

发表论文

[1] 罗尧尧, 耿福能, 陈凯, 孙李娜, 陈邦进. 肝脏中的生物转化与人体健康[J]. 化学教育(中英文), 2020, 41(24): 1-7.

全国中文核心期刊
美国化学文摘 (CA) 收录源期刊

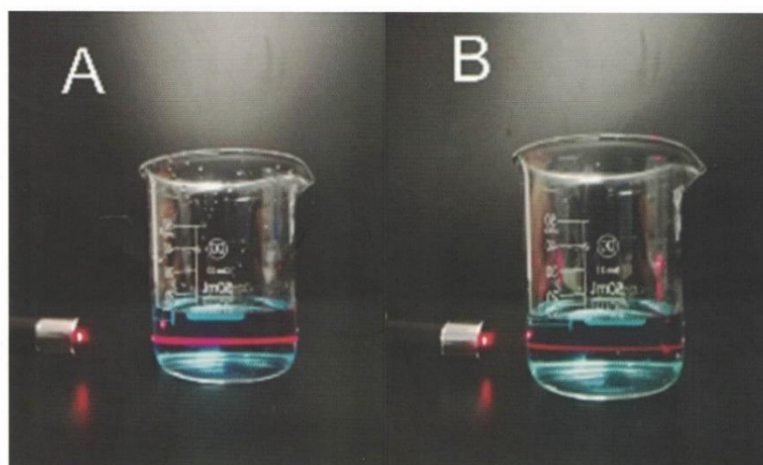
IYPT 2019
国际化学元素周期表年

ISSN 1003-3807
CN 10-1515/O6

化学教育(中英文)

Chinese Journal of Chemical Education

2019年 第40卷 第22期 Vol.40 No.22



邮发代号: 2-106

ISSN 1003-3807



9 771003 380192

HUAXUE JIAOYU



CHINESE
CHEMICAL
SOCIETY



主管: 中国科学技术协会

主办: 中国化学会

北京师范大学

2019年11月

化学教育(中英文)

第40卷

第22期

目次

国际化学元素周期表年

解密铀元素 刘康 吴群燕 梅雷 石伟群

化学·生活·社会

从锂离子电池的发展看2019年诺贝尔化学奖 杨晓晶

脱硫菌在自然界硫循环中的作用与意义 肖雷 于紫荆 周秋龙 姚菁华

理论教学

原子间的另一种作用力——氢键 李淑妮 翟全国 蒋育澄 胡满成 杨奇 高胜利

构建“三三三”混合式课堂教学新模式——以“原子结构”类比模型的建构为例(I) 贺艳斌 王金胜 高慧 杨金香 许学华

实验教学

乙醛与亚硫酸氢钠加成实验的研究 罗尧尧 孙李娜 陈凯 陈邦进 刘奕

综合设计性实验在药学有机化学实验教学中的应用 樊玲玲 李永 王颖 范菊娣 谢珺 张珏 王建塔

电化学法检测水果中抗坏血酸含量的本科生综合化学实验 海波 苑颂源 黄浩然 魏航

胶体化学综合性实验: 纳米普鲁士蓝的合成与性质研究 李娟 郝义俊 孙晓毅

索氏提取器装置的改进与应用 苟高章 沈金所 张斌 杨远倩 吴云英 刘卫

教师教育

化学教学论实验课程教学评价工具的研究 胡虹 史红霞

非化学专业化学教育

以地西洋为例解析药物化学名的命名方法 杨家强

生物化学实验 CLIL 双语教学模式的实践与思考 束波 范芳 朱欣婷

研究生教育

项目教学法驱动研究生课程教学改革与实践——以“化工设计与过程优化”课程为例 姚运金 余茂静 陈树海 杨则恒 张大伟 徐超

信息技术与化学

基于虚拟仿真实验教学平台的化工类专业应用创新型人才培养模式 宋莎

基于霍夫变换的球状 TEM 图像的识别方法 王元宝 郝燕

微视频技术在基础化学实验教学中的实践应用 郑会勤

问题讨论与思考

强碱滴定一元弱酸突跃范围的计算 柳玉英 王平 刘青 蔺红桃 肖海滨

温度和压力对化学反应方向和化学平衡的调控 张祖宏 庞树峰 郑传明

书评

新时代高校教育管理创新研究——评《新编教育管理学(第二版)》 万言

信息化教学在职业教育课程中的应用——评《职业教育课程与教学论》 顾菲

2020年《化学教育》订阅通知

封面图片

本期责任编辑 杨金瑞

罗尧尧^{1**} 耿福能² 陈凯¹ 孙李娜¹ 陈邦进¹

(1. 四川中医药高等专科学校药学院 四川绵阳 621000;

2. 四川好医生药业集团 四川成都 610000)

摘要 许多疾病是非营养物质作用于人体的结果。生物转化是清除体内非营养物质的主要方式, 肝脏是生物转化的主要场所。在各类生物转化和若干转化反应实例基础上提出了生物转化的基本方向是非营养物质灭活和增溶的观点。指出多数生物转化对机体起到了净化和保护作用, 而少数偏离基本方向的转化反应一般对人体健康是有害的。阐明了肝脏健康、生物转化与人体健康3者的关系。

关键词 肝脏 生物转化 灭活 增溶 人体健康

DOI: 10.13884/j.1003-3807hxjy.2019080062

1 人体清除非营养物质的主要方式——生物转化

人体中的物质总是处于不断变化之中, 这种变化是一个吐故纳新的过程, 生命科学把这种变化称为新陈代谢。新陈代谢是生命的最基本特征, 美国医学家、诺贝尔奖获得者科恩伯格(Kornberg A)认为: 人类的形态和行为“是由一系列各负其责的化学反应来决定的”^[1], 揭示了生命的化学本质。

机体中有的化学反应负责合成自身需要的结构和功能分子, 如蛋白质、脂质、糖类、维生素等; 有的反应负责为生命活动提供能量; 还有一些反应负责把体内的非营养物质转化为易于排出体外的形式, 这一类代谢反应称为生物转化。体内的非营养物质有的是内生的, 如激素、神经递质、氨和胆红素等; 有的是外来的异源物, 如各种食品添加剂、药物、环境化学污染物等。无论何种来源的非营养物质都需要及时消除其生物活性(即灭活)并清除出去, 以避免其毒副作用损害机体健康, 生物转化

是机体清除非营养物质的主要方式。据报道肝中进行的化学反应约500种以上, 是人体中一个超大型“化工厂”, 几乎参加了体内各种物质的代谢, 也是生物转化的主要场所^[2]。肝脏有得天独厚的形态结构, 使其容易获得生物转化所必需的氧气、NADPH和各种具有解毒灭活作用的化学活性物质, 特别是在肝细胞内存在丰富的生物转化酶类, 为肝脏强大的生物转化能力提供了基本条件。

2 肝脏中生物转化的主要反应

生物转化通过对非营养物质分子结构的化学改造, 降低或消除其毒性或生物活性, 并增大其极性和溶解度, 使其以无毒或无活性的形式随胆汁或尿液排出体外, 实现对非营养物质的清除。

2.1 生物转化的两相反应

肝脏中进行的转化反应类型很多, 可归纳为两相反应——I相和II相反应^[2-3]。I相反应包括氧化、还原和水解, II相反应就是结合反应, 2者的概况见表1和表2。

表1 肝脏中I相反应总览

Table 1 Overview of the phase I reactions in the liver

反应类型	非营养物质	酶类	典型反应举例
氧化反应	脂溶性物质	加单氧酶系(monoxygenase)	$\text{RH} + \text{O}_2 + \text{NADPH} + \text{H}^+ \xrightarrow{\text{monoxygenase}} \text{ROH} + \text{NADP}^+ + \text{H}_2\text{O}$ 脂溶性物质 羟基化产物
	胺类	单胺氧化酶系(monoamineoxidase)	$\text{RCH}_2\text{NH}_2 + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{monoamineoxidase}} \text{RCHO} + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}_2$
	醇类 醛类	脱氢酶系(dehydrogenase)	$\text{RCH}_2\text{OH} \xrightarrow[\text{NAD}^+]{\text{alcohol dehydrogenase}} \text{RCHO} \xrightarrow[\text{NAD}^+]{\text{aldehyde dehydrogenase}} \text{RCOOH}$ NADH+H ⁺ NAD+H ₂ O

* 四川中医药高等专科学校科研基金资助项目

** 通信联系人, E-mail: cbjluck7958@163.com

续表 1

反应类型	非营养物质	酶类	典型反应举例
还原反应	硝基化合物 偶氮化合物	还原酶类 (reductase)	
水解反应	酯类 酰胺类 糖苷类 环氧化物	水解酶类 (hydrolase) 酯酶 (esterase) 环氧化物水解酶 (epoxide hydrolase)	

表 2 肝脏中 II 相反应总览

Table 2 Overview of the phase II reactions in the liver

结合反应	非营养物质官能团	结合基团的供体	催化结合反应的酶	典型反应举例
葡萄糖醛酸结合反应	-NH ₂ -SH -OH -COOH	尿苷二磷酸葡萄糖醛酸 (UDPGA)	葡萄糖醛酸基转移酶 (UGT)	
硫酸结合反应	-OH -NH ₂	3'-磷酸腺苷-5'-磷酸硫酸 (PAPS)	转硫酸酶 (SULT)	
甘氨酸结合反应	-COOH	甘氨酸	酰基辅酶 A 合成酶 酰基转移酶 (acyltransferase)	
谷胱甘肽结合反应		谷胱甘肽 (GSH)	谷胱甘肽 S-转移酶 (GST)	
乙酰化反应	-NH ₂ -NHNH ₂ -SO ₂ NH ₂	乙酰辅酶 A (CH ₃ CO-CoA)	乙酰基转移酶 (acetyltransferase)	
甲基化反应	-NH ₂ -OH -SH	S-腺苷甲硫氨酸 (SAM)	甲基转移酶 (transmethylase)	

在结合反应中有几种结合基团需要由特定的活性供体提供，这几种活性供体结构式见图 1。

2.2 两相反应的关系

对非营养物质的 I 相和 II 相反应来说，从上文

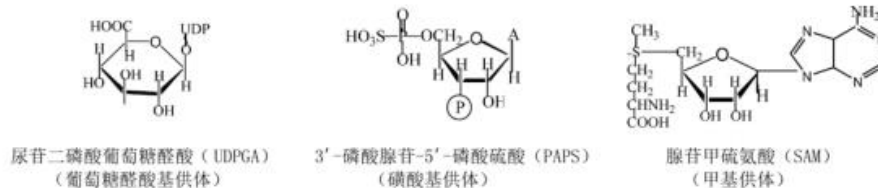


Fig 1 Active donors of several groups

图 1 几种基团的活性供体

所列实例和文献 [2-4] 可知: (1) 两相反应一般都有增溶和灭活的作用, 多数生物转化 (包括 I 相和 II 相反应) 对非营养物质的灭活和增溶作用是同步的, 即非营养物质极性和溶解性增大的同时其活性随之降低或消失。(2) 都是酶促反应, 酶在转化反应中起着关键作用, 肝脏对非营养物质强大的转化能力很大程度上依赖于其完善的转化酶系统, 肝病患者生物转化酶活性降低是其容易发生药物或毒物蓄积中毒的常见原因。(3) I 相反应是在非营养物质分子中引入羟基、氨基、羧基等极性基团的过程, II 相反应则是羟基、氨基、羧基等官能团上的氢原子被强极性有灭活作用的基团取代的过程。所以说, I 相反应为 II 相反应创造了条件。(4) 两相反应有先后, 多数非营养物质的生物转化是两相反应连续进行, 总是先进行 I 相反应, 以实现初步的灭活, 然后通过 II 相反应深度灭活。

有少数非营养物质只需进行单相反应即可实现灭活清除, 如胆红素只需与葡萄糖醛酸结合就能解毒并排出^[4]。据报道进入人体的药物有 40%~70% 是通过 II 相反应清除的, 其中葡萄糖醛酸结合

反应是最重要、最普遍的结合方式, 约占 35%^[5]。

2.3 若干非营养物质在肝脏中的生物转化

2.3.1 氨的生物转化

体内氨基酸脱氨基作用、含氮化合物分解以及食物蛋白质腐败都会产生氨。氨是一种剧毒物质, 脑组织对氨的作用特别敏感, 所以机体不允许有过高的血氨浓度 (一般不超过 $0.6 \mu\text{mol/L}$), 过多的氨必须及时清除。

游离氨不能随尿液排出体外, 虽然铵离子可随尿液排出, 但在血液的微碱性环境中, 氨主要以游离态存在, 所以能随尿液排出的氨是很少的。正常情况下体内的氨主要以在肝脏中合成尿素的方式解毒和清除, 反应在肝细胞线粒体和胞液中进行。首先得把各组织产生的氨集中到肝, 由于氨的剧毒性, 氨不是以游离的形式, 而是转化为谷氨酰胺和丙氨酸 2 种无毒形式经血液进行转运, 到了肝再释放出氨。合成尿素的原料除了氨还有二氧化碳, 2 者不能直接结合, 需要鸟氨酸作为媒介。尿素的合成是一个耗能过程, 需要三磷酸腺苷 (ATP) 提供能量, 主要包括 3 个酶促反应步骤 (见图 2):

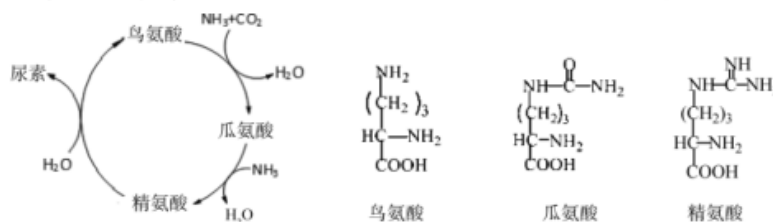
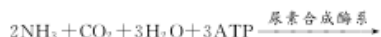


Fig 2 The cyclic pathway for urea synthesis

图 2 尿素合成的环式途径

第一步, 鸟氨酸与氨和二氧化碳结合形成瓜氨酸; 第二步, 瓜氨酸再与一分子氨结合生成精氨酸; 最后精氨酸水解, 产生一分子鸟氨酸和一分子尿素。生成的尿素由血液运输至肾, 从尿中排出; 而鸟氨酸再参与新的瓜氨酸的合成, 如此周而复始, 形成了一个尿素合成的环式途径。

肝合成尿素的总反应可表示为:



肝是体内合成尿素, 解除氨毒的主要器官, 氨在肝中合成尿素是将血氨浓度控制在较低水平的关键。当肝功能严重受损时, 尿素合成发生障碍, 引起血氨浓度升高, 过高的血氨可透过血脑屏障进入脑组织, 氨在脑组织与 α -酮戊二酸结合, 这一过程不仅消耗了 ATP, 还消耗了 α -酮戊二酸, 导致三

羧酸循环减弱, ATP 生成量减少, 脑细胞能量严重缺乏, 引起大脑功能障碍, 出现一系列中毒症状^[6]。

氨在肝脏中转化为无毒、水溶性好的尿素的过程有典型的生物转化特征, 却不是通常所说的 I 相和 II 相反应, 可见生物转化反应并不局限于表 1 和表 2 所列的范围。

2.3.2 胆红素的生物转化

胆红素是血红素分解代谢的主要产物, 其酮式结构见图 3。胆红素是一种难溶于水的有毒色素, 由于其分子内形成氢键而呈特殊的卷曲状结构, 将亲水基团包裹在分子内部, 疏水基团暴露在分子表面, 表现出疏水亲脂的性质, 极易穿过细胞膜。游离胆红素很容易与脑基底核的脂类结合, 干扰脑的正常功能, 引起胆红素脑病。

在生理 pH 条件下单核-吞噬细胞系统生成的

胆红素能自由透过细胞膜进入血液,在血液中与清蛋白非共价结合后,以胆红素-清蛋白复合物的形式运输。胆红素-清蛋白复合物的水溶性较大,既便于运输,又限制了胆红素自由透过各种生物膜,减小了其对组织细胞的毒性。但胆红素与血浆清蛋白的结合是可逆的,仅能起到暂时解毒作用,胆红素-清蛋白复合物中的胆红素仍称为游离胆红素或未结合胆红素。真正意义的胆红素解毒依赖于在肝中的结合反应。

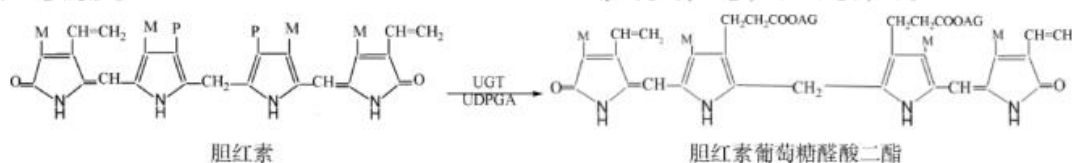


Fig 3 The conjugation of bilirubin with glucuronic acid

图 3 胆红素与葡萄糖醛酸的结合反应

胆红素通过上述结合反应转化为无毒的水溶性结合胆红素并经肠道排泄到体外,这是肝脏对胆红素的一种根本性的解毒方式。某些药物如大黄素、何首乌、索拉非尼能抑制 UGT 活性可致血中游离胆红素升高,由此而引发胆红素的肝毒性^[3,7-10]。

肝细胞摄取胆红素的能力很强,胆红素-清蛋白复合物随血液循环至肝时,胆红素很快与清蛋白分离,并与肝细胞的 2 种载体蛋白(Y-蛋白、Z-蛋白)结合,其作用是保持胆红素的溶解状态,并阻止胆红素返流入血。在肝细胞滑面内质网,胆红素与载体蛋白脱离,大部分胆红素与 UDP-葡萄糖醛酸发生酶促反应生成葡萄糖醛酸一酯和葡萄糖醛酸二酯,其中葡萄糖醛酸二酯占 70%~80%,是胆红素的主要结合产物(见图 3)。

2.3.3 类固醇激素的生物转化

有少量胆固醇在特定内分泌腺中转化为类固醇激素,它们对代谢发挥调节作用后,主要在肝内转化成为易于排出体外的形式。例如睾酮和雌二醇在肝脏最终转化为亲水的葡萄糖醛酸结合物(图 4)而灭活并排出体外。

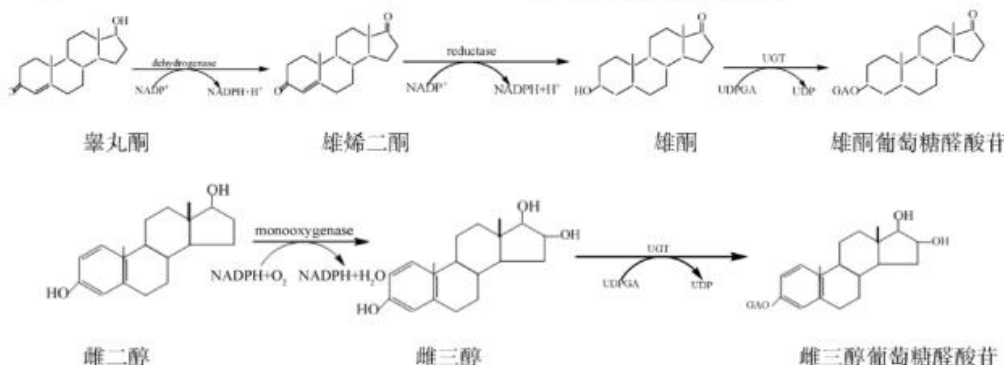


Fig 4 Inactivation of testosterone and estradiol

图 4 睾丸酮和雌二醇的灭活

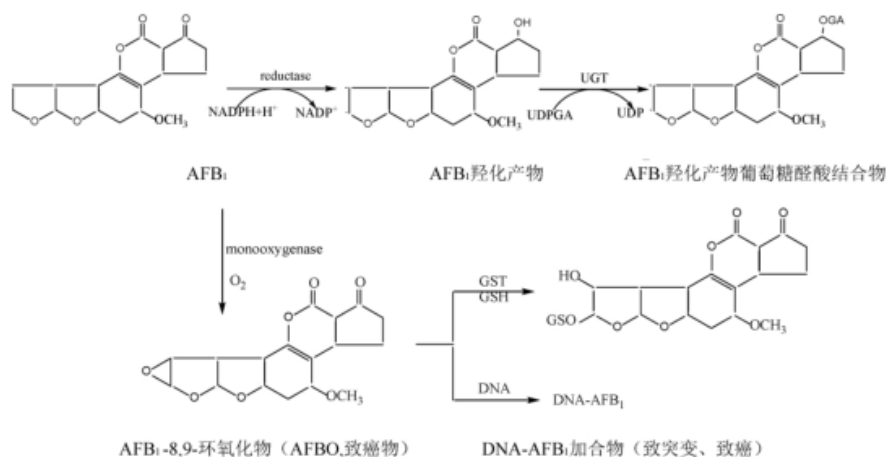
睾丸酮、雌二醇都有多种转化反应,如雌激素可羟基化、甲基化、硫酸化等,但这些 I 相或 II 相反应的产物仍有类激素活性,只有与葡萄糖醛酸结合才能真正灭活^[11]。多数类固醇激素分子的 3 位是羰基,这些激素灭活过程都有 3 位的加氢还原,为随后的 3 位上的葡萄糖醛酸结合反应提供羟基。

2.3.4 黄曲霉素 B₁ 的生物转化

玉米、花生、大米、小麦等农产品容易受到黄曲霉素 B₁ 污染,黄曲霉素 B₁ (AFB₁) 有极高的毒性,其毒性是 KCN 的 10 倍、砒霜的 68 倍,被

世界卫生组织认定为 I A 级危险物和 I 类致癌物。进入人体的 AFB₁ 主要在肝脏中代谢,有多种转化途径^[12](见图 5)。

AFB₁ 羟基化并与葡萄糖醛酸结合的转化途径是其解毒的主要方式;而环氧化产物(AFBO)是高活性的亲电子化合物,其一部分可以与还原性谷胱甘肽结合而解毒,另一部分与 DNA 或者 RNA 碱基对上鸟嘌呤(N7 位)结合形成 AFB₁-N7-鸟嘌呤加合物,诱导后续脱嘌呤反应,或形成无嘌呤位点,诱发染色体畸变,干扰 DNA 的合成与转录,干扰蛋白质的合成;或者氧化鸟嘌呤生成

Fig 5 Biotransformation and pathogenesis of AFB₁图 5 AFB₁ 的生物转化与致病机理

8-OH-鸟嘌呤 (8-OH-dG), 而 8-OH-dG 具有致突变性质。另外 AFBO 还可以诱导抑癌基因 p53 突变, 诱发肝细胞癌变。研究表明, AFB₁ 本身并无致癌活性, AFB₁ 在体内的生物转化产生的 AFBO 是 AFB₁ 毒性的主要实施者^[13]。

2.3.5 药物的生物转化

在非营养物质中, 药物也许是人为主动送入机体的少数物种之一, 是异源物中数量最大的一类, 药物有治疗疾病的作用, 也有或大或小的毒性, 药物在体内发挥治疗作用后, 主要通过肝脏中的生物转化清除出去。

(1) 药物在肝脏发生何种转化反应, 主要决定于药物的结构。药物的代谢过程就是分子中亲水基数目增加, 或亲水基极性增大的过程。药物中亲水性弱的官能团 (如醚键、酯键、酰胺键等) 常通过水解转化为极性增强的官能团; 醛基可氧化或还原成亲水性更强的羧基或羟基; 含氨基、羟基、羧基

的药物或其 I 相代谢产物都可通过一定的 II 相反应予以清除。

(2) 多数药物需经多种转化反应连续进行才能清除。例如丙泊酚异丙酚羟化后只能部分失活, 必须再与葡萄糖醛酸结合才能完全失活并清除^[14] (见图 6); 结构复杂的药物往往有多条代谢途径, 有人检测到雷公藤甲素有 38 个 I 相代谢产物和 9 个 II 相代谢产物^[10]。

(3) 药物生物转化的几种特殊情况

大多数药物经生物转化后药理活性或毒性减弱或消失, 但也有一些例外。

① 有的药物需经生物转化才产生药理活性, 有的药物经生物转化后药理活性增强, 例如百浪多息还原为对氨基苯磺酰胺才有抗菌作用; 可待因在体内可转化为镇痛作用更强的吗啡 (见图 7), 而吗啡还可被葡萄糖醛酸化成为镇痛作用更强的产物^[15]。

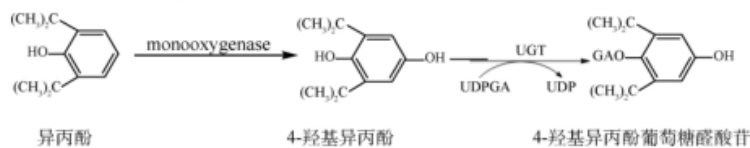


Fig 6 Biotransformation of propofol

图 6 丙泊酚的生物转化

② 有的药物生物转化后产生别样的药理活性。例如镇静剂地西洋在体内转化为具有抗惊厥作用的 N-去甲基产物^[4] (见图 8)。

③ 有的药物的转化产物毒性不减反增。例如异烟肼代谢产生的肼^[16]和扑热息痛氧化生成的 N-乙酰-对苯醌亚胺^[17]都有肝毒性, 而原药是无毒的 (见图 9)。

3 生物转化对人体健康的影响

3.1 生物转化的基本方向

人体中的非营养物质无论毒性大小都要排出体外, 即使像激素、药物等对身体健康有积极作用的物质在发挥作用后也不允许蓄积在体内, 否则会给人带来各种各样的健康问题。进入脑组织的胆红素对脑组织会产生不可逆损害; 氨进入脑组织引起

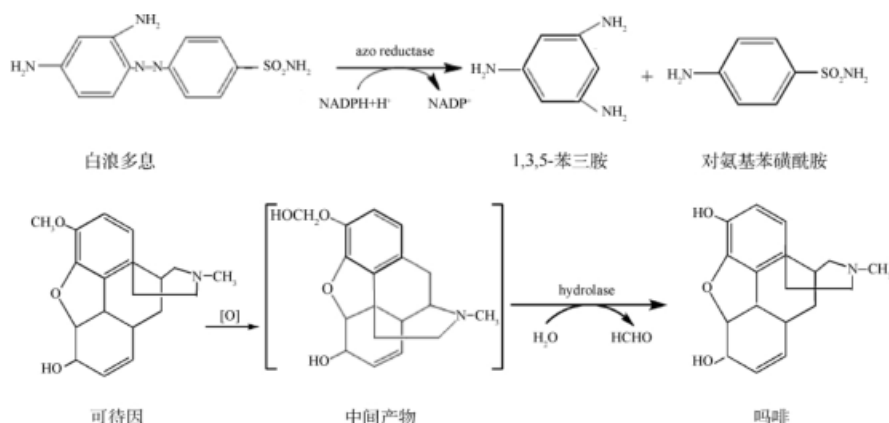


Fig 7 Biotransformation of prontosil and codeine

图 7 百浪多息和可待因的生物转化

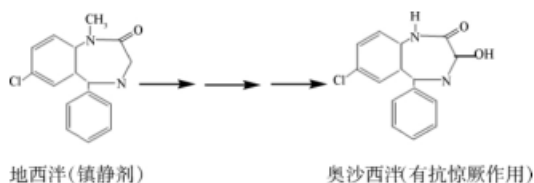


Fig 8 Hydroxylation and demethylation of diazepam

图 8 地西洋的羟化和去甲基反应

脑部功能障碍；进入体内的多环芳烃诱发 DNA 突变而致癌；体内固醇类激素水平升高会出现男性乳房女性化、蜘蛛痣、肝掌等病态，乳腺组织长期受雌激素作用可能引发癌变^[18]。此类由非营养物质引起的疾病不胜枚举。

大量非营养物质生物转化的结果表明，生物转化的基本方向是非营养物质的灭活和增溶，为其顺利排出体外创造条件。大多数非营养物质在肝脏中转化的结果是与此方向一致的，这是机体的一种自我净化、自我保护机制。但是并非所有生物转化都能完美实现将非营养物质顺利排出体外的目标，生物转化机制并不完善，表现在：(1) 有些物质经生物转化而被活化。虽然这种活化作用对于某些药物产生药效是必须的，但一些潜在的有毒有害物质的

