



面向21世纪高等学校规划教材

Mianxiang 21shiji Gaodeng Xuexiao Guihua Jiaocai

食品工艺学实验技术

■ 马汉军 秦文 主编

SHIPIN GONGYIXUE
SHIYAN JISHU



中国计量出版社
CHINA METROLOGY PUBLISHING HOUSE



面向21世纪高等学校规划教材

食品工程 (CIP) 目录编号

ISBN 978-7-302-3143-9

面向21世纪高等学校规划教材

食品工程 (CIP) 目录编号

Shipin Gongyixue Shiyanshi

食品工艺学实验技术

马汉军 秦文 主编

中国计量出版社

地址：北京和平里西里甲
电话：(010) 64732360
网址：http://www.sqjg.com
发行：新华书店北京发行所
印刷：北京市密市印刷厂
本：185mm x 109mm
册：11.2
印：244

中国计量出版社

地址：北京和平里西里甲
电话：(010) 64732360
网址：http://www.sqjg.com
发行：新华书店北京发行所
印刷：北京市密市印刷厂
本：185mm x 109mm
册：11.2
印：244

2009年8月第1版
1-3000
50.00元



中国计量出版社

如蒙惠顾，请向
北京密市印刷厂

图书在版编目 (CIP) 数据

食品工艺学实验技术/马汉军, 秦文主编. —北京: 中国计量出版社, 2009.9
面向 21 世纪高等学校规划教材
ISBN 978-7-5026-3149-9

I. 食… II. ①马… ②秦… III. 食品工艺学—实验—高等学校—教材 IV. TS
201.1-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 153411 号

内 容 提 要

本书是以《食品工艺学》的理论基础为指导, 以提高学生的实验操作和创新能力为目的的一门实践性和综合性极强的课程。通过学习操作, 使学生提高操作技能以及分析和解决食品加工问题的能力, 同时使学生具有一定的研究和开发新产品的能力。

本书内容包括: 果蔬制品加工; 软饮料加工; 粮食制品加工; 肉制品加工; 乳制品加工; 蛋制品加工; 罐藏制品加工和水产品加工等实验技术。

本书可作为大专院校相关专业的教材, 还可供广大食品生产加工企业员工及相关培训机构参考。

中国计量出版社 出版

地 址 北京和平里西街甲 2 号 (邮编 100013)
电 话 (010) 64275360
网 址 <http://www.zgjl.com.cn>
发 行 新华书店北京发行所
印 刷 北京市密东印刷有限公司
开 本 787mm × 1092mm 1/16
印 张 11.5
字 数 264
版 次 2009 年 8 月第 1 版 2009 年 8 月第 1 次印刷
印 数 1—3 000
定 价 20.00 元

如有印装质量问题, 请与本社联系调换
版权所有 侵权必究

教材编委会

主任 陈宗道 刘国普

副主任 刘宝兰 陆兆新 刘树兴 刘静波

委员 (按姓氏笔画排序)

马汉军	邓放明	邓洁红	刘学军
刘振春	李波	李代明	李向阳
李宗军	陈力力	张大力	张升晖
陈厚荣	张瑞宇	肖玫	杨春海
吴卫国	吴少雄	林松毅	武军
岳喜庆	赵晓红	赵晨霞	赵瑞香
唐克华	高淑云	秦文	夏湘
黄广民	黄艾祥	彭珊珊	

策划 刘宝兰 杨庚生

— 本 书 编 委 会 —

主 编 马汉军

(河南科技学院)

秦 文

(四川农业大学)

副主编 黄艾祥

(云南农业大学)

余小领

(河南科技学院)

张铁华

(吉林大学)

谭建新

(湖南邵阳学院)

参 编 叶劲松

(四川农业大学)

潘润淑

(河南科技学院)

李树红

(四川农业大学)

牛生洋

(河南科技学院)

编写说明

近年来,随着食品科技的迅速发展和食品新产品的不断推出,人们不仅对各类食品的安全使用问题日益重视,而且对与食品安全相关的各类知识也日益关注。另一方面,为了保障与人民生命和生活息息相关的各类食品的使用安全,政府的相关部门也加大了对食品生产各环节的监管的力度。经过各食品相关主管部门的不懈努力,我国已基本形成并明确了卫生与农业主管部门抓原材料监管、质监部门抓各类食品生产环节的监管、工商部门从事食品成品监管的制度完善的食品监管体系。

