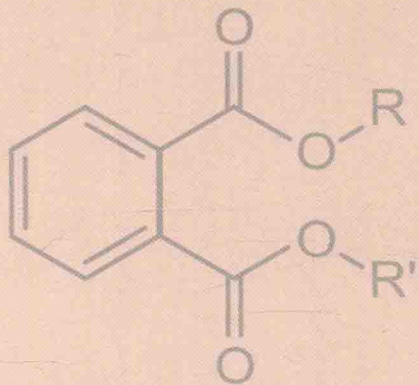


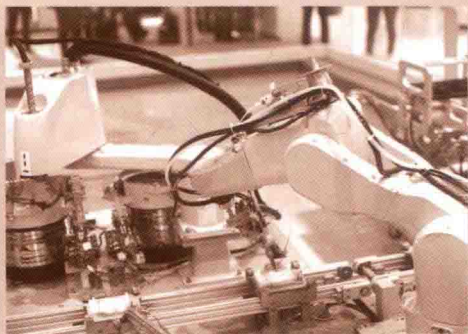


普通高等教育“十三五”规划教材
高等学校酿酒工程专业教材



Liquor-making Analysis and Detection

酿酒分析与检测



肖冬光 ◎ 主编

范文来 马立娟 ◎ 副主编



中国轻工业出版社

全国百佳图书出版单位

普通高等教育“十三五”规划教材
高等学校酿酒工程专业教材

酿酒分析与检测

肖冬光 主编

范文来 马立娟 副主编

 中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

酿酒分析与检测/肖冬光主编. —北京: 中国轻工业出版社, 2018. 11

普通高等教育“十三五”规划教材 高等学校酿酒工程专业教材

ISBN 978-7-5184-2052-0

I. ①酿… II. ①肖… III. ①酿酒-食品分析-教材
②酿酒-食品检验-教材 IV. ①TS261.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 171421 号

责任编辑: 江娟 靳雅帅

策划编辑: 江娟 责任终审: 劳国强 封面设计: 锋尚设计
版式设计: 锋尚设计 责任校对: 吴大鹏 责任监印: 张可

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街 6 号, 邮编: 100740)

印刷: 河北鑫兆源印刷有限公司

经销: 各地新华书店

版次: 2018 年 11 月第 1 版第 1 次印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 19.75

字数: 450 千字

书号: ISBN 978-7-5184-2052-0 定价: 48.00 元

邮购电话: 010-65241695

发行电话: 010-85119835 传真: 85113293

网址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请与我社邮购联系调换

160437J1X101ZBW

全国高等学校酿酒工程专业教材 编委会

- 主任 徐 岩 (江南大学)
- 副主任 李 崎 (江南大学)
- 石贵阳 (江南大学)
- 李 华 (西北农林科技大学)
- 张文学 (四川大学)
- 肖冬光 (天津科技大学)
- 段长青 (中国农业大学)
- 宋全厚 (中国食品发酵工业研究院)
- 顾问 王延才 (中国酒业协会)
- 宋书玉 (中国酒业协会)
- 金征宇 (江南大学)
- 顾国贤 (江南大学)
- 章克昌 (江南大学)
- 赵光鳌 (江南大学)
- 夏文水 (江南大学)
- 委员 (按姓氏拼音排序)
- 白艳红 (郑州轻工业学院)
- 陈忠军 (内蒙古农业大学)
- 杜金华 (山东农业大学)
- 范文来 (江南大学)
- 付桂明 (南昌大学)
- 龚国利 (陕西科技大学)
- 何 惠 (茅台学院)

