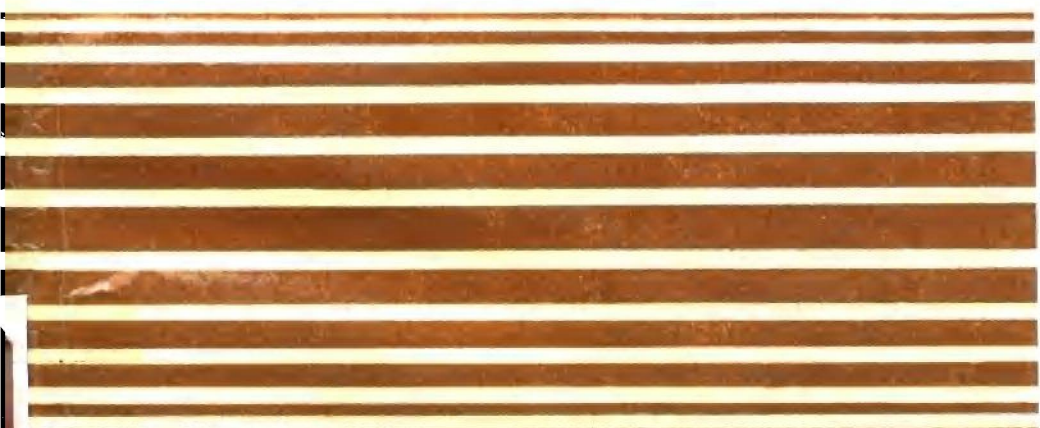


中等专业学校轻工专业试用教材

工业发酵分析

朱懿德 梁国庆 包守懿 编



中国轻工业出版社

82.941

中等专业学校轻工专业试用教材

工业发酵分析

朱懿德 梁国庆 包守懿 编

317.3

中国轻工业出版社

(京)新登字084号

内 容 提 要

本书是轻工业中等专业学校的教学用书。全书以分析方法分类，详细介绍了工业发酵专业有关原料、半成品与成品各分析项目的分析原理和测定方法，并选择编写了50多个分析测定项目。对一些近代的分析方法，如气相色谱法，原子吸收分光光度法等也作了介绍。书后列出了一些主要发酵工业产品的理化指标，供测定时参考。

本书也可供有关技工学校、职工培训班及职业中学作教学参考书，并可供与发酵专业有关的科技人员参考。

中等专业学校轻工专业试用教材

工业发酵分析

朱懿德 梁国庆 包守懿 编

中国轻工业出版社 出版

重庆新华印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

*

850×1168毫米1/32印张：11.5 字数：236千字

1991年10月 第1版第1次印刷

印数：1—8000 定价：3.50元

ISBN 7—5019—1023—5/TS·0690

前 言

轻工中专《工业发酵分析》教材，是根据轻工部教育司有关轻工中专教材编写规划，按照1988年修订的教学大纲编写而成的。

全书以分析方法分类，共分八章。介绍了化学分析法、吸收分光光度法、物理分析法、气体分析法、色层分析法、气相色谱法、原子吸收分光光度法等分析方法的基本原理及主要分析方法，并对工业发酵专业的主要分析项目如原料及半成品中的水分、含氮量、糖类、脂肪及单宁的测定以及成品中主要微量成分的测定都以典型的实例作了较详细的介绍。

本书由轻工业部广州轻工业学校朱懿德任主编，并编写第一、二、五、八章；安徽省轻工业学校梁国庆编写第四、六章，辽宁省轻工业学校包守懿编写第三、七章。全书由天津轻工业学院王福荣主审。

本书编写过程中得到各参编学校领导和各方面的支持和帮助，谨表示衷心感谢。

由于编者水平有限，教材中缺点、错误在所难免，敬请读者批评指正。

编 者

编写说明

一、本书中所使用的水，在没有注明其他要求时，系指其纯度能满足分析要求的蒸馏水或去离子水。

二、配制溶液的试剂

1. 溶液未指出用何种溶剂配制时，均指水溶液。
2. 配制标准溶液或一般提取用溶剂，可用化学纯。
3. 配制微量物质的标准溶液，所用试剂应在化学纯以上。
4. 标定标准溶液所用的基准物质，应使用优级纯或基准级。
5. 色谱分析、原子吸收分光光度分析等所用溶液，应根据具体情况选用适宜级别的试剂。
6. 一般试剂可用化学纯。如遇试剂空白试验高或对测定发生干扰时，则应换用纯度级别更高的试剂。