目前,食品质量问题已成为全社会关注的焦点。为了适应当前的经济发展,为了从根本上解决与食品质量相关的各类实际问题,需要从最基础的专业教育抓起。这就对我国食品类高校的教育工作提出了更高的要求。

当前,食品行业的快速发展和结构性调整使其对本行业的技术水平、知识结构和人才特点提出了更加具体的要求。因此,为了进一步提高食品专业教材的编写水平,以适应市场对素质全面、适应性强、有创新能力的高技术专门人才的需求,由中国计量出版社牵头组织了西南大学(原西南农业大学)、南京农业大学、山东农业大学、湖南农业大学、四川农业大学、陕西科技大学、吉林农业大学、湖北民族学院和中国农业大学等59所高校参与食品质量与安全以及食品科学与工程专业高校教材编写与出版工作。此次的教材编写的出版工作旨在为各食品类相关院校在教材建设方面的信息交流搭建一个平台,以促进各院校之间在教学内容方面相互取长补短,从而使该套教材的参编与使用院校的课程设置更趋合理化,最终培养出更加适应当前社会经济发展的应用型人才。为了达到这一要求,我

是科技发展的新理论合理融

战略起到积极的促进作用。

教材编委会

2009 年 6 月

前言

• FOREWORD •

查 录

民 8 年 2002

本书是以《食品工艺学》基础理论为指导的实践性、综合性极强的课程。本书的目的不仅在于让学生学习制作某一种产品，更重要的是培养学生理论联系实际及发现问题、分析问题和解决问题的能力。这种能力包括：收集资料、设计实验方案、确定工艺路线、实验操作（实验设备和仪器的使用能力）、实验数据的处理、实验结果的总结、文字和语言的表达以及外语和计算机应用等。

本教材加强了食品工艺学和基础课、专业基础课及其他专业课的联系，特别是与食品化学、食品微生物学、生物化学、食品营养卫生学、食品工程原理、试验设计与统计学等的联系。巩固和加深了学生对所学理论知识的理解和认识。通过学习和实验操作，使学生真正获得分析和解决食品加工问题的能力，提高学生实际操作技能，拓宽学生的视野，使学生具有一定的研究和开发新产品的能力。

本教材注重食品科学技术的最新发展成果，尽量采用最新的工艺技术和操作方法。如在产品的评价中采取科学的评价方法；在每个实验的讨论题中引导学生利用中外参考文献分析实验中的各种现象，并与实际工业生产过程相联系等。同时，为了适应新的教学要求，把握新形势下教学内容、课程体系的方向，体现素质教育、创新能力与实践能力的培养，提高教学质量，本

本书取材来自国内外的有关著作和各类期刊文献，有些内容无现成可借鉴的系统资料，且由于编者水平和能力有限，错误和疏漏之处在所难免，恳请使用本书的老师和同学们及广大读者批评指正，以便不断完善和提高。

目 录

• CONTENTS •

第一章 果蔬制品加工	(1)
实验一 果蔬一般物理性状测定	(1)
实验二 果蔬水分含量的测定	(2)
实验三 果蔬含糖量的测定	(4)
实验四 果蔬中维生素 C 含量的测定	(9)
实验五 果蔬呼吸强度测定	(13)
实验六 果蔬干制	(15)
实验七 果蔬蜜饯的加工	(18)
实验八 泡菜加工	(23)
实验九 综合实验——果蔬类的气调贮藏	(25)
第二章 软饮料加工	(28)
实验一 软饮料用水水质检验	(28)
实验二 碳酸饮料加工	(31)
实验三 复合芹菜汁、黄瓜汁、苹果汁的制作	(34)
实验四 芦荟果肉悬浮饮料的加工	(35)
实验五 蛋白饮料的加工(杏仁露)	(36)
实验六 乳酸菌饮料加工	(37)
实验七 茶饮料加工	(41)
实验八 综合实验——复合果蔬制品加工	(42)
第三章 粮食制品加工	(44)
实验一 小麦湿面筋含量的测定	(44)
实验二 面包制作	(45)
实验三 蛋糕制作	(48)
实验四 梳打饼干的制作	(51)



