信息。

不接收无采样记录的样品。

二、样品的制备

为保证检验结果的准确性,用作检验的样品必须制成平均样品,以保证样品均匀,在检验时取任何部分都具有代表性,具有全部待检样品的特征。样品制备是对采集的样品进行分取、粉碎及混匀的过程。根据被检食品的性质和检验要求选取不同的制备方法。

1. 液体、浆体或悬浮液体 一般使用玻璃棒或电动搅拌器将样品充分搅拌均匀。对于互不相溶的液体,如油和水的混合物,分离后分别采样。

2. 固体样品 应该切细、捣碎、反复研磨,或用其他方法研细,制成均匀的待检样品。常用的工具包括绞肉机、粉碎机、研钵等。对一般固体样品,可用粉碎机将样品粉碎;对高脂肪固体样品(如花生、大豆等),需冷冻后立即粉碎;高水分食品(如蔬菜、水果等)多用匀浆法;肉类用绞碎或研碎法;蛋类去壳后用打蛋器打匀,可采用标准筛过筛的方法,保证颗粒度均匀一致。

3. 罐头食品 水果罐头捣碎前必须去核;肉禽罐头应预先剔除骨头;鱼类罐头要将调味品(葱、辣椒及其他调味品)和鱼刺分离出来后再捣碎。常用的工具有高速组织捣碎机等。

三、样品的保存

为防止采集的样品中水分或挥发性物质散失以及待检物质的含量发生变化,建议当日对所采集的样品进行检验。如若不能立即检验,必须妥善保存待检样品,防止样品变质或待检物质分解。可以将样品密封在干净的容器中,必要时进行避光处理。容易变质的样品需 $0\sim 5^{\circ}\text{C}$ 冷藏,且保存的时间不宜过长。

冷冻干燥是一种常见的样品保存方式。冷冻干燥的样品物理结构和化学性质变化极小,待检成分损失较少,常用于肉、鱼、蛋及蔬菜样品的保存。冷冻干燥的样品可保存长达数月甚至更长的时间,但含有挥发性成分的样品不宜采用此法保存。

四、样品的预处理

(一) 目的

食品中杂质或某些组分(如蛋白质、脂肪、糖类等)常对检验过程产生干扰,因此,在检验前必须对样品进行预处理以除去干扰物质。预处理也可达到浓缩被检物质的目的,从而解决了因有些被检物质在样品中含量很低而难以检验的问题。在整个样品检验过程中,预处理是非常繁琐但很重要的步骤。

(二) 原则

消除干扰因素,将待检样品中的干扰物质减少到对被检物质的检验不产生干扰的程度;完整保留被检物质,在分离过程中尽量减少被检物质的损失;浓缩被检物质,以得到精确的检验结果;选择操作简便的分离富集方法。

(三) 方法

根据食品种类、理化性质和检验项目的不同,通常需对待检样品进行预处理。常见的样品预处理方法有以下几种。

1. 有机物破坏法 常用于食品中矿物质或金属离子的检验。食品中的矿物质或金属离子常与蛋白质等有机物质结合成难溶的或难于离解的有机金属化合物,使检验难以进行。因此,通

常是在高温或强烈氧化的条件下,使食品中的有机物质分解,呈气态逸散出去,而待检成分残留下来。根据具体操作条件的不同,可分为湿消化法和干灰化法两大类。

(1) 湿消化法:是在适量的食品试验样品中加入氧化性强酸(如浓硝酸、高氯酸、浓硫酸等),使样品中的有机物完全分解氧化并呈气态逸出,而被检物质呈离子状态保留在溶液中。为了加速样品的氧化分解,有时还会加入一些氧化剂(如高锰酸钾、过氧化氢等)或催化剂(如硫酸铜、硫酸钾、二氧化锰等)。在整个消化过程中,会产生大量有害气体,需在通风橱中进行。湿消化法在溶液中进行,分解有机物的速度快,用时短,被检成分的损失相对较少。湿消化法常用于对某些极易挥发散失的物质进行的预处理。除 Hg 以外,大部分金属检验结果良好。