活化作用却是致命的。例如苯并芘、黄曲霉素 B₁ 本身并无致癌活性，在体内氧化成环氧化物即成致癌物；甲醇、乙醇转变为醛后毒性更大；异烟肼转化产生有肝毒性的肼；N-羟基乙酰氨基苄在羟基上结合葡萄糖醛酸基后致癌作用更强^[19]。(2) 有些物质的解毒和增溶作用不能兼顾。例如甲基化和乙酰化反应都有解毒灭活作用，但转化产物水溶性降低，排出体外更困难；磺胺药物乙酰化产物溶解度更低，需要借助碱性的小苏打帮助其随尿液排出。(3) 还有些物质在转化过程中，有的步骤是解毒的，有的步骤是增毒的，这就是肝脏中“边解毒边致毒”的现象。例如苯并芘的环氧化是致癌的变化、生成的环氧化物水解或与谷胱甘肽结合则是解毒的变化。可见偏离基本方向的生物转化多数是损害人体健康的。

3.2 肝脏健康是人体健康的重要保证

肝脏作为人体最大的生物转化器官，负有人体“健康卫士”之责，其本身的健康状态对有效清除体内非营养物质起着关键作用。因为生物转化是要消耗肝脏中的物质储备和能量储备的，肝脏在解毒



Fig 9 Biotransformation of isoniazid and paracetamol

图 9 扑热息痛和异烟肼的生物转化

的同时又首当其冲受到毒物的毒害,所以生物转化对肝脏本身的健康会产生负面影响。病变的肝脏生物转化能力减弱,非营养物质灭活的速度减慢因而易在机体内蓄积产生毒副作用。临床上治疗肝病的某些药物如葡萄糖醛酸类制剂、谷胱甘肽制剂等具有促进肝脏生物转化功能的作用^[3]。健康的肝脏中转化酶类活性高,供血充足,能保持强大的生物转化能力,这是机体维持洁净、健康状态的重要基础。因此肝脏健康事关人的整体健康,必须高度重视。如何维护肝脏健康呢?根本的原则是,尽量减少非营养物质特别是有毒有害物质的摄入。减少有毒有害物质摄入可以减轻肝脏生物转化的负担,增加肝脏的活力,减少肝脏中毒的机会。例如少抽烟可减少尼古丁、苯并芘对肝的损害,少喝酒可减少乙醇、乙醛对肝的损害,远离霉变食品可减少黄曲霉素B₁的毒害。在日常生活中慎用食品添加剂,杜绝三聚氰胺、苏丹红一类非法添加剂进入食品^[20],不要乱吃药和超剂量服药,减少环境污染物特别是危险化学品^[21]的摄入等等,从源头减少体内的非营养物质,是我们对肝能力所能及的保护措施。

参 考 文 献

- [1] 陈常兴, 秦子平. 医用化学. 7版. 北京: 人民卫生出版社, 2016: 1
- [2] 孙树泰. 生物化学. 北京: 人民卫生出版社, 2001: 240-254
- [3] 钱晖, 侯筱宇. 生物化学和分子生物学. 4版. 北京: 科学出版社, 2017: 253-271
- [4] 林佳媛, 马国. 复旦学报: 医学版, 2014, 41(3): 405-411
- [5] 高瑞, 陈昱, 夏春华, 等. 中国临床药理学杂志, 2014, 30(9): 865-867
- [6] 高利民, 冯义朝, 王恬. 国际消化病杂志, 2010, 30(2): 65-67
- [7] 江祺, 戴忠, 张玉杰, 等. 中国药学杂志, 2016, 51(22): 1929-1933
- [8] 高欣, 吴疆, 袁永兵, 等. 药物评价研究, 2015, 38(4): 421-426
- [9] Zhang D, Chando T J, Everett D W, et al. Drug Metab. Dispos., 2005, 33(11): 1729-1739
- [10] 张凯, 董晓敏, 王琦, 等. 中草药, 2018, 49(22): 5435-5439
- [11] Chatterton R L, Geiger A S, Gann P H, et al. Steroid Biochem. Mol. Biol., 2003, 86: 159-166
- [12] 张敬臣, 郑楠, 王加启. 食品科学, 2018, 39(7): 312-318
- [13] Lai Hao, Mo Xianwei, Yang Yang, et al. Tumor Biology, 2014, 35(10): 9577-9584
- [14] 张健辉, 周娟. 海峡药学, 2018, 30(4): 55
- [15] 张艳, 郝海平, 王广基. 中国临床药理学与治疗学, 2011, 16(4): 448
- [16] 赵红, 程澄, 谢雯. 中国肝脏病杂志(电子版), 2015, 7(4): 11-12
- [17] 陈煜媛, 陈硕威, 张谢, 等. 浙江医学, 2019, 41(8): 852-853
- [18] Rogan E G, Badawi A F, Devanesan P D, et al. Carcinogenesis, 2003, 24: 697-702
- [19] 郭新民, 柳明珠, 闻宏山. 生物化学. 7版. 北京: 人民军医出版社, 2004: 277
- [20] 王斌, 沈骏. 化学教育, 2005, 26(5): 1-3
- [21] 李汝雄. 化学教育, 2004, 25(6): 1-3

The Effects of Biotransformation in the Liver on Human Health

LUO Yao-Yao^{1**} GENG Fu-Neng² CHEN Kai¹ SUN Li-Na¹ CHEN Bang-Jin¹

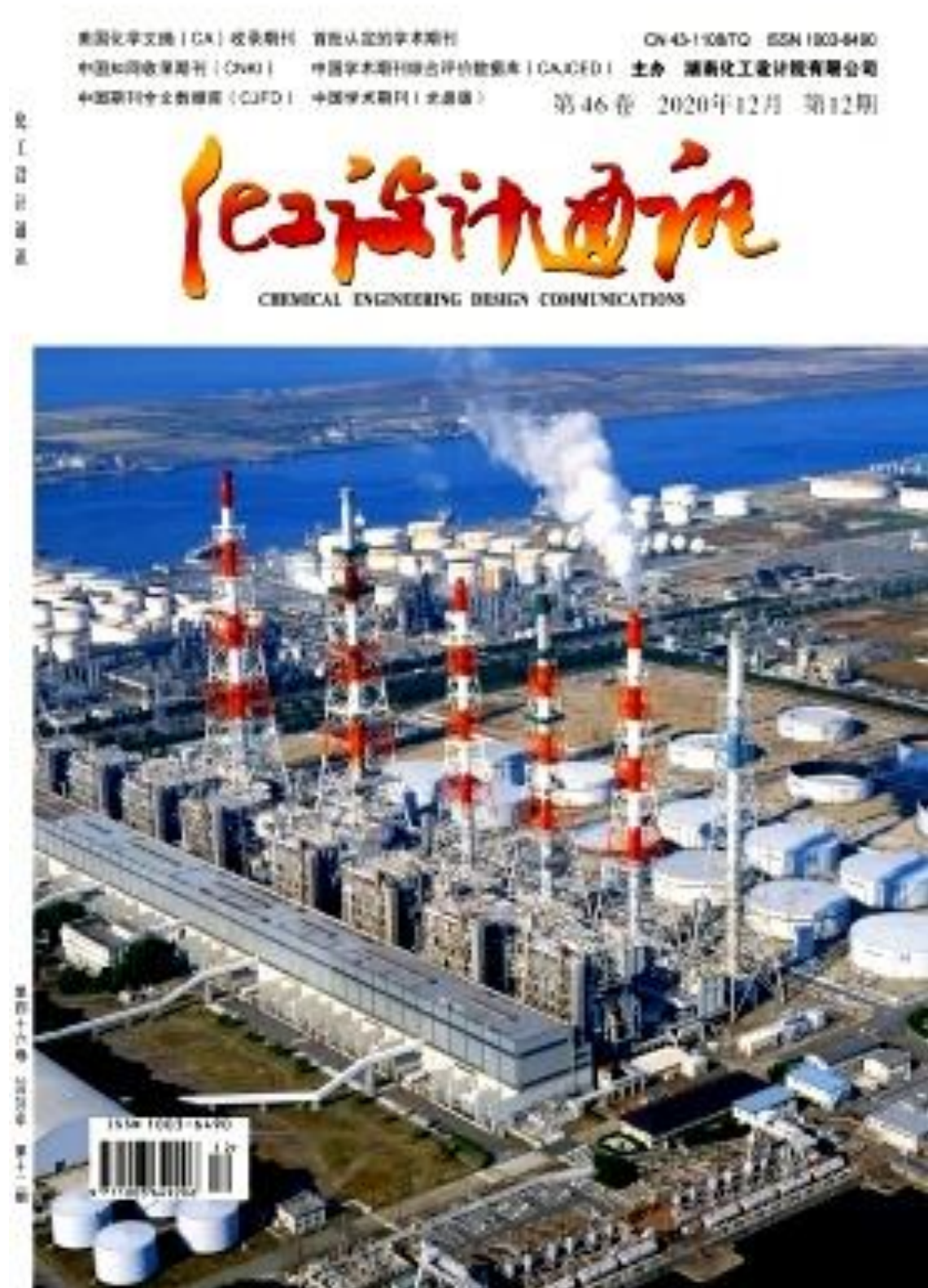
(1. College of Pharmacy, Sichuan College of Traditional Chinese Medicine, Mianyang 621000, China;

2. Good Doctor Pharmaceutical Group of Sichuan, Chengdu 610000, China)

Abstract Many diseases are the result of non-nutritive substances acting on the human body. Biotransformation is the main way to remove non-nutrients, and the liver is the main site of biotransformation. Based on various biotransformation and several transformation reaction cases, this paper proposes that the basic direction of biotransformation is the non-nutrients inactivation and solubilization. It is pointed out that most biotransformation plays a role in purifying and protecting the body, and a few transformation reactions that deviate from the basic direction are generally harmful to human health. The relationships among the liver health, biotransformation and human health are clarified.

Keywords liver; biotransformation; inactivation; solubilization; human health

[2]李鸿斌. 金属钠保存试剂探究[J]. 化工设计通讯, 2020, 46(12): 101-102+110.



多晶硅生产中硅芯色泽异常的机理研究	许跃;	89-90
进出口危险化学品及其包装检验监管中的问题及对应策略	邹志锋;王坚军;谢颖;景钱涌;	91-92
化工教学		
多样化校企合作助高素质应用型人才的培养——以贺州学院粉体材料科学与工程专业为例	陈珍明;韦师;莫福旺;李鹏;	93-94
高校化学实验室危险化学品的全过程管理	付荣;	95-96
基于创新性应用型人才培养的化工原理教学研究	韩粉女;吴俊;	97-98
“线上+线下+虚拟仿真”的多元化实验教学模式的探索与实践	姜晓庆;高敬群;孔玉霞;吴杰;	99-100
金属钠保存试剂探究	李鸿斌;	101-102+110
“互联网+”背景下大学化学实验教学模式探索与创新	林斌;孟庆博;李辉;崔俊硕;许旭;	103-104
基于SPOC+数字化教学模式下的高校有机化学实验应用APP探索实践与思考	苗芳芳;贾临芳;王燕;罗蒲;梁丹;	105-106
《化工原理》在线异步SPOC为主的混合教学模式的探索与实践	任秀娥;付晶;孙金堂;谢鹏;	107-108
高职院校化学实训室综合管理的信息化建设	吴晶;	109-110
基于腾讯课堂及雨课堂的BOPPPS教学模式的研究与实践——以《现代分析测试方法》课程线上教学为例	张书泉;陈红;廖家芳;	111-113+140
创新教育视角下高校无机化学教学改革分析	张元馨;	114-115
工业生产		
科研单位危险化学品的储藏及安全管理	陈红娟;庄绪会;罗晓宏;韩伟;李光涛;	116-117

金属钠保存试剂探究

李鸿斌

(四川中医药高等专科学校, 四川绵阳 621000)

摘要: 目前实验室保存金属钠的普遍做法是将金属钠的块状固体封存于煤油中保存。此种保存金属钠的方法会由于煤油中存在的环烷酸等物质与金属钠反应, 在金属钠的表面形成络合物, 既消耗掉部分保存的金属钠, 又会给金属钠的取用带来不便, 同时, 由于煤油的挥发性强, 需要不定时的添加以确保金属钠能全部被煤油封存, 保存较为繁琐。经过实验采用液体石蜡代替煤油作金属钠的封存试剂, 该试剂克服了煤油作金属钠封存试剂的不足, 完全符合保存金属钠的试剂的要求, 是目前发现的保存金属钠的较为理想的试剂。

关键词: 金属钠; 保存试剂; 环烷酸; 煤油; 液体石蜡; 对比

中图分类号: G633.8 **文献标志码:** A **文章编号:** 1003-6490 (2020) 12-0101-03

Research on Reagents for Preserving Sodium Metal

Li Hong-bin

Abstract: At present, the common method of preserving sodium metal in laboratories is to store the massive solid of sodium metal in kerosene. This method of preserving metallic sodium will cause the naphthenic acid and other substances in kerosene to react with metallic sodium to form an association compound on the surface of metallic sodium, which not only consumes part of the stored metallic sodium, but also provides access to metallic sodium. It causes inconvenience. At the same time, due to the strong volatility of kerosene, it needs to be added from time to time to ensure that the sodium metal can be completely sealed by kerosene, which is cumbersome to store. After experiments, liquid paraffin instead of kerosene is used as a storage reagent for sodium metal. This reagent overcomes the shortcomings of kerosene as a sodium metal storage reagent, and fully meets the requirements of a reagent for storing sodium metal. It is currently found to be an ideal reagent for storing sodium metal.

Key words: sodium metal; preservation reagent; naphthenic acid; kerosene; liquid paraffin; comparison

1 概述

长期以来, 实验室使用的金属钠均保存在煤油中, 对此, 教师、学生均习以为常, 师生们普遍认为, 之所以将金属钠保存在煤油中, 主要是由于以下两方面因素:

1) 金属钠不会与煤油中各组分发生化学反应。

2) 金属钠与煤油相比密度更大, 当金属钠加入煤油介质中就可以沉降在煤油介质底层, 被煤油全部覆盖, 从而隔绝空气保持稳定。

那么, 事实是否真的完全如此呢? 通过研究, 得出的结论是否定的。

2 目前金属钠保存试剂存在的不足

如果认真观察封存在煤油介质中的金属钠便会发现, 金属钠放置在煤油介质中一段时间以后, 随着时间的推移, 原本具有银白色金属光泽的金属钠表面会出现一层灰色到土黄色的物质, 如果将金属钠表面出现的这一层灰色到土黄色的物质切割掉, 再重新将它放入煤油中, 过一段时间后会发现新切割的具有银白色金属光泽的金属钠断面上又会出现少量气泡, 随着放置时间的推移, 在金属钠的断面上会重新产生灰色到土黄色的物质。

以上现象说明, 煤油中的某些组分会和金属钠发生化学反应, 产生的物质沉积在金属钠表面, 在做金属钠的相关性质实验时, 为了取得纯净的金属钠, 必须每次小心地剔除掉金属钠表面沉积的反应物质。这样做, 既浪费了原料, 又十分不便, 剔除不干净还将可能对金属钠性质的验证实验等产生影响。

同时, 由于煤油的沸程为180~310℃, 挥发性较强, 挥发较快, 为保证金属钠完全被煤油封存, 需要不时地添加煤油。煤油易燃, 挥发后与空气混合形成爆炸性的混合气, 爆炸极限为2%~3%, 在经常有加热、点燃、燃烧等操作的实验室环境中放置, 具有一定的安全隐患。煤油略具酸臭, 一般属微毒-低毒物质, 吸入溶胶或雾滴会引起黏膜刺激, 对人体也具有一定的危害性。

3 在煤油中金属钠表面产生气泡及土黄色物质的原因分析

要弄清楚金属钠保存在煤油中银白色光泽的表面会产生

气泡及土黄色物质的原因, 就必须弄清楚煤油的成分, 以便找到与金属钠发生反应的物质, 进而对观察到的现象作出科学的解释。

煤油作为石油分馏产品中馏分之一, 其包含成分与其来源有直接联系。从石油产品中非烃类物质的构成情况着手, 来探究在煤油中金属钠表面产生气泡及土黄色物质的原因。

3.1 石油产品中非烃类物质的分布情况

石油是一种深褐色的黏稠液体, 是由碳氢化合物及其衍生物组成的一种混合物, 把石油进行分馏, 按沸点不同, 可以得到各种石油产品, 如表1所示。

表1 石油分馏产物

名称	沸点范围(℃)	主要成分	用途
天然气	<0	C1-C4	燃料
石油醚	30-60 70-120	C5-C6 C7-C8	溶剂
汽油	70-200	C7-C12	飞机或汽车燃料
煤油	200-270	C12-C16	灯火燃料
柴油	270-340	C16-C18	发动机燃料
润滑油	300以上	C16-C20	润滑机器、防锈
液体石蜡	液体	C18C-24	缓泻剂
凡士林	半固体	液体和固体石蜡的混合物	软膏基质
固体石蜡	固体	C25-C34	制蜡烛、蜡疗
沥青	残渣	C30-C40	铺马路、油漆屋顶

*C1-C4表示甲烷~丁烷, 下同。

在石油产品中, 存在多种非烃类物质, 其主要组成情况如表2所示。

表2 石油产品中主要的非烃类物质

含硫化合物	S、H ₂ S、RSH、RSR、RSSR、环硫醚
含氧化合物	醛、酮、醇、酯、环烷酸、脂肪酸、酚、无机酸、芳香酸、硫酸
含氮化合物	吡啶、喹啉、吡啶、吡咯、咪唑、咪唑
	胶状及沥青状物质

含硫化合物硫在石油馏分中的分布一般是随着石油馏分沸点的升高而增加, 大部分硫集中在重馏分油和渣油中。

石油中的氧都是以有机含氧化合物的形式存在的, 包括醛、酮、醇、酯、环烷酸、脂肪酸、酚、无机酸、芳香酸、硫

收稿日期: 2020-09-15

作者简介: 李鸿斌(1966—), 男, 四川乐山人, 副教授, 主要研究方向为化学教学、化学实验设备、化学试剂等。

醇等。石油中的含氧化合物主要以酸性含氧化合物为主，其中主要是环烷酸。环烷酸是一种带有五元环或六元环的十分复杂的羧酸混合物，相对分子质量多在200~700，为淡黄色或橙色液体，是一种较难挥发的黏稠液体，在石油馏分中多分布在中间馏分，占石油酸性含氧化合物的90%左右。

石油中的氮含量一般比硫含量低，氮分布也是随着馏分沸点的升高含量迅速增加，约有80%的氮集中在400℃以上的重油中。

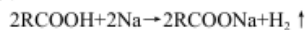
3.2 金属钠与煤油组分之间发生的主要化学反应

通过对石油产品中非烃类物质的分布情况进行分析可以发现，环烷酸是煤油组分中能金属钠发生反应的主要物质，环烷酸的化学式可表述为：



环烷酸是一种极弱的酸，对某些金属有腐蚀作用^[4]，与金属反应生成盐。

将金属钠放入煤油中，金属钠与煤油中的环烷酸之间会发生如下反应：



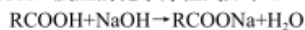
将金属钠封存于煤油中，在金属钠银白色光泽的表面会产生气泡正是由于反应产生了氢气的原因。而生成的RCOONa为白色糊状物^[5]。RCOONa与淡黄色或橙色液体的RCOOH之间存在着氢键等较强的相互作用，体系中存在组成为RCOONa·RCOOH及更多种类的酸盐缔合物，这些缔合物在煤油中的溶解度较小，故在煤油中以土黄色物质形式析出，附着在金属钠表面。这就是为什么封存在煤油中金属钠表面上会产生土黄色物质的主要原因。

4 煤油介质的净化处理及金属钠保存效果对比

通过以上的分析，发现煤油作为常见保存金属钠的介质，由于煤油中环烷酸的存在，会消耗掉部分金属钠，同时，由于反应生成的酸盐缔合物包裹在金属钠的周围，给金属钠的取用带来不便并可能影响实验结果。

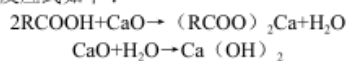
为了消除煤油中环烷酸对金属钠的影响，去除煤油中的环烷酸应该是较好的办法。基于简便、快捷、可操作性强、材料易得、实用的原则，根据环烷酸的酸性性质，拟定了用酸碱中和的办法，用强碱去除煤油中的环烷酸。

酸与碱发生中和反应，生成盐和水。环烷酸与强碱譬如氢氧化钠(NaOH)反应的化学方程式如下：



从反应式可以看出，利用与氢氧化钠的中和反应，虽然可以去除煤油中的环烷酸，但是，由于反应生成了水，水极易与金属钠反应，不仅消耗金属钠还由于水与金属钠反应剧烈而且放出大量的热，会引发煤油的燃烧甚至爆炸，所以，必须彻底清除体系中产生的水分。选择活性炭，利用活性炭的吸附性来清除中和反应产生的水。这个方法所需要的试剂一般化学实验室均能提供，反应物质的量也易于控制，产物用简单的过滤方法就可以分离。但是，由于活性炭的吸附能力较强，在吸附水分的同时，也会吸附大量的煤油，既消耗原料又给活性炭的解吸和回收带来困难，所以，不是很好的处理方法。

要解决这一问题，就需要找到一种既可清除环烷酸，又可以同时除去反应生成的水的物质。这种物质必须具备碱性，能与环烷酸反应，同时，反应生成的水分又能与之结合成易于清除的产物。要具备这样的条件，想到了碱性氧化物，再进一步，从碱性氧化物中筛选出了氧化钙(CaO)。这是由于氧化钙能够与环烷酸反应，中和掉煤油介质中存在的环烷酸，同时，反应过程中生成的水又能被过量的氧化钙中和形成氢氧化钙。其反应式如下：



这样，通过向煤油介质中加入过量的氧化钙，既可清除掉煤油中的环烷酸，同时，又中和了反应产生的水。最后通过过滤清除掉反应过程中产生的(RCOO)₂Ca、Ca(OH)₂和过量的CaO，从而得到不含环烷酸的更为纯净的煤油。

为了验证用氧化钙净化去除环烷酸后的煤油介质保存金

属钠的效果，将新切割的通体呈现银白色金属光泽的洁净金属钠分别放入用氧化钙处理后的煤油介质和没有用氧化钙处理的普通煤油介质中，进行对比实验发现，用氧化钙处理后的煤油介质和未用氧化钙处理的煤油介质中保存的金属钠，经过一个月以后，金属钠表面均会变暗，失去银白色金属光泽，保存在未用氧化钙处理的煤油介质中的金属钠六个月后表面即形成一层灰色到土黄色的物质，保存在用氧化钙处理后的煤油介质中的金属钠六个月后表面变灰，随着时间的推移，十二个月以后，金属钠的表面也会逐渐形成一层土黄色的物质。

这个对比实验说明：煤油中存在的环烷酸仅仅是影响金属钠保存效果的原因之一，在煤油中，除开环烷酸外，应该还有其他物质能与金属钠反应，产物在金属钠表面聚集形成灰色到土黄色的物质。

5 保存金属钠的新试剂

通过以上的分析及实验发现：由于金属钠与煤油介质中存在的环烷酸等物质反应，会消耗掉部分金属钠，同时，反应形成的缔合物在金属钠表面沉积，使得在使用金属钠时必须剔除金属钠表面的沉积物，使金属钠的取用变得较为繁琐，同时，由于煤油本身易挥发、易燃、有一定的刺激性和毒性，并不是保存金属钠的最好的试剂。

鉴于用煤油保存金属钠存在的以上不足，开始寻找金属钠保存的新试剂，并对此展开了实验、研究。

5.1 保存金属钠的试剂应具备的条件

保存金属钠较好的试剂，原则上应具备以下5大条件：

- (1) 保存试剂及其组分不和金属钠发生化学反应；
- (2) 金属钠的密度应比保存试剂大，使金属钠能沉降在试剂底部，完全被试剂介质包裹，保证金属钠和空气隔绝；
- (3) 保存试剂稳定性强、挥发性小、无毒无害；
- (4) 保存试剂较为常见、价格低廉、易于购买；
- (5) 金属钠表面附着的保存试剂便于去除。

根据以上对金属钠保存试剂的5大要求，对常见的符合以上条件的试剂进行了对比分析，最终选择液体石蜡试剂进行研究。

5.2 液体石蜡试剂的实验验证

液体石蜡为无色半透明液体，无味无臭，对光、热、酸稳定，对人体无害，沸点180~250℃，常温下几乎无挥发性，密度0.86~0.905g/cm³，比金属钠密度0.968g/cm³小，因此，金属钠能沉降在液体石蜡试剂的底部，保证了金属钠和空气的隔绝，取用金属钠时，金属钠表面附着的液体石蜡易于清除，即使黏在手上也不会对人体产生危害。同时，液体石蜡价格低、购买方便，满足保存金属钠的物理条件。

在试剂挥发性、金属钠与试剂间的反应性方面实验结果如下：

(1) 挥发性实验。为了直观地观察液体石蜡的挥发性，用洁净的带刻度的50mL的小烧杯取成都金山化学试剂有限公司生产的批号为090904的化学纯的液体石蜡50mL，敞放在实验台上，室温下保存(17℃/10℃)，并注意观察它的挥发性。通过观察发现液体石蜡在经过一个月、半年、一年的时间段后，分阶段观察，体积没有变化，一直没有挥发。

(2) 反应性实验。同样用洁净的50mL小烧杯，取用以上试剂厂生产的同批次液体石蜡，在试剂中加入新切割的断面带有银白色光泽的金属钠，放入液体石蜡试剂中，刚放入时，金属钠表面会有少量气泡产生，经过几秒钟后，气泡便不再产生，金属钠断面上光洁如初，未发现其表面及烧杯底部有其他物质出现。一年以后，保存在液体石蜡中的金属钠表面仍然光洁如初，未观察到有反应物质出现。此实验现象说明，刚把金属钠放入液体石蜡中时，由于残存于液体石蜡中的微量的游离酸与金属钠反应产生少量氢气，故有气泡出现。但由于液体石蜡中残存的羧酸量很少，故气泡产生的时间较短，无产物在金属钠表面沉积，而液体石蜡本身并不会和金属钠发生化学反应。

(下转第110页)

实训室管理员、实训主任、实训教师等四个角色分别赋予数据增加、查询、修改、删除等权限。安全方面：化学实训室综合管理系统只在学院内网运行，在建立数据库时对超级管理员、实训室管理员、实训主任、实训教师等四个角色的用户名和密码进行保密操作。登陆分为校内登陆和校外登录两种方式，在校内登录直接输入IP网址即可进入系统登录界面，在校外登陆可以借助WebVPN进入校内门户从而进入化学实训室综合管理系统。

2.2 化学实训室综合管理系统的建立

化学实训室综合管理系统主要涉及教学管理、仪器管理、安全管理、库房管理等模块。具体模块内容，如图1所示。

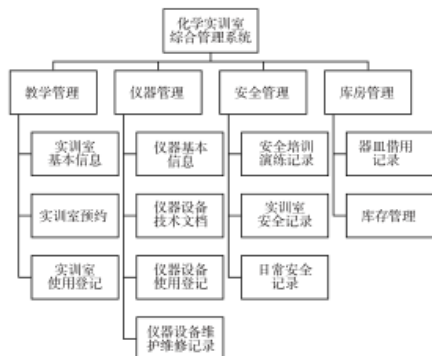


图1 化学实训室综合管理系统模块包含内容

教学管理中包含三个子模块，其中实训室基本信息是由实训室管理员录入实训室相关信息。实训室预约功能主要针对实训教师，实训教师在可预约的时间范围内对实训室进行预约，预约时要写明实验内容，预约课时数，实验所需的试剂器皿等，实训教师预约提交以后，需经过实训主任和实训室管理员都审批通过后才显示预约成功。实训室预约功能避免了实训室冲突情况。实训室使用登记功能主要针对实训教师，实训教师每次实训完毕需如实填写实训室使用记录。在实训室使用登记界面实训室管理员可以分类查看使用登记，实现按班级、按学年、按学期查找，以Excel或Csv文件形式导出数据和打印数据。

仪器管理中包含四个子模块，其中仪器基本信息是由实训室管理员录入仪器设备基本信息，仪器设备技术文档由实训室管理员上传技术文档，供实训教师下载查看。仪器设备使用登记功能主要针对实训教师，实训教师每次使用仪器设备后需如实填写仪器设备使用记录。在仪器设备使用登记界面实训室管理员可以分类查看使用登记，实现按班级、按学年、按学期的查找，以Excel或Csv文件形式导出数据和打印数据。

仪器设备维护维修登记主要由实训室管理员填写，记录仪器设备的日常维护和维修。仪器设备维护维修记录可以按维修和维护类别查找，以Excel或Csv文件形式导出数据和打印数据。

安全管理中包含三个子模块，其中安全培训演练记录由实训室管理员填写，需详细记录安全方面的培训情况和应急演练情况。实训室安全记录由实训教师填写，实训教师实训完毕需按安全记录信息内容如实填写实训课上的安全情况。实训室日常安全记录由实训室管理员定期检查后填写。以上三个功能模块均可以按条件查找，并以Excel或Csv文件形式导出数据和打印数据。

库房管理包含两个子模块，其中器皿借用记录由实训室管理员填写，实训室管理员须详细填写借用的信息，等借用人归还以后再点击归还，系统自动录入归还时间。库存管理采用一学期盘库一次的方式，由实训室管理员上传盘库的数据信息。

3 结束语

学院的化学实训室综合管理系统于2020年6月试运行，共有三个专业以实训周的方式参与此次化学实训室综合管理系统试运行，试运行情况良好。对参与试运行的教师发放满意度问卷调查表，教师们一致认为化学实训室综合管理系统非常便捷，授课教师可以直接在系统中提交实训室预约申请，避免了实训室冲突的情况，课前填写实验内容，预约课时数，实验所需的试剂器皿等，课后填写实训室记录和实训安全记录非常便捷。实训室管理员认为实训室预约大大减少了协调授课教师上课时间和地点的工作量，并有充足的时间做实训准备工作。此外将过去纷繁复杂的纸质表格电子化，可以直接下载统计，使用记录可以生成Excel表格，计算实训室利用率就变得非常便捷。目前此系统还只是应用于化学实训室，将来可以推广应用到学院其他的实训室，全面提高信息化技术，提高实训室管理的软实力，从而更好地服务于教学，保证实践教学的质量和效果。

参考文献

- [1] 蔡雷. 建筑类高职院校实训室建设与运营管理研究[J]. 内江科技, 2019(11): 11-12.
- [2] 陈丽, 李波, 郭玉娟, 等. “互联网+”时代我国基础教育信息化的新趋势和新方向[J]. 电化教育研究, 2017(5): 5-12.
- [3] 房海荣. 学校实训室信息化管理——以建筑工程学院为例[J]. 科技风, 2019(25): 207.
- [4] 黎英. 浅析高等职业院校的实训室建设及管理——以江西交通职业技术学院为例[J]. 价值工程, 2020(3): 45-46.
- [5] 马长清, 刘振, 马占生. 高职院校实训室建设与管理新方法探讨[J]. 产业与科技论坛, 2019(21): 257-258.