实验五	肉酯豆腐的制作	(53)
实验六	大豆分离蛋白的加工	(55)
实验七	膨化小食品的制作	(56)
实验八	微波膨化马铃薯脆片的加工	(58)
实验九	大米加工精度检验	(59)
实验十	综合设计实验	(60)

第四章 肉制品加工

(62)

实验一	肉的新鲜度测定及肉质评定	(62)
实验二	腌腊制品加工	(69)
实验三	香肠制品加工 (中式、西式)	(74)
(1) 实验四	干肉制品加工 (肉干、肉松、肉脯)	(77)
(1) 实验五	酱卤制品加工	(80)
(2) 实验六	火腿加工	(82)
(4) 实验七	烧烤制品加工 (烤鸡)	(85)
(9) 实验八	综合实验——牛肉综合加工	(87)

第五章 乳制品加工

(89)

(21) 实验一	乳新鲜度的检验	(89)
(81) 实验二	乳的理化性质测定	(92)
(25) 实验三	乳掺假的检验	(98)
(85) 实验四	酸奶及酸奶饮料加工	(102)
(85) 实验五	干酪加工	(104)
(85) 实验六	乳脂分离及奶油加工	(106)
(18) 实验七	冰淇淋的加工	(109)
(48) 实验八	乳的真空浓缩	(111)
(32) 实验九	奶粉的制作——喷雾干燥	(112)
(20) 实验十	综合实验——乳制品综合加工	(113)

第六章 蛋制品加工

(115)

(52) 实验一	蛋的品质评定	(115)
(44) 实验二	蛋的物理性质检验	(117)
(44) 实验三	蛋粉油量及游离脂肪酸的测定	(119)
(44) 实验四	皮蛋的加工	(121)
(24) 实验五	咸蛋的加工	(123)
(84) 实验六	蛋黄酱的制作	(125)
(12) 实验七	鸡蛋饮料加工	(127)

实验八 综合设计实验	(128)
第七章 罐藏制品加工	(129)
实验一 糖水桔子罐头加工	(129)
实验二 青豌豆罐头加工	(131)
实验三 芦荟罐头的加工	(132)
实验四 油煎鱼罐头加工	(134)
实验五 虎皮卤蛋软罐头加工	(136)
实验六 冬竹笋罐头加工	(138)
实验七 罐头的检验	(140)
实验八 综合设计实验	(145)
第八章 水产品加工	(147)
实验一 水产品原料品种的鉴定	(147)
实验二 水产品及其制品的感官鉴定	(150)
实验三 调味快餐海带丝的加工	(153)
实验四 调味马面鲀烤鱼片的加工	(155)
实验五 鱼糜制品——优质水发鱼圆的加工	(157)
实验六 鱼松的制作	(162)
实验七 调味鱼片的制作	(163)
实验八 鱼香肠的制作	(165)
实验九 综合实验——淡水鱼下脚料的综合加工利用	(166)
参考文献	(170)

第一章 果蔬制品加工

实验一 果蔬一般物理性状测定

一、实验目的

通过对贮藏期的果实进行物理性状测定,了解其在不同环境中的品质变化;对加工原料进行物理性状的测定,是了解其加工适应性,并为拟定加工技术提供依据。

二、实验原理

物理性状的测定是用一些物理的测定方法来表示果蔬的重量、大小、比重、容重、硬度等物理性状,其中也包含了某些感官的反映,如形状、色泽、新鲜度和成熟度等。果实成熟、采收、运输、贮藏及加工期间的物量特性的变化,是反映其组织内部一系列复杂的生理生化变化的结果,因此对物理性状的测定是进行化学测定的基础。

果蔬的物理性状测定是确定采收成熟度,识别品种特性,进行产品标准化的必要措施。新鲜果实是活的有机体,与外界环境条件的统一是保证贮藏特性的主要因素。

三、材料及用具

苹果、柑橘、番茄、甜椒、萝卜等;

卡尺、托盘台秤、果实硬度计、榨汁器、比色卡片、排水筒、量筒等。

四、操作方法

(1) 取果实 10 个,分别放在托盘台秤上称重,记载单果重,并求出其平均果重(g)。

(2) 取果实 10 个,用卡尺测量果实的横径、纵径(cm),分别求果形指数(即纵径/横径),以了解果实的形状和大小。

(3) 观察记载果实的果皮粗细、底色和面色状态。果实底色可分深绿、绿、绿黄、浅黄、黄、乳白等,也可用特制的颜色卡进行比较,分成若干级,果实因种类不同,显出的面色也不同,如紫色、红、粉红等等,记载颜色的种类和深浅,占果实表面的百分数。