(2) 干灰化法:是将适量的食品试验样品放在坩埚中加热,在高温灼烧下使其中的有机物脱水、焦化,在空气中氧的作用下,使有机物氧化分解成二氧化碳、水和其他气体而挥发,剩下的残渣即为无机成分,可供待检。灰化的温度一般为 500~600℃,灰化的时间为 4~6 小时。为了防止待检物质损失,可加入少量碱性或酸性物质作为固定剂,故通常称为碱性或酸性干灰化法。干灰化法耗时长且为敞口灰化,易挥发,造成被检成分的损失,但操作简单、有机物分解彻底,所需设备及耗材少,适用于大批量样品的预处理。但 Pb、As、Hg、Sb 等元素不宜用干灰化法进行预处理。

2. 挥发和蒸馏分离法 是利用待检样品的挥发性将其转变成气体或通过化学反应转变成具有挥发性的气体,从而将样品分离,用吸收液或吸附剂收集分离出的气体后用于检验,或直接导入仪器进行检验。根据样品中待检成分性质的不同,可采用常压蒸馏、减压蒸馏、水蒸气蒸馏等方式。

3. 溶剂提取法 不同的物质在同一溶剂中具有不同的溶解度。利用混合物中各物质溶解度的不同,并依据相似相溶的原则,可以利用适当的溶剂将待检成分从固体样品或样品浸提液中提取出来,从而将其分离。溶剂提取最常用的是浸泡法(或浸提法)和萃取法(或溶剂分层法)。

(1) 浸泡法:用适当的溶剂将固体样品中的某种待检成分提取出来称为浸泡法(或浸提法),又称液-固萃取法。根据相似相溶原理采用适合的提取剂,要求溶剂稳定且不与待检样品发生反应。

(2) 萃取法:利用某种待检成分在互不相溶的溶剂中溶解度的不同,从一种溶剂转移到另一种溶剂中,而与其他组分分离的方法,称为溶剂萃取法(或溶剂分层法)。通常使用分液漏斗进行 3~5 次萃取,才能达到完全分离的目的。

4. 色层分离法 又称层析分离法或色谱分离法,是食品检验中一类重要且常用的分离方法。它是依据物质在固定相与流动相间分配系数的差别而进行的分离、检验,分离效率高,能将各种性质极相似的物质彼此分开,分离过程就是鉴定过程。该法适用于有机物质的分离检验。最常见的色层分离法包括吸附色谱分离、分配色谱分离和离子交换色谱分离等。

5. 沉淀分离法 利用沉淀反应进行分离,在试验样品中加入适当的沉淀剂,使待检成分沉淀,通过过滤或离心分离沉淀和母液,从而达到分离的目的。

6. 浓缩 试验样品经提取、净化等处理后,有时体积很大,待检成分浓度很低,需在检验前进行浓缩,以提高被检成分的浓度。常用的浓缩方法包括常压浓缩法和降压浓缩法。

五、检验方法的选择与评价

(一) 正确选择检验方法的重要性

食品检验可以为生产部门和食品安全监督管理部门提供准确、可靠的数据。生产部门依据此类数据控制原料的质量,确定合理的工艺条件,生产符合质量标准和食品安全标准的产品。食品安全监督管理部门依据此类数据正确判定被检食品的品质和食品安全状况,以有效阻止质