黄名正 (贵州理工学院)
蹇华丽 (华南农业大学)
李宪臻 (大连工业大学)
李 艳 (河北科技大学)
廖永红 (北京工商大学)
刘世松 (滨州医学院)
刘新利 (齐鲁工业大学)
罗惠波 (四川理工学院)
毛 健 (江南大学)
邱树毅 (贵州大学)
单春会 (石河子大学)
孙厚权 (湖北工业大学)
孙西玉 (河南牧业经济学院)
王 君 (山西农业大学)
文连奎 (吉林农业大学)
负建民 (甘肃农业大学)
张 超 (宜宾学院)
张军翔 (宁夏大学)
张惟广 (西南大学)
周裔彬 (安徽农业大学)
朱明军 (华南理工大学)

本书编写人员

主 编 肖冬光 (天津科技大学)

副主编 范文来 (江南大学)

马立娟 (天津科技大学)

参 编 黄治国 (四川理工学院)

李 艳 (河北科技大学)

前 言

到目前为止，酿酒工业仍是世界生物工业中最大的产业。在我国，生物工业年总产值约为 35000 亿元，其中酿酒工业（包括酒精）占 30% 以上。酒是一种食品饮料，与人们的生活质量和国家经济的发展密切相关，而酿酒分析与检测技术是维护酿酒生产正常进行和食品质量安全的重要工具。

本书定位为酿酒工程等专业的实验课教材，教材编写内容以实验为主，对实验原理做了适当介绍，而实验操作注意事项和有关实验方法适应性的讨论在本教材中有比较详细的叙述。酿酒种类包括白酒、啤酒、葡萄酒、黄酒和酒精等，本书内容涉及原料分析、半成品分析、发酵过程检测与分析 and 成品分析等。限于篇幅，本书不可能把所有与酿酒有关的分析方法都罗列进教材，而是按实验方法分类进行编写，编入了酿酒分析的主要实验方法和代表性的分析技术，学生可通过代表性的分析实验掌握酿酒分析的基本原理和操作技能。有关实验理论部分内容学生可参阅《分析化学》和《仪器分析》等先修课程。微生物检测的内容也是酿酒生产过程中分析与检测技术的重要内容，鉴于其内容在《微生物学实验》中有详细介绍，而这门课是生物类专业的必修课，因而在本书中没有编入。

长期以来，在各种酿酒分析书刊中，酸度、总酸、总酯的定义不统一，常引起混乱。在本书中“酸度”的定义为：酸度 1 度表示为 10mL 液体样品（或 10g 固相样品）滴定消耗氢氧化钠的毫摩尔数，以“mmol/10mL”或“mmol/10g”表示。总酸、总酯的单位在不同酒种中往往表示不同的含义，在本书中一律以“mmol/L”表示。请读者在参阅时注意，以免引起误解。

本书第一、四、七章由马立娟编写，第二章由李艳编写，第三章由黄治国编写，第五章由范文来编写，第六章由肖冬光编写，全书由肖冬光负责最后统稿。

由于作者水平有限，错误和不足之处在所难免，诚恳希望读者批评指正。

肖冬光
2018 年 6 月

目 录

第一章 样品的采集与处理

- 第一节 概述 002
- 第二节 固体样品采集及处理 002
- 第三节 液体样品采集及处理 005

第二章 物理分析

- 第一节 水分测定 012
- 第二节 比重法 016
- 第三节 其他物理分析法 023

第三章 化学分析

- 第一节 糖类的测定 034
- 第二节 含氮量的测定 053
- 第三节 酸的测定 059
- 第四节 废水分析 069
- 第五节 其他化学分析法 077

第四章 分光光度分析

- 第一节 分光光度法基本理论 096
- 第二节 可见分光光度法 099
- 第三节 紫外分光光度法 118
- 第四节 原子吸收分光光度法 129

第五章 色谱分析

- 第一节 色谱分析基本原理 146
- 第二节 气相色谱分析 149

第三节	液相色谱分析	163
第四节	气相色谱-质谱联用分析	174
第六章 酶活力与发酵力检测		
第一节	酶活力检测	195
第二节	糖化发酵力检测	207
第七章 酿酒分析快速检测仪器简介		
第一节	细胞活力分析仪	214
第二节	酸度计	215
第三节	溶解氧测定仪	217
第四节	生物传感分析仪	219
第五节	二氧化碳测定仪	221
第六节	啤酒泡持性测定仪	223
第七节	全自动啤酒分析仪	225
附录	228
参考文献	298