三、溶液的浓度

本书包含的浓度主要有：

1. 当量浓度(N)：表示1L溶液中含有溶质的克当量数。
2. 物质的量浓度(mol/L)：表示1L溶液中含有溶质的摩尔数。
3. 百分比浓度：视溶质状态不同，它又分为：
 - (1) 重量容量百分比浓度($\%W/V$)：指固体溶质重量与溶液容量的百分比。如20%氢氧化钠溶液，表示在100mL溶液中含有20g氢氧化钠。
 - (2) 容量百分比浓度($\%V/V$)：指液体溶质的体积与溶液体积的百分比。如95%酒精溶液，表示100mL酒精溶液中含有纯酒精95mL。

应该注意的是，有些溶液虽为液体与液体混合，但液体溶质

本身并非单一物质，这种溶液的百分比浓度是指其中主要成分的重量与溶液重量的百分比，原装酸、碱试剂的浓度常是这种表示的。如相对密度为1.19的试剂浓盐酸，浓度为37%，即表示在100g盐酸溶液中含有氯化氢37g。若因此试剂盐酸配制2%(%W/V)的盐酸溶液，则应指100mL盐酸溶液中含有2g氯化氢。

4. 体积比浓度(V:V)：指液体试剂用水稀释或液体试剂相互混合时，各组分体积的比。例如1:3盐酸，指1体积原装浓盐酸与3体积水混合，又如正丁醇-乙醇-水(40:11:19)是指40体积的正丁醇，11体积的乙醇和19体积的水混合而成的溶液。

5. 常用原装化学试剂的浓度，见下表。

名 称	相对密度	重量%(g/100g溶液)	当量浓度(N)
盐酸	1.19	37	12
硫酸	1.84	96	36
硝酸	1.42	70	16
磷酸	1.69	85	15
乙酸	1.045	36	6
冰乙酸	1.05	99.5	17
氨水	0.90	28	15

四、试剂与样品的量取

称取：指要求称量准确至0.1g。

精密称取或准确称取：指称取量必须按规定的数值称取，并准确至0.1mg。

精密称取约多少：指称量必须准确至0.1mg，但称取量不超过规定量的±10%。

量取：指量取体积应准确至规定量取体积数的±10%，一般选用合适大小的量筒作量具。

吸取和准确吸取：指使用移液管或适宜的刻度吸管吸取溶液。

五、加热温度

水浴温度，除另有注明外，均指98℃以上的水温，热水系指70~80℃水温，温热或微温系指40~50℃加热。

六、基本计量单位采用国际单位制

1. 长度

$$1\text{m} = 10\text{dm} = 100\text{cm}$$

$$1\mu\text{m} = 10^{-6}\text{m}$$

$$1\text{nm} = 10^{-9}\text{m}$$

$$1\text{nm} = 10\text{Å}$$

2. 重量

$$1\text{kg} = 1000\text{g}$$

$$1\text{mg} = 10^{-3}\text{g}$$

$$1\mu\text{g} = 10^{-6}\text{g}$$

3. 容量

$$1\text{L} = 1000\text{mL}$$

$$1\mu\text{L} = 10^{-6}\text{L}$$

七、筛目和筛孔大小

各国筛目标准不一，依我国目前工业筛规定，以每英寸(2.54 cm)长度上的筛孔数目为筛的目数。由于筛线粗细稍有不同，故筛目数与筛孔大小间各有差别，一般规定的筛目和筛孔内径的关系如下表：

筛目(目)	10	20	30	40	60	80	100	120	200	325
筛孔内径(mm)	3.00	0.84	0.59	0.42	0.25	0.177	0.149	0.125	0.074	0.044