量低劣和存在食品安全问题的产品流入市场危害消费者的利益和健康。选择正确的检验方法对于检验结果的准确可靠至关重要,检验方法选择不当,会误导生产和管理,并造成浪费。

(二) 检验方法正确选择的影响因素

如何选择最适合的检验方法用于检验样品中待检成分非常关键,通常应考虑如下主要因素。

1. 检验要求的准确度和精密度 应根据生产、科研、监管工作对检验结果要求的准确度和精密度的不同,来选择合适的检验方法。检验结果须与实际值接近。

2. 检验方法的繁简和速度 在满足检验要求的前提下,应尽量选择操作方法简易、成本低廉、节约时间的方法,以降低人力物力成本。

3. 样品的特性 样品中待检成分不同的形态和含量以及可能存在的干扰物质均会影响检验结果,所以对于样品预处理、提纯的难易程度以及干扰因素等都必须考虑。

4. 现有条件和能力 不同的实验室仪器设备条件和技术条件有所不同,应根据实际情况选择最为简单经济和恰当的检验方法。

5. 食品检验方法的选择 我国现行的法定食品检验方法标准包括国家标准(Guobiao, GB)、行业标准、地方标准和企业标准,其中国家食品安全标准是强制性的执行标准。凡有国家检验方法标准的检验项目,应使用国标方法进行检验。对于没有国家检验方法标准的检验项目,可选择发达国家的标准或国际标准。发达国家的标准主要包括美国的ANS、法国的NF、英国的BS、德国的DIN、俄罗斯的TOCTP、瑞士的SNV、意大利的UNI、日本的JIS(日本工业标准)和瑞典的SIS等。由于欧盟的发展和欧洲统一市场的完善,欧洲标准(EN)逐步取代法国和德国等国的国家标准。由于国际标准一般都是各个经济发达且技术先进的工业强国依照其经验综合制定,随着世界贸易的发展,各国更倾向于采用国际标准。国际食品检验标准主要包括由联合国粮农组织(Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO)和世界卫生组织(World Health Organization, WHO)所组建的食品法典委员会制订的食品法典,以及国际标准化组织(International Organization for Standardization, ISO)建立的一系列产品质量控制及纪录保持的国际标准(ISO9000及其9000以上)。食品法典和ISO制订的标准,每个国家可以自愿采用,没有强制要求执行。

(三) 检验方法的评价指标

精密度、准确度和灵敏度三项指标是用于评价检验方法的依据。

1. 精密度 用来表示在相同条件下对样品进行多次检验其结果相互接近的程度。它代表检验方法的稳定性和重现性,主要由随机因素决定。一般用算术平均值、绝对偏差、相对偏差、标准偏差和变异系数等来表示检验结果的精密度,其中在食品检验中最常用的是标准偏差。

偏差也称绝对偏差,是指个别检验值与几次检验的平均值之间的差别。偏差与平均值的百分比,称为相对偏差。标准偏差也称为标准差,是偏差平方的统计值(均方根偏差),表示整个检验值的离散程度,用 S 表示。标准偏差与平均值的百分比,称为相对标准偏差,也称变异系数,用 C_v 表示。

用标准偏差来表示检验精密度具有统计学意义,因为单次检验的偏差平方后,较大的偏差更能显著地反映出来,能更好地说明数据的分散程度。 S 越小,说明各项之间符合的程度越高,精密度就越高。

2. 准确度 是指检验值与实际值相符合的程度,用来反映结果的真实性,常用误差表示。为了检查一种检验方法的准确度,也可以利用这个方法测定回收率,这也是一种表示相对误差的方法。

3. 灵敏度 是指检验方法和仪器能测到的最低限度,一般用最小检出量或最低浓度来表示。仪器分析法具有较高的灵敏度,化学分析法的灵敏度相对较低。

第二章 谷类的营养价值评价

案例 2-1

奶奶说小宇自从春天频繁感冒发热后食欲和抵抗力一直不好,“我们天天换着法子给小宇补充营养,老母鸡、排骨、黑鱼、牛肉顿顿不断,但是小宇就是吃不了几口,而且还经常反复生病,真愁人啊!”

问题:

1. 儿童生病期间的饮食应注意什么?
2. 为预防儿童感冒应采取什么对策?