(上接第102页)

6 结束语

通过以上的分析和实验可知：由于金属钠与煤油中环烷酸等物质之间的反应，使得保存在煤油中的金属钠被部分消耗掉，实验时剔除金属钠表面沉积的反应络合物较为麻烦，同时由于煤油自身的刺激性、易挥发性、易燃、易爆性和毒性，说明煤油并不是保存金属钠的理想试剂。而液体石蜡，由于它的稳定性高、不与金属钠反应、难以挥发、无味无臭、去除方便、价廉易得，无疑是目前研究发现的保存金属钠的较好试剂。

参考文献

- [1] 陆光裕. 有机化学(供药剂士、检验士、临床检验士、卫生检验士

专业用)[M]. 有机化学(供药剂士、检验士、临床检验士、卫生检验士专业用). 人民卫生出版社, 1985.

- [2] 苏连娟, 唐晓东, 周建军. 石油中的环烷酸及其脱除与精制工艺[J]. 图书情报导刊, 2004, 14(11): 208-210.
- [3] 高延敏, 陈家坚. 环烷酸腐蚀研究现状和防护对策[J]. 石油化工腐蚀与防护, 2000, 17(2): 6-11.
- [4] 李彦, 吴瑾光. 环烷酸酸盐体系的红外光谱研究: I. 环烷酸钠和环烷酸钾酸盐体系[J]. 无机化学学报, 1995, 11(2): 198-202.

[3]史芳芳, 周孟焦, 梁晓峰, 陈凯. 竹叶花椒叶挥发油提取及其化学成分的 GC-MS 分析[J]. 中药材, 2020, (05): 1193-1197.

JOURNAL OF CHINESE MEDICINAL MATERIALS

中国中文核心期刊 中国精品科技期刊
中国科技核心期刊 美国“IM”收录期刊
中国自然科学核心期刊 国家级学术期刊

ISSN 1001-4454
CN44-1286/R

中国最具国际影响力学术期刊
RCCSE 中国权威学术期刊

中 藥 材

ZHONGYAOCAI
VOL.43 NO.5

Furen Pharmacy
福人药业 创造健康 幸福人



2020
国家药品监督管理局
中药材信息中心站

ISSN 1001-4454

5

出版:

国家药品监督管理局
中药材信息中心站

印刷:

广州市人民印刷厂股份有限公司

国内发行:

《中药材》杂志编辑部

国外发行:

中国国际图书贸易总公司
(中国国际书店)北京 399 信箱

国外发行代号:M7068

国际标准连续出版物号:

ISSN 1001-4454

国内统一连续出版物号:

CN44-1286/R

广告经营许可证号:粤 010326

出版日期:2020 年 5 月 25 日

国内定价:每期 35.00 元

全年 420.00 元

本期责任编辑:徐愈颖

英文责任编辑:张月红

期刊基本参数:

CN44-1286/R* 1978* m* A4*
248* zh* P* ¥35.00 * * 48*
2020-5

- 基于 HS-GC-MS 分析不同艾绒比艾条及其艾烟中挥发性成分
.....张潇予,李 瑞,薛 澄,等(1164)
- 基于指纹图谱和 6 种成分含量测定的四君子汤质量控制研究
.....王 科,刘 培,张莉丹,等(1170)
- 滋肾丸 HPLC 指纹图谱及多种成分含量测定研究
.....张春玲,范顺明,罗 婷,等(1176)
- 制剂与工艺 •
- 基于综合加权评分-Box-Behnken 响应面法优化半枝莲的提取工艺
.....文 冉,吕青涛,李 娜,等(1181)
- 黄连总生物碱 Pluronic/SWCNTS 给药系统的制备及初步评价
.....关延彬,韩 冰,田雨冬,等(1186)
- 竹叶花椒叶挥发油提取及其化学成分的 GC-MS 分析
.....史芳芳,周孟佳,梁晓峰,等(1191)
- 结合体外抗菌抗炎活性评价筛选艾纳香油的提取工艺
.....高 月,王万林,谢雪艳,等(1196)
- 药理 •
- 金线莲乙醇提取物对自然衰老小鼠抗衰老作用的研究
.....曾芷筠,陈强威,江 涛,等(1200)
- 基于网络药理学的沉香挥发油治疗心绞痛的作用机制研究
.....罗 晶,曹美芳,黄小英,等(1205)
- 红景天苷通过调节 Nr2f2/HO-1 和 PPAR γ /CEBP α 信号通路抑制高脂
诱导的大鼠肥胖.....张继红,冯旻璐,许海燕,等(1211)
- 樟芝多糖通过调控炎症小体活化抑制 LPS 诱导的肝巨噬细胞炎症因子
释放.....盛泳佳,郭 丽,李文燕,等(1217)
- 滋肾宁神胶囊的宁心安神作用研究.....黄张杰,赖 平,陈炜璇,等(1222)
- 基于 CaN/NFAT 信号途径探讨血府逐瘀汤控制大鼠颈总动脉球囊损伤
后血管内膜增生的实验研究.....陈乙菲,隋殿军(1226)
- 槐定碱通过 PI3K/Akt/mTOR 通路诱导胰腺癌 sw1990 细胞凋亡
.....任丽平,李先佳,金少举(1232)
- 临床用药 •
- 灯盏生脉胶囊对冠心病患者冠脉血流储备分数的影响及心肌保护作用
研究.....朱 琪,贾海波(1236)
- 复方丹榭颗粒治疗肝郁化火型甲亢的疗效及对糖脂代谢、负性情绪的
影响研究.....解学超,王 霞(1240)
- 中西医结合治疗原发性肝癌的回顾性研究
.....林晓彤,张荣杰,李福阳,等(1244)
- 考证 •
- 敦煌“新修本草 P. 3714”药物记载在后世本草文献中的异同及考释
.....刘秀峰,谢 明(1248)
- 《履巉岩本草》中飘摇豆的本草考证 钟意欣禾,查彦良,俞 冰,等(1252)
- 综述 •
- 中药凝胶剂的研究进展概述.....许 娜,潘华金,傅超美,等(1256)
- 蒙古黄芪与膜荚黄芪差异性研究进展..... 杨志城,杨羽君,鄂秀辉(1261)
- 中药渣有机肥对土壤生态及药用植物生长发育的影响
.....黄 卉,麻馨尹,石静蕾,等(1266)
- 新型冠状病毒肺炎专栏 •
- 基于网络药理学及分子对接探索金花清感颗粒辅助治疗新型冠状病毒
肺炎(COVID-19)活性成分研究..... 吉米丽汗·司马依,
买买提明·努尔买买提,艾尼瓦尔·吾买尔,等(1271)
- 藜朴夏苓汤治疗新型冠状病毒肺炎的网络药理学分子机制研究
.....谢银子,纪树亮,钟彩婷,等(1280)
- 基于肾素-血管紧张素系统筛选治疗新型冠状病毒肺炎有效中药的网络
药理学研究..... 陈明骏,高 路,全战旗(1291)

竹叶花椒叶挥发油提取及其化学成分的 GC-MS 分析

史芳芳^{1,2}, 周孟焦^{1,2}, 梁晓峰^{1,2*}, 康明¹, 陈凯²

(1. 西南科技大学材料科学与工程学院, 四川 绵阳 621010; 2. 四川中医药高等专科学校川西北中药材资源研究与开发利用实验室, 四川 绵阳 621010)

摘要 目的: 优化竹叶花椒叶中挥发油的提取条件, 并分析其挥发油的化学成分及其相对含量。方法: 采用微波辅助-水蒸气蒸馏法提取竹叶花椒叶挥发油, 应用单因素试验和正交试验法优化提取条件, 并通过 GC-MS 分析其化学成分。结果: 影响提取率的各因素程度排序依次为: 温度>微波功率>料液比>时间; 最佳提取工艺为: 时间 50 min, 微波功率 600 W, 料液比 1:12 g/mL, 温度 90 ℃; GC-MS 共分离鉴定出 51 种化合物, 以烯烃类、酯类、醇类、酮类为主, 占挥发油总量的 98.95%。结论: 微波辅助-水蒸气蒸馏法能有效提取竹叶花椒叶中的挥发油, 其化学成分丰富, 可为医药原料合成提供新途径。

关键词 微波辅助法; 竹叶花椒叶; 挥发油; 成分分析

中图分类号: R284.1/R284.2/R283.6 文献标识码: A 文章编号: 1001-4454(2020)05-1193-05

DOI: 10.13863/j.issn1001-4454.2020.05.029

竹叶花椒 *Zanthoxylum armatum* DC. 为芸香科花椒属植物, 其果皮、根、茎、叶均可入药^[1]。因其良好的食用和药用价值, 竹叶花椒种植面积不断扩大。竹叶花椒生长管理中需要及时对枝叶进行修剪, 修剪掉的枝叶大多作为废料, 采用焚烧、掩埋、堆放等处理方式, 容易导致环境的污染并造成资源的浪费。

目前国内外关于竹叶花椒的研究报道主要集中在果皮, 对于其叶的研究应用相对滞后, 竹叶花椒叶中所含的化学成分的种类和含量尚不明确^[2], 开展竹叶花椒叶化学成分及其含量的研究对后续竹叶花椒叶的应用具有重要指导意义, 对其综合利用具有潜在的经济价值。

本试验以竹叶花椒叶为原料, 采用微波辅助-水蒸气蒸馏法提取竹叶花椒叶中挥发油成分, 利用正交试验法对提取方法进行优化, 并利用 GC-MS 法对竹叶花椒叶挥发油进行组分鉴定, 以期为其资源化综合利用提供参考。

1 仪器与材料

新鲜竹叶花椒叶采自遂宁安居区竹叶花椒产业合作社生产基地, 经四川中医药高等专科学校江洪波副教授鉴定为芸香科花椒属植物竹叶花椒 *Zanthoxylum armatum* DC. 的叶。无水硫酸钠(分析纯)、二氯甲烷(色谱纯)为化学试剂。Sartorius BSA124S 分析天平(赛多利斯科学仪器有限公司); XH-MC-1 实验室微波合成仪(祥鹄科技); DHG 电热恒温鼓风干燥箱(上海一恒科学仪器有限公司);

QP2020 气相色谱-质谱联用仪(日本 Shimadzu 公司)。

2 方法与结果

2.1 单因素试验

2.1.1 料液比对竹叶花椒叶挥发油提取率的影响: 设定微波功率为 400 W, 微波温度为 80 ℃, 在料液比分别为 1:5、1:10、1:11、1:12、1:13、1:14、1:15、1:20(g/mL) 提取 30 min, 计算提取率, 结果如图 1 所示, 随着溶剂的增加挥发油提取率不断增加, 当料液比为 1:12(g/mL) 时提取率达到最大值, 因为随着提取剂量的增加, 竹叶花椒叶与溶剂的溶解扩散速度也增大, 提取率增加, 继续增加溶剂量, 挥发油的溶解度已经达到饱和, 提取率不再继续增加, 并趋于稳定。从提取效果、溶剂成本等因素考虑, 选择 1:12(g/mL) 作为最佳料液比。

2.1.2 微波功率和温度对竹叶花椒叶挥发油提取率的影响: 在最佳料液比下, 分别采用微波功率 200、400、600、700、800 W 在 80 ℃ 下提取 30 min, 计算提取率, 确定最佳微波功率。在最佳料液比和微波功率下, 分别采用 40、60、80、90、100 ℃ 微波温度进行提取 30 min, 计算提取率, 确定最佳提取温度。结果如图 2 和图 3 所示, 在一定范围内, 随着功率和温度的增加, 挥发油提取率先增加后下降, 当功率为 600 W、温度为 90 ℃ 时提取率达到最大值, 因为随着功率和温度的增加, 反应体系热量过高, 形成暴沸, 提取率下降, 挥发油的分子结构也有可能被破坏。因此最佳提取条件为功率为 600 W、温度为 90 ℃。

收稿日期: 2019-09-15

基金项目: 遂宁市企业高校专家团队项目(201712); 四川中医药高等专科学校科研项目(18ZRYB01)

作者简介: 史芳芳(1993-), 女, 在读硕士研究生, 专业方向: 中药化学成分提取及应用研究; Tel: 13696260951, E-mail: 2335888966@qq.com。

* 通讯作者: 梁晓峰, Tel: 13547133875。

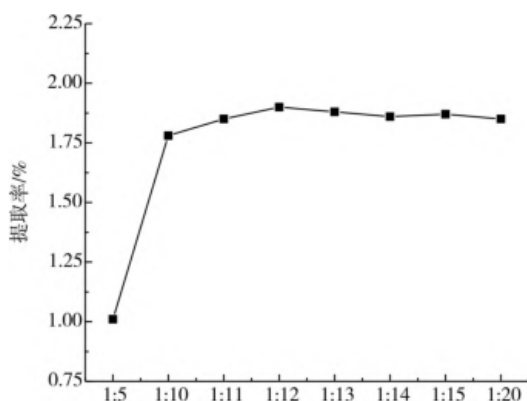


图1 料液比对竹叶花椒叶挥发油提取率的影响

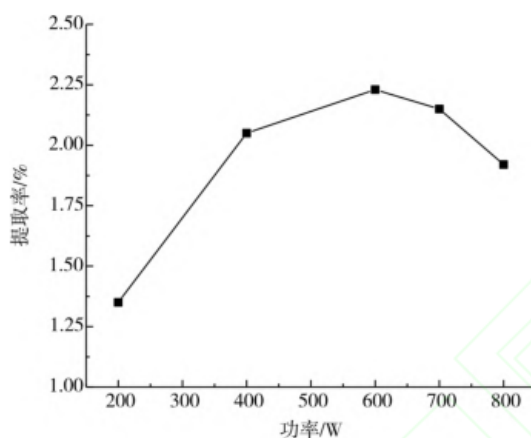


图2 微波功率对竹叶花椒叶挥发油提取率的影响

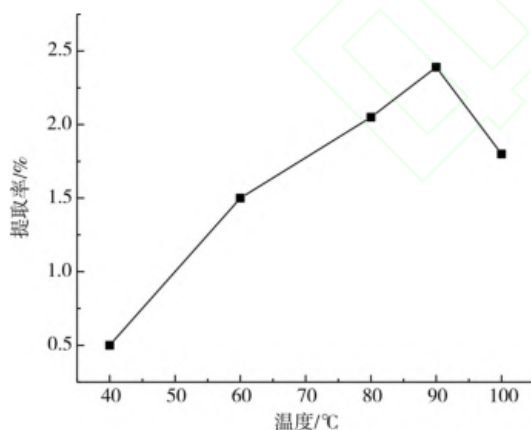


图3 微波温度对竹叶花椒叶挥发油提取率的影响

2.1.3 提取时间对竹叶花椒叶挥发油提取率的影响:以最佳条件分别提取 10、20、30、40、50、60 min, 计算提取率, 确定最佳提取时间。结果如图 4 所示, 提取率随着提取时间的增加而增加, 50 min 以后提取率略有下降, 说明体系已经达到动态平衡, 时间过长浪费资源还有可能造成焦糊。因此最佳提取时间为 50 min, 效率比单纯采用水蒸气蒸馏法明显提高, 且最佳条件下的提取率达到 2.6%。

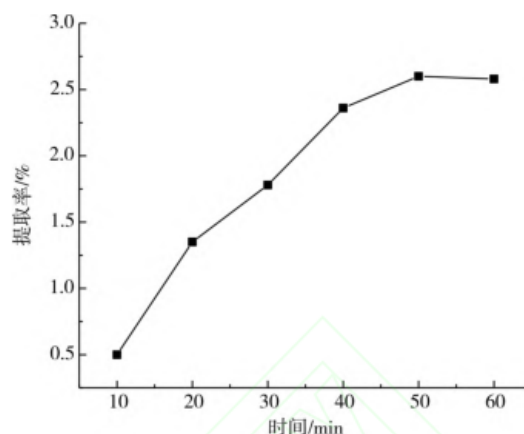


图4 微波时间对竹叶花椒叶挥发油提取率的影响

2.2 正交试验优化提取条件 在单因素试验的基础上, 进行正交试验。正交试验因素水平见表 1, 试验安排与结果见表 2, 方差分析见表 3。

表 1 正交试验因素水平表

水平因子	A 提取时间 /min	B 微波功率 /W	C 料液比 /(g/mL)	D 微波温度 /°C
1	40	200	1:10	70
2	50	400	1:12	80
3	60	600	1:14	90

表 2 正交试验安排与结果

试验号因子	A 提取时间	B 微波功率	C 料液比	D 微波温度	提取率 /%
1	1	1	1	1	1.50
2	1	2	2	2	1.85
3	1	3	3	3	2.45
4	2	1	2	3	2.00
5	2	2	3	1	1.85
6	2	3	1	2	2.25
7	3	1	3	2	2.15
8	3	2	1	3	2.10
9	3	3	2	1	2.05
k_1	1.933	1.883	1.950	1.800	
k_2	2.033	1.933	1.967	2.083	
k_3	2.100	2.250	2.150	2.183	
R	0.167	0.367	0.200	0.383	

表 3 正交试验方差分析

因素	偏差平方和	自由度	F 值	显著性
A 提取时间	0.109	2	1.559	>0.05
B 微波功率	0.706	2	7.156	<0.05
C 料液比	0.262	2	3.285	>0.05
D 微波温度	0.556	2	5.045	<0.05
误差	0.298	8		

注: $F_{0.05}(2, 8) = 4.459$

由表 2 极差直观分析可知, 影响提取率的各因

素程度排序依次为: D(微波温度) > B(微波功率) > C(料液比) > A(提取时间)。表3方差分析表明,微波功率(B)和微波温度(D)对挥发油提取率有显著影响 ($P < 0.05$), $B_3 > B_2 > B_1$, $D_3 > D_2 > D_1$, 故B因素选择B₃水平, D因素选择D₃水平; 提取时间(A)和料液比(C)对挥发油提取率无显著影响 ($P > 0.05$), 考虑到生产成本, 结合单因素试验, A、C因素分别选择A₂、C₂。故微波辅助-水蒸气蒸馏法提取竹叶花椒叶挥发油最佳提取工艺为: A₂B₃C₂D₃, 即: 提取时间50 min, 微波功率600 W, 料液比1:12(g/mL), 温度90℃。

为检验上述得到最佳提取竹叶花椒叶片挥发油工艺的可靠性, 在最优条件下提取竹叶花椒叶片挥发油3次, 得到挥发油平均提取率为2.65%。证实得到的挥发油提取工艺最优条件的数据可靠, 能够广泛应用于竹叶花椒叶挥发油物质提取的生产实践。

2.3 GC-MS法分析竹叶花椒叶挥发油成分 在最

佳条件下提取竹叶花椒叶挥发油, 取适量挥发油, 用二氯甲烷按2%的比例将其稀释, 用进样针进样1 μL样品溶液, 按以下试验条件测定竹叶花椒叶挥发油成分。

气相色谱条件: 非极性SH-RXi-5Sil MS毛细管柱(30 m × 0.25 mm × 0.25 μm), 柱温: 60℃, 保持1 min, 以8℃/min升至140℃, 保持3 min, 再以5℃/min升至230℃, 保持1 min; 载气为高纯氮气, 柱流量为1.0 mL/min, 进样口温度为230℃, 不分流进样, 接口温度为240℃, 溶剂延迟时间为3 min^[3]。质谱条件为: EI电子源, 离子源温度230℃, 扫描范围 m/z : 45~350 amu。

2.4 竹叶花椒叶挥发油成分分析结果 竹叶花椒叶挥发油的总离子流色谱图(TIC)见图5。通过计算机检索, 同时利用NIST-17数据库匹配进行定性分析(选择匹配度大于75%), 各组分相对含量按照峰面积归一化法计算, 结果见表4。

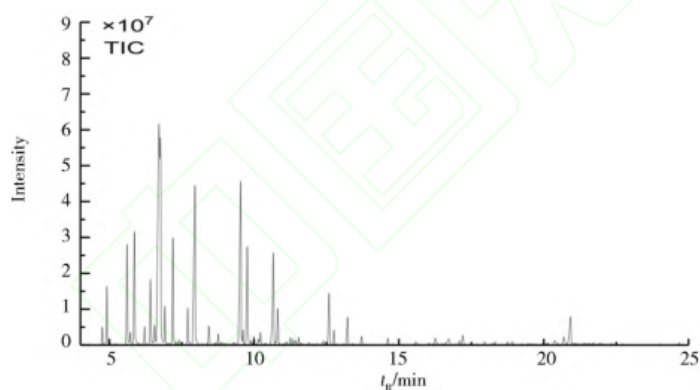


图5 竹叶花椒叶挥发油的TIC图

表4 竹叶花椒叶挥发油化学成分鉴定结果

峰号	保留时间 /min	化合物	分子式	分子量	相对含量 /%	相似度 /%
1	4.73	3-崖柏烯 3-thujene	C ₁₀ H ₁₆	136	0.43	96
2	4.89	α-蒎烯 α-pinene	C ₁₀ H ₁₆	136	1.09	97
3	5.62	α-葑烯 α-fenchene	C ₁₀ H ₁₆	136	7.36	88
4	5.72	β-蒎烯 β-pinene	C ₁₀ H ₁₆	136	1.00	95
5	5.86	月桂烯 myrcene	C ₁₀ H ₁₆	136	3.59	96
6	6.21	α-水芹烯 α-phellandrene	C ₁₀ H ₁₆	136	0.53	96
7	6.41	α-蒎品烯 α-terpinen	C ₁₀ H ₁₆	136	1.63	96
8	6.55	邻-伞花烃 o-cymene	C ₁₀ H ₁₄	134	0.44	96
9	6.73	D-柠檬烯 D-limonene	C ₁₀ H ₁₆	136	21.95	91
10	6.91	α-罗勒烯 α-ocimene	C ₁₀ H ₁₆	136	0.62	95
11	7.19	γ-蒎品烯 γ-terpinene	C ₁₀ H ₁₆	136	2.57	97
12	7.41	反式-4-侧柏醇 trans-4-thujanol	C ₁₀ H ₁₈ O	154	0.23	88
13	7.71	蒎品油烯 terpinolene	C ₁₀ H ₁₆	136	0.86	96

续表 4

峰号	保留时间 /min	化合物	分子式	分子量	相对含量 /%	相似度 /%
14	8.11	芳樟醇 linalool	C ₁₀ H ₁₈ O	154	41.40	88
15	8.165	4-侧柏醇 4-thujanol	C ₁₀ H ₁₈ O	154	0.16	81
16	8.23	β-侧柏酮 β-thujone	C ₁₀ H ₁₆ O	152	0.40	96
17	8.38	α-侧柏酮 α-thujone	C ₁₀ H ₁₆ O	152	0.28	95
18	8.44	(E)-p-2-menthen-1-ol	C ₁₀ H ₁₈ O	154	0.41	94
19	8.78	(Z)-p-2-menthen-1-ol	C ₁₀ H ₁₈ O	154	0.27	91
20	9.01	sabinone	C ₁₀ H ₁₄ O	150	0.06	94
21	9.53	(L)-4-萜品醇 L-4-terpineneol	C ₁₀ H ₁₈ O	154	5.69	95
22	9.62	隐品酮 cryptone	C ₉ H ₁₄ O	138	0.09	92
23	9.75	α-松油醇 α-terpineol	C ₁₀ H ₁₈ O	154	1.25	93
24	9.79	顺式薄荷醇 cis-piperitol	C ₁₀ H ₁₈ O	154	0.29	77
25	9.99	反式薄荷醇 trans-piperitol	C ₁₀ H ₁₈ O	154	0.18	93
26	10.15	反式香芹醇 trans-carveol	C ₁₀ H ₁₆ O	152	0.03	88
27	10.21	橙花醇 (Z)-nerol	C ₁₀ H ₁₈ O	154	0.11	96
28	10.39	香芹醇 carveol	C ₁₀ H ₁₆ O	152	0.02	89
29	10.60	桔萘醛 cuminaldehyde	C ₁₀ H ₁₂ O	148	0.05	92
30	10.65	香叶醇 geraniol	C ₁₀ H ₁₈ O	154	0.24	95
31	10.80	胡椒酮 piperitone	C ₁₀ H ₁₆ O	152	0.09	97
32	11.11	2,6,11-三甲基十二烷 2,6,11-trimethyl dodecane	C ₁₅ H ₃₂	212	0.03	88
33	11.25	7,7-二甲基-3-亚甲基双[4.1.0]庚烷-2-醇 7,7-dimethyl-3-methylenebicyclo[4.1.0]heptan-2-ol	C ₁₀ H ₁₆ O	152	0.05	89
34	11.41	2-十一酮 2-undecanone	C ₁₁ H ₂₂ O	170	0.05	75
35	12.07	(1S)-6,6-二甲基二环[3.1.1]庚-2-烯-2-基甲醇乙酸酯 (1S)-6,6-dimethylbicyclo[3.1.1]hept-2-ene-2-methanol acetate	C ₁₂ H ₁₈ O ₂	194	0.04	95
36	12.35	甘香烯 elixene	C ₁₅ H ₂₄	204	0.01	92
37	12.57	乙酸松油酯 terpinyl acetate	C ₁₂ H ₂₀ O ₂	196	0.03	94
38	13.21	乙酸香叶酯 geranyl acetate	C ₁₂ H ₂₀ O ₂	196	0.03	96
39	13.70	β-榄香烯 β-elemene	C ₁₅ H ₂₄	204	0.22	94
40	14.63	L-石竹烯 L-caryophyllene	C ₁₅ H ₂₄	204	0.76	96
41	15.58	(Z,Z,Z)-1,5,9,9-四甲基-1,4,7-环十一烷 (Z,Z,Z)-1,5,9,9-tetramethyl-1,4,7-cycloundecatriene	C ₁₅ H ₂₄	204	0.53	97
42	16.05	γ-木罗烯 γ-murolene	C ₁₅ H ₂₄	204	0.06	91
43	16.27	顺式-β-柯巴烯 cis-β-cupaene	C ₁₅ H ₂₄	204	0.79	93
44	16.48	β-桉叶烯 β-selinene	C ₁₅ H ₂₄	204	0.21	94
45	16.68	α-桉叶烯 α-selinene	C ₁₅ H ₂₄	204	0.46	91
46	16.71	γ-古芸烯 γ-gurjunene	C ₁₅ H ₂₄	204	0.15	90
47	17.08	反式-1-甲基异丙基-2-环己烯-1-醇 trans-1-methylisopropyl-2-cyclohexene-1-ol	C ₁₀ H ₁₉ O	155	0.07	78
48	17.20	顺式-1-甲基异丙基-2-环己烯-1-醇 cis-1-methylisopropyl-2-cyclohexene-1-ol	C ₁₀ H ₁₉ O	155	0.13	80
49	18.27	反式-橙花叔醇 trans-nerolidol	C ₁₅ H ₂₆ O	222	2.65	93
50	20.37	t-杜松醇 t-cadinol	C ₁₅ H ₂₆ O	222	0.17	92
51	20.69	t-木罗醇 t-murolol	C ₁₅ H ₂₆ O	222	0.24	87