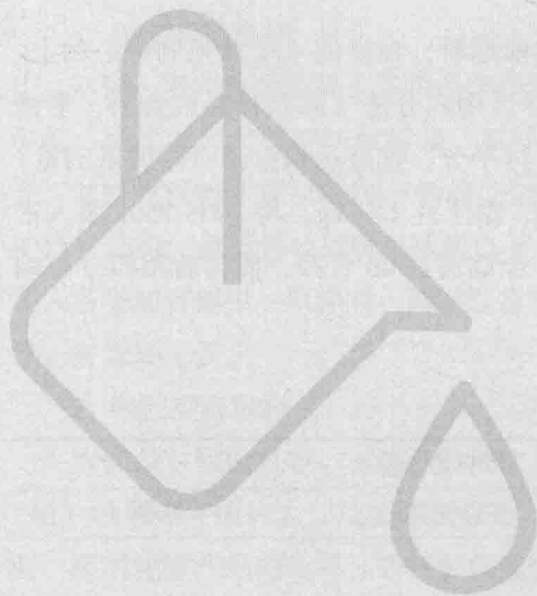
第一章

样品的采集与处理

第一节 概述

第二节 固体样品采集及处理

第三节 液体样品采集及处理



第一节 概述

样品的采集与处理是酿酒分析与检测技术的基础,在整个酿造过程中至关重要。供分析与检测用的试样应保证具有足够的代表性,才能使得分析结果符合大量物料的真实成分。分析试样的处理是一个非常复杂的问题,这是由发酵中的原料、半成品、成品的多样性所致,不同的样品其采集和处理方式大不相同,本章将分别介绍。

酿造过程中的样品就物态而言,主要分为固体和液体两大类。液体样品由于本身一般比较均匀,其采集取样的方法较为简单,只需将其混合均匀即可取样。固体样品的采集,应从各个位置对称取样,经过破碎、过筛、混匀、缩分四个步骤,获得所需的分析试样。

需要注意的是,在样品的采集中,有时还需要考虑到杂菌的污染、微生物的继续活动以及温度、时间、水分等的影响。对特殊的方法,在本章中也会有详细介绍。

第二节 固体样品采集及处理

一、酿酒原料

袋装原料用取样器在袋中取样 2%~5%。成堆原料,在堆的 4 个对角和中心的上、中、下层取样。取样数量,如表 1-1 所示。取样后用四分法(即将样品混合后,平铺成圆形,分为四等份,取相对的两份混合,然后再平分,直至达到自己所需的试剂量)进行缩分,获得平均试样,谷物或薯干 0.5~1kg,薯干片 1~2kg。将 200~250g 装入密闭玻璃容器留样以备复查。剩余部分经过粉碎,全部通过 40 目筛,混匀后用四分法缩分,获得 100~250g 分析用试样。

表 1-1 取样数量

原料量/t	取样量/kg		
	谷物或薯干	粉碎原料	鲜薯
30 以下	10	4	20
30~60	15	5	30
60 以上	20	6	40

二、酒花和酒花制品

(一) 取样工具

采样器一般由工厂自制，取一根直径 70~80mm、长度 200~250mm 的钢管，一头磨尖，边缘呈锯齿状；另一头开口并焊上两个与管子成直角的把手。另取一根带有把手的直径比钢管稍小，但长度比钢管稍长的圆钢棍，插入管内，使其可以在管内滑动，如图 1-1 所示。当管子插入酒花包内取样后，用此圆钢棍将试样顶出。采集酒花粉试样时，可用一相似而较小的采样器。