案例 2-1 分析讨论

问题 1: 儿童生病期间身体会消耗更多的营养,按理说应该多让儿童吃些“好的”补充营养。但是患病期间儿童的消化功能随之减弱,反而会变得食欲缺乏。此时给患儿过多高蛋白高脂肪的食物,会进一步降低其消化能力,使其食欲更差。蛋白质的消化需要较多的胃酸和蛋白酶帮助,脂肪多的食物排空慢,还需要较多的胆汁帮助,高蛋白、高脂肪食物也会消耗更多的维生素 B_1 , 这是促进小儿肠胃蠕动、提高食欲的关键营养素。打个比方来说,好比一个家庭(身体)的成员都在奋力抵御外敌(病毒或细菌),来了一群想帮忙的亲戚(高蛋白、高脂肪的食物),这些亲戚本身难以伺候(不宜消化和吸收),家庭成员还要分出精力来照顾,忙帮不成,反而削弱了整体的战斗力。所以,儿童生病期间的饮食一定要清淡、容易消化。病愈初期,患儿的消化功能仍没有完全恢复,不要急于进补,还是要小心维护,使其消化道健康运转才行。一旦急于、过于进补,易造成胃肠功能失调,致使长期食欲缺乏,摄入的能量和营养素不足,抵抗力低下,自然就更易生病了。

问题 2: 并非只有大鱼大肉才有营养,蔬菜水果所含的胡萝卜素、维生素 C、B 族维生素、钾等营养素有助于提升患儿的抵抗力或消化能力;各种植物化学物,如番茄红素、叶绿素、黄酮类物质等有消炎、抗感染作用。粗杂粮和薯类所含的维生素 B_1 、维生素 B_2 、水溶性膳食纤维能促进消化,对提高生病期间患儿的食欲也很重要。患儿生病期间和病愈初期,应少吃高蛋白、高脂肪的动物性食物,多吃些新鲜蔬菜、水果,再搭配一些杂粮及杂薯粥、面,才能在提供能量和营养素的同时,维持患儿的消化系统功能,提高其食欲。乳、豆及其制品含钙和优质蛋白质丰富,且较易消化吸收,患儿生病期间可以正常摄入。

平衡膳食是健康的前提,即膳食中含有的蛋白质、脂肪、糖类、维生素、矿物质等营养素,必须品种齐全、数量充足、比例恰当。家长在安排儿童的膳食时应注意以下 5 个原则。

(1) 食物多样,谷类为主:谷类食物是人体能量的主要来源,也是我国传统膳食的主体,可为儿童提供淀粉、蛋白质、膳食纤维、矿物质和 B 族维生素等。儿童的膳食也应该以谷类食物为主,并适当注意粗细粮的合理搭配。

(2) 多吃新鲜蔬菜和水果:蔬菜和水果所含的营养成分并不完全相同,不能相互替代。家长在安排儿童膳食时应做到每餐有蔬菜,每日吃水果。

(3) 吃适量的鱼、禽、蛋、瘦肉:这些动物性食物是优质蛋白质、脂溶性维生素和矿物质的良好来源,氨基酸模式更适合人体需要,且赖氨酸含量较高,有利于补充植物蛋白质中赖氨酸的不足。

(4) 每日饮乳, 常吃大豆及其制品: 乳类的营养成分齐全、比例适宜、易消化吸收、营养价值高, 除含有丰富的优质蛋白质、维生素 A、维生素 B₂ 外, 含钙量较高, 且利用率也很好, 是钙的良好来源。家长应安排儿童每日饮乳。大豆是我国的传统食品, 含丰富的优质蛋白质、不饱和脂肪酸、钙及维生素 B₁、维生素 B₂ 等。为避免由于食用过多肉类带来的不利影响, 建议常吃大豆及其制品。

(5) 膳食宜清淡少盐, 正确选择零食, 少饮含糖量高的饮料: 家长在为儿童烹制食物时, 应尽可能保持食物的原汁原味。为了保护儿童较敏感的消化系统, 儿童的膳食应清淡、少盐、少油脂, 并避免添加辛辣等刺激性物质。

为正确指导食物的选择, 合理搭配膳食, 本篇第二、三、四章将对谷类、大豆、蔬菜及水果的营养价值进行评价。

(王林静)