(4) 取果实 10 个,除去果皮、果心、果核或种子,分别称各部分的重量,以求果肉(或可食部分)的百分率。汁液多的果实,可将果汁榨出,称果汁重量,求该果实的出汁率。

(5) 果实硬度的测定

果实的硬度是果实成熟度的重要指标之一。取苹果 10 个,在对应两面薄薄地剥去一小块果皮,用果实压力硬度计,测定果肉的硬度,以每平方厘米面积上承受压力的千克数



表示。在采用 M28n ess - Tylor 型硬度计时, 注明测头直径英寸数, 压力以磅数表示 (例如测头为 11 mm (7/16 英寸), 压力为 7.26 kg (16 磅))。压力愈强即果实硬度愈大, 也愈耐贮藏。

(6) 果实密度的测定

果实密度是衡量各种果实质量的重要指标之一。

$$\text{果实的密度 } (P) = \text{重量 } (W) / \text{体积 } (V) \quad (1-1)$$

①排水法求密度

在托盘台秤上称果实重 W 。

将排水筒装满水, 多余水由溢水孔流出至不再滴水为止。置一个筒于溢水孔下面, 把果实轻轻放入排水筒水中, 此时, 溢水孔流出的水盛于量筒内, 再用细铁丝将果实轻轻全部没入水中, 待溢水孔滴尽为止, 取量筒观察记载果实的排水量, 即果实体积 V 。用式 (1-1) 计算出果实的密度。

②称重法求密度

把果实放在托盘台秤上称果实重 W 。果实体积的求法, 可按阿基米德原理, 即果实在水中受到的浮力, 等于果实同体积水的重量。果实在外力 (F) 的作用下, 全部没于水中, 则果实所受到的浮力:

$$\text{浮力} = W + F = V \times \rho_1 \quad (\text{水的密度})$$

$$V = \text{浮力} / \rho_1 = F + W / \rho_1 = F + W \quad (1-2)$$

将一块铁没入水中称重为 (W_1), 然后再将果实和铁块一同没入水中称重为 (W_2) 则

$$F_1 = W_1 - W_2 \quad (1-3)$$

将式 (1-3) 代入式 (1-2) 和式 (1-1) 中:

$$\rho = W / [W + (W_1 - W_2)] \quad (1-4)$$

用式 (1-4) 计算出果实的密度。

仪器安装:

在托盘台秤左端盛物盘下的铁杆上钻一个小洞穿一根细丝线, 在线末端挂一个细小的铁钩 (可用大头针制成), 将台秤放在平坦的工作台左端, 调整台秤并使之平衡。在台秤的细丝线下面放一桶水, 仪器即安装就绪。

(7) 果蔬容重的测定

果蔬容重是指在每 1 m^3 容积内果蔬的果重, 它与果蔬的包装、运输和贮藏关系十分密切。可选用包装用具, 如柳条筐、竹筐、纸箱、木桶或特制一个 1 m^3 的容器, 装满某一种水果或蔬菜, 取出并称它的总重量, 计算出该品种果蔬 1 m^3 的容重。

五、讨论题

可以用哪些物理指标来判断果蔬的品质?

实验二 果蔬水分含量的测定

一、实验目的

新鲜果蔬的水分含量是判断果蔬品质的一项重要依据, 通过实习, 使学生掌握果蔬水

分含量的测定方法，用以鉴定果蔬品质和贮藏效果。

二、实验原理

常用的果蔬新鲜原料含水量的测定，是将称重后的果蔬置于烘箱中烘去水分，其失重为水分重量。在烘干过程中，果蔬中的结合水，在 100℃ 以下不易烘干，若在 105℃ 以上，样品中一些有机物质（如脂肪）易氧化使干重增加。而果蔬中的糖分（尤其是果糖）在 100℃ 以下则易分解，也可使测定产生误差。故烘干温度先为 60 ~ 70℃，至接近全干时再改为 100 ~ 105℃ 进行干燥。若采用真空干燥法则能加快水分的去除，又因干燥温度较低可大大减少氧化的影响，故可以得到更准确的结果。