八、测定结果的表示

一般以下列三种形式表示：

1. 百分含量(%)：每100g(或每100mL)样品中所含被测物质的克数。

2. 百万分含量(ppm)：每公斤(或每升)样品中所含被测物

质的毫克数，或每克(或每毫升)样品中所含被测物质的微克数。

3. 十亿分含量 (ppb)：每公斤(或每升)样品中所含被测物质的微克数。

九、其他说明

1. 常用标准溶液和指示剂溶液的配制方法列于书后附录，某些试验所用的专用试剂在书中说明，一般试剂的配制方法则不予说明。

2. 试验方法中所列仪器为该方法所需用的特殊仪器，一般实验室仪器不予列出。

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 工业发酵分析在本专业中的作用	(1)
第二节 工业发酵分析的主要方法	(2)
一、化学分析法.....	(3)
二、物理化学分析法.....	(3)
第三节 试样的采集和处理	(4)
一、采样方法.....	(4)
二、试样的处理.....	(6)
第二章 化学分析	(11)
第一节 水分的测定	(11)
一、常压直接烘干法.....	(11)
二、减压干燥法.....	(12)
三、红外线干燥法.....	(13)
第二节 酸及酯的测定	(15)
一、白酒中总酸、总酯的测定.....	(16)
二、甘蔗糖蜜酒精发酵醪总酸、挥发酸、不挥发酸 的测定.....	(18)
三、电位滴定法测定啤酒的总酸度.....	(20)
第三节 含氮量的测定	(24)
一、酱油中氨基酸态氮的测定.....	(24)
二、粗蛋白质的测定.....	(27)
(一)原理.....	(28)
(二)常量法.....	(29)
(三)微量法.....	(31)

(四) 啤酒中蛋白质的区分——半微量定氮法介绍	(33)
第四节 糖类的测定	(37)
一、还原糖的测定	(37)
(一) 谷氨酸发酵液中还原糖的测定——改良的廉-爱农法介绍	(38)
(二) 酒精性饮料中还原糖含量的测定——高锰酸钾滴定法介绍	(41)
二、双糖的测定	(44)
(一) 甘蔗糖蜜中糖分的测定——廉-爱农法介绍	(45)
(二) 麦芽糖化力的测定——碘量法测定还原糖方法介绍	(51)
三、淀粉的测定	(54)
四、糖化型淀粉酶活力的测定	(58)
第五节 其他一般成分的测定	(61)
一、粗纤维素的测定	(62)
二、脂肪的测定	(64)
三、灰分的测定	(67)
四、单宁的测定	(69)
五、酒精中醛的测定	(72)
六、酱油中食盐含量的测定	(74)
七、水的总硬度测定	(76)
第三章 吸收分光光度分析	(80)
第一节 吸收分光光度分析的基本知识	(80)
第二节 可见光吸收分光光度分析仪器和使用	(86)
一、目视比色法	(86)
二、光电比色法	(87)
三、可见光分光光度法	(91)
第三节 紫外光分光光度分析仪器和使用	(98)
一、光学系统工作原理	(98)

二、光学系统的主要结构	(99)
三、751G型分光光度计的使用	(101)
第四节 吸收分光光度法应用实例	(103)
一、酒精氧化试验	(103)
二、白酒中杂醇油的测定	(105)
三、白酒中甲醇含量的测定	(107)
四、白酒中铅的测定	(111)
五、酒中锰离子的测定	(115)
六、啤酒色度的测定	(117)
七、啤酒中铁的测定	(118)
八、味精中铁的测定	(120)
九、酱油中砷的测定	(121)
十、果胶物质的测定	(124)
十一、 α -氨基氮的测定	(126)
十二、液化型淀粉酶活力的测定	(129)
十三、啤酒中苦味质的测定	(131)
十四、啤酒中双乙酰的测定	(133)
第四章 物理分析	(136)
第一节 比重法	(136)
一、物质的比重、溶液的浓度与比重的关系	(136)
(一) 比重和密度	(136)
(二) 溶液的浓度与比重的关系	(137)
(三) 测定比重的仪器	(138)
(四) 影响比重测定的因素	(141)
二、比重计在发酵工业中的应用	(143)
(一) 糖蜜糖锤度的测定	(143)
(二) 酒精、白酒酒精度的测定	(143)
(三) 啤酒比重的测定	(144)
(四) 啤酒酒精分的测定	(145)