实验二 谷类蛋白质的营养价值评价

蛋白质是人体必需的宏量营养素, 对生长发育、维持正常的生命活动有极其重要的意义。蛋白质也是食物中的主要成分之一, 对其含量的测定有利于对其营养价值的了解。本部分介绍两种测定食品中蛋白质的方法, 但这两种方法均不适用于添加无机含氮物质、有机非蛋白质含氮物质的食品中蛋白质的测定, 这两种方法均参照了《食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定》(GB5009.5—2010)。

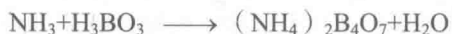
一、凯氏定氮法

(一) 实验目的

掌握凯氏定氮法测定食物中总氮的原理和步骤, 了解换算系数在蛋白质含量计算中的应用。

(二) 实验原理

食品中的蛋白质在催化加热和浓硫酸 (H₂SO₄) 的作用下, 生成硫酸铵 [(NH₄)₂SO₄], 在凯氏定氮器中与碱作用释放出氨, 用硼酸将氨吸收后以硫酸或盐酸标准溶液滴定, 根据酸的消耗量乘以换算系数, 得到食品中蛋白质的含量。



(三) 主要试剂与仪器

1. 主要试剂 所用试剂均为分析纯。

(1) 浓硫酸 (H₂SO₄, 密度 1.84g/ml)。

(2) 硫酸铜 (CuSO₄·5H₂O)。

(3) 硫酸钾 (K₂SO₄)。

(4) 硼酸 (H₃BO₃) 溶液 (20g/L): 称取 20g 硼酸, 加水溶解后稀释至 1000ml。

(5) 氢氧化钠 (NaOH) 溶液 (400g/L): 称取 40g 氢氧化钠, 加水溶解后, 放冷, 并稀释至 100ml。

(6) 盐酸 (HCl) 标准滴定溶液 (0.0500mol/L) 或硫酸标准滴定溶液 (0.0500 mol/L)。

(7) 过氧化氢溶液。

(8) 甲基红乙醇溶液 (1g/L): 称取 0.1g 甲基红, 溶于 95%乙醇中, 并用 95%乙醇稀释至 100ml。

(9) 亚甲基蓝乙醇溶液 (1g/L): 称取 0.1g 亚甲基蓝, 溶于 95%乙醇中, 并用 95%乙醇稀释至 100ml。

(10) 溴甲酚绿乙醇溶液 (1g/L): 称取 0.1g 溴甲酚绿, 溶于 95%乙醇中, 并用 95%乙醇稀释至 100ml。

(11) A 混合指示液: 2 份甲基红乙醇溶液与 1 份亚甲基蓝乙醇溶液, 临用时混合。

(12) B 混合指示液: 1 份甲基红乙醇溶液与 5 份溴甲酚绿乙醇溶液, 临用时混合。

2. 主要仪器

(1) 凯氏烧瓶、容量瓶、锥形瓶、酸式滴定装置、烧杯、电炉、胶头滴管、移液管、分析天平 (感量为 1mg)。

(2) 凯氏定氮装置 (图 2-1)。

(四) 实验步骤

1. 取样 因样品中蛋白质含量不同而取样量不同。样品中蛋白质含量约 5%, 取样 0.6~0.8g; 蛋白质含量 5%~10%, 取样 0.3~0.6g; 蛋白质含量 10%~20%, 取样 0.15~0.3g; 蛋白质含量 20%以上, 取样 0.1~0.15g。粮谷类取样约 0.3g, 大豆取样约 0.2g。称量精确至 0.001g。

2. 消化 将称好的样品用称量纸移入干燥的凯氏烧瓶底部, 加入 0.2g 硫酸铜、6g 硫酸钾及 20ml 浓硫酸。稍摇匀后将烧瓶以 45° 角斜置于有小孔的石棉网上。小火加热至全部碳化, 泡沫完全停止后, 改用大火加热至棕色, 冷却。加 2~5 滴 30%过氧化氢溶液, 再加热至呈透明的蓝绿色。继续加热 30 分钟, 取下冷却。将凯氏烧瓶中全部内容物转移至 100ml 容量瓶, 用蒸馏水少量多次润洗凯氏烧瓶, 润洗液并入容量瓶中, 待冷却后定容, 混匀。同时做试剂空白对照。