图 1-1 酒花取样器

用带护挡的不锈钢制刀，采集颗粒酒花样品。

所采集得到的酒花样品的盛放容器为带严密盖子的、干净金属筒或不透气的塑料袋。

(二) 取样方法

1. 压缩酒花取样

从同一批产品的堆垛上下内外部位随机抽取件数。每批次量不得少于 600g，件数较少时，可适当加大每件的取样量。取样前，对照检验单，核实产品批次、数量、包装等，然后在压缩酒花包的任一侧面选取两个点，点距不小于 250mm，用不锈钢刀（带护挡）切口，掀开包装材料，从切口下 50~100mm 深处取一块不少于 30g 的样品，迅速装入备妥的容器中。取样时，随时注意产品的外观、香气、有害夹杂物、包与包间的差异，并做好记录。

2. 颗粒酒花取样

取样前对照检验单，核实产品批次、数量、包装等，然后拆封包装箱（桶）、每箱（桶）抽取一袋或一盒，用小铲任意铲取 25~50g 样品，迅速装入备妥的容器中，取样时，随时注意产品的外观、香气、匀整度，并做好记录。

3. 酒花浸膏的取样

酒花浸膏，特别是带水溶性物质的酒花浸膏，容易分层。为了防止样品不均，取样

前应将原罐浸膏放入 40℃ 水浴加热 30min，然后用坚固的金属勺彻底搅匀，再取样。

(三) 样品的处理

1. 压缩酒花

在实验室，将采取的全部压缩酒花平均分成两份，各约 300g，一份装入取样容器中密封保存备查，另一份做试样，试样再均分成两份，各约 150g，一份供色泽、香气、褐色花片、夹杂物分析用；另一份 6~8g 做水分分析实验，再取 15g 粉碎做 α -酸分析实验用。

2. 颗粒酒花

在实验室，将采集的全部颗粒酒花平均分成两份，各约 300g，一份装入取样容器中密封保存备查，另一份做试样，试样再均分成两份，各约 150g，一份供色泽、香气、匀整度、硬度、崩解时间分析用；另一份则均匀地摄取 30g，粉碎后做水分、 α -酸分析实验用。

三、 固体曲

大曲小曲的采样，从每批生产的曲坯中采取试样 4 块，即在上下层的中间和接近边上各取一块。每块曲坯从中间横向切开，将曲坯分成两半，再将每个半块切成四块，取其对角两块做试样。然后用木榔头敲碎，再在铁船上磨细。生产用曲，可直接采取粉碎后均匀的曲粉。

麸曲在出曲前取样，如盒子曲应从 1% 的曲盒中取样，混合，四分法缩分。箱曲的取样点应为对角线上 1/4、3/4 及重心点（共五点）采取，采样时刮去表面稻皮，每点的取样量应大致相同，并注意使曲层的上、中、下都能均匀取到，混合均匀，用四分法缩分。

取约 0.5kg 的试样装于具磨砂玻璃塞的广口瓶中用于分析。

四、 窖泥

取回的泥样（包括人工培窖的黄泥、发酵泥、复壮泥）因水分大，不宜长期贮存，应立即平摊在瓷盘、木板或洁净的地面上，厚度约 2cm，风干 3~5 个昼夜，间隔翻拌，使之均匀风干。在半干时，将大块土捣碎，以免完全干后成硬块，不易粉碎。

泥样风干后，用四分法缩分取 250g，研磨成粉，并通过 60 目筛，保存在磨口瓶中。

液态氮在风干过程中容易发生变化，因此需要用新鲜的泥样测定，同时测定水分，以换算为绝干样的含量。

五、酒醅

酒醅中各成分分布不均匀，取样应具有代表性。

(一) 入池醅的取样

入池前，从堆的四周和中间采集试样 10~15kg；最好在入池过程中，每次相隔一定时间，分次采集相同数量的试样，迅速混匀后，以四分法取出 0.5~1kg 装入有玻璃磨口塞的广口瓶中，注明取样时间、班次、池号。