三、材料及用具

苹果、梨、番茄、黄瓜等；

烘箱或真空干燥箱、分析天平、称量瓶、干燥器、氯化钙、变色硅胶。

四、操作方法

1. 常压干燥法

(1) 采取分析样品，果实可除去果核，蔬菜可除去非食用部分，切碎，混合均匀待用。

(2) 称取量瓶（或小蒸发皿），放入烘干燥箱中以 100 ~ 105℃ 烘干（至恒重），放干燥器中冷却，然后精确称重。取分析样品 5 ~ 10 g 放入称量瓶中，精确称量。然后再以 100 ~ 105℃ 烘 2 h，取出放入有吸湿剂变色硅胶或干燥氯化钙的干燥器中，冷却后称量。再放入烘箱内，继续烘 0.5 ~ 1 h，冷却称重。重复此过程，直到两次连续称重之差不超过 0.002 g 为止。

$$\text{果蔬含水量}\% = (\text{烘干失重} / \text{样品量}) \times 100$$

2. 减压干燥法

在已知重量的称量皿内，称取试样后置于真空干燥箱内，在约 3 kPa 的压力 70℃ 的温度下进行干燥并通入流速为 10 ~ 40 L/h 的干燥空气，使真空干燥箱内保持一定的温度和压力，干燥至恒重。根据上述计算公式计算样品的水分含量。

3. 共沸蒸馏法

用挥发性不混溶于水的溶剂，以蒸汽的形式带出水分，在冷凝器内冷凝并分离，收集馏出液于接收管内，根据体积计算含量。

(1) 试剂

甲苯或二甲苯（分析纯）。

水分测定器：见图 1—1。在每次使用前，都要用铬酸—硫酸洗液充分洗涤，除净油污，并连续用蒸馏水和丙酮清洗。然后在气流下不加热干燥。



图 1—1 水分测定器

1—250 mL 锥形瓶；2—水分接收管，有刻度；3—冷凝管



(2) 操作方法

①称取适量的试样(估计含水量3~4.5 mL),精确至0.01 L。

②定量地移试样于烧瓶中,加入75 mL溶剂(甲苯或二甲苯)。对于黏稠试样加助沸剂(如浮石)。

③将烧瓶连接在测定装置上,缓缓加热,保持微沸,以每秒钟从冷凝管滴下2滴为宜。当刻度管内的水增加不显著时,加速蒸馏速度,约每秒4滴。当蒸馏的溶剂变为澄清并不再有水分离出时,停止加热,从冷凝管顶端加入溶剂冲洗。如冷凝管壁附有水滴,可用附有小橡皮头的铜丝擦下,再继续蒸馏片刻至接收上部及冷凝管壁无水滴附着为止。

④取下刻度管冷却至室温。读取刻度管内水的体积(mL)。

(3) 结果计算

按下式计算样品中的水分含量:

$$H(\%) = V/m \times 100\%$$

式中 H ——试样中水分的含量,%;

m ——试样的重量,g;

V ——刻度管内收集水的容量(水的密度假设为1 g/mL),mL。

五、讨论题

比较各种水分测定方法的优缺点。

实验三 果蔬含糖量的测定

一、实验目的

了解还原糖和蔗糖的测定原理,掌握还原糖和蔗糖的测定方法。

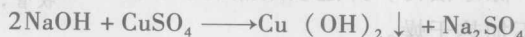
二、实验原理及方法

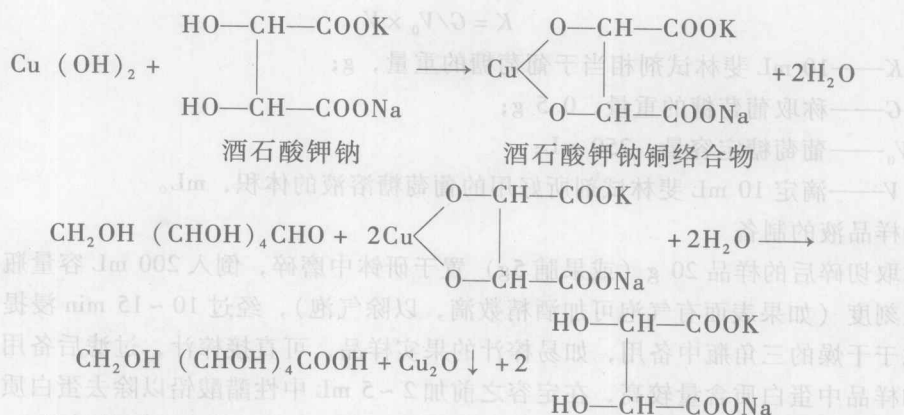
测定果蔬中含糖量有物理化学等方法。具体方法很多,一般常用的且比较准确、简便的有斐林试剂法、比色法、碘量法等。