3. 蒸馏 按图 2-1 装好定氮蒸馏装置, 向水蒸气发生器内装水至 2/3 处, 加数粒玻璃珠, 并加数滴甲基红乙醇溶液及少量硫酸, 以保持水呈酸性。向接收瓶中加入 10.0ml 硼酸溶液 (20g/L), 并加 1~2 滴 A 混合指示液或 B 混合指示液, 使冷凝管下端插入液面下。打开冷凝水, 接通电炉电源, 洗涤定氮装置。根据试样中的氮含量, 准确量取 5.0ml (2.0~10.0ml) 样液于反应室, 以 10ml 水洗涤小玻杯并使之流入反应室内, 随后塞紧棒状玻璃塞, 将 10.0ml 氢氧化钠溶液 (400g/L) 倒入小玻杯, 提起玻璃塞使其缓缓流入反应室, 立即将玻璃塞盖紧, 并水封。夹紧螺旋夹, 开始蒸馏。蒸馏 10 分钟后移动蒸馏液接收瓶, 液面离开冷凝管下端, 再蒸馏 1 分钟。用少量水冲洗冷凝管下端外部, 取走蒸馏液接收瓶待滴定。

4. 滴定 尽快以硫酸或盐酸标准滴定溶液滴定至终点, 如用 A 混合指示液, 终点颜色为灰蓝色; 如用 B 混合指示液, 终点颜色为浅灰红色。同时作试剂空白。将接受瓶中液体移入锥形瓶, 用盐酸标准溶液滴定至终点 (溶液变成蓝紫色, 或与空白一致)。

(五) 结果计算

$$\text{蛋白质含量 (g/100g)} = \frac{(V_1 - V_2) \times M \times 0.0140}{m \times V_3 / 100} \times F \times 100 \quad (2-1)$$

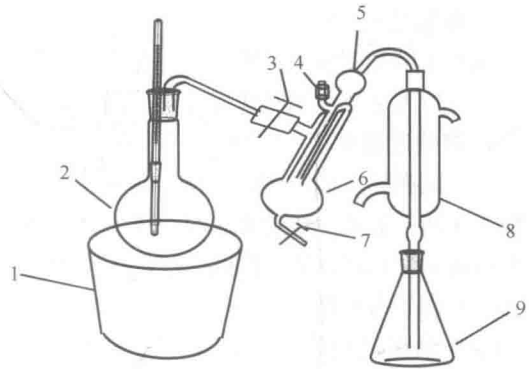


图 2-1 凯氏定氮装置示意图

1. 电炉; 2. 水蒸气发生装置; 3. 螺旋夹; 4. 玻璃塞; 5. 反应室;
6. 反应室外层; 7. 橡胶管夹; 8. 冷凝管; 9. 蒸馏液接收瓶

式中, V_1 ——样品消耗硫酸或盐酸标准液的体积, ml; V_2 ——空白消耗硫酸或盐酸标准液的体积, ml; M ——盐酸标准溶液的摩尔浓度, mol/L; 0.0140——1mol/L 盐酸或硫酸标准溶液相当于氮的克数; m ——样品的质量 (体积), g (ml); F ——氮换算为蛋白质的系数 (取值见注意事项 3); V_3 ——吸取消化液的体积, ml。