由表 4 可见,从竹叶花椒叶挥发油中共分离鉴定出 51 种化合物,以烯炔类、酯类、醇类、酮类为主,占挥发油总量的 98.95%。其中,烯炔类物质 19 种,

占挥发油总量的 44.29%;醇、酮类化合物 25 种,占挥发油总量的 54.56%。相对成分较高的有芳樟醇(41.40%)、柠檬烯(21.95%)、α-蒎烯(7.36%)、

(L)-4-萜品醇(5.69%)、月桂烯(3.59%)等,挥发油中,芳樟醇、柠檬烯、 α -葑烯等是天然精油中重要的萜烯组分,可应用于多种食用香精配方,具有一定的抗菌、抗炎作用,也可作为农药和医药的合成原料^[4]。

3 讨论

本研究利用微波辅助-水蒸气蒸馏法提取竹叶花椒叶挥发油,通过单因素试验和正交试验对提取条件的优化,结果表明,影响提取率的各因素程度排序依次为:D(温度)>B(微波功率)>C(料液比)>A(时间),最佳提取工艺为:A₂B₃C₂D₃,即:时间 50 min,微波功率 600 W,料液比 1:12(g/mL),温度 90 ℃。最佳条件下提取率达到 2.65%;从时间成本上,提取效率比单纯采用水蒸气蒸馏法大幅度提高。

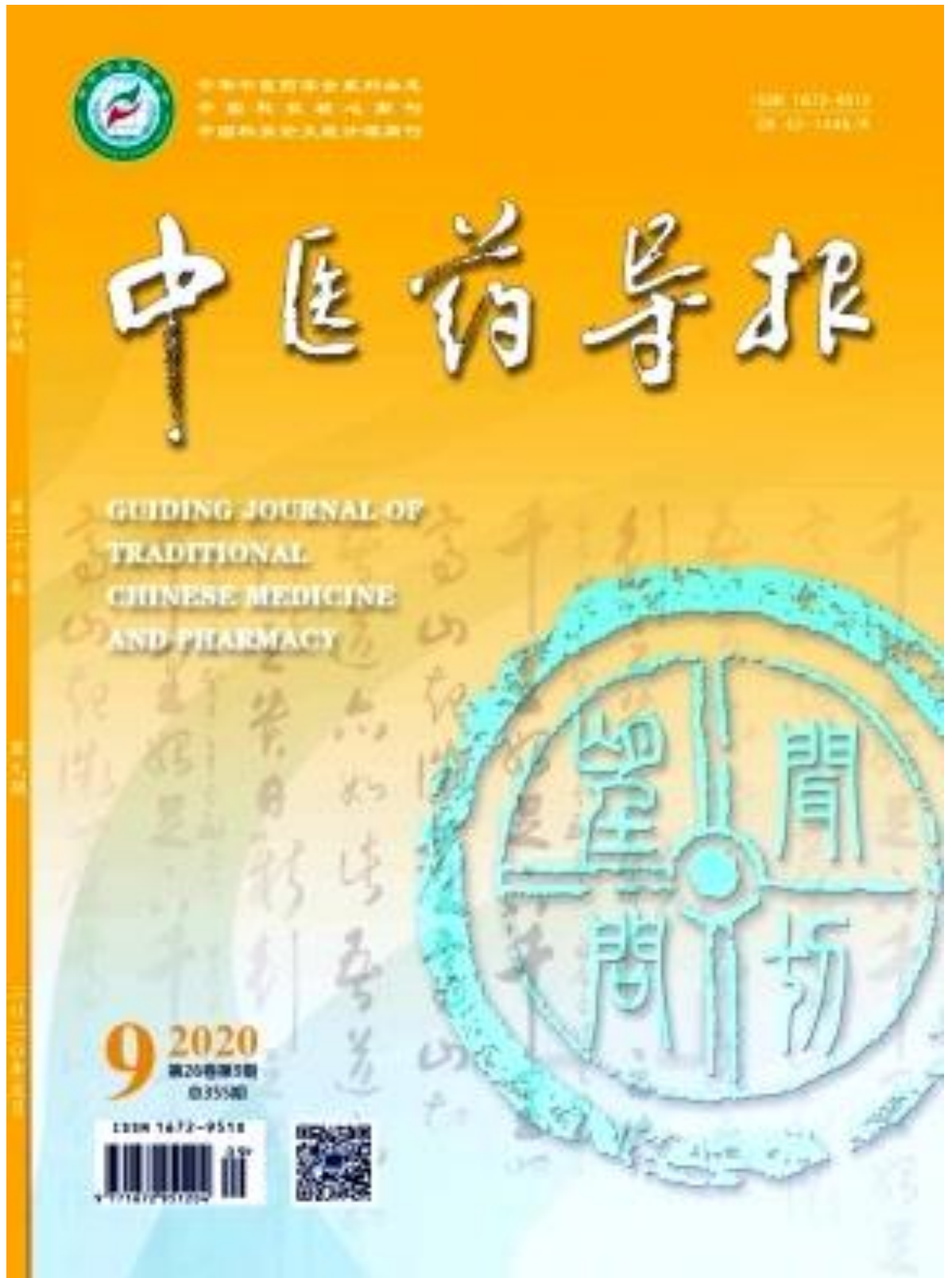
微波辅助-水蒸气蒸馏法提取的竹叶花椒叶挥发油,含有丰富的香气成分,通过 GC-MS 和质谱库计算机数据系统对照,共分离鉴定出 51 种化合物,以烯烃类、酯类、醇类、酮类为主,占挥发油总量的 98.95%。含量较高的芳樟醇(41.40%)、柠檬烯

(21.95%)和 α -葑烯(7.36%)是天然精油中重要的萜烯组分,具有一定的抗菌、抗炎作用。

参 考 文 献

- [1] 黄成就. 中国植物志[M].第 43(2)卷.北京:科学出版社,1997:43.
- [2] Fiaz Alam, Abdul Jabbar Shah. Butyrylcholine esterase inhibitory activity and effects of extracts(fruit, bark and leaf) from *Zanthoxylum armatum* DC in gut, airways and vascular smooth muscles[J]. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 2019, 19(1):180-188.
- [3] 蒲凤琳,孙伟峰,车振明,等. 水蒸气蒸馏结合 GC-MS 法分析比较四川汉源青、红花椒挥发性香气成分[J]. *中国调味品*, 2017, 42(1):23-27.
- [4] Diao W R, Hu Q P, Feng S S, et al. Chemical Composition and Antibacterial Activity of the Essential Oil from Green Huajiao (*Zanthoxylum schinifolium*) against Selected Food-borne Pathogens[J]. *J Agric Food Chem*, 2013, 61(25):6044-6049.

[4]史芳芳,周孟焦,梁晓峰,陈凯. 涪城麦冬的拉曼光谱分析
[J]. 中医药导报, 2020, (9): 34-26.



槐耳水提取物对三阴性乳腺癌干细胞特性的影响	张宗城;张艳玲;叶桦;岑建宁;刘丽;	12-14+18
复方雷公藤汤剂量正交设计对肾病大鼠血液系统减毒增效作用的实验研究	李波;金铃佳;吴美兰;	15-18
千杯少颗粒解酒作用的主要药效研究	刘瑞连;杨莹;曾普华;	19-21
绝经综合征肾阴虚证SD大鼠夏季、冬季尾温变化对比	辛伟;王梓炜;徐欢;邓金鹏;严芳;赵勇;杜彩凤;	22-25

中药

广东紫珠栽培后生物学特性的变化	郑钦方;李葵;肖聪颖;刘译;申欣;汪台;	26-28
不同产地制何首乌HPLC指纹图谱研究及5种成分的含量测定	倪昌荣;刘史佳;卢嘉微;王珏;金超;朱育凤;张剑;姚毅;	29-33
涪城麦冬的拉曼光谱分析	史芳芳;周孟焦;崔仕远;康明;梁晓峰;	34-36+48
3种规格菊花有效成分与重金属元素的质量评价研究	姜涛;陈林明;姚艺新;罗安;黄发军;	37-44
党参清蒸前后成分含量变化及对功效的影响	吕立铭;高娟;李大炜;申茹;麦艳珍;	45-48
Box-Behnken设计-响应面法优选小儿爽肤洗液的提取工艺	葛少波;施秀秀;周静;刘婕;张杰;	49-53+58
CO ₂ 超临界萃取艾叶油工艺及其成分研究	赵普梦;李磊;范为;冯言颜;熊维政;	54-58
连翘的本草考证及古今应用	潘旭;许保海;张静;	59-62
砂珍棘豆总黄酮的含量测定及其提取工艺的优化	潘得志;王素巍;王晓琴;	63-65

诊断

黄苔主病之常与变	辛小红;张星平;邓宁;梁政亨;	66-68
基于阴阳理论分析《难经》脉法与人迎寸口脉法的联系及应用	余致力;李敏;	68-72

临床

超声引导铍针松解配合臭氧注射治疗军人髂胫束摩擦综合征的疗效观察	薛伟翔;李莉;颜小润;陈益樾;黄熙雯;李建民;	73-75
髌关节腔脉冲射频联合银质针导热疗法治疗早期股骨头坏死的临床观察	金军;倪芝琳;袁燕;	76-78+81
海桐皮汤熏洗治疗拇外翻Chevron截骨术后第一跖趾关节僵硬临床观察	陈琦;朱付平;李武平;张易;	79-81
痰湿质肥胖人群腹型肥胖指标与外周血T辅助细胞极化变化的关联	曾慧妍;杨彩凤;周钦云;张锦明;朱娅莉;陈裕;	82-84+92
HBV慢性感染伴慢性失眠症患者的中医证候特点及其病机分析	余钦;赵沙沙;赵智豪;岳小强;陈建国;凌昌全;	85-88+96

引用:史芳芳,周孟焦,崔仕远,康明,梁晓峰.涪城麦冬的拉曼光谱分析[J].中医导报,2020,26(9):34-36,48.

涪城麦冬的拉曼光谱分析*

史芳芳^{1,2},周孟焦^{1,2},崔仕远³,康明²,梁晓峰^{1,2}

1.四川中医药高等专科学校川西北中药材资源研究与开发利用实验室,四川 绵阳 621010;

2.西南科技大学材料科学与工程学院,四川 绵阳 621010;

3.中国科学技术大学苏州纳米科学技术学院,江苏 苏州 215000

[摘要] 目的:为建立涪城麦冬的指纹图谱,探究麦冬成分分布、认识麦冬成分的分子结构。方法:利用激光拉曼光谱仪采集不同状态和部位的涪城麦冬样品的拉曼光谱图。结果:麦冬中存在多糖类、烯类、蛋白质类、酯类、氨基酸类、酰胺类和皂苷类化合物;特征拉曼光谱为:535、640、823、1060、1130、1466 cm^{-1} 。结论:涪城麦冬样品中成分能通过激光拉曼光谱技术表征,其成分分布具有一定差异性,其特征拉曼峰可为快速鉴定涪城麦冬提供参考。

[关键词] 麦冬;拉曼光谱;成分分析;成分分布

[中图分类号] R284.2 [文献标识码] A [文章编号] 1672-951X(2020)09-0034-03

DOI:10.13862/j.cnki.cn43-1446/r.2020.09.009

Raman Spectrum Analysis of Maidong (*Ophiopogon Japonicus*) in Fucheng

SHI Fang-fang^{1,2}, ZHOU Meng-jiao^{1,2}, CUI Shi-yuan³, KANG Ming², LIANG Xiao-feng^{1,2}

(1. Laboratory of Research Development and Utilization on Traditional Chinese Medicine Resources in Northwest

Sichuan, Sichuan College of Traditional Chinese Medicine, Mianyang Sichuan 621010, China; 2. School of

Materials and Engineering, Southwest University of Science and Technology, Mianyang Sichuan 621010, China;

3. Nano Science and Technology Institute, China University of Science and Technology,

Suzhou Jiangsu 215000, China)

[Abstract] Objective: In order to establish the fingerprint of Maidong (*Ophiopogon Japonicus*) in Fucheng, to explore the composition distribution and structure of Maidong (*Ophiopogon Japonicus*). Methods: Acquired the Raman spectrographs of Maidong (*Ophiopogon Japonicus*) that in different states and parts by laser Raman spectrometer. Results: There were polysaccharides, alkenes, proteins, esters, amino acids, amides and saponins in Maidong (*Ophiopogon Japonicus*), and the characteristic Raman spectra were present in 535, 640, 823, 1060, 1130, 1466 cm^{-1} . Conclusion: The components of Maidong (*Ophiopogon Japonicus*) samples can be characterized by laser Raman spectroscopy, and their distribution had some differences. The characteristic Raman peak can provide a reference for the rapid identification of Maidong (*Ophiopogon Japonicus*) in Fucheng.

[Keywords] Maidong (*Ophiopogon Japonicus*); raman spectroscopy; compositional analysis; composition distribution

麦冬为百合科植物麦冬 (*Ophiopogon japonicus* (L.) Ker-Gawl) 的干燥块根,为临床常用滋阴中药,在历代本草中均有记载,在我国中南部各地广泛分布。麦冬味甘、微苦,性微寒,有养阴生津、润肺清心之功效,有多种药用功效^[1],含有皂苷、黄酮和多糖类化合物等化学成分^[2-4]。根据现代医学研究,麦冬具有抗心肌缺血和抗心律失常、抗血栓形成和改善微循环、免疫调节、抗衰老、降血糖、抗疲劳、抗肿瘤等药理作用^[5-9]。根据《中国药典》记载,位于东经104°56'、北纬31°15'所产麦

冬品质最高^[10]。涪城麦冬,又名川麦冬、绵麦冬,产于四川省三台县,属于道地药材。

中药指纹图谱是评价中药材以及中药制剂半成品质量的真实性、优良性和稳定性的手段之一,建立在中药化学成分系统研究的基础上。对麦冬化学成分的研究,主要集中在采用提取分离的方法,即从一系列复杂体系中分离提取单一的化学成分,再进一步借助工具最终确定化学结构。目前麦冬化学成分的提取多采用水提法、醇提法、微波提取法、超声

*基金项目:四川省军民融合研究院开放基金项目(2017SCH0202)

通讯作者:梁晓峰, E-mail: XFLiang@swust.edu.cn

提取法并应用大孔树脂、离心技术等方法进行分离提纯^[10-11],之后应用高效液相色谱法、质谱分析、紫外分光光度法、红外光谱法等对麦冬成分进行定性定量分析。这些方法对于认识和了解麦冬成分和结构发挥了作用,但是对于麦冬拉曼特征光谱指纹图谱的报道较少。

拉曼光谱技术是一种无损的分析技术,不需要对样品进行前处理,不损伤样品,它能提供分子内部各种振动频率和振动能级的信息,从而可以鉴定分子中存在的官能团,进行定性分析^[12],采用拉曼光谱法对中药材进行分析鉴定受到了越来越多的重视^[13-14]。本文采用激光拉曼光谱仪对不同部位、不同处理方法的麦冬进行了表征,探究不同处理方法对麦冬是否有影响,不同部位主要成分是否有差异,以期获得涪城麦冬样品的特征拉曼光谱数据,为建立激光拉曼光谱分析鉴别麦冬提供试验参考。

1 材料与仪器

1.1 材料 麦冬样品产于绵阳三台县麦冬基地,经四川中医药大学高等专科学校江洪波副教授鉴定为植物麦冬的干燥块根。样品的分析测试在西南科技大学分析测试中心进行,测试条件为室温。

1.2 主要仪器 In Via型激光拉曼光谱仪(英国Renishaw公司,分辨率 $1\sim 2\text{ cm}^{-1}$);DHG-9075A型电热鼓风干燥箱(上海一恒科学仪器有限公司);电子分析天平(赛多利斯科学仪器有限公司)。

2 实验方法

2.1 样品制备 取适量干净麦冬块根于电热鼓风干燥箱中,分别在25、50、55、80、100℃下干燥,直至其质量恒定,然后将其研磨成粉末,备用。随机选取5粒干净麦冬块根,确定沿根茎自然生长方向为轴线方向,须根方向为下方,分别从其垂直于轴线的上下三分之一处切开,切出新鲜平坦的切面(断面为黄白色,半透明),分别标记为前1~5号,中1~5号,尾1~5号,备用。另随机选取5粒干净麦冬块根,分别沿着平行于轴线过轴线中心的纵切面切开,切出新鲜平坦的切面,分别标记为1~5号,备用。

2.2 拉曼光谱测试 拉曼光谱测试条件:激光器波长为785 nm,物镜放大倍数为50 X,激光光斑直径 $2\ \mu\text{m}$,曝光时间10 s,采谱范围为 $300\sim 3000\text{ cm}^{-1}$,累计采谱4次取平均值。将样品放置在拉曼光谱仪的样品台上;对粉末状样品,激光聚焦在粉末表面,随机选取点采集谱图;对块状样品,激光聚焦在切面,随机选取点采集谱图。获得谱图数据后用Origin 2017

绘制拉曼光谱图。

3 结果与分析

3.1 不同状态麦冬样品的拉曼光谱分析

图1和图2分别是55℃下烘干麦冬粉末、块状麦冬的拉曼光谱图。25℃和50℃下烘干与55℃下烘干麦冬样品的拉曼光谱图无异,但烘干耗时较长,80℃和100℃下烘干的麦冬,内部发黑,粘性大,无拉曼特征峰。两图对比研究得出,麦冬粉末和块状麦冬的拉曼光谱图具有相似的峰强和峰位。均在823、1060 cm^{-1} 处出现强的特征峰,368、535、640、1130、1262、1347、1466、2928 cm^{-1} 处出现了较强的拉曼峰,显示了麦冬中化学物质的特征振动峰。其中,在1130、1347、1466 cm^{-1} 附近的拉曼振动峰,是由麦冬中富含的糖类即碳水化合物产生^[15-16];1466 cm^{-1} 峰为D-葡萄糖、氨基葡萄糖、氘代氨基葡萄糖的 $\text{CH}_2\text{C}(6)\text{-D}$ 和 C-OH 基团的拉曼特征峰。

对照烯类、酮类等化合物的特征拉曼谱峰^[17-19],在麦冬拉曼光谱中:530 cm^{-1} 附近的拉曼峰是 C-C=O 面内弯曲振动峰,640 cm^{-1} 附近出现的拉曼峰是苯丙氨酸、酰胺IV带的峰,823 cm^{-1} 处的强拉曼峰是酪氨酸的振动峰,1060 cm^{-1} 附近的拉曼峰是链状酯类化合物 C-O-C 对称伸缩振动峰,1270 cm^{-1} 附近的拉曼峰是蛋白质的酰胺III谱带,2928 cm^{-1} 附近的拉曼峰是 $=\text{CH}_2$ 基团的 C-H 不对称伸缩振动峰、 R-O-CH_3 基团和芳香 CH_3 基团的 C-H 不对称伸缩振动峰;这些特征基团振动峰,表明麦冬中含有多糖类、氨基酸类、酰胺类等成分。麦冬中的甾体皂苷类化合物由皂苷元与糖构成,因此拉曼图中不排除甾体皂苷类物质的存在。

表1 麦冬粉末的拉曼光谱峰解析

出峰位置	振动类型	成分
620~510 cm^{-1}	C-C=O面内弯曲振动	苯丙氨酸、酰胺IV
823 cm^{-1}	R-C=O骨架振动	酯类化合物
1060 cm^{-1}	C-O-C对称伸缩振动	链状酯类化合物
1240~1300 cm^{-1}	酰胺III谱带	蛋白质的酰胺III谱带
1335 cm^{-1}	C-N伸缩振动	磺酰胺、ANHR
1460 cm^{-1}	$\text{CH}_2\text{C}(6)\text{-H}$ 和 C-OH 基团振动	D-葡萄糖、氨基葡萄糖、氘代氨基葡萄糖
2870、2928 cm^{-1}	C-H对称、不对称伸缩振动峰	$\text{CH}_2\text{R-O-CH}_3$ 、芳香 CH_3

3.2 麦冬不同部位的拉曼光谱 通过对所选取5组麦冬样品不同部位的拉曼光谱图对比研究可得,所取5组麦冬样品不同部位的拉曼光谱的谱带数和相对强度均相似,选取其中1组作比较,见图1。

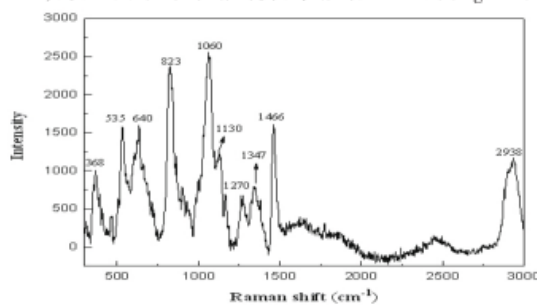


图1 麦冬粉末拉曼光谱图

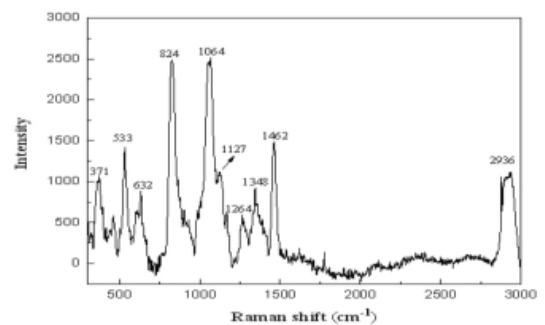


图2 块状麦冬拉曼光谱图

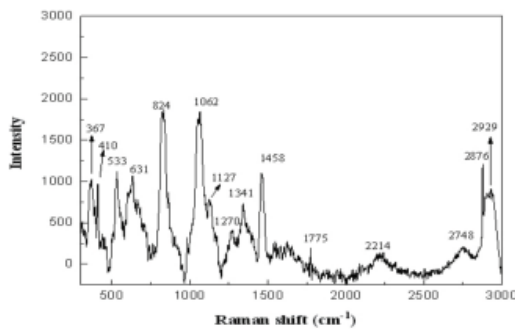


图3 麦冬块根横切前部拉曼光谱图

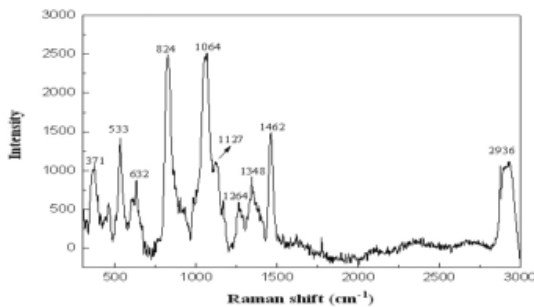


图4 麦冬块根横切中部拉曼光谱图

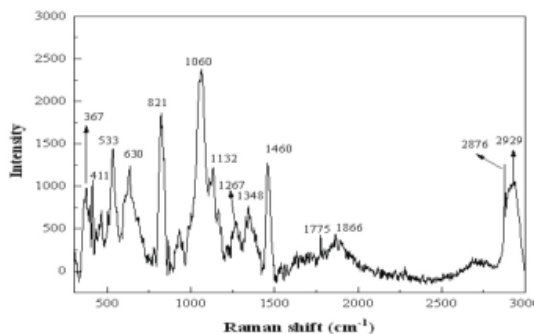


图5 麦冬块根横切尾部拉曼光谱图

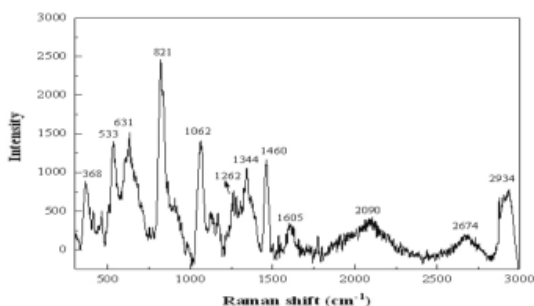


图6 麦冬块根纵切面拉曼光谱图

图3-6为麦冬不同部位的拉曼光谱图,各样品拉曼光谱图均在367、533、631、824、1062、1127、1264、1341、1458、2876、2929 cm^{-1} 附近出现了拉曼散射峰,其中824、1062 cm^{-1} 附近峰强度最大,且麦冬横切中部的各条拉曼谱带均比其他部位的各拉曼谱带强度大,因拉曼光谱谱峰强度与成分含量具有正向相关性,说明麦冬中心部位的化学组成含量略高于两端部位,这是由麦冬块根的形状导致的,其呈纺锤形,中间鼓,两

端略尖。图5麦冬块根横切尾部拉曼图中1866 cm^{-1} 处出现了一个弱峰,与1775 cm^{-1} 附近的谱带,两个谱带的强度相似,表明存在环酸酐类物质,这两个谱带为酸酐中羰基的反对称和对称振动峰,麦冬纵切部位与横切部位的拉曼光谱图整体上升位相似,但是在1500~2500 cm^{-1} 区间有几个弱峰,其中1775 cm^{-1} 也出现在横切图中,而1605 cm^{-1} 附近弱的拉曼谱带来自于C=C的伸缩振动,归属于挥发油中的烯烃类物质,麦冬不同部位的拉曼光谱大体相似,相对峰强存在略微差异,证明麦冬块根内部各部位主要化学组成成分相同,中心部位含量相对较高。

4 结 论

涪城麦冬样品中存在的多糖类、烯类、蛋白质类、酯类、氨基酸类、酰胺类、皂苷类等成分,均能通过激光拉曼光谱技术表征;麦冬块根中各类物质成分分布具有一定差异性,靠近麦冬轴线中心部位的化学组成含量略高于两端部位;麦冬粉末和块根的拉曼光谱散射峰的数量、峰位和峰强高度相似,具有明显特征,特征光谱谱带位于535、640、823、1060、1130、1466 cm^{-1} ,可为快速鉴定涪城麦冬提供参考。

参考文献

- [1] 国家药典委员会.中华人民共和国药典:一部[M].北京:中国医药科技出版社,2015:155-156.
- [2] 张小燕.中药麦冬的活性成分分析[D].南京:南京中医药大学,2007.
- [3] 张义萍,陈建真,敖志辉.麦冬不同种属、产地和部位的活性成分研究进展[J].中国实用医药,2008,3(10):191-193.
- [4] 旷湘楠,朱娜,刘时乔.麦冬化学成分研究[J].中国药业,2018,27(2):19-22.
- [5] 于晓文,杜鸿志,孙立,等.麦冬皂苷药理作用研究进展[J].药学进展,2014,38(4):279-284.
- [6] QIAN J, JIANG F, WANG B, et al.Ophiopogonin D prevents H_2O_2 -induced injury in primary human umbilical vein endothelial cells [J].J Ethnopharmacol,2010,128(2):438-445.
- [7] 姜艳,朱春冬,周丹英,等.人参麦冬含片增强免疫力功能的实验研究[J].健康研究,2019,39(1):67-69.
- [8] KOU J, SUN Y, LIN Y, et al.Anti-inflammatory Activities of Aqueous Extract from Radix Ophiopogon japonicus and Its Two Constituents (Pharmacognosy) [J].Biol Pharm,2005,28(7):1234-1238.
- [9] 张璐欣,周学谦,李德坤,等.麦冬多糖的化学组成、分析方法和药理作用研究进展[J].药物评价研究,2017,40(2):279-284.
- [10] 谈春霞,冯若飞,潘新波.微波辅助提取麦冬多糖工艺研究[J].广州化工,2009,37(5):109-111.
- [11] 车仁国,商秀梅,沈宏伟,等.麦冬总皂苷不同提取方法的比较研究[J].安徽农业科学,2008,36(7):2807-2809.
- [12] 孙素琴,刘军,周群.傅里叶变换红外光谱和傅里叶变换拉曼光谱法无损鉴别药材的真伪[J].分(下转第48页)

魏酸等有机酸在高温条件下发生反应而生成^[10],具有增强免疫系统功能、调节胃肠运动、抗心肌缺血等作用^[10],是米炒党参健脾功效增强的物质基础之一^[10]。醇溶性浸出物是《中国药典》中党参质量评价指标,2015年版《中国药典》规定党参醇溶性浸出物不少于55%。研究发现,党参清蒸后,党参炔苷和党参多糖含量降低,5-HMF和醇溶性浸出物含量增加。分析原因在于炮制过程中,受水蒸气、加热、光照等因素影响,党参炔苷的炔键发生氧化、加成等反应;炮制过程中新增的5-HMF成分是多糖类成分与阿魏酸等有机酸在高温条件下反应产生^[10];党参多糖发生分解,生成低聚糖和单糖,生成的单糖等物质使醇溶性浸出物含量增加,同时也使清蒸党参口感更加香甜。

通过本研究,推断5-HMF是增加清蒸党参益气健脾功效的物质基础之一,这与广东和四川炮制理论“蒸煮取其补益之性”“党参蒸后气味香甜,长于补气健脾”相吻合,《得配本草》言党参“补肺,蜜拌蒸熟”直接言明了蒸制的党参有补益作用,但中药功效并不完全依靠某种成分,而是多种指标性成分共同作用的结果,因此,上述推断还需要进一步开展实验来验证。

参考文献

[1] 国家药典委员会.中华人民共和国药典:一部[M].北京:中国医药科技出版社,2015:281-282.
 [2] 吕立铭,高娟.党参研究近况[J].广东职业技术教育与研究,2016(6):201-203.
 [3] 黄圆圆,张元,康利平,等.党参属植物化学成分及药理活性研究进展[J].中草药,2018,49(1):239-250.
 [4] 王洁,邓长泉,石磊,等.党参的现代研究进展[J].中国医药指南,2011,9(31):279-281.
 [5] 广东省卫生厅.广东省中药炮制规范[S].广东:广东省卫生厅,1984:80-81.
 [6] 四川省食品药品监督管理局.四川省中药饮片炮制规范[S].成都:四川科学技术出版社,2015:85.
 [7] 陈良胜,方应权.党参炮制方法历史沿革及研究进展[J].现

代医药卫生,2013,29(14):2143-2144.