(二) 出池酒醅

在酒醅上、中、下各层的 3~4 处，采集试样 10~15kg 左右，迅速混合均匀，用四分法取出 0.5~1kg，装入具玻璃磨口塞的广口瓶中。

第三节 液体样品采集及处理

一、酿造用水

(一) 水样采集

取样瓶一般为容量为 2~3L 的带有无色磨口塞的硬质玻璃细口瓶或聚乙烯塑料瓶，充分洗涤瓶与塞后，再用样品水充分洗涤 2~3 次。如做细菌检查，则选用无色玻璃瓶，先用蒸馏水充分洗涤 2~3 次，放在 120℃ 或 150℃ 的干燥箱中杀菌 1h。测定微量金属离子，以塑料瓶取样较好，因塑料瓶对金属离子的吸附性较小，如测定二氧化硅，则必须用塑料瓶取样。

打开水阀放水 5~10min 后取样，取样量 2L。

(二) 试样处理

水样采集好后立即塞好瓶塞，若需长途运输瓶口则应蜡封，贴上标签，注明取样时间、地点、来源、周围环境、取样人等。

水样采集后应立即分析，若不能马上分析，水样应放在不受日光直接照射的阴凉处，供物理化学分析用的水样允许存放时间如下所述。

泉水和没有污染的井水	72h
清洁的河水和其他稍受污染的水	48h
受污染的水	12h

当部分项目无法及时分析时，应加入适当试剂保存。

检测硫化物的水样，每升水加 5mL 20% 醋酸锌溶液和适当数量的 4% 的氢氧化钠溶液，使水样 pH 在 9~10，塞紧瓶塞保存。

检测酚、氰化物的水样，每升水加 1mL 5% 的氢氧化钠溶液，摇匀，塞紧瓶塞保存。

检测溶解氧的水样，应用溶解氧取样瓶取样，取样时不要在瓶内留有空气泡。取样后立即加入 1mL 硫酸锰和 3mL 碱性碘化钾溶液，塞紧瓶塞，使溶解氧固定，保存时间越短越好。

检测各种形式化合氮的水样，每升水加 2mL 硫酸 (1:3)，摇匀，塞紧瓶塞保存。

检测铜、锌、铅的水样，每升水加 5mL 硫酸 (1:1)，摇匀。

天然水中的铁，通常以酸式碳酸亚铁盐的形式存在，能水解并易被氧化而生成氢氧化铁沉淀析出。因此，在每升水样中应加 30~50mL pH 为 4 的醋酸-醋酸盐缓冲溶液，防止亚铁盐氧化为沉淀析出，也可在每 100mL 水样中加 2mL 盐酸。

检测总固体和悬浮固体的水样，每升加 2mL 氯仿，充分混匀后，塞紧瓶塞保存。

二、发酵醪液

发酵醪液的试样在发酵罐中采取。采取前，用 75% 酒精或新吉尔灭消毒液将取样阀、取样杯或取样勺仔细擦净或浸洗，然后开动搅拌器将醪液搅拌均匀。如果用取样勺取样，先用发酵醪液将取样勺洗涤一次再取样，取样约 200mL。如果通过取样阀取样，则应先弃去其中积存的醪液后再采样，试样用取样杯接取，取样前先用少量的醪液将取样杯洗涤一次，然后接取约 200mL。

发酵醪液试样，在采集后必须立即分析，否则会因酵母继续繁殖而使试样失去原来所代表的醪液的意义。试样分析前，用布袋、双层纱布或脱脂棉过滤，取澄清液进行测定。

三、白酒成品

(一) 取样

1. 瓶装酒

批量在 5t 以下的，任选 5 箱，每箱取样一瓶。批量在 5t 以上的，任选 6 箱，每箱

取样一瓶。

2. 散装酒

每批均匀取样 2kg。

(二) 试样的制备

将采取的全部试样，放于干燥洁净的玻璃或瓷质器皿中，充分混匀后，取 2kg（散装酒用原样即可），分装于 4 个经洗净干燥的玻璃试样瓶中，严格密封，贴标签封口，注明厂名、品名、批号、批量、取样日期等。