(六) 注意事项

1. 样品消化注意事项

(1) 样品放入凯氏烧瓶时, 要用称量纸尽量送至烧瓶底部, 不要黏附于瓶颈上。万一黏附, 可用少量浓硫酸冲下, 以免被检测样品消化不完全, 使结果偏低。

(2) 消化反应要在通风橱中进行, 凯氏烧瓶倾斜 45°角放置在电炉上, 瓶口不能朝向人。

(3) 消化过程中, 加过氧化氢溶液之前一定要冷却至室温, 防止反应过于剧烈, 飞溅伤人。转移至容量瓶要少量多次润洗, 冷却后再定容。

2. 蒸馏注意事项

(1) 使用凯氏定氮装置时, 要先打开冷凝水, 再开电炉, 每次加样前要清洗定氮装置。

(2) 加入氢氧化钠时速度要快, 迅速盖上玻璃塞并且水封, 防止氨气损失。

3. 其他注意事项

(1) 氮换算为蛋白质的系数 (转换系数, F): 一般食物为 6.25; 纯乳及纯乳制品为 6.38; 面粉为 5.70; 玉米、高粱为 6.24; 花生为 5.46; 大米为 5.95; 大豆及其粗加工制品为 5.71; 大豆蛋白制品为 6.25; 肉及肉制品为 6.25; 大麦、小米、燕麦、裸麦为 5.83; 芝麻、向日葵为 5.30; 复合配方食品为 6.25。

(2) 结果以重复性条件下获得的两次独立测定结果的算术平均值表示, 蛋白质含量 $\geq 1\text{g}/100\text{g}$ 时, 保留 3 位有效数字; 蛋白质含量 $< 1\text{g}/100\text{g}$ 时, 保留 2 位有效数字。在重复性条件下获得的两次独立测定结果的绝对差值不得超过算术平均值的 10%。

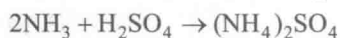
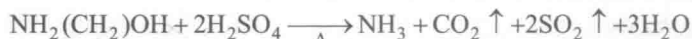
二、分光光度法

(一) 实验目的

了解分光光度法测定食物中蛋白质的原理, 掌握分光光度法测定食物中蛋白质的步骤。

(二) 实验原理

蛋白质为含氮有机物, 大多数蛋白质在可见光区无吸收, 不能根据蛋白质的内源性质在可见光区进行测定。但食品中的蛋白质可在催化加热条件下分解, 产生的氨与硫酸结合生成硫酸铵, 在 pH 4.8 的乙酸钠-乙酸缓冲溶液中与乙酰丙酮和甲醛反应生成黄色的 3,5-二乙酰-2,6-二甲基-1,4-二氢化吡啶化合物, 从而使其在可见光区的测定成为现实。在波长 400nm 下测定吸光度值, 与标准系列比较定量, 结果乘以换算系数, 即为蛋白质含量。换算系数同方法一。



(三) 主要试剂与仪器

1. 主要试剂 除特殊说明, 其他试剂均为分析纯。

(1) 硫酸铜 ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)。

(2) 硫酸钾 (K_2SO_4)。

(3) 浓硫酸 (H_2SO_4): 优级纯, 密度为 1.84g/ml 。

(4) 氢氧化钠溶液 (300g/L): 称取 30g 氢氧化钠, 加水溶解后, 放冷, 并稀释至 100ml 。

(5) 对硝基苯酚指示剂溶液 (1g/L): 称取 0.1g 对硝基苯酚 ($\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_3$), 溶于 20ml 95% 乙醇中, 加水稀释至 100ml 。

(6) 乙酸溶液 (1mol/L): 量取 5.8ml 冰乙酸 (CH_3COOH , 优级纯), 加水稀释至 100ml 。

(7) 乙酸钠溶液 (1mol/L): 称取 41g 无水乙酸钠 (CH_3COONa) 或 68g 乙酸钠 ($\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$), 加水溶解后稀释至 500ml 。

(8) 乙酸钠-乙酸缓冲溶液: 量取 60ml 乙酸钠溶液与 40ml 乙酸溶液混合。该溶液 $\text{pH}=4.8$ 。

(9) 显色剂: 15ml 甲醛 (HCHO , 37%) 与 7.8ml 乙酰丙酮 ($\text{C}_5\text{H}_8\text{O}_2$) 混合, 加水稀释至 100ml , 剧烈振摇混匀 (室温下放置稳定 3 日)。