[8] 侯励.党参炮制历史沿革[J].中药材,1993,16(12):25-26.
 [9] 赖昌生.党参蒸制法浅析[J].黑龙江中医药,2009,38(2):48.
 [10] 吕立铭,高娟,申茹,等.党参中党参炔苷提取工艺优选[J].汕头大学医学院学报,2017,30(4):197-199.
 [11] 李瑞燕,高建平.党参水溶性多糖含量测定方法的研究[J].长治医学院学报,2010,24(4):251-254.
 [12] 邱晓,宫晓庆,李学涛,等.党参总多糖提取工艺优化及其对胃癌细胞的抑制作用考察[J].中医药导报,2019,25(3):78-83.
 [13] 李忠虎,蒲海明,陈垣,等.不同干燥方式对党参多糖含量的影响[J].甘肃农业大学学报,2007,42(3):64-67.
 [14] 咸丰,李发胜.苯酚-硫酸法测定党参多糖含量[J].沈阳部队医药,2006,19(3):176-177.
 [15] 吁诚铭,陈燕,胡光明.补益类中药材蒸制过程中5-羟甲基糠醛的影响因素探讨[J].中国药师,2016,19(11):2168-2170.
 [16] 宋艺君,郭涛,周晓程.不同产地黄精经不同方法炮制后多糖、5-羟甲基糠醛的含量变化[J].中国药房,2017,28(16):2256-2258.
 [17] 宋丹,王峥涛,李隆云,等.党参炔苷对胃溃疡模型大鼠胃黏膜损伤保护作用的研究[J].中国中医急症,2008,17(7):963-964.
 [18] 李瑞燕.党参水溶性多糖的提取工艺研究[D].太原:山西医科大学,2007.
 [19] 周玥,雷海民,李飞,等.党参炮制原理探讨[J].世界中医药,2009,4(3):161-163.
 [20] 赵玲,周臣清,朱婉清,等.5-羟甲基糠醛的生物安全性和生物活性研究进展[J].食品工业科技,2016,37(11):372-377.
 [21] 邹利,邱炳勋,刘珂,等.党参米炒前后党参多糖与5-羟甲基糠醛的变化及其对胃肠平滑肌运动的影响[J].中草药,2017,48(1):149-154.

(收稿日期:2019-11-13 编辑:刘颖)

(上接第36页)析化学,2002,30(2):140-143.

[13] LUO Z, ZHONG X, LONG H, et al.Study on Raman spectra of two expansins in pure solid-phase and in water solutions[J].Optik,2018,166:56-60.
 [14] 林小娟,吴振洁,赖源发,等.拉曼光谱技术在药物定性分析中的应用[J].海峡药学,2012,24(10):18-20.
 [15] 谭峰,才巧玲,马志欣,等.基于拉曼光谱分析寒地水稻叶片的有机结构[J].江苏农业科学,2016,44(4):358-361.
 [16] 董晶晶,戚雪勇,戈延茹.激光拉曼光谱快速测定中药姜黄[J].海峡药学,2016,28(12):55-58.
 [17] FR多林希,WC佛特利,FF本特利.有机化合物的特征拉

曼频率[M].朱自莹,译.北京:中国化学会,1980.

[18] NEVIN A, OSTICIOLI I, ANGLOS D, et al.Raman spectra of proteinaceous materials used in paintings: a multivariate analytical approach for classification and identification[J].Anal Chem,2007,79(16):6143-6151.
 [19] NEVIN A, OSTICIOLI I, ANGLOS D, et al.The analysis of naturally and artificially aged protein-based paint media using Raman spectroscopy combined with Principal Component Analysis [J].J Raman Spectrosc,2010,39(8):993-1000.

(收稿日期:2019-07-10 编辑:刘颖)

[5]孙李娜, 窦温暖, 易凤, 陈凯, 王帆. 分析化学教学中融入课程思政元素的探索[J]. 新教育时代, 2020, 51: 190.



基于语文核心素养的高中群文阅读教学策略

——以《荷塘月色》教学为例……………刘小方/142

小学语文文教学高效课堂的构建与实践研究……………冯 静/143

如何在培智语文课堂培养学生的语言表达能力

——以《放风筝》为例……………孟春芳/144

探究中小学信息技术课程学生学业评价方法和策略

……………任路梅/145

巧用现代信息技术,构建直观数学课堂……………王红琴/146

打造“双师课堂”,助推教学方式改革……………李小伙/147

关于培智数学教学模式的几点思考……………胡双慧/148

浅议农村学校开展网络说观议活动的方式……………赵明生/149

农村中学综合实践活动校本课程的开发……………金利君/150

数学活动课中培养学生批判质疑能力的思考……………陈 妍/151

趣味性教学在语文教学中的运用研究……………杨光花/152

诵读中华经典,培育家国情怀……………彭国华/153

信息技术教学方法初探……………李 震/154

运用数学错题提升学生反思能力的实验与研究……………李 亮/155

对中小学书法教育课程定位的思考……………芦胜海/156

初中道德与法治课程生活化教学法的思考……………林文市/157

教学理论

中学生朋辈心理辅导的基本理念与实施策略……………徐钟才/158

“以人为本”理念在小学教学管理工作中的应用初

……………杨丽丽/159

浅谈小学体育教学对学生抗挫力的培养策略……………吕汝青/160

农村小学家校温馨共建合作路径分析

……………高明金 吴彦茹/161

探讨小学校长在学习管理中的引领作用……………李明霞/162

高中生生涯规划教育误区的分析及应对……………张 华/163

英语教师成长策略之我见……………杨 琴/164

加强心理沟通,提升班级管理有效性思考

……………鞠进维 傅亮平 史晓飞/165

创新德育管理,提高德育实效……………张晓峰/166

学语言 悟文化 建思维

——在英语阅读教学中实施情感体验的研究……………曾凤鸣/167

加强阅读指导,提高阅读能力……………苑 芳/168

班主任,留守儿童的“心理按摩师”

——关于留守儿童心理健康教育的思考……………李 翔/169

培智班主任如何有效对学生开展思政教育工作

……………刘 鹏/170

教师在道德与法治教学课中情境教学的实践与思考

……………李希杰/171

春风化雨,润物无声——浅谈我的高中班主任工作

……………谭捷斌/172

新时期班级德育工作的主要抓手……………邓燕萍/173

宽严相济,以德树人

——浅谈班级管理心得体会……………鲁何志 周超霞 张佳斐/174

初中班主任进行心理教育工作的方法及策略……………高 辉/175

沟通艺术在小学班主任管理工作中的应用探究

……………李 勤/176

小学班主任班级管理中的沟通艺术……………徐藤齐/177

我校体育选项班教学初探……………袁 检/178

培养“学生足球裁判员”在校园足球活动开展中的应用

与影响……………张 磊/179

职业教育

高职英语线上教学与情感教学策略研究……………徐 茜/180

立德树人视域下职业院校学生思想政治素质教育研究

……………李灵均/181

浅析情境式教学模式在高职教学中的构建……………刘 颖/183

关于思政课与专业课融通思考……………查富芹/184

项目教学法在动漫教学改革中的应用……………冯 薇/186

中职计算机教学中微课的应用……………杨 健/187

信息化下中等职业学校会计教学改革的探索……………刘洪星/188

高职院校创新创业人才培养新模式探究……………高蔓丽/189

分析化学教学中融入课程思政元素的探索

……………孙李娜 窦温暖 易 凤等/190

浅谈如何改革职业院校的基础计算机教育……………郑丽丽/191

高职机械专业泛在化移动教学实施策略……………周志博/192

“留有余地”为重塑学困生信心护航

——罗森塔尔效应在学生培养上的应用……………赵奕民/193

技工院校劳动教育育人途径探索……………唐维娜/194

中职会计如何提升教育质量……………郜阿楠/195

基于智慧教育的高校学前教育专业人才培养……………曹 彤/196

信息化背景下中职职业生涯课程教学改革探索

……………李 朋/197

分析化学教学中融入课程思政元素的探索*

孙李娜 窦温暖 易凤 陈凯 王帆

(四川中医药高等专科学校 四川绵阳 621000)

摘要: 分析化学作为一门专业基础课, 在学生的学习和工作中起着十分重要的作用。本文结合分析化学的课程特点以及笔者课程思政的教学实例, 挖掘课程中的思政元素, 探索如何进一步促进思想政治教育与专业课的有机融合, 培养德才兼备的专业人才。

关键词: 分析化学 课程思政 德才兼备

中图分类号: G641 **文献标识码:** A **DOI:** 10.12218/j.issn.2095-4743.2020.51.190

教育的根本任务是“立德树人”, 2016年, 习近平总书记提出: 把思想政治工作贯穿教育教学全过程, 实现全程育人、全方位育人, 努力开创我国高等教育事业发展新局面。2018年高校师生思想政治状况滚动调查结果显示, 对大学生思想言行和成长影响最大的第一因素是专业课教师。加强课程思政、专业思政十分重要, 要推动其他各门课与思政课同向同行, 形成协同效应, 做到课程门门有思政, 教师人人讲育人。如何在专业课中融入思政元素, 是值得教育工作者思考的问题。

分析化学是药学、检验等相关专业的一门专业基础课, 是后续的药物分析等专业核心课程的理论基础, 在分析化学中加强学生的德育, 有助于提高学生的专业学习热情, 培养德才兼备的药学、检验等专业的人才。本文以分析化学课中的“溶液的稀释”部分教学为例, 介绍本课程中融入的思政元素, 以期逐步提高课程思政的教学效果。

一、结合时事政治, 树立爱国情怀

2020年的开启方式, 出乎每一个人的意料。一场突如其来的疫情扰乱了人们的生活。因此, 在课题引入中, 加入了几张疫情防控相关的照片, 引导学生思考在疫情防控的关键时期, 结合自己的专业, 思考自己的本职, 培养爱国热情, 树立爱国情怀。使学生认识到在抗疫过程中, 每个人都不是旁观者, 即使居家隔离也是为疫情防控做贡献, 也是爱国精神的一种体现。

李兰娟院士透露新型冠状病毒怕75%医用酒精, 所以课程内容就围绕酒精来进行。课前请同学结合课程的内容进行自主学习, 并且就当课的重点内容进行讨论和问卷调查, 课堂上对讨论的问题和问卷调查师生共同总结, 查漏补缺, 使课程内容有的放矢。

讨论的第一个问题是方某因为听信谣言以为喝酒可以预防新型冠状病毒, 饮用消毒酒精引起中毒的事件, 引导学生遇到问题时保持清醒的头脑, 利用自己的专业知识探寻真相, 呵护理性精神, 明辨是非, 不信谣, 不传谣, 不让谣言扩散。

讨论的第二个问题是关于消毒酒精的浓度及消毒原理。常用的消毒酒精浓度为75%, 太大或太小都不能有效杀死细菌。引导学生意识到这就像对待学习的那根弦一样, 太松了, 没有学习动力, 太紧了, 弦会断, 所以应保持一个度。

讨论的第三个问题是使用消毒酒精要注意的问题。酒精是易燃物, 引导学生使用时要注意保护人身和环境安全。习总书记说过, 要把生命安全和身体健康放在第一位。人与自然是生命共同体, 而生态环境没有替代品, 用之不觉, 失之难存。每个人都是生态环境的保护者、建设者、受益者, 没有哪个人能只说不做, 置身事外。

新冠病毒肆虐时, “75%酒精”一瓶难求。但是当时市面上可以买到95%酒精, 如何得到75%的酒精? 可让学生利用自己的专业知识解决生活中的难题, 由此培养学生善于思考、独立自主的能力。

二、从小事做起, 培养严谨认真的工匠精神

酒精稀释的第一步就是计算, 在计算的过程中, 培养学生重视计算的准确性和科学性, 否则看似简单的事情, 最后都将功亏一篑。在具体的计算中, 要求同学细心谨慎, 深入理解相关的知识点, 做到融会贯通, 有精益求精的科学探索精神, 这是工匠精神的核心。

对计算结果, 要求学生有一丝不苟、严谨认真的敬业精神, 同时懂得融会贯通, 而不是“东施效颦”完全照搬公式。

三、结合环境污染事件, 树立绿色环保理念

2005年, 时任浙江省委书记的习近平同志首次提出了“绿水青山就是金山银山”的科学论断。作为化学工作者, 如何利用所学知识降低污染, 治理污染, 培养绿色化学的理念是非常重要的任务。

酒精稀释的第二步是量取, 第三步是定容, 在这两步都可能会用到铬酸洗液, 而六价铬具有很强的毒性, 可以由此引出金属污染的案例, 例如贵州万山的汞污染, 2004年浙江长兴儿童血铅中毒事件, 2009年湖南浏阳镉污染事件, 2011年云南曲靖的铬渣污染事件, 指出这些事件都是因为环境污染和破坏环境事件引起的。接着指导学生用自己学的知识去分析、讨论和解决问题。例如(1)不同化合价的铬与人体的作用机理以及六价铬对人体的具体危害性及危害途径是什么?(2)生活中含铬的食物即铬的来源有哪些?(3)实验室如何处理铬废液?(4)通过铬污染案例得到哪些启示以及今后该怎样做?

结合酒精稀释的实操操作, 开展环保知识教育。教育学生在实训过程中正确处理产生的废弃物, 正确放置、处理废液和残渣。习总书记指出, 要像对待生命一样对待生态环境, 尊重自然、保护自然, 共同保护不可替代的地球家园, 共同医治生态环境的累累伤痕。

四、培养科学素养和创新意识以及团结协作精神

最后一步看似简单, 实际上是整个过程中非常重要的一步, 如果没有混匀, 整个过程就前功尽弃, 所有操作都要认真负责, 小组成员互相配合, 充分发挥协作共进的团队精神, 共同努力完成消毒酒精的配制。

通过在实验室配溶液的方法, 引出在生活中、在自己的家里该怎样配制消毒酒精, 因为家里没有比较专业的仪器, 需要善于利用手边的每一样东西来解决生活中的难题。根据实际情况来创造合适的实验条件, 培养主动探索, 打破常规, 勇于创新的精神, 提升自己的学习能力和自我觉察能力。只有在继承基础上的创新, 才能跟上时代前进的步伐, 以满足社会发展和人民日益增长的对美好生活的需要。

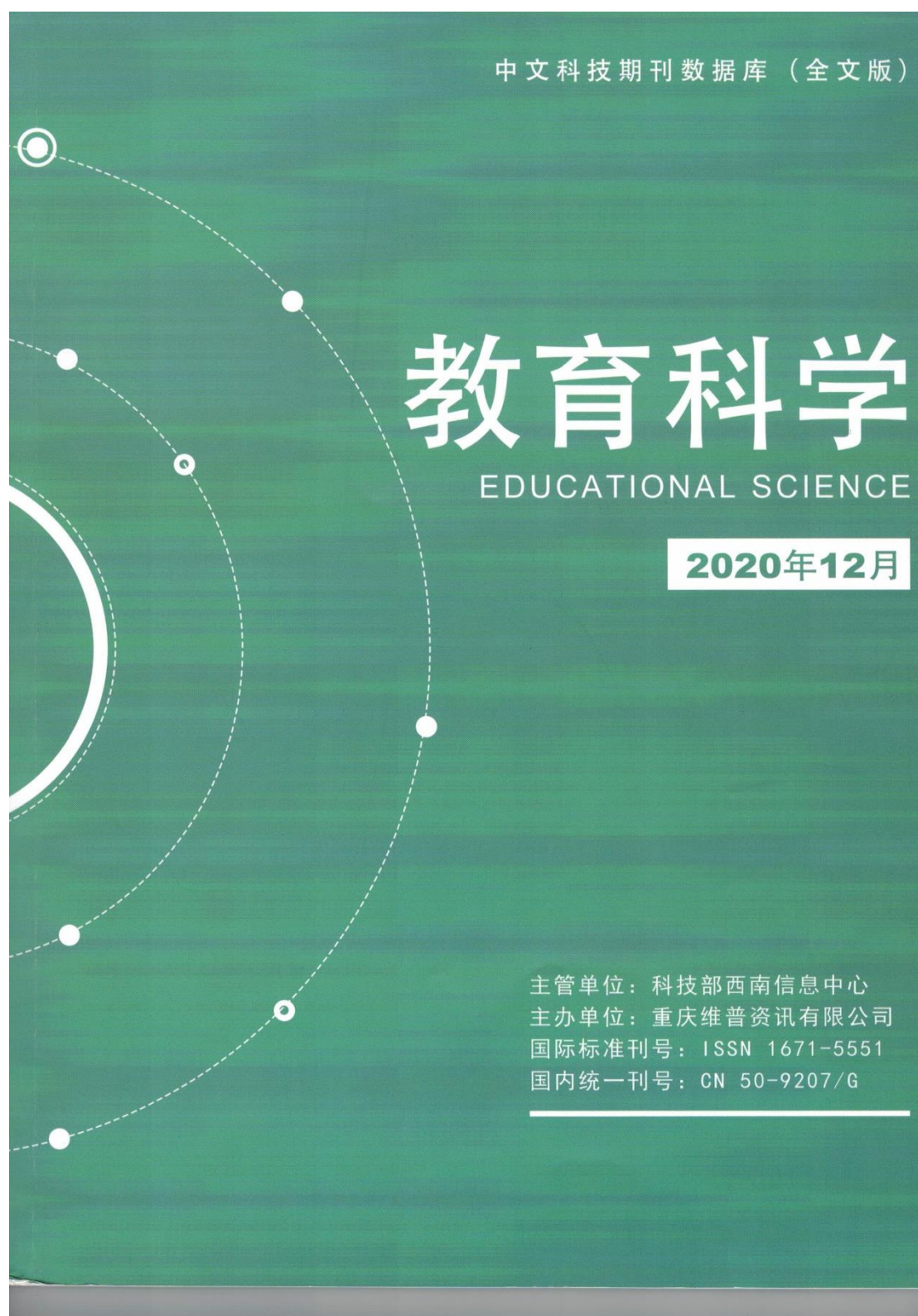
还要懂得举一反三, 融会贯通, 要求同学们结合学过的知识自主学习如何用浓盐酸配制稀盐酸, 需要怎样做, 并且比较盐酸和酒精的稀释有哪些不同? 努力从多方面培养学生的质疑能力和想象思维、充分发掘学生的思维潜能, 培养创新意识, 以适应新形势对专业人才的需求, 更好地服务社会、服务人民^[9]。

结语

课程思政打破了传统的思想政治教育全部依靠思政教师进行的局面, 使每位教师都在各自的专业课程领域对学生进行德育。分析化学作为一门专业基础课, 在教学中需要继续探索思政元素, 与思想政治理论课同向同行, 增强育人意识, 培养具有辩证思维和科学探索精神、德智体美劳全面发展的专业人才。

*基金项目: 四川中医药高等专科学校教育教学改革项目“借助云课堂实现教学方式转变, 提高学生自主学习能力的研究”(18JGYB09)。

[6]孙李娜, 易凤. 基于云课堂的混合式教学在《分析化学》课堂中的应用[J]. 教育科学, 2020: 350-351.



干部教育网络培训现状及对策探析——以永州市为例 陈雪姣 323	人文应用型课程能力提升综合解决方案的研究——以《现代 礼仪与修养》课程为例..... 何 婷 324
提高小学班主任德育工作的措施分析..... 俞晓明 325	浅谈民族音乐进课堂的探究..... 郑步坚 326
基于 OBE 理论的以“评”为“导”的建筑设计教学改革研究 檀文迪 327	行动导向教学法在中小学田径教学中的应用... 张月空 328
小学班主任如何做好后进生的转化工作..... 韦鹏瑶 329	浅析新媒体语境下儿童文学的前景及推广..... 玮 玮 330
教育心理学在学生教育教学中的应用价值及策略 田进花 331	基于创新创业教育理念的我国高校经管类人才培养模式探 索..... 郭小瑜 332
成人高校学前教育专业教学面临的问题及解决策略 齐晓恬 335	互联网视阈下高校党建与思政教育协同育人机制探讨 焦建桥 李玉丹 336
OBE 理念的特点及其在空乘人才培养中的优势 唐 芳 338	高中生阅读量：每周一万字——以广东省惠州市博罗中学语 文“阅读说话课”为例..... 袁 伟 刘 阳 339
职场环境下高职院校学生软技能培养的重要性分析 林立尧 相 锋 341	优美语言的运用要贯通思维——以三年级下册第一单元的 教学为例..... 林 森 342
试论大学生的感恩教育..... 陈 兵 344	高考理综全国 III 卷生物实验题分析及教学实施建议 肖玲萍 何科惠 345
聚焦小说机制深化小说教学..... 李显鸿 347	线上角色扮演在体验式教学模式中的应用——以《商务谈判》 课程为例..... 李焕彰 348
基于云课堂的混合式教学在《分析化学》课程中的应用 孙李娜 易 风 350	

关于核心素养下数学教学中创新意识的策略探究 李 勇 351	探讨如何提高高三政治复习效率..... 章 勇 352
试说 2020 年全国卷高考作文如何落实高考评价体 系..... 朱 丹 353	“牵手德育”理念下中职女性班主任优势特质的运 用..... 许 丹 354
云南民办本科高校不同年级学生职业生涯规划认 知..... 熊 龙 355	初中数学教学中融入数学游戏的实施策略..... 李 勇 356
任务驱动法在技校 PLC 教学中的运用探讨..... 广 勇 357	“研训导一体化”教师发展模式初探..... 章 勇 358
试探中职数学基础模块教育中实施协作教学... 陈 勇 359	多媒体技术在中职药物学基础课程教学中的应用 彭 迪 360
浅析如何提高学生的语文综合素养..... 李 勇 361	大数据及人工智能背景下的教学模式改革探索与研 究..... 薛 蕊 曾实现 362
素养为本，重构学生主体课堂——以碳酸钠和碳酸 氢钠教学为例..... 王 勇 363	抱单腿技术在自由式摔跤训练中的实践探索... 李 勇 364
探讨项目导向教学法在中药炮制技术实践教学中的 应用..... 韦小敏 365	以证代考评价模式下高职英语教学改革与实践 李 勇 366
高校后勤管理与校风建设关系研究..... 王 勇 367	如何辅导数学后进生的整数四则运算..... 李 勇 368
这样的数学活动有意思——以“会变的火柴”主题 李 勇 369	新形势下研究生心理健康教育探析及对策——以 案例..... 李 勇 370
浅析古筝曲《云裳诉》呼吸与情感问题..... 李 勇 371	西方文学经典作品与大学英语阅读线上线下混合 式融合实践..... 陆尚瑜 372

基于云课堂的混合式教学在《分析化学》课程中的应用

孙李娜 易凤

四川中医药高等专科学校, 四川 绵阳 621000

摘要: 分析基于云课堂的线上线下混合式教学的优势, 并提出了一些策略措施, 对混合式教学 and 传统教学效果进行对比, 希望可以借助这一新兴的教学方式提高《分析化学》教学质量, 深化教学改革。

关键词: 云课堂; 混合式教学; 分析化学

中图分类号: G434 **文献标识码:** A

1 研究背景

现如今, 我国教育的发展正在朝着一个新阶段、新理念、新思想的方向迈进, 课程体系、课程结构发生了很大的变化, 必须根据实际情况进行优化处理。推陈出新, 老师应在教学思想, 方法等方面积极创新, 以培养学生的兴趣和自主学习学习能力, 提升绝大部分学生学习的深度。激发学生的兴趣和学习热情, 可以把学习者的学习由浅到深地引向深度学习, 在兴趣的基础上提高成绩, 有效的教学一定是对学习者给予及时、准确的外部支持的活动, 因此, 怎样借助现代信息手段来提高学生的学习兴趣有很大的研究价值。

利用云课堂进行线上线下混合教学, 改变了以往的教学模式, 是教育教学信息化变革的重要方法, 使用者只需要通过网络进行简单的操作, 便可以快速高效地进行数据分享, 特别是疫情期间, 大多数都是线上授课, 这样的方式极大地提高了教学效率。

传统教学是老师讲授为主, 学生被动接受, 然后通过机械地操练巩固, 学生的主观能动性不能很好的得到开发和发挥, 传统教学重知识传授而忽视能力培养。传统教学重讲轻练, 学习不是通过老师大量的讲授, 而是让学生大量练习。云课堂利用现代教学媒体和抽象形式表现出来的作用于教与学实践教师由教学中的主角转向“平等中的首席”, 由传统的知识传授转向现代的学生发展的促进者。云课堂作为一种比较先进的教学手段, 强调教学过程中最重要的是教与学的互动, 在这个过程中教师和学生可以实时分享彼此的思考和经验, 充实教学内容, 实现资源利用的最大化, 具有传统教学所无法比拟的多方面优势。

2 研究方法

笔者以普通大专药学专业的《分析化学》课程为例, 对两组学生的《分析化学》成绩进行分析两组学生均为同一教师教授的药学专业同学, 课程的教学大纲、课时完全相同。对照组采用传统的教学方法, 观察组采用线上线下混合式教学。通过对比探讨借助云课堂实现教学方式转变, 构建分析化学混合式教学模式, 以期为提高学生自主学习学习能力找到新的方法。

笔者团队以国家职业教育教学资源库分析化学为基础, 在云课堂上建设了适用于本校药学专业的分析化学 SPOC 课程。在日常教学活动中, 依托云课堂在线平台, 遵照“以学生为中心”的核心思想。