(五)原麦芽汁浓度和发酵度的计算	(145)
(六)啤酒外观浓度和实际浓度的测定	(147)
第二节 折光法	(148)
一、反射、折射、折射率	(148)
二、全反射	(151)
三、几种折光计介绍	(152)
(一)WZS-1型阿贝折射仪	(152)
(二)手提折光计	(156)
(三)浸入式折光计	(157)
(四)影响折光测定的因素	(158)
(五)折光计测定饮料和汽酒中可溶性固形物的 浓度	(160)
第三节 旋光法	(160)
一、偏振光	(160)
二、偏振光的产生及物质的旋光性	(162)
三、旋光计的结构与原理	(163)
四、旋光度 α 与比旋光度 $[\alpha]$	(165)
五、几种旋光仪介绍	(167)
(一)WXG-4旋光仪	(167)
(二)国产WZZ自动指示旋光仪简介	(169)
六、旋光仪应用实例	(171)
(一)味精成品纯度的测定	(171)
(二)大麦淀粉的测定	(173)
第五章 气体分析	(175)
第一节 华勃氏呼吸仪的构造及应用	(175)
一、华勃氏呼吸仪的构造	(176)
二、L-谷氨酸含量的测定原理	(177)
三、反应瓶常数的测定方法	(182)
四、发酵液中L-谷氨酸含量的测定方法	(185)

第二节	瓶装啤酒中二氧化碳含量的测定	(191)
一、	原理	(191)
二、	仪器	(191)
三、	试剂	(192)
四、	测定步骤	(192)
五、	计算	(193)
第六章	色层分析法	(194)
第一节	柱层析	(195)
一、	吸附柱层析	(195)
二、	分配柱层析	(197)
三、	离子交换柱层析	(199)
四、	无离子水的制备	(205)
第二节	纸上层析	(208)
一、	原理	(208)
二、	操作方法与操作条件的选择	(209)
三、	定性分析	(215)
四、	定量分析	(219)
五、	氨基酸的纸上层析	(221)
第三节	薄层层析	(223)
一、	分类	(223)
二、	薄层层析的操作方法与操作条件的选择	(224)
三、	影响薄层层析的因素	(231)
四、	发酵用曲种中黄曲霉毒素B ₁ 的测定	(231)
第七章	气相色谱法	(239)
第一节	气相色谱仪主要结构和分析流程	(239)
一、	气路系统	(240)
二、	温度控制系统	(241)
三、	进样系统	(242)
四、	记录仪	(242)

第二节	色谱过程及原理	(244)
一、	色谱流出曲线	(244)
二、	色谱柱效率和分离度	(245)
第三节	分离系统	(248)
一、	分离原理	(248)
二、	色谱柱	(249)
三、	固定相	(249)
四、	色谱柱的制备	(253)
第四节	检测器	(254)
一、	检测器的性能指标	(255)
二、	氢火焰离子化检测器(FID)	(256)
三、	其他检测器	(258)
第五节	气相色谱的定性和定量	(261)
一、	定性分析	(261)
二、	定量分析	(263)
第六节	气相色谱法应用实例	(269)
一、	气相色谱法测定甲醇和杂醇油	(269)
二、	白酒中醇酯的气相色谱法	(271)
第八章	原子吸收分光光度法	(277)
第一节	基本原理	(277)
第二节	仪器装置	(281)
一、	光源	(282)
二、	原子化系统	(283)
三、	分光系统	(288)
四、	检测系统	(289)
第三节	定量分析方法	(290)
一、	标准曲线法	(290)
二、	标准加入法	(291)
三、	直接比较法和紧密内插法	(292)