(10) 氨氮标准储备溶液 (1.0g/L , 以氮计): 称取 105°C 干燥 2 小时的硫酸铵 0.4720g , 加水溶解后移于 100ml 容量瓶中, 并稀释至刻度, 混匀。此溶液每毫升相当于 1.0mg 氮。

(11) 氨氮标准使用溶液 (0.1g/L): 用移液管吸取 10.00ml 氨氮标准储备液于 100ml 容量瓶内, 加水定容至刻度, 混匀。此溶液每毫升相当于 0.1mg 氮。

2. 主要仪器 分光光度计、电热恒温水浴锅、 10ml 具塞玻璃比色管、天平 (感量为 1mg)。

(四) 实验步骤

1. 样品的消化 固体样品称取 $0.1\sim 0.5\text{g}$ (精确至 0.001g)、半固体样品称取 $0.2\sim 1\text{g}$ (精确至 0.001g)、液体样品称取 $1\sim 5\text{g}$ (精确至 0.001g), 移入干燥的定氮瓶中, 加入 0.1g 硫酸铜、 1g 硫酸钾及 5ml 浓硫酸。摇匀后于瓶口放一小漏斗, 将定氮瓶以 45° 角斜支于有小孔的石棉网上。缓慢加热, 待内容物全部炭化, 泡沫完全停止后, 加大火力, 并保持瓶内液体微沸, 至液体呈蓝绿色澄清透明后, 再继续加热半小时。取下放冷, 慢慢加入 20ml 水, 放冷后移入 50ml 或 100ml 容量瓶中, 并用少量水少量多次冲洗定氮瓶, 洗液并入容量瓶中, 加水至刻度, 混匀备用。按同一方法做试剂空白。

2. 样品溶液的制备 吸取 $2.00\sim 5.00\text{ml}$ 定容后的样品消化液或试剂空白消化液于 50ml 或 100ml 容量瓶内, 加 $1\sim 2$ 滴对硝基苯酚指示剂溶液。摇匀后滴加氢氧化钠溶液中和至黄色, 再滴加乙酸溶液至溶液无色, 用水稀释至刻度, 混匀。

3. 标准曲线的绘制 吸取 0.00ml 、 0.05ml 、 0.10ml 、 0.20ml 、 0.40ml 、 0.60ml 、 0.80ml 和 1.00ml 氨氮标准使用溶液 (相当于 $0.0\mu\text{g}$ 、 $5.0\mu\text{g}$ 、 $10.0\mu\text{g}$ 、 $20.0\mu\text{g}$ 、 $40.0\mu\text{g}$ 、 $60.0\mu\text{g}$ 、 $80.0\mu\text{g}$ 和 $100.0\mu\text{g}$ 氮), 分别置于 10ml 比色管中。各加 4.0ml 乙酸钠-乙酸缓冲溶液及 4.0ml 显色剂, 加水稀释至刻度, 混匀。置 100°C 水浴中加热 15 分钟。取出用水冷却至室温后, 移入 1cm 比色杯内, 以零管为参比, 于波长 400nm 处测量吸光度值, 根据各点吸光度值绘制标准曲线或计算线性回归方程。

4. 样品的测定 吸取 $0.50\sim 2.00\text{ml}$ (约相当于氮 $<100\mu\text{g}$) 样品溶液和同量的试剂空白溶液, 分别于 10ml 比色管中。以下按步骤 3 自“加 4ml 乙酸钠-乙酸缓冲溶液及 4ml 显色剂……”起操作。样品吸光度值与标准曲线比较定量或代入线性回归方程求出含量。

(五) 结果计算

$$\text{蛋白质含量}(\text{g}/100\text{g}) = \frac{C - C_0}{m \times \frac{V_2}{V_1} \times \frac{V_3}{V_4} \times 1000 \times 1000} \times 100 \times F \quad (2-2)$$

式中, C ——样品测定液中氮的含量, μg ; C_0 ——试剂空白测定液中氮的含量, μg ; V_1 ——试样消化液定容体积, ml ; V_2 ——制备试样溶液的消化液体积, ml ; V_3 ——试样溶液总体积, ml ;