2.1 课前自主学习和测试

在这一阶段, 首先在课程开课前一学期所需要的资源一并导入到云课堂课程中, 供同学提前熟悉整门课程的脉络以及要学习的内容。每次上课之前, 根据教学内容, 提前几天将当次课的教学内容如思维导图、课件、案例、视频、动画等教学资源发布至云课堂的课堂教学中, 下节课前详细任务, 提出相关要求, 包括技能目标和知识目标, 引导学生进行自主学习。学生通过登录客户端, 按要求进行课前自主学习, 对一些比较抽象、难理解的概念, 学生可结合动画和微课加以理解, 或就相关问题在网上自行查阅学习, 仍未解决的疑难问题可在“自主学习在线讨论与答疑”中提出, 参与课前讨论。根据学生的讨论, 教师适时参与到讨论中, 了解学情, 引导学生解决问题。

每次课前任务都发布“课前问卷调查”, 逐条列出本次

课要求掌握的重点和难点, 通过问卷调查再次突出教学重点, 加强教师对教学的引导。

2.2 课堂知识内化

首先将自主学习效果纳入到过程性评价里, 课堂上首先就本次课的重点和难点进行在线测验, 教师从在线测验成绩统计结合“课前问卷调查”, 及时了解学生整体的自主学习效果和每个知识点的掌握情况, 及时评讲错误率高的题, 突出课堂重点和难点, 或为课堂讲授做铺垫和引入。对于实训课的教学课程采取互动式教学模式, 评讲完在线测验后, 教师提出问题, 请学生到讲台上根据自己的理解进行讲解, 全体学生就所讲内容进行纠错、补充, 最后由教师总结式讲授, 课堂教学教师以引导-激励-总结为主, 突出互动、分享、讨论与交流。

对于实训课的教学, 也改变了以往先老师演示, 后学生练习的固有模式。学生首先通过云课堂进行自主学习, 课堂上先抽学生进行演示, 并将演示过程利用云课堂的实施投影模式将操作投影到大屏幕上, 全体学生进行讨论, 指出错误的操作细节和对分析结果的影响。通过演示和讨论, 同学对实训过程都比较熟悉, 最后再进行实际操作。

在新知讲授结束后, 学生再次完成与课前问卷相同题目的课后问卷调查, 通过两份问卷调查结果的对比, 及时了解课堂教学效果, 特别是教学中的不足之处。对于仍然掌握的不好内容通过游戏、分组讨论等方式进行强化, 加深对课堂教学的理解和记忆。

课堂教学最后, 教师总结重点, 将知识内容系统化, 然后进行在线练习。

2.3 课后反思和学习

教师和学生同时根据课堂问卷调查结果进行查漏补缺, 学生完成课后在线练习和作业, 对自己尚未完全掌握的内容进行重复学习, 不断巩固; 教师通过查阅、批改学生作业, 全面了解学生对教学内容的掌握情况, 及时进行反馈, 同时对不同学生实施差异化指导。教师也根据教学实施和作业完成情况完善课程设计相关内容, 设置下一次课的问卷和测试内容, 同样对于实训的练习, 学生可以对课堂所讨论内容结合云课堂上的视频资料通过虚拟仿真实验进行模拟实训操作, 让学生有效掌握操作过程, 发现自身在知识以及操作各方面存在的不足。

2.4 课程考核

打破一两次考试定成绩的传统做法, 充分利用云课堂的数据统计功能, 提出有效、具体的评价标准和手段, 注重过程考核和实训技能考核, 过程性评价和终结性评价相结合。过程性考核包括: 考勤、在线课件学习、在线检测、课堂参与、在线作业、实训操作等, 占总成绩的 50%; 期末终结性考核包括期末理论考核和实训操作考试, 成绩占总成绩的 50%。

3 教学效果

基于“云课堂”的分析化学混合式教学模式更加注重学生的自主学习, 提升学生的思考能力, 激发学生的学习积极性, 加强了学生的自我责任感, 提高了学生课堂教学的参与度, 取得了较好的教学效果。

通过混合式教学模式, 学生对基础知识的理解更上一层

(下转第 352 页)

行数学知识的学习和梳理,大大提高学生的逻辑推理能力。

4 利用多媒体教学手段进行辅助教学,培养学生的 学习兴趣,提高创新思想

现代时代是数字化信息时代,利用多媒体教学手段进行辅助教学,已经正式向课堂教学迈进,向数学课堂教学注入新时的血积液^[1],我们可以从资源库下载 flash 和 PowerPoint 来进行教学,用幽默可爱的卡通形象,用生动、活泼的动画界面和标准的美语发音,刺激学生的兴趣和求知欲,增强学生的记忆效果,使学生在积极参与、口脑并用中学习兴趣增强,学生主体性得到更大的发挥。学生数学解题思维能力的培养在现代数学课堂上得以体现,文化背景知识得到更深层次的渗透,从而实现教学目标,达到教学目的。例如:本人在进行教学旋转相似型三角形位似如图2的时候,我会用多媒体展示不同图形的旋转过程,通过动画效果将图形变化前后形象的表现出来,从而帮助学生更好的理解。实践证明,信息技术的运用大大方便了学习的过程,学生在信息技术的引领下直观想象能力得到显著提高。

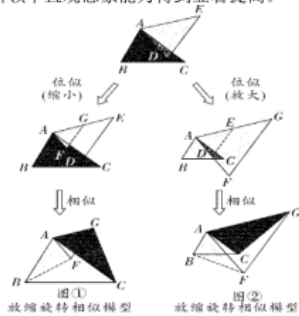


图2 相似型三角形位似

(上接第 350 页)

楼,通过各种信息资源和手段的应用,学生自身孜孜不倦的努力,观察组的学生在教学难点的理解上远远优于对照组,达到了较好的教学效果。

应用新教学模式的观察组与用传统教学方式授课的对照组相比,学生平均成绩上升了 7.6%,及格率由 85.01% 提高到 93.52%。通过线上自主学习,使学生养成了自主学习的习惯,培养了学生终生学习的能力,在新的教学模式下,即使化学基础较差的学生,也取得了较好的成绩。

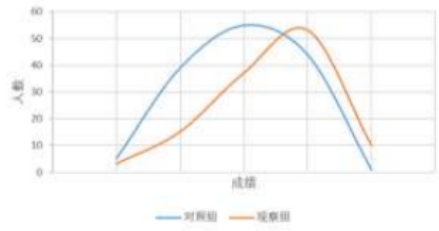


图1 观察组和对照组学生成绩分布对比图

对于实训教学,课堂上学生演示效果远远大于教师课堂演示,既能督促和检查学生自主学习效果,更能激发所有学生的学习积极性和竞争意识,通过分组实训,提倡互助提高教学效果,同时培养学生团队精神、竞争意识和终身学习的能力。

总之,培养学生创新意识的途径是多方面,其中自主是创新意识的灵魂,让学生自主探究中去学习,才能更有效地培养创新意识。从而充分调动学生学习的主动性,激发创造的欲望,开发生命的潜能,为学生的发展还需要我们不断地探索和实践,进一步提高数学课堂的创新意识培养效果,使整体氛围能够得到良好的创设。在这个过程中,教师需要深入考虑应用策略的科学性和可靠性,尽可能避免传统教学方法的弊端,实行全新的教学方式。在数学课堂的教学过程中,教师需要深入考虑培养的策略,使学生能够在课堂过程中,达到自主学习、自主探究、自主创新的效果。教师应当在这个过程中给予引导,使学生能够达到创新目标,为以后的进一步学习打下坚实的基础。

参考文献

- [1] 严弘. 初中数学教学核心素养教育策略探究[J]. 学周刊, 2020(16).
- [2] 许燕频. 数学教学中实施创新教育的认识与实践[D]. 福州: 学位论文福建师范大学, 2001.

4 结束语

通过研究实践证明,基于云课堂的混合式教学,充分利用了现代化教学条件,既发挥了云课堂的优势,又没有完全背离传统教学,而是有效地弥补了传统教学的不足,使课堂从教师的“一言堂”到以学生为主体,增加了师生互动,活跃了课堂气氛,有效培养了学生的自主学习能力,同时也提高了学生的团结协作能力,能更好地实现学习目标。因此,该模式值得我们继续探索和优化,继续向更多的专业更多的课程推广。

参考文献

- [1] 王鹤. 基于云课堂的混合式教学模式设计——以华师云课堂为例[J]. 中国电化教育, 2017(4): 85-89.
 - [2] 张维. 云课堂教育大数据交互式可视化研究[J]. 中国教育信息化, 2016(12): 1-4.
 - [3] 刘海燕. 基于云课堂的混合式教学法在实践课程教学中的应用[J]. 现代农业科技, 2019(14): 250-256.
 - [4] 郭红彦. 基于云课堂的《基础无机化学》混合式教学模式设计[J]. 开封教育学院学报, 2019, 39(5): 129-130.
 - [5] 叶群丽. 基于云课堂—智慧职教平台的医用化学混合式教学探索与实践[J]. 卫生职业教育, 2020, 38(11): 69-70.
- 基金项目: 四川中医药高等专科学校教育教学改革项目“借助云课堂实现教学方式转变, 提高学生自主学习能力研究”(18JGYB09)。

[7]孙李娜, 程瑛. 碘缺乏与科学补铁[J]. 博鳌观察, 2020, 01:
211-212.



BOAO 2020年01月下
观点的价值与力量
REVIEW

国内刊号: CN52-1154F

国际刊号: ISSN2095-4212

经济评论杂志



新跨越,
中国人均GDP突破一万美元

ISSN 2095-4212



9 772095 421169

强化劳动合同考核管理 维护员工合法权益 / 岑丽建	79	铁路通信系统中的光纤通信技术探讨 / 吴博超	
谈国有企业基层党组织在安全生产中如何发挥作用 / 刘天一	80	采矿工程施工技术应用探究 / 李春风	
新时期企业办公室管理实践思考 / 鲁秀生 万昌韦	82	道路桥梁工程施工管理中存在的问题及优化措施 / 李延伟	
探究事业单位财务档案管理信息化特点和发展趋势 / 施惠军	83	智能建筑	
浅谈加强建筑施工现场安全管理的要点 / 卢旭丽	85	建筑消防工程验收与维护中存在的问题及优化策略 / 侯	
分析民航空中乘务人才对策 / 曹映	86	关于建筑装饰装修工程的施工质量控制与管理 / 王家圣	
大中型企业应对突发公共卫生事件的策略思考 / 陈艳平	88	DC 公司物资仓库设施规划与布置研究 / 徐源璘	
浅析国有企业管理中的“红头文件”现象与治理 / 张琳	89	模糊综合评价法在既有建筑节能改造评估中的应用 /	
关于政府型实验室公正性、权威性控制重要性的分析和建议 /		金佳平	
吴元	91	住宅建筑设计存在的问题及优化措施分析 / 光弘	
谈市政项目设计过程的质量控制与管理 / 戴梦娇	92	关于建筑工程装饰装修工程的施工质量管理方面的思考	
精益管理在大型装备型企业中的应用 / 方明	94	金娜	
浅谈新形势下国企基层政工人员的素质培养思路 / 郭建华	95	新型节能技术及材料在民用建筑暖通设计中的应用分析	
加强林业资源管理实现林区可持续发展 / 赵小康 刘维庆	97	邵超峰	
关于医院档案管理工作创新的探讨 / 陈倩	98	高层建筑暖通设计中存在的问题及改进措施 / 郑云秋	
专业机构承担科技计划项目过程管理模式研究 /		环保与节约	
孙然 姜文超 徐毓青 刘轩 刘耀东 张赞	100	分析水质在线监测系统在城市污水处理中的应用 / 隋巧	
新经济形势下工商管理现状及优化 / 刘英武 张晨	101	燃煤电厂超低排放烟气污染物现场检测探究 / 赵珺	
产业经济		水质化验分析中的质量控制方式探讨 / 孙晶	
建筑业企业利润的实证分析研究 / 王倩	103	环保大数据在环境污染防治管理创新中的应用 / 杨思佳	
铁路旅客运输市场分析及营销策略研究 / 姚廷东	104	分析环境影响评价与保护环境优化经济增长 / 马晓峰	
关于制造企业成本控制下的存货管理 / 陈广	106	城市总体规划环境影响评价方法 / 刘振祥 李增加 谭娟	
基于 ERP 系统的企业物资采购成本控制 / 殷丽华	107	论城市土壤侵蚀与城市水土保持问题 / 程景云	
彻底市场化在煤矿企业的应用与实践 / 宋鹏 安文生	109	现代农业	
加油站营销策略研究 / 李立然	110	新时代农村普惠金融发展成效分析与问题探究 / 李昕翌	
我国汽车及零部件产业发展探索 /		渗水地膜谷子穴播栽培技术 / 武花萍	
刘轩 赵阳 孙然 姜文超 徐毓青 张赞	112	林业育苗技术存在的问题及容器育苗技术发展分析 /	
新一代信息技术产业分析报告 / 张赞	113	李旭东 马彦军	
城市生态环境建设中的林业发展问题 / 刘凯利	115	教育产业	
国际烟草市场的绿色壁垒与行业策略应对探析 /		“融媒体”时代网络文化信息化建设是素质教育的推进器	
胡智辉 苏雷	117	韩生智 陈增洁	
非物质文化遗产产经济价值开发中存在的问题和对策研究 /		关于发展教育机器人产业的几点建议 / 杨静秋	
陈晓雨	118	浅谈国内中职教育改革 / 孙月芹	
地区生产总值与三产业贡献比率的统计分析 / 苏晨旭	120	浅谈美术教学方式的创新 / 朱广明	
财会与管理		新时代背景下平面设计课程教学改革之探议 / 李琦	
财务会计工作精细化管理的相关分析 / 黄娜	123	计算机基础课程教学改革方向探究 / 尹宏飞 徐秀华	
创新统计分析报告写作理念 / 李玮珊	124	新时代教育教育改革探讨 / 赵洁 邓春雷	
现行成本核算体系与 MFCA 的整合及应用 / 罗黎君	126	小学体育教学中有效利用比赛法的策略探讨 / 廖园	
面向 ERP 的现代财务管理模式与技术 / 李阳	127	高校思想政治教育参与式管理模式探析 / 刘玉美	
大数据背景下企业会计信息化风险研究与防范对策 /		高校青年教师思想政治工作的优化措施 / 张芳	
许婷	129	新时代研究生创新意识培养的研究 / 高阳	
会计信息化对财务管理的影响及策略 / 吴宇婷	130	中等职业学校电子技术教学改革初探 / 孙俞	
基层财源建设工作中的问题和建议 / 李艳华	132	高校微信公众平台在思想政治教育中的应用 / 王南茜	
信息化背景下加强事业单位财务档案管理构想 /		中国英语能力等级量表视域下的大学英语思辨写作 /	
丰金云	133	王进 谭艳阳	
煤炭企业成本构成及特点 / 刘焕思	135	浅析智慧教育的评价机制 / 杨雯	
浅谈房地产开发企业的税务风险防范与管理 / 侯江跃	136	学术探讨	
科技研究		“尧让天下于许由”的古代解读 / 程大敏	
基于 3DsMax 三维建模与拍照卡路里 App 融合的研究 /		从《经学理窟》出发浅谈张载的学术思想 / 李稼僚	
陈菲 莫雅童 宋学金 贺佳 向建明	138	新闻采访与写作在媒体融合中的地位分析 / 郑其其	
高速公路机电工程通信系统的发展及其新技术应用 /		旅游日语在茶文化旅游中的运用分析 / 岳佳华	
幸福智	139	新时期女性在群众文化建设中的重要性 / 季振海	
计算机远程监督控制与数据采集系统研究 /		碘缺乏与科学补碘 / 孙李娜 程瑛	
张裕丰 朱志伟	141	云计算环境中的计算机网络安全探析 / 张学青	
化工行业中机械自动化技术的运用现状和发展前景 /		西方音乐的创作手法在中国音乐作品中的体现 / 张晴	
闫巍	143	浅析门襟在服装设计中的作用 / 李思琦	
关于当前盾构施工技术发展中存在的问题探究 /		网络新闻编辑对新闻发掘途径研究 / 孔炜	
李彬彬 杜宁波	145	新时期以来重大题材纪录片的创作研究 / 王生军	

碘缺乏与科学补碘

内容摘要 碘是人体必需的一种微量元素,文章力图以化学或生物化学的观点说明碘缺乏的成因及其对人体健康的损害,介绍了消除碘缺乏病的根本措施——全民食盐加碘,比较了 KI 和 KIO₃ 作为碘盐中碘剂的优缺点,提倡科学补碘。

关键词 碘缺乏 人体健康 防治 碘盐 科学补碘

□ 文 / 孙李娜 程瑛

1 引言

今年 5 月 15 日是我国第 22 个“碘缺乏病宣传日”,我国为微量元素缺乏症设定宣传日,碘缺乏病是唯一的一个。

碘是维持人体健康所必需的微量元素,碘缺乏病(Iodine Deficiency Disorders, IDD)是世界上分布最广泛、侵害人群最多的一种生物地球化学性疾病,碘缺乏对健康的巨大威胁,尤其是对智力不可逆转的损害使之成为“全人类共同的敌人”^[1]。

虽然,自 1995 年实施全民食盐加碘的防治策略以来,我国防治 IDD 工作取得了举世瞩目的成就,但直到今天,IDD 的知识还远远没有普及,预防 IDD 还没有成为寻常百姓的自觉行动。因此,继续提高全民对 IDD 及其预防知识的认知度仍是十分紧迫的任务。

2 碘的理化性质和环境地球化学

碘是卤族元素之一,是一种活泼的非金属元素,能以-1, 0, +1, +3, +5, +7 等多种氧化态存在,可以单质、碘化物及碘酸或碘酸盐等形式存在。碘的不同氧化态之间比较容易相互转化,例如单质碘容易被还原成碘化物,而碘化物也容易被氧化成单质碘或碘酸盐,空气就能氧化水中的碘化物,碘酸盐在酸性条件下也可被还原为单质碘或碘化物。

碘无处不在而丰度极小,岩石、土壤、大气、水体及生物中都含有微量碘,主要以能溶于水的化合物形式存在,所以碘在陆地上的迁移性很强。碘由陆地随水进入海洋,由海洋逸出进入大气,再通过降水进入陆地,形成一个大循环,来自海洋上空的碘蒸气部分缓解了陆地缺碘的状况^[2]。

生物可从自然环境中获取碘,经浓集后的碘浓度高于自然环境。植物碘的浓度高于土壤,动物比植物含碘量高,海洋生物含碘量高于陆地生物。某些海洋生物如海带、紫菜、海贝等富集碘的能力很强,是碘的良好来源。

3 甲状腺激素的生物合成与碘的生理功能

人体对碘(I⁻)的吸收迅速而完全,甲状腺是吸收碘能力最强的组织,成人体内约含碘 25~36 mg,半数以上集中在甲状腺内供合成甲状腺激素之用。

甲状腺激素的生物合成是在甲状腺滤泡上皮细胞中进行的。在甲状腺过氧化酶作用下,I⁻被氧化成活性碘(I₂),随即碘化被激活的甲状腺球蛋白上的酪氨酸,形成三碘甲状腺原氨酸(T₃)残基和四碘甲状腺原氨酸(T₄)残基。最后在甲状腺球蛋白水解酶作用下碘化甲状腺球蛋白水解,释放出游离的 T₃ 和 T₄ (此即甲状腺激素)^[3]。

碘的生理功能是通过参与合成甲状腺激素实现的,特别是对大脑的发育起着决定性作用。

4 碘缺乏及其危害

由于某些食物中含有妨碍碘吸收和利用的成分(如氰化物、葡萄糖硫苷、钙离子等),所以一个人每天究竟需要摄取多少碘最合适:2001 年中国营养学会提出每日碘的推荐摄入量为:0~3 岁 50 μg,4~10 岁 90 μg,11~13 岁 120 μg,14 岁以上 150 μg,孕妇和乳母 200 μg。

在自然状态下,人体碘主要来自食物、饮水,少量来自空气。因为含碘化合物一般可溶于水,所以在同一地区水里的碘含量可代表土壤中的碘含量,卫生部正是根据水碘水平,将我国划分为缺碘地区(<10 μg/L)、适碘地区(1~150 μg/L)和高碘地区(>150 μg/L)。

缺碘导致甲状腺激素合成不足将严重损害人体健康。自然环境碘缺乏引起的一系列疾病或障碍统称为碘缺乏病(IDD)。缺碘造成甲状腺肿(俗称大脖子病)广为人知,而缺碘更严重的后果是对儿童健康的损害,目前在我国 1 017 万智力残疾人中 80%以上是因缺碘造成。

5 IDD 的防治

碘缺乏对人类健康危害巨大,消除碘缺乏病应以预防为主。1920 年瑞士人提出和实施食盐加碘以确保所有人不缺碘,这是一个伟大的创举,此法一经提出,便迅速在欧美发达国家得到推广,其结果是,在发达国家很快就消除了 IDD^[4]。因此食盐加碘成为国际上公认的防治 IDD 的主导措施。

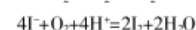
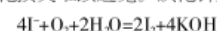
我国从 1995 年开始我国实施全民食盐加碘的防治策略,直到 2011 年全国 IDD 监测情况显示,全国碘盐覆盖率达到 98.7%,甲状腺肿发病率迅速下降,克汀病患者不再出现。以黑龙江省桦川县集贤村为例。这个村曾是有名的“傻子屯”,据 1978 年普查,集贤村有 1313 人中就有地甲病患者 859 人,克汀病患者 150 人,总计原发病人占总人口的 76.8%。强制补碘后,地甲病患者逐渐痊愈,没再出生过克汀病儿。

实践证明,全民食盐加碘无疑是消除 IDD 最简便有效且可持续坚持的策略,因此也是消除 IDD 的根本保证。

6 碘盐中碘剂的选择

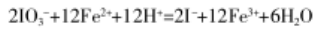
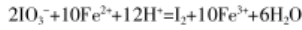
目前世界各国加工碘盐选用的碘剂集中为 KI 和 KIO₃,欧美等发达国家大多采用 KI,而亚非国家则多采用 KIO₃。

在选择碘剂时,主要考虑稳定性和安全性两个方面。在通常的保存条件下,碘化钾不稳定,而碘酸钾则相当稳定。碘化钾有强还原性,特别是空气中的氧气充足而无孔不入,碘化钾的氧化损失难以避免。碘化钾主要因下列变化而导致碘的流失:



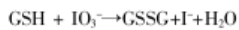


碘酸钾只有在酸性环境中并存在还原性杂质(如亚铁盐)时被还原而流失:



现代食盐加工技术可使食盐中的还原性杂质低至甚微,因此碘酸钾的还原损失是可以尽量避免的。测试表明,存放两个月的碘盐,以碘化钾为碘剂的碘损失率(41.07%)比以碘酸钾为碘剂的碘损失率(2.36%)高出近20倍^[5]。可见用碘酸钾作为碘盐的碘剂,其碘的自然流失少,能更多地被人体利用,这对于碘资源贫乏的我国有重要意义。

对碘酸钾作为碘剂的疑虑主要是其氧化性带来的安全性问题。 KIO_3 是一种强氧化剂,必须首先还原为KI后才能被机体利用。 IO_3^- 还原部位可能是含有高浓度谷胱甘肽(GSH)的红细胞、肝、肾、脑等组织,反应如下:



其他含巯基的化合物如血红蛋白、半胱氨酸、巯基乙酸盐等均易还原 KIO_3 为KI。

体内正常代谢过程中会产生对机体有害的自由基和过氧化物如超氧阴离子自由基(O_2^-)、羟基自由基($\cdot OH$)、过氧化氢(H_2O_2)和脂质过氧化物(LPO)等,这些物质具有高度的化学活性,若产生过多而不能及时清除掉,就会攻击生命大分子及生物膜磷脂,造成机体在分子水平、细胞水平和组织器官水平的各种损伤并诱发各种疾病。因此碘酸钾是否为安全的食盐加

碘剂需要更有说服力的科学依据。

7 科学补碘

首先,补碘要有度。流行病学研究证实碘过量也是有害的,因此高碘地区人群不宜食用碘盐。现行国家标准规定碘盐碘含量平均水平为20 mg/kg~30 mg/kg,在缺碘地区,只要每天合理摄入碘盐(中国营养学会建议成年人每天为6g)。再则碘盐储存方法要恰当。虽然碘酸钾有很高的稳定性,但潮湿酸性环境也可致其还原损失。所以碘盐应贮存于玻璃或陶瓷罐中,加盖密封。

由于地球环境缺碘的状况不会根本改变,因此,消除碘缺乏危害不可能一劳永逸。不补碘就会再度缺碘,21世纪初在吉林、新疆都发现了新生克汀病儿,给我们的防治工作敲响了警钟。预防IDD并不难,难的是持之以恒地预防。碘盐是IDD的克星,食用碘盐必须世代代坚持下去,方可避免人类健康特别是智力再受碘缺乏之害。

(作者系四川中医药高等专科学校 讲师)

【参考文献】

- [1]我国将持续控制并最终消灭碘缺乏病[EB/OL].<http://news.sina.com.cn/o/2003-10-16/0646926540s.shtml>2013-5-23/2020-2-27.
- [2]黄吉武.预防医学[D].北京:人民卫生出版社,2007.
- [3]岳利民,崔慧先.人体解剖生理学[D].北京:人民卫生出版社,2013.
- [4]马泰.全民食盐加碘的国家应当坚持[J].中华内分泌代谢杂志,2002(5):339-431.
- [5]李丽娟,赵文德,邱明才.碘酸钾碘盐防治碘缺乏病有关问题的探讨[J].中国地方病防治杂志,2002,17(2):93.

(上接第210页)

4.3 女性社会地位的提升促进群众文化的建设

新时期的社会,随着两性关系的平衡与平等,女性在整体社会中的地位都极大提升,在家庭生活中也得到了更多的理解与尊重,甚至成为家庭的主导者。女性在新时期里其各方面的权益都得到了相应的保障,由此,女性可以有更多的安全感去和男性共同维护家庭与社会的和谐稳定。随着女性在家庭中的地位不断提高,以及女性认知得到尊重与重视,在我国当前社会当中有越来越多家庭中的女性带动了家庭成员共同参与了群众文化的建设当中来,同时也主动发现更加多样的群众文化来陶冶自身情操。例如,当前我国“广场舞”成为一项国民性运动,起初就是由女性为主导而开展的锻炼身体、愉悦心情的一种方式,近年来,广场舞所参与的人群数量不断增多,男性在其中所占比例也逐渐增大。这一现象的产生不仅仅是因为男性有以此方式来进行娱乐休闲的需求,更是由于女性在这其中所发挥的重要作用,使得人们认识到参与到群众文化建设中来的乐趣。

4.4 女性决策比例的增加促进群众文化的建设

新时期女性群体的不断发展不仅体现在个人的工作与生活当中,还体现在其在各类有关群众文化建设的决策参与当中。例如当前越来越多的女性成为人大代表,在进行意见征集时女性可以在群众文化建设的相关内容中发表女性视角的建议,又如社区居委会和妇联等组织当中都有女性在其中发挥着重要的作用和参与决策。女性参与决策,有利于提高群众文化

的家庭参与度,且有利于一些女性所擅长的手工编织工艺得到沿袭,部分群众文化的建设还有利于非物质文化遗产保护传承等活动的开展,不仅促进了群众文化的建设,还有利于推动我国民族文化的不断传承^[6]。

5 结语

总而言之,在我国当前社会主要矛盾——人民日益增长的美好生活需要和不平衡不充分的发展之间的矛盾中,不仅需要加强社会生产力的提高,同时,更需要从精神文化方面出发,来不断满足人民的美好生活需要。因此,必须重视群众文化的建设,在男性女性共同构成的群众当中,加强发挥新时期下女性对群众文化建设的重要作用,切实认识到女性在群众文化建设中的重要性,以促进新时期群众文化更加高水平的建设,满足人民群众的精神文化需求。

(作者系临沂市妇女儿童活动中心 助理管员)

【参考文献】

- [1]刘军.试论如何发挥广场舞在群众文化生活中的作用[J].大众文艺,2017(6):24.
- [2]董治霞.群众文化在构建和谐社会中的作用研究[J].管理观察,2017(4):74-75.
- [3]戴同.群众文化活动在精神文明建设中的重要性及其作用发挥[J].大众文艺,2019(1):10.
- [4]杨国宏.谈繁荣新农村群众文化在全面建设小康社会中的作用[J].人文天下,2016(10):103-104.
- [5]曹中育.群众文化需求与群众文化供给——构建和谐的群众文化供求关系[J].决策与信息,2016(5):131-132.