四、麦芽汁

每锅麦芽汁冷却 30min 后添加酵母进行发酵之前取样，为了了解糖化方法与成分的关系，也可以在加酒花前从煮沸锅取热麦芽汁。

取冷却热麦芽汁时，先打开取样阀，放掉阀中残存的水或麦芽汁，排出 2~3L 后，再用洁净干燥的三角瓶或有严密封盖的聚乙烯塑料瓶取样，取样量约 700mL。

取未加酒花的麦芽汁时，用一干燥、洁净的长柄勺或小不锈钢吊桶于煮沸锅中央麦芽汁深处取样，不带泡沫，取样量约 700mL，装入容器内备用。

取样完成后立即严密加盖或塞以棉塞，静置，待麦芽汁的温度与室温平衡后用中速滤纸过滤，初始部分滤液（约 100mL）弃去，收集滤液于一洁净、干燥的试剂瓶或聚乙烯塑料瓶中，备用。

五、啤酒发酵液

(一) 前酵液取样

用一杀过菌的胶管，深入发酵池液面下 20cm 处，用虹吸法使发酵液流出。用开始流出的发酵液除去管中空气，再弃去少量流出液，然后用一洁净干燥的 1000mL 三角瓶接取 300~500mL 发酵液作试样。

(二) 后酵液取样

从后酵罐取样孔或取样阀采集。开启开关，放出少量发酵液，弃去。然后用一洁净干燥的 1000mL 三角瓶接取 300~500mL 发酵液作试样。

除少数特殊要求的测定项目外，发酵液取样后应该用清洁干燥的大玻璃杯以细流注入另一玻璃杯中，往返倾倒 50 次以上，以除去发酵液的二氧化碳。然后用干滤纸过滤，

透明滤液置洁净干燥的三角瓶中，塞以棉塞，备用。

对工艺过程中的发酵液抽样时，要使试样能够代表取样时间的发酵液成分，除必须取样外，取样后必须立即处理试样并进行项目的测定。否则，取样后试样会继续变化，测定中即使再仔细操作，也将是没有意义的。

六、啤酒成品

(一) 取样

1. 瓶（听）装啤酒的取样

凡同原料、同配方、同工艺所生产的啤酒，经混合过滤，同一清酒罐、同一包装线当天包装出厂（或入库）的，具有同样质量检验报告单的为一批。按批抽样检验，瓶（听）装啤酒抽样时应对不同的基数抽取数量不同的分析样品，如表 1-2 所示。

瓶（听）装啤酒从每批产品中随机抽取 n 箱，再从 n 箱中各抽取 1 瓶（听），作为该批产品的样品进行分析检测。

表 1-2 不同批量范围（基数）时啤酒产品的抽样量

批量范围（基数）/箱	抽取样品数/箱	抽取单位样品数瓶（听）/箱
50 以下	4	1
50~1458	8	1
1458 以上	13	1

2. 啤酒桶（罐）取样

用啤酒桶（罐）装的散装啤酒取样时，按表 1-2 的要求从同一批产品中随机抽取 2 桶（罐），从每桶（罐）中分装一瓶。分装的方法是将桶（罐）打开，然后将酒液注入洁净干燥的啤酒瓶中，作为酒液的分析样品。

(二) 样品处理

成品样品因本身已经过滤，样品处理的目的是除去本身溶解的二氧化碳，以便于分析操作。若样品是发酵液，在采集后应立即处理（过滤、排气）和测定，以防某些组分在放置过程中发生变化。

1. 摇动排气法

将恒温至 15~20℃ 的酒样约 300mL 倒入 750mL 锥形瓶中，盖塞（橡皮塞），在恒温室内，轻轻摇动，开塞放气（开始有“砰砰”声），盖塞。反复操作，直至无气体溢出