第四节	操作条件的选择与干扰现象的消除	(293)
一、	操作条件的选择	(293)
二、	干扰现象及其消除	(295)
第五节	原子吸收分光光度计的操作及应用	(298)
一、	测定前的准备	(298)
二、	原子吸收分光光度计的操作	(299)
三、	原子吸收分光光度计的应用实例——铅的原子吸 收分光光度计测定	(300)
附录		(302)
附录一	标准溶液的配制和标定	(302)
附录二	常用试剂和指示剂的配制	(308)
附表2-1	白酒、啤酒、酒精、酵母的理化指标	(311)
附表2-2	相当于氧化亚铜重量的葡萄糖、果糖、乳糖、 转化糖重量表	(315)
附表2-3	味精、酱油的理化指标	(322)
附表2-4	国际原子量表	(323)
附表4-1	酒精浓度与温度更正表	(324)
附表4-2	糖锤度温度更正表	(334)
附表4-3	比重和酒精对照表	(337)
附表4-4	比重和浸出物对照表	(340)
附表4-5	纯水折射率与温度校正表	(349)
附表4-6	蒸馏水密度与温度校正表	(349)
附表5-1	气体溶解度表	(350)
附表5-2	水银密度表	(350)
主要参考资料		(351)

第一章 绪 论

工业发酵分析是工业发酵专业的一门专业课。它在学生学习物理学、无机化学、有机化学、物理化学、分析化学以及生物化学、微生物学和部分工艺课之后开设。工业发酵分析在专业技术中起着重要的作用，随着科学技术的进步，其分析检验手段也越来越进步。通过本门课的教学，使学生能掌握主要的分析原理和分析方法，培养初步的分析问题和解决问题的能力。

第一节 工业发酵分析在本专业中的作用

工业发酵分析是一门实验性的科学，在生产和科研上都有很大的作用。

一、保证原料质量

原料好坏直接影响生产和产品质量。要保证原料符合生产要求，除了经验判断外，必须从原料中抽取有代表性的样品进行分析化验。如薯干生粉的淀粉含量，大麦芽的糖化力，酒花中 α -酸的含量等都是重要的指标，只有通过分析检验才能准确测定各成分的含量，并科学地评价不同原料的质量。一些对生产和产品质量甚至对生产成本有较大影响的辅助原料也必须通过分析化验决定其是否符合生产需要。

二、掌握生产过程情况和决定工艺条件

生产是否正常，工艺条件是否合适，往往要由分析检验的数据来确定。例如酒精发酵过程中，通过对发酵醪中残糖、增酸及酒精含量的测定结果来判断发酵是否已经完成。啤酒生产中常通

通过对发酵和贮酒工序中发酵液的发酵度和双乙酰等的测定，来判断发酵是否正常，啤酒成熟与否。谷氨酸发酵中要根据pH值，谷氨酸含量及残糖等的测定来决定流加尿素的多少等等。所以分析检验工作是生产中的耳目，分析检验手段的先进或落后也是各生产企业技术水平高低的标志之一。

三、控制产品质量

各类产品，例如酒类、酒精、啤酒、味精等等都有其质量标准，产品是否符合质量要求，必须通过分析测定。产品质量的高低，也是一个生产企业技术水平、工艺过程、设备条件好坏的综合标志之一。

通过同行业产品质量的分析检验，还可以评比出不同生产单位产品质量的优劣。

四、进行经济核算的依据

酒厂、酒精厂、啤酒厂原料利用率和出酒率的计算，味精厂糖酸转化率、等电点提取率、精制收率等的计算都直接或间接地需要分析检验的数据。所以分析检验工作为经济核算提供了依据。

五、进行科学研究工作的手段

为了不断开发新产品，探讨新工艺和提高产品质量，生产中需要进行经常性的科学实验，分析检验工作是科学实验中必不可少的手段。通过分析检验，判断产品质量提高的情况，评价新工艺、新设备的使用效果和为新产品的鉴定提供依据。

第二节 工业发酵分析的主要方法

工业发酵分析的任务是对工业发酵工业中有关的原料、半成品、成品和副产品中的主要成分进行定量的分析测定。根据不同