[8]罗尧尧, 孙李娜, 陈凯, 陈邦进, 刘奕. 乙醛与亚硫酸氢钠加成实验的研究[J].化学教育(中英文), 2019, 40(22): 27-31.

全国中文核心期刊
美国化学文摘 (CA) 收录源期刊

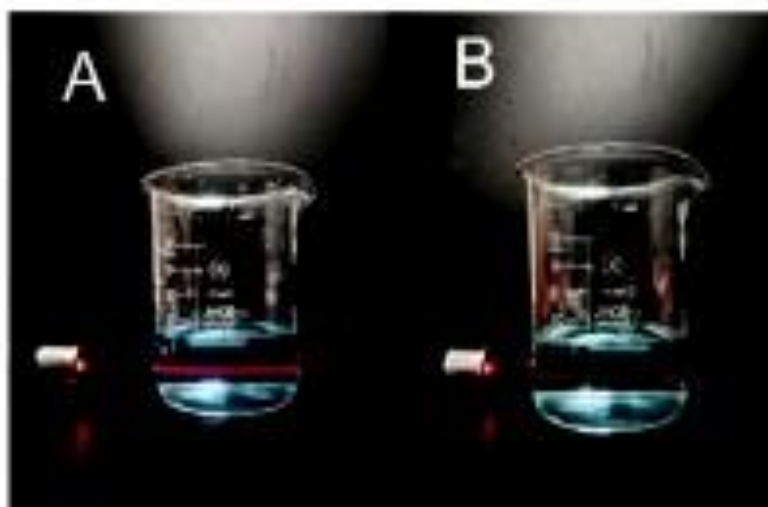
IYPT 2019
国际化学教育联合会

ISSN 1000-3807
CN 10-1122/O6

化学教育(中英文)

Chinese Journal of Chemical Education

2019年 第40卷 第22期 Vol.40 No.22



CHINESE
CHEMICAL
SOCIETY



主管: 中国科学技术协会
主办: 中国化学会
北京师范大学

2021

2020

2019

- No.24 No.23 **No.22**
- No.21 No.20 No.19
- No.18 No.17 No.16
- No.15 No.14 No.13
- No.12 No.11 No.10
- No.09 No.08 No.07
- No.06 No.05 No.04
- No.03 No.02 No.01

2018

2017

2016

2015

2014

2013

2012

2011

2010

[2019年22期](#)
[原版目录页下载](#)

目录

国际化学元素周期表年

解密铀元素	刘康;吴群燕;梅雷;石伟群;	1-6
-------	----------------	-----

化学·生活·社会

从锂离子电池的发展看2019年诺贝尔化学奖	杨晓晶;	7-10
脱硫菌在自然界硫循环中的作用与意义	肖雷;于紫荆;周秋龙;姚菁华;	11-14

理论教学

原子间的另一种作用力——氢键	李淑妮;翟全国;蒋育澄;胡满成;杨奇;高胜利;	15-20
构建“三三三”混合式课堂教学新模式——以“原子结构”类比模型的建构为例(I)	贺艳斌;王金胜;高慧;杨金香;许学华;	21-26

实验教学

乙醛与亚硫酸氢钠加成实验的研究	罗尧尧;孙李娜;陈凯;陈邦进;刘奕;	27-31
综合设计性实验在药学有机化学实验教学中的应用	樊玲玲;李永;王颖;范菊娣;谢君;张钰;王建塔;	32-35
电化学法检测水果中抗坏血酸含量的本科生综合化学实验	海波;苑颂源;黄浩然;魏皓;	36-41

实验教学

乙醛与亚硫酸氢钠加成实验的研究*

罗尧尧^{1**} 孙李娜² 陈凯² 陈邦进² 刘奕¹

(1. 成都中医药大学药学院 四川成都 610000; 2. 四川中医药高等专科学校 四川绵阳 621000)

摘要 亲核加成活性较高的醛、酮与饱和亚硫酸氢钠溶液反应的普遍现象是生成白色沉淀并放热,但亲核加成活性很高的乙醛却是一个例外,部分有机化学实验教材编者却不甚了解这个例外。本文揭示了存在这个例外的主要原因,提出了乙醛与亚硫酸氢钠加成实验的改进方案。

关键词 乙醛 亚硫酸氢钠 活性 市售乙醛 三聚乙醛 新制乙醛

DOI: 10.13884/j.1003-3807hxjy.2018100053

1 问题的提出

醛、酮的典型反应是羰基上的亲核加成,基础有机化学教材^[1-5]一般都介绍了醛和脂肪族甲基酮与亚硫酸氢钠的加成反应,并指出其产物 α -羟基磺酸钠因不溶于饱和亚硫酸氢钠溶液而结晶析出,且伴有放热现象。用酸或碱分解可使醛、酮再生,这个反应可用于醛、酮的鉴别和分离。不少基础有机化学实验教材^[6-10]中有利用饱和亚硫酸氢钠溶液鉴别醛、酮的实验项目。

已知几种简单醛、酮的亲核反应活性:甲醛>乙醛>丙酮,我们自然会认为亲核加成活性居前的甲醛、乙醛与亚硫酸氢钠的加成应该很灵敏并有显著的反应现象。而实际情况是,按实验教材规定的方法进行操作——取2支干燥试管,各加1 mL新配制的饱和亚硫酸氢钠溶液,分别滴加乙醛、丙酮5~8滴,振荡摇匀后静置,并无沉淀析出,也没有明显的放热现象;置冰水浴中很长时间仍无沉淀析出;而丙酮与饱和亚硫酸氢钠溶液混合,立即析出沉淀并有显著的放热现象。用甲醛进行实验,所见与乙醛类似。就是说,甲醛、乙醛在与亚硫酸氢钠加成时没有表现出应有的活性。由此提出3个问题:①甲醛、乙醛能否与亚硫酸氢钠加成?如果答案是肯定的,接下来的问题是:②为什么没有明显放热和析出沉淀的反应特征?③为什么甲醛、乙醛显示的加成活性比丙酮低?本文将围绕这些问题进行理论分析和实验探究以寻求答案。由于甲醛的“异常”情况和原因与乙醛类似,为简化叙述,本文仅选择乙醛展开讨论。

2 问题的思考

乙醛能否与亚硫酸氢钠加成?在一些有机化学经典著作中对这个问题有明确的答案^[1,11]。乙醛与亚硫酸氢钠加成的平衡常数为800(0℃时),若亚硫酸氢钠浓度为 $1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$,反应1 h,加成物产率可达89%,可见反应可以进行得相当完全;丙酮在同样条件下反应平衡常数为200,加成物产率为56%,反应程度和速度明显比乙醛低。为什么在实验中可观察到丙酮与饱和亚硫酸氢钠溶液混合后析出沉淀并放热的现象,而乙醛与饱和亚硫酸氢钠溶液混合后却没有预期反应特征呢?现有研讨醛、酮与亚硫酸氢钠加成实验的文献中很少有针对乙醛的^[12-14],笔者从乙醛样品和加成产物2个方面对乙醛与亚硫酸氢钠的加成实验进行了探究。

2.1 乙醛样品的特殊性

实验室常见的醛、酮类试剂,多数都是纯液态,但乙醛沸点(20.8℃)较低,液态乙醛极易挥发,故不宜以纯液态储存,实验中用的乙醛样品是市售乙醛($w_B\approx 40\%$ 的乙醛水溶液),与其他醛(除甲醛外)、酮比较,市售乙醛存在以下特殊性:

(1) 乙醛分子间会自动聚合,室温下生成稳定的三聚乙醛^[6,8],三聚乙醛不溶于水且轻于水,与乙醛水溶液成为界面分明的两层液体。据观察,乙醛溶液在储存期间数年中三聚乙醛层逐渐增厚,表明乙醛与三聚乙醛之间平衡的建立是一个缓慢的过程。三聚乙醛已失去了亲核加成活性,它们的形成势必降低水溶液层游离乙醛的浓度。

(2) 市售乙醛中含60%的水,而其他市售醛、

* 四川中医药高等专科学校科研基金资助项目

** 通信联系人, E-mail: lyy720857@163.com

酮(如丙酮)几乎是纯态($\omega_B = 100\%$),相同体积的市售乙醛(水溶液层)、丙酮分别与等体积的饱和亚硫酸氢钠溶液混合,后者混合液中亚硫酸氢钠仍基本保持饱和状态,而前者混合液中亚硫酸氢钠浓度将被水稀释而大为降低。

也许正是市售乙醛与亚硫酸氢钠混合体系中游离乙醛和亲核试剂浓度的双低,掩盖了乙醛本来较高的亲核加成活性,以至于在与亚硫酸氢钠加成实验中出现了乙醛和丙酮的亲核加成活性错位的情况。可以考虑用新制的无水乙醛(无聚合、无水)代替市售乙醛进行实验以验证这个推断。

2.2 加成产物在饱和亚硫酸氢钠溶液中的溶解度

对于醛、酮与饱和亚硫酸氢钠溶液的反应,受思维定势的影响,我们无形中把反应混合物中析出沉淀的现象绝对化了,但我们可能忽略了普遍性中存在个别特例,毕竟也没有哪本教材指出乙醛是一个例外,而乙醛可能真是一个特例,它与饱和亚硫酸氢钠溶液混匀后置于冰水中长时间观察都不见析出沉淀。这种现象可以从2个方面理解:(1)在各种醛、酮与亚硫酸氢钠生成的 α -羟基磺酸钠中,来自乙醛的 α -羟基乙磺酸钠与其他 α -羟基磺酸钠比较,亲水基(羟基、磺酸基)都一样,而疏水的烃基(一个甲基)特别小,亲水性应相对特别强,在亚硫酸氢钠溶液中应有相对较大的溶解度。(2)市售乙醛样品中含大量的水也提高了 α -羟基乙磺酸钠溶解度。如果改用新制无水乙醛代替市售乙醛,反应体系含水量减少, α -羟基乙磺酸钠在其中的溶解度较低,或许会有沉淀析出。

3 实验研究

3.1 几种特殊试剂的准备

(1) 新制无水乙醛

在500 mL圆底烧瓶中装入250 mL市售乙醛,加5滴浓硫酸和数粒沸石,再如图1依次装好刺形分馏柱,温度计、直型冷凝管、尾接管(接干燥管)和接液瓶,冷凝管通冰水,接受瓶置于冰水浴中。水浴加热烧瓶中液体至微沸,收集35℃左右的馏分即为无水乙醛(实际上含微量水,称为无水乙醛仅为简便),所得无水乙醛须冷藏,最好现用现制。

表1 市售乙醛中各组分的含量

Table 1 The content of each component in the commercially available acetaldehyde

试剂 生产日期	整瓶液体 质量/g	乙醛 总质量/g	三聚乙醛(上层) 质量/g	三聚乙醛质量占 乙醛总质量的比例/%	水溶液层 质量/g	水溶液层 乙醛质量/g	水溶液层乙醛 质量分数/%
2010.1.5	499.1	199.6	112.1	56.2	387.0	87.5	22.6
2011.10.5	500.1	200.0	109.6	54.8	390.5	90.4	23.1

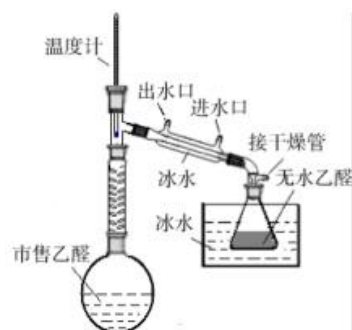


Fig. 1 The device diagram is used to prepare anhydrous acetaldehyde

图1 制备无水乙醛装置图

(2) $13.6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 乙醛醇溶液

用100 mL干燥量筒取59.8 g新制无水乙醛,加无水乙醇定容至100 mL。

(3) 新制40%乙醛水溶液

取18℃的新制无水乙醛51.1 mL(40 g)加水60 g即得。最好临用时配制。

(4) 希夫试剂试纸

将普通滤纸剪成长4 cm、宽1 cm的条状,在希夫试剂中浸透后晾干,密封备用。

3.2 研究性实验及结果的讨论

3.2.1 市售乙醛中各组分含量的测算

市售乙醛在放置过程中,逐渐形成上、下两层液体,近似地把上层视为均为三聚乙醛。从不同生产日期的市售乙醛($\omega_B = 40\%$)中随机抽取5瓶,用托盘天平分别称量每瓶市售乙醛总的质量、上层(三聚乙醛)和下层(乙醛水溶液)液体的质量,然后可算出每瓶市售乙醛中乙醛总的质量、三聚乙醛占乙醛总量的质量分数,水溶液层乙醛质量和质量分数。计算式如下:

$$\text{乙醛总质量} = \text{整瓶液体质量} \times 40\%$$

$$\text{三聚乙醛占乙醛总量的质量分数} = \frac{\text{三聚乙醛质量}}{\text{乙醛总质量}}$$

$$\text{水溶液层乙醛质量} = \text{乙醛总质量} - \text{三聚乙醛质量}$$

$$\text{水溶液层乙醛质量分数} = \frac{\text{水溶液层乙醛质量}}{\text{水溶液层质量}}$$

市售乙醛中各组分的含量列入表1。

续表 1

试剂 生产日期	整瓶液体 质量/g	乙醛 总质量/g	三聚乙醛(上层) 质量/g	三聚乙醛质量占 乙醛总质量的比例/%	水溶液层 质量/g	水溶液层 乙醛质量/g	水溶液层乙醛 质量分数/%
2013.12.9	499.6	199.8	110.2	55.2	389.4	89.6	23.0
2015.6.5	499.3	199.7	109.7	54.9	389.6	90.0	23.1
2017.5.8	501.5	200.6	92.9	46.3	408.6	107.7	26.4

注:测定时间 2018 年 5 月 14 日

从表 1 可见,市售乙醛存放时间越长,则产生的三聚乙醛分量就越大,水溶液层乙醛浓度就越低。存放 12 个月的市售乙醛,其中三聚乙醛就占到乙醛总量的 46.3%,水溶液层乙醛浓度已经降低至 26.4% (约 $6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。此处未考虑市售乙醛存放环境的温度对生成三聚乙醛速度的影响),不到市售丙酮浓度 (约 $13.6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$) 的 1/2,存放 12 个月以上的市售乙醛,水溶液层的含水量达到 74%~84%。三聚乙醛的形成从 3 个方面对市售乙醛加成亚硫酸氢钠的反应产生影响:(1)显著降低了水溶液层乙醛的浓度;(2)增大了水溶液层水的含量从而降低了亚硫酸氢钠浓度;(3)水溶液层中水的含量增大提高了加成产物溶解度。已知醛、酮与亚硫酸氢钠的加成是双分子反应,乙醛和亚硫酸氢钠的低浓度导致加成的低速度,而反应的低速度导致没有明显的放热现象,加成产物溶解度提高使其更难析出沉淀。因此以上 3 个方面无疑是市售乙醛与饱和亚硫酸氢钠溶液作用没有明显反应特征的重要原因。

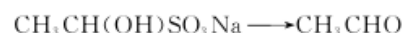
3.2.2 α -羟基乙磺酸钠样品的制备和纯度测定

(1) α -羟基乙磺酸钠样品的制备

在一支干燥大号试管中加 20 mL 饱和亚硫酸氢钠溶液和 2 滴希夫试剂,逐滴加入新制无水乙醛,边加边振荡,可感觉到试管温度逐渐升高,直到溶液中出现微红色,摇匀后静置,若红色消失则继续滴加无水乙醛至微红色,如此反复,直至微红色不褪,静置于冰水中数分钟。

在上述反应混合物中加无水乙醇,有白色沉淀析出,待沉淀完全后,滗出上清液,用适量无水乙醇反复洗涤沉淀并离心分离,最后取出沉淀,冷冻干燥后装瓶备用。

在一支试管中加适量上述干燥沉淀物,再加适量 $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 硫酸,摇匀使其溶解,将一片润湿的希夫试剂试纸覆盖于试管口,试管置于 70°C 水浴加热,希夫试剂试纸迅速变紫红色,这是醛的特征反应,表明干燥沉淀物中含有 α -羟基乙磺酸钠,遇酸分解再生成乙醛。上述过程发生的反应是:



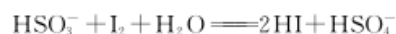
α -羟基乙磺酸钠

由此可见,乙醛与饱和亚硫酸氢钠的加成是能够进行的,但加成产物不能直接沉淀析出。通过上述操作得到的干燥沉淀物就是 α -羟基乙磺酸钠样品。

(2) α -羟基乙磺酸钠样品纯度的测定

从 α -羟基乙磺酸钠样品制备过程来看,其中可能混有亚硫酸氢钠,可采用碘量法测定样品纯度^[15]。

①测定原理:将样品溶解于水,用标准碘溶液滴定样品中的亚硫酸氢钠,滴定反应是:



根据标准碘溶液的浓度和到达终点时的用量可计算出样品中 NaHSO_3 的含量,据此计算 α -羟基乙磺酸钠的纯度。为防止滴定过程中 α -羟基乙磺酸钠分解释放 NaHSO_3 ,滴定在低温进行并力求迅速完成。

②测定过程和结果计算

准确称取样品 0.5000 g (以 m_1 表示) 装入 125 mL 碘量瓶中,加入 10 mL 蒸馏水溶解,再加入 0.5 mL 0.5% 淀粉指示剂,将碘量瓶浸在冰水浴中,用 $0.0500 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 标准碘溶液 [以 $c(\text{I}_2)$ 表示] 尽可能迅速地滴定至出现蓝色为终点,平行测定 3 次。并做空白实验。滴定消耗标准碘溶液体积 V_1 、空白值 V_2 记入表 2。按下式计算样品中 NaHSO_3 质量 (以 m_2 表示) 和 $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{SO}_3\text{Na}$ 质量分数:

$$m_2 = c(\text{I}_2) \times (V_1 - V_2) \times 104.06 \times 10^{-3} (\text{g})$$

$$\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{SO}_3\text{Na} \text{ 质量分数} =$$

$$\frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100\%$$

测定结果表明, α -羟基乙磺酸钠样品含有少量亚硫酸氢钠,其 93.44% 的纯度不能满足测定分子式和结构式的要求,但作为半定量测定溶解度的样品还是可行的。

表 2 α -羟基乙磺酸钠样品纯度测定值Table 2 The determination of the purity of the $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{SO}_3\text{Na}$

样品序号	m_1/g	V_1/mL		m_2/g	$\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{SO}_3\text{Na}$ 质量分数/%
		各次	平均值		
1	0.500 0	6.30	6.30	0.032 8	93.44
2	0.500 0	6.25			
3	0.500 0	6.36			
空白	0	$V_2=0.00$		—	—

3.2.3 α -羟基乙磺酸钠在亚硫酸氢钠溶液中的溶解度实验

取3支容量为15 mL的干燥刻度试管并编号,各试管均加入 α -羟基乙磺酸钠样品0.2 g,再分别滴加不同浓度的亚硫酸氢钠溶液使其溶解,边滴加边反复振荡,直至沉淀刚好完全溶解为止,记录加入亚硫酸氢钠溶液的体积,计算 α -羟基乙磺酸钠在不同浓度的亚硫酸氢钠溶液中的溶解度,结果见表3。

需要说明的是,由于测定方法并不精密,所得溶解度值只有定性的意义,它支持了我们在理论分析中关于 α -羟基乙磺酸钠可溶于饱和亚硫酸氢钠溶液的推断。并且显示:亚硫酸氢钠溶液被水(如市售乙醛中的水)稀释的情况下, α -羟基乙磺酸钠在其中的溶解度显著增大。在乙醛与亚硫酸氢钠加成

表 3 α -羟基乙磺酸钠在亚硫酸氢钠溶液中的溶解度Table 3 The solubility of sodium α -hydroxyethanesulfonate in sodium bisulfate solution

试管号	I	II	III
α -羟基乙磺酸钠的质量/g	0.2	0.2	0.2
亚硫酸氢钠溶液的浓度(ω_{B})	0.4 (饱和)	0.3	0.2
亚硫酸氢钠溶液的体积/mL	7.9	5.8	3.2
α -羟基乙磺酸钠的溶解度/($\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$)	25.3	34.5	62.5

试验中,无论样品是市售乙醛还是新制无水乙醛都看不到沉淀析出,这种现象现在就可以理解了。

3.2.4 乙醛、丙酮加亚硫酸氢钠的反应活性比较

取3支干燥试管,各加饱和亚硫酸氢钠溶液2 mL,再分别加入表4所列样品各10滴,摇匀,观察反应混合液温度升高和析出沉淀的情况,记入表4中。

表 4 乙醛、丙酮与亚硫酸氢钠加成的反应现象

Table 4 The reaction phenomena of addition of sodium bisulfate to acetaldehyde or acetone

样品	市售乙醛	新制乙醛水溶液 ($\omega_{\text{B}}=40\%$)	新制无水乙醛	丙酮
温度升高的情况	很不明显	很明显	极为明显(沸腾)	明显
室温下析出沉淀的情况	无	无	无	大量,快速
冰水浴中析出沉淀的情况	无	无	无	大量,快

从表4可以得出下列认识:

(1) 放热是醛、酮加亚硫酸氢钠的共同反应特征,反应体系温度升高的速度和幅度显示了新制无水乙醛的亲核加成活性高于丙酮,这与二者由结构因素决定的亲核加成活性一致。市售乙醛活性不仅低于新制无水乙醛,也低于丙酮,现在我们知道不是乙醛本身活性低,而是其中乙醛有效浓度太小。

(2) 乙醛反应体系无论在室温还是冰水浴中都不析出沉淀;丙酮反应体系在室温和冰水浴中都很快析出沉淀。可见有无沉淀析出以及析出沉淀快慢不能作为比较乙醛、丙酮反应活性的依据。

3.3 乙醛与亚硫酸氢钠加成实验的改进

怎样才能使乙醛与亚硫酸氢钠加成的实验中,既有显著的放热现象又有沉淀析出呢?从上文的讨

论中可以看出实现这个设想应满足2个基本要求:

(1) 反应体系中乙醛的有效浓度尽可能高;(2) α -羟基乙磺酸钠的溶解度尽可能低。市售乙醛、新制乙醛水溶液($\omega_{\text{B}}=40\%$)都不能满足上述要求,甚至新制无水乙醛也不能。

笔者用 $13.6\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 乙醛醇溶液(与丙酮浓度相当),作为与亚硫酸氢钠加成实验的样品,在1支干燥试管中加入2 mL亚硫酸氢钠饱和溶液,再滴加10滴 $13.6\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 乙醛醇溶液摇匀,可见试管混合液中迅速析出白色沉淀,用冰水冷却试管,沉淀增多。用酸分解法可确定析出的沉淀是加成产物。

本实验现象鲜明,能很好地鉴别和分离乙醛。实验成功的关键是样品提供了高浓度的乙醛,样品

中的乙醇也起了重要作用：其一是降低 α -羟基乙磺酸钠的溶解度；其二是作为非水溶剂保持了反应体系中亚硫酸氢钠的饱和性。

4 结论和建议

(1) 在乙醛与亚硫酸氢钠加成实验中没有加成物沉淀析出，也没有明显的放热现象，没有表现出乙醛应有的亲核加成活性，这在醛、酮的同类反应中是一个特例。形成这个特例的原因是2个特殊性：①作为乙醛样品的市售乙醛的特殊性——存在大量无亲核加成活性的三聚乙醛，使得乙醛的有效浓度很低；存在大量的水降低了亲核试剂浓度并增大了加成产物的溶解度；②加成产物的特殊性—— α -羟基乙磺酸钠可溶于饱和亚硫酸氢钠溶液。

(2) 新制乙醛水溶液($\omega_B = 40\%$)或新制无水乙醛与饱和亚硫酸氢钠溶液作用有极为明显的放热现象，可表明乙醛具有很高的亲核加成活性，其活性确实高于丙酮，但反应中仍无沉淀析出，而温度变化也不是化学反应的一个直观标志，所以二者仍不宜代替市售乙醛作为乙醛与亚硫酸氢钠加成实验的样品。

(3) 新制乙醛醇溶液与饱和亚硫酸氢钠溶液作用，既有显著的放热现象也有沉淀快速析出，实验现象鲜明，因此是很好的乙醛样品。

(4) 化学实验室购进的市售乙醛免不了要存放数月甚至数年，存放期间生成大量三聚乙醛，三聚乙醛作为乙醛代用品只对部分反应适用，解聚又麻烦，常被搁置不用；市售乙醛水溶液有效乙醛浓度太低，实验效果往往不好，在实验过程中师生为了得到预期结果往往试了又试，白白浪费很多试剂和时间。建议一般不要把存放太久的市售乙醛直接作为乙醛样品用于某些实验。

(5) 实验教材编写须严谨，每个实验项目都应该是编者亲手做过的，经得起实践检验。单纯根据普遍原理想当然地设计实验或者抄袭其他教材上的实验项目，可能会给实验教学造成困惑，甚至把问题实验演变为经典实验，乙醛加亚硫酸氢钠实验就是一例。

参 考 文 献

- [1] 王积涛, 王永梅, 张宝申, 等. 有机化学, 3版. 天津: 南开大学出版社, 2009: 362-366
- [2] 邢其毅, 裴伟伟, 徐瑞秋, 等. 基础有机化学, 4版. 北京: 北京大学出版社, 2016: 457, 469-470
- [3] 陆涛. 有机化学, 7版. 北京: 人民卫生出版社, 2012: 285-286
- [4] 曾昭琼. 有机化学, 4版. 北京: 高等教育出版社, 2004: 319-320
- [5] [美]R T 莫里森, R N 博伊德. 有机化学. 北京: 科学出版社, 1983: 530-531
- [6] 曾昭琼. 有机化学实验, 3版. 北京: 高等教育出版社, 2000: 171-172
- [7] 刘湘, 刘士荣. 有机化学实验. 北京: 北京工业出版社, 2007: 214
- [8] 李靖靖, 李伟华. 有机化学. 北京: 化学工业出版社, 2008: 252-253, 117-118
- [9] 王志江, 陈东林. 有机化学, 3版. 北京: 人民卫生出版社, 2014: 243
- [10] 陆光裕. 有机化学, 3版. 北京: 人民卫生出版社, 1999: 255
- [11] 何九龄. 高等有机化学. 北京: 化学工业出版社, 1987: 229
- [12] 吴乾菁. 四川师范大学学报: 自然科学版, 1990, 13(4): 104-107
- [13] 吴莉宇, 仇厚媛. 南方冶金学院学报, 1993(2): 158-162
- [14] 索福喜, 杭焯超, 徐建强, 等. 化学教育, 2008, 29(5): 68
- [15] 王玉枝, 陈贻文, 杨桂法. 有机分析. 长沙: 湖南大学出版社, 2004: 209-211

Study on Experiment of Addition Reaction of Acetaldehyde with Sodium Bisulfite

LUO Yao-Yao^{1**} SUN Li-Na² CHEN Kai² CHEN Bang-Jin² LIU Yi¹

(1. College of Pharmacy, Chengdu University of Traditional Chinese Medicine, Chengdu 610000, China;

2. Sichuan College of Traditional Chinese Medicine, Mianyang 621000, China)

Abstract It's a universal phenomenon that the nucleophilic addition reaction of the highly active aldehyde or ketone with saturated sodium bisulfate solution can produce a white precipitate and exothermic phenomenon. However, acetaldehyde with hyperactivity is an exception. The editors of organic chemistry experimental teaching materials are not very familiar with this exception. In this paper, we expound the main reasons for this exception and propose an improved scheme for the experiment of the addition reaction of acetaldehyde with sodium bisulfite.

Keywords acetaldehyde; sodium bisulfate; activity; the commercially available acetaldehyde; paraldehyde; the recently prepared acetaldehyde

[9]史芳芳,周孟焦,陈凯,梁晓峰,等.藤椒油的分子振动光谱分析研究[J].农产品加工,2019,10:13-16.

ARM 中国核心学术期刊(RCCSE) 中国学术期刊影响因子年报统计源期刊
中国科技论文统计源期刊 山西省十强报刊 第二届山西省出版史提名奖

ISSN 1671-9646
CN 14-1310/S

农产品加工[®]

10_下
2019
总第490期

RODUCTS ROCESSING NONGCHANPIN JIAGONG



四川农业大学 食品学院



预祝“2019年中国农业工程学会农产品加工及
贮藏工程分会学术年会”圆满成功

NONGCHANPIN JIAGONG

农产品加工[®]



中国核心学术期刊(RCCSE)
山西省十强报刊

中国科技论文统计源期刊
第二届山西省出版奖提名奖

2002年创刊

2019年第10期(下) 总第490期

会 办
 中国技术市场协会
 国家农产品加工技术研发中心
 中国农业学会农产品贮藏加工分会
 中国农业工程学会农产品加工贮藏分会
 中国机械工程师学会包装与食品工程分会
 中国农业机械学会农副产品加工机械分会
 主 办
 山西省农业机械发展中心
 主 办
 山西现代农业工程出版传媒中心
 协 办
 山西现代农业产业发展协会
 山西现代农产品加工技术研发中心
 编辑出版 (农产品加工)杂志社
 名誉总编 肖达鸣
 社长兼主编 任成光
 副社长兼副主编 刘润平 程力
 副 主 编 程永强 韩俊刚
 副 社 长 关 颖 苗晓娟
 责任编辑 郭文华
 编 辑 关 颖 任兴宇 赵国英
 陈晚秋 王福涛 刘 磊
 李舒婷 靳 利
 物 玲
 编 务
 版式设计 宋亚丽 李秋娟
 编 辑 部 0351-4606085 4606086
 传 真 0351-4606089
 网 址 <http://www.ncjg.com>
 电子邮箱 ncjgsk@163.com
 通讯地址 山西省太原市双塔东街124号
 山西大厦B座2102室
 邮政编码 030012

出版日期 2019年10月30日
 发行范围 国内外公开发行
 国内邮发代号 22-19
 海外邮发代号 1310M
 海外发行单位 中国图书进出口总公司
 出口部
 总 发 行 处 山西省邮政局
 订 阅 处 全国各地邮局(所)
 广告经营许可证号 140004000418
 印 刷 山西新华印业有限公司
 定 价 单本 8元
 全年 96元
 中国标准 ISSN 1671-9646
 连续出版物号 CN 14-1310/S

目 次 CONTENTS

试验研究

- 蜂胶中五种酚酸对脂质代谢的影响 张雨豪, 乔江涛, 张红斌 (1)
- 蜂王浆调节小鼠免疫功能研究 周明良, 喻建辉, 余春涛, 等 (5)
- 复合营养蜂蜜膏的研制 张姝俐, 曹 斌, 张 敏 (9)
- 藤椒油的分子振动光谱分析研究
..... 史芳芳, 周孟佳, 陈 旭, 等 (13)
- 白果桑葚软糖的研制 杜萌畅, 刘巴钰, 张宇心, 等 (17)

工艺探讨

- 不同目数碳酸钙对保加利亚乳杆菌发酵和冻干的影响
..... 李晓军, 马跃英, 郭跃东, 等 (19)
- 食品保鲜剂对水蜜桃保鲜效果的研究
..... 林 叶, 陈 婷, 张知杭 (22)
- 真空精馏法制备高浓度天然苹果香精的工艺优化
..... 安宝宇, 李聚海, 康 迪, 等 (26)
- 甜菊糖苷低糖大豆发酵酸奶的工艺研究
..... 徐泽琦, 周 芳, 李雪琪, 等 (29)
- 玫瑰糯米乳的制作工艺 邓琦也, 翁 霞, 陈小敏, 等 (33)
- 塞地“贝达”葡萄酒混合降酸工艺初探
..... 刘云清, 肖 明, 胡福照, 等 (35)
- 蒲公英中绿原酸酶法提取工艺及其对圣女果保鲜效果研究
..... 王萌轩, 包 飞, 陈 旭 (39)
- 沙棘枸杞子复合饮料工艺的研究
..... 刘艳怀, 尹俊涛, 雷 勇, 等 (44)

分析测试

- 柱前衍生高效液相色谱法测定中韩泡菜中的氨基酸含量
..... 贾载凯, 毛新刚, 苏晓岚, 等 (47)
- 广西特色山葡萄酒品质分析 文凌云, 王毅涵, 戴 端 (51)
- 气相色谱法测定雪糕中甜蜜素的不确定度评定
..... 李宏珍, 赵 婷, 赵 雪, 等 (54)
- 鹰嘴豆品质指标的检测与分析 杨美娟, 马 宏 (59)
- 沙拉酱黏度降低原因分析 范海芳, 刘 茜, 叶林峰, 等 (61)
- 川西牦牛肉的营养成分分析 亚本勤, 熊 伟, 李根正, 等 (64)

专题综述

- 肉制品保鲜技术研究进展 周亚军, 方 辉, 李圣尧, 等 (67)
- 人参多糖提取分析方法及生物活性研究进展
..... 李万丛, 艾芷伊, 游 颖, 等 (72)

藤椒油的分子振动光谱分析研究

史芳芳¹, 周孟焦^{1,2}, 陈凯², 康明¹, *梁晓峰^{1,2}

(1. 西南科技大学材料科学与工程学院, 四川绵阳 621010;

2. 四川中医药高等专科学校川西北中药材资源研究与开发利用实验室, 四川绵阳 621010)

摘要: 为开发藤椒油的鉴别和品质控制方法, 利用红外光谱技术和激光拉曼光谱技术研究了藤椒油的分子振动光谱, 并与市售品牌商品花椒油、菜籽油、花生调和油的光谱进行比较研究。结果表明, 藤椒油的红外光谱有7个强吸收谱带和3个弱吸收谱带; 拉曼光谱有8个强的拉曼散射峰和3个较强的特征拉曼散射峰, 其中波数为1 260 cm⁻¹和1 305 cm⁻¹拉曼谱峰的强度相同, 可作为鉴别藤椒油的拉曼光谱特征; 藤椒油的红外光谱和拉曼光谱中有4个结构的分子振动模式, 既有红外活性又有拉曼活性。

关键词: 食用油; 藤椒油; 红外光谱; 拉曼光谱

中图分类号: O657

文献标志码: A

doi: 10.16693/j.cnki.1671-9646(X).2019.10.039

Molecular Vibrational Spectroscopy Study of *Zanthoxylum armatum* DC. prodr. Oil

SHI Fangfang¹, ZHOU Mengjiao^{1,2}, CHEN Kai², KANG Ming¹, *LIANG Xiaofeng^{1,2}

(1. School of Materials and Engineering, Southwest University of Science and Technology, Mianyang, Sichuan 621010,

China; 2. Laboratory of Research Development and Utilization on Traditional Chinese Medicine Resources in Northwest

Sichuan, Sichuan College of Traditional Chinese Medicine, Mianyang, Sichuan 621010, China)

Abstract: In order to develop the identification technology and quality control method of *Zanthoxylum armatum* DC. prodr. oil. The molecular vibration spectra of *Zanthoxylum armatum* DC. prodr. oil were studied by infrared spectroscopy and laser Raman spectroscopy, and compared with the spectrum of commercial brand pepper oil, rapeseed oil and peanut blended oil. The results showed that there were 7 strong absorption bands and 3 weak absorption bands in the infrared spectra of *Zanthoxylum armatum* DC. prodr. oil, 8 strong Raman scattering peaks and 3 strong characteristic Raman scattering peaks in the Raman spectra. The intensity of the Raman peaks of 1 260 cm⁻¹ and 1 305 cm⁻¹ can be used as the Raman spectral characteristics of the identification of the *Zanthoxylum armatum* DC. prodr. oil. The molecular vibration modes of four kinds of structure in the infrared and Raman spectra of rattan oil have both infrared activity and Raman activity.

Key words: edible oil; *Zanthoxylum armatum* DC. prodr. oil; infrared spectroscopy; Raman spectroscopy

藤椒属于芸香科植物花椒的亚属, 始载于《本草图经》, 其果实、根、茎、叶皆可入药, 亦可食用, 具有温中止痛、祛风除湿、健脾强胃等功效^[1-2]。藤椒鲜品不易保存。藤椒油是将新鲜藤椒与食用油经过一定的加工工艺提炼获得的调味食品, 保存了藤椒的风味, 较好地解决了鲜藤椒久放后香味损失严重及变质的问题。

近年来, 藤椒产业发展迅速^[3], 藤椒油及其相关产品受到人们欢迎。但关于藤椒油产品鉴别相关标准还不完善, 藤椒油的组分及其分子结构有待深入研究。目前, 国内外检测食用油品质常规的分析方法是高效液相色谱法、气相色谱法、气相色谱质谱

联用法等, 需借助精密仪器设备和严格的实验室条件, 对样品处理复杂、检测速度慢, 不能满足市场快速检测的需要^[4-5]。红外光谱和拉曼光谱分析法在快速测定植物油和矿物油方面具有良好的效果^[6-10]。邢存章等人^[11]研究了花椒油的红外光谱和拉曼光谱特征, 将光谱分析手段引入花椒属植物。基于红外光谱和拉曼光谱具有分析速度快、灵敏度高、操作简单、无需过多处理样品等优点, 开发食用油快速检测技术受到人们重视。试验以四川藤椒油为对象, 采集了藤椒油的红外光谱和激光拉曼光谱, 通过分析比较, 获得了藤椒油的光谱特征, 可为研发藤椒油的快速鉴别及品质控制方法提供参考。

收稿日期: 2019-06-18

基金项目: 遂宁市企业高校专家团队项目(201712); 四川中医药高等专科学校科研项目(18ZRYB01)。

作者简介: 史芳芳(1993—), 女, 硕士, 研究方向为分析化学。

*通讯作者: 梁晓峰(1975—), 男, 博士, 教授, 研究方向为光谱分析技术、中医药分析检测。

1 试验方法

试验用藤椒油样品均产自四川洪雅、遂宁、峨眉、眉山、绵阳等地。纯的藤椒油由遂宁市祉香食品有限公司提供；其他藤椒油、花椒油、菜籽油、花生油等样品，购于当地超市，为品牌商品。

样品的分析测试在西南科技大学分析测试中心进行，测试条件为室温。Nicolet-5700型红外吸收光谱仪，美国热电仪器有限公司产品；采用液膜法，扫描波长范围为400~4 000 cm^{-1} ，分辨率为0.4 cm^{-1} ；激光拉曼光谱 In Via 型激光拉曼光谱仪，英国Renishaw公司产品；激光器波长为785 nm，采谱范围为300~3 000 cm^{-1} ，分辨率为1~2 cm^{-1} 。

2 结果与分析

2.1 红外光谱分析

经过比较，四川省内不同产地的藤椒油的红外光谱、拉曼光谱的谱带数和相对强度均相似，为了方便比较，选取有代表性的谱图作为藤椒油的光谱。

藤椒油的红外吸收光谱图见图1，花椒油的红外光谱图见图2，菜籽油的红外光谱图见图3，花生调和油的红外光谱图见图4。

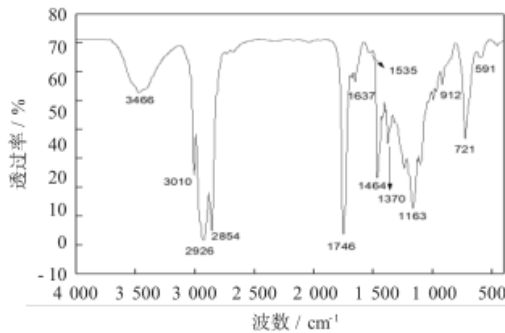


图1 藤椒油的红外吸收光谱图

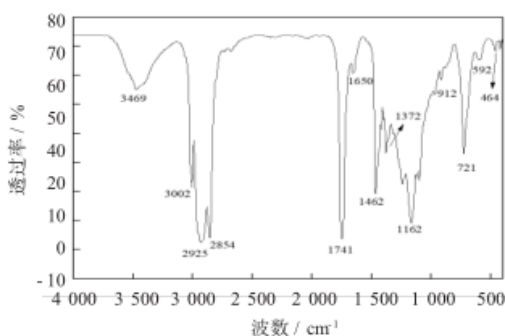


图2 花椒油的红外光谱图

由图1可知，藤椒油在3 466, 2 926, 2 854, 1 746, 1 464, 1 163, 721 cm^{-1} 附近出现了7个明显的红外吸收谱带；3 010, 1 637, 1 370 cm^{-1} 附近有

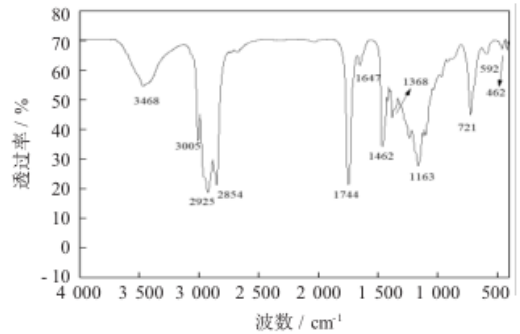


图3 菜籽油的红外光谱图

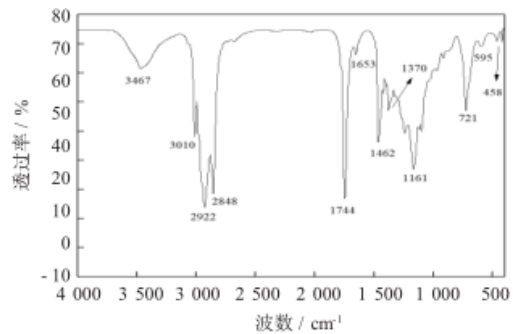


图4 花生调和油的红外光谱图

3个吸收强度弱的红外吸收谱带。

其中3 466 cm^{-1} 附近宽的吸收峰，归属于羟基的O-H伸缩振动峰，来自于藤椒油中以芳樟醇为首的醇类化合物振动吸收带；3 010 cm^{-1} 附近是不饱和碳的C-H伸缩振动峰，反映了油类物质中不饱和脂肪酸酯的特点。2 926, 2 854 cm^{-1} 是油类物质的特征吸收峰，是饱和碳的C-H伸缩振动峰^[11-12]；1 746 cm^{-1} 处的吸收峰尖锐而强，归属于脂肪酸酯的C=O的伸缩振动的特征吸收^[13]；1 464 cm^{-1} 处是亚甲基的弯曲振动峰，1 370 cm^{-1} 处是甲基的弯曲振动峰，因甲基只存在于链端，数量比亚甲基少，所以峰强比亚甲基弱；1 231, 1 163, 1 100 cm^{-1} 处的吸收峰是C-O-C的非对称伸缩振动峰，归属于脂肪酸酯^[14]；721 cm^{-1} 附近的吸收峰，是长碳链的骨架振动峰^[15-16]；1 637 cm^{-1} 处的吸收峰为酰胺中C=O基团的伸缩振动峰，591 cm^{-1} 附近的吸收峰为C=O的面外弯曲振动，来自于酰胺的酰胺VI带。藤椒油的红外光谱的信息表明，藤椒油中含有不饱和和脂肪酸酯、脂肪酸酯、酰胺、醇类化合物。

由图1~图4可知，藤椒油的红外光谱与市售品牌花椒油、菜籽油、花生调和油的红外光谱峰位、峰形相似^[7,12-13,17-18]。比较发现，912 cm^{-1} 处来自于反式烯烃上C-H的面外弯曲振动，是藤椒油和花椒油的特征吸收峰；1 637 cm^{-1} 处酰胺的C=O伸缩振动，是藤椒油的特征振动峰；1 535 cm^{-1} 附近的红外吸收

为藤椒油独有的特征吸收,归属为反式肽键 N-H 的变形振动,可认为是藤椒油的特征红外光谱。

2.2 拉曼光谱分析

藤椒油的拉曼光谱图见图 5, 花椒油的拉曼光谱图见图 6, 菜籽油的拉曼光谱图见图 7, 花生调和油的拉曼光谱图见图 8。

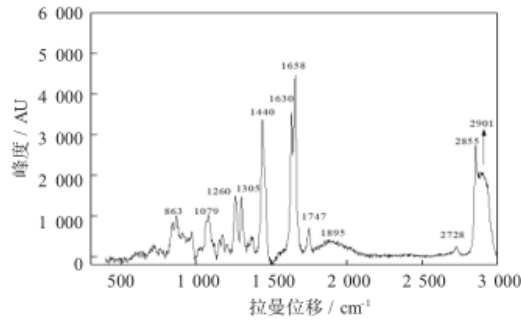


图 5 藤椒油的拉曼光谱图

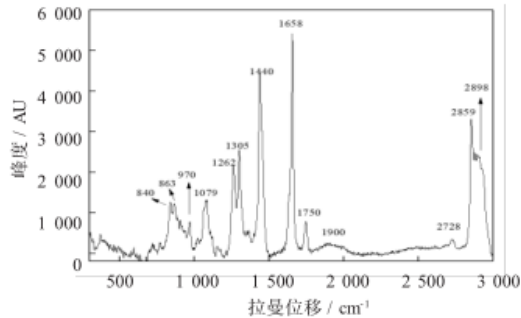


图 6 花椒油的拉曼光谱图

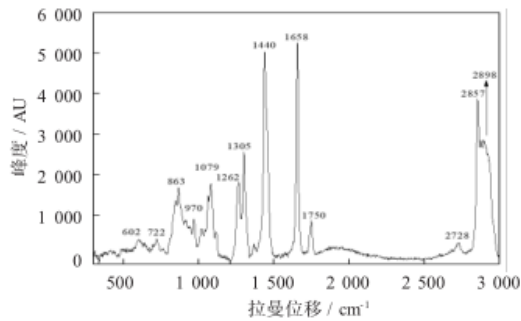


图 7 菜籽油的拉曼光谱图

如图 5 藤椒油的拉曼光谱在 1 079, 1 260, 1 305, 1 440, 1 630, 1 658, 2 855, 2 901 cm^{-1} 附近出现 8 个强的拉曼散射峰, 在 863, 1 747, 2 728 cm^{-1} 处有 3 个较强的特征拉曼峰。

图谱中出现的 1 440, 1 630, 1 658, 2 855, 2 901 cm^{-1} 强峰, 1 440 cm^{-1} 附近为 CH_2 基团中 C-H 的弯曲振动; 1 658 cm^{-1} 附近强谱带来自于顺式 C=C 的伸缩振动, 反映出藤椒油中烯烃类化合物特点;

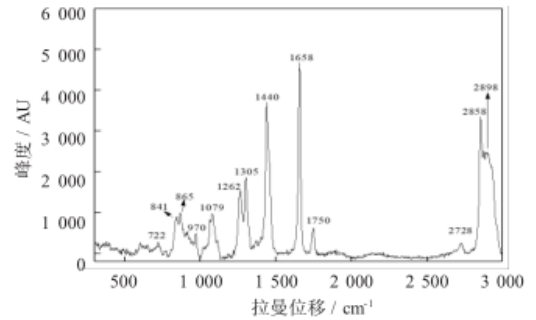


图 8 花生调和油的拉曼光谱图

2 855, 2 901 cm^{-1} 附近分子基团的振动属于 C-C (CH_2CH_2)骨架变形或 CH_2CH_2 伸缩振动。1 079 cm^{-1} 附近是 C-C 伸缩振动^[19-20]; 1 260 cm^{-1} 和 1 305 cm^{-1} 的拉曼峰的强度比值接近 1, 且 863 cm^{-1} 处有拉曼谱带, 反映出藤椒油中油酸或亚油酸的特点^[21]; 1 747 cm^{-1} 处的拉曼峰为 C=O 的伸缩振动归属于脂肪酸酯, 反映出藤椒油的酯类特点。通过藤椒油拉曼光谱中各强谱带的指认, 图谱中拉曼峰主要对应为油酸、亚油酸、 α -亚麻酸等不饱和酸和烯类、脂肪酸酯, 进而可推断藤椒油的成分。

藤椒油的拉曼光谱与市售品牌花椒油、菜籽油、花生调和油的拉曼光谱相比较^[22-26], 在 1 630 cm^{-1} 处出现了特征拉曼峰, 为藤椒油独有, 1 260 cm^{-1} 和 1 305 cm^{-1} 拉曼谱峰的强度几乎相同, 这是藤椒油与其他油相比最明显的特征。

比较藤椒油的红外光谱和拉曼光谱, C-H 伸缩振动 (2 855 cm^{-1} 附近, 拉曼强, 红外强), C=O 的伸缩振动 (1 747 cm^{-1} 附近, 拉曼弱, 红外强), C=C 的伸缩振动 (1 637 cm^{-1} 附近, 红外弱, 1 630 cm^{-1} 附近, 拉曼强), CH_2 基团中 C-H 的弯曲振动 (1 460 cm^{-1} 附近, 拉曼强, 红外较强) 等结构的分子振动模式, 既有红外活性, 也有拉曼活性。

3 结论

藤椒油的红外光谱在 3 466, 2 926, 2 854, 1 746, 1 464, 1 163, 721 cm^{-1} 附近有 7 个强吸收谱带; 3 010, 1 637, 1 370 cm^{-1} 附近有 3 个弱吸收谱带。1 535 cm^{-1} 附近的红外吸收可认为是藤椒油的特征红外光谱。藤椒油的拉曼光谱在 1 079, 1 260, 1 305, 1 440, 1 630, 1 658, 2 855, 2 901 cm^{-1} 附近有 8 个强的拉曼散射峰, 863, 1 747, 2 728 cm^{-1} 处有 3 个较强的拉曼峰; 1 260 cm^{-1} 和 1 305 cm^{-1} 拉曼谱峰的强度相同是藤椒油拉曼光谱的特征。

参考文献:

- [1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典 (一部) [M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2015: 159.

- [2] Rynjah C V, Devi N N, Khongthaw N, et al. Evaluation of the antidiabetic property of aqueous leaves extract of *Zanthoxylum armatum* DC. using in vivo and in vitro approaches [J]. *Journal of Traditional & Complementary Medicine*, 2018 (1): 134-140.
- [3] 古明亮, 李文刚, 李进, 等. 藤椒油感官检验方法的改进 [J]. *现代食品*, 2017 (3): 85-88.
- [4] Bhatt V, Sharma S, Kumar N, et al. Simultaneous quantification and identification of flavonoids, lignans, coumarin and amides in leaves of *Zanthoxylum armatum* using UPLC-DAD-ESI-QTOF-MS/MS [J]. *Journal of Pharmaceutical & Biomedical Analysis*, 2017 (2): 46-55.
- [5] Nooreen Z, Singh S, Singh D K, et al. Characterization and evaluation of bioactive polyphenolic constituents from *Zanthoxylum armatum* DC. a traditionally used plant [J]. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 2017 (4): 366-374.
- [6] 赵爱娟, 王少卿, 贺韶亚. 红外光谱法分析加热对食用油成分变化影响的研究 [J]. *中国食品添加剂*, 2017 (3): 87-90.
- [7] 邢存章, 徐桂云, 蒋文强, 等. 花椒油的波谱表征 [G] // 中国化学会应用化学学术会议. 常州: 中国化学会工作部, 1999: 314-315.
- [8] 吴双, 王杰, 俞雅茹, 等. 基于拉曼和近红外光谱特征层融合的食用油 MUFA 和 PUFA 含量检测 [J]. *中国粮油学报*, 2017 (11): 166-172.
- [9] Huang F, Li Y, Guo H, et al. Identification of waste cooking oil and vegetable oil via Raman spectroscopy [J]. *Journal of Raman Spectroscopy*, 2016 (11): 860-864.
- [10] Barthus R C, Poppi R J. Determination of the total unsaturation in vegetable oils by Fourier transform Raman spectroscopy and multivariate calibration [J]. *Vibrational Spectroscopy*, 2001, 26 (1): 99-105.
- [11] 朱南南, 孙志蓉, 曲继旭, 等. 三种石斛及其提取物的红外光谱法整体结构解析与鉴定 [J]. *光谱学与光谱分析*, 2018, 38 (11): 3407-3413.
- [12] 邓月娥, 牛立元, 孙素琴. 植物油红外光谱特性分析 [J]. *河南科技学院学报 (自然科学版)*, 2005, 33 (3): 66-69.
- [13] 邹春海, 冯均利, 李勇, 等. 食用油的红外吸收光谱分析 [J]. *光谱实验室*, 2013, 30 (3): 1099-1102.
- [14] 张菊华, 朱向荣, 尚雪波, 等. 近红外光谱、中红外光谱、拉曼光谱无损检测技术在食用油脂分析中的研究进展 [J]. *食品工业科技*, 2010, 31 (10): 421-425.
- [15] Guillén, María D, Cabo N. Infrared spectroscopy in the study of edible oils and fats [J]. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 1997 (1): 1-11.
- [16] Dupuy N, Duponchel L, Huvenne J P, et al. Classification of edible fats and oils by principal component analysis of Fourier transform infrared spectra [J]. *Food Chemistry*, 1996, 57 (2): 245-251.
- [17] Javidnia K, Parish M, Karimi S, et al. Discrimination of edible oils and fats by combination of multivariate pattern recognition and FT-IR spectroscopy: A comparative study between different modeling methods [J]. *Spectrochimica Acta Part A Molecular & Biomolecular Spectroscopy*, 2013 (3): 175-181.
- [18] 郭峥, 张娴, 袁洪福, 等. 近红外光谱快速测定调合食用油成分含量可行性研究 [J]. *现代仪器与医疗*, 2010 (6): 21-22.
- [19] 褚小立. 化学计量学方法与分子光谱分析技术 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2011: 351-352.
- [20] 王翔, 戴长建. 部分动植物的拉曼光谱研究 [J]. *光谱学与光谱分析*, 2015, 35 (4): 929-933.
- [21] 东野广智, 周群. 亚麻油组分的红外和拉曼光谱分析 [J]. *光谱学与光谱分析*, 2000, 20 (6): 836-837.
- [22] Muik B, Lendl B, Molina-Díaz A, et al. Direct monitoring of lipid oxidation in edible oils by Fourier transform Raman spectroscopy [J]. *Chemistry & Physics of Lipids*, 2005 (2): 173-182.
- [23] 杨永存, 李浩, 杨冬燕, 等. 植物原油与地沟油拉曼光谱谱图的分析研究 [J]. *华南预防医学*, 2015 (2): 176-182.
- [24] 周秀军, 戴连奎, 李晟. 基于拉曼光谱的食用植物油快速鉴别 [J]. *光谱学与光谱分析*, 2012, 32 (7): 1829-1833.
- [25] Dong W, Zhang Yingqiang, Zhang Bing, et al. Rapid prediction of fatty acid composition of vegetable oil by Raman spectroscopy coupled with least squares support vector machines [J]. *Journal of Raman Spectroscopy Jrs*, 2014, 44 (12): 1739-1745.
- [26] 邓平建, 杨冬燕, 李浩, 等. 地沟油拉曼光谱特征形态 [J]. *中国公共卫生*, 2015, 31 (4): 510-515. ◇

欢迎订阅 《农产品加工》 欢迎投稿

邮发代号: 22-121 22-19

在线投稿: www.ncpjg.com

电 话: 0351-4606085

投稿邮箱: ncpjgk@163.com

[10]李鸿斌. 单独招生层次学生化学知识水平调查分析报告—四川中医药高等专科学校 2016 年-2018 年“无机化学”为例 [J]. 绵阳师范学院学报, 2019, 38(08): 53-57.



2021

2020

2019

No.12 No.11 No.10

No.09 **No.08** No.07

No.06 No.05 No.04

No.03 No.02 No.01

2018

2017

2016

2015

2014

2013

2012

2011

2010

2009

2008

2007

目录

博士论坛

关于黎曼Zeta函数的若干性质及其在复平面上的积分表示	高义;	1-3+23
外源SA对不同程度干旱胁迫下水稻品种岗优725幼苗的生理效应	王金玲,赵江,代其林,杜世章;	4-10
川西高原生态脆弱区地表水资源水质现状评价	闫宗平,赵英,陈晓杰;	11-16
青少年体力活动促进模型评述	付成君,林完琪;	17-23

数学与统计

(2+1)维色散长波方程新的行波解	杨琼芬,王佛生,杨立娟;	24-26
-------------------	--------------	-------

物理与电子信息技术

基于SystemView的FSK通信系统仿真研究	李素平,许明坤,吴永生;	27-30+37
基于计算机辅助分析的机构静力学建模与教学实践	李保坤,张凯;	31-37
以项目为导向的“PCB版图设计”教学改革与实践	江敏,肖顺文;	38-41+57

化学与化学工程技术

十八烷基三甲基氯化铵改性蒙脱石的制备及构效关系研究	陈英,刘思曼,杨斌霸,王平,王顺辉;	42-48
A~2O+MBR污水处理工艺运营问题及对策探讨	陈艺敏,陈建发,卢敬洲;	49