1. 斐林试剂法

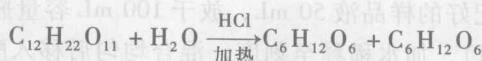
(1) 原理 一定量的二价铜离子在碱性溶液中与酒石酸钾钠生成深蓝色的酒石酸铜络合物。在加热条件下,以次甲基蓝作为指示剂,用样液滴定酒石酸铜络合物溶液,样液中的还原糖与酒石酸铜反应,生成红色氧化亚铜沉淀,待二价铜全部反应后,稍过量的还原糖把次甲基蓝溶液由蓝色还原为无色,即为滴定终点。根据样液与标准还原糖的消耗量比较,计算出样液中还原糖的含量。无色的次甲基蓝在常温下极易受大气中氧而氧化成为原来的蓝色,故滴定时瓶中溶液须保持沸腾状态,以免影响滴定结果。

斐林试剂有A、B两种溶液混合而成,试剂A为硫酸铜溶液,B为氢氧化钠与酒石酸钾钠的混合液。主要反应式如下:





蔗糖为非还原糖，不能与斐林试剂作用，故测定蔗糖含量时，需将蔗糖水解，使其转化为果糖和葡萄糖：



蔗糖 ($M=342$) 转化糖 ($M=180+180$)

蔗糖转化后，所得转化糖的重量增加，计算时应将转化糖量减去水解前还原糖量再乘以 0.95，才是实际的蔗糖量。

(2) 材料、器材用具与试剂

①材料：苹果、梨、桃、柑橘、菠萝、胡萝卜、南瓜、洋葱或其加工品。

②器材用具：分析天平、水浴锅、三脚架、石棉网、酒精灯、研钵或组织捣碎器、小刀、漏斗、漏斗架、玻璃棒、200 mL 量筒、100 mL、250 mL 三角烧瓶、100 mL、200 mL、500 mL 容量瓶、5 mL 吸管、250 mL 烧杯、酸式滴定管、温度计、滴管、纱布、脱脂棉等。

③试剂硫酸铜、酒石酸钾钠（或甘油）、氢氧化钠、盐酸（6 mol/L）、氢氧化钠（6 mol/L）、1% 次甲基蓝指示剂、中性醋酸铅、无水硫酸钠等。

(3) 操作方法

①试剂的配制和标定

a. 斐林试剂 A 溶解硫酸铜晶体 ($\text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) 34.639 g 于 500 mL 容量瓶中，加水稀释至刻度。

b. 斐林试剂 B 溶解分析纯酒石酸钠钾 173 g（或用 25 g 甘油代替）及氢氧化钠 50 g 于 500 mL 容量瓶中，加水稀释至刻度，静置 1~2 日，过滤备用。

c. 1% 次甲基蓝指示剂 称取 1 g 化学纯次甲基蓝溶解于 100 mL 蒸馏水中，过滤。

d. 1% 酚酞酒精溶液 称取酚酞 1 g 放入小烧杯中，加入 95% 酒精 60 mL，待完全水解后再加入水 40 mL。

e. 葡萄糖标准液 用粗天平称取纯葡萄糖 2~3 g 放入小烧杯中。于 100~150℃ 烘箱中烘至恒重，然后用分析天平精确称取 0.5 g（1/1000 精确度），用蒸馏水溶解后，移入 250 mL 容量瓶中，加蒸馏水至刻度。

f. 斐林试剂的标定 吸取斐林试剂 A、B 液各 5 mL，放入 250 mL 三角瓶中，加蒸馏水 10 mL，用上述葡萄糖标准溶液来滴定（方法与测还原糖同样）。滴定误差不大于 0.2 mL。然后根据滴定结果可算出 10 mL 斐林试剂相当于还原糖的确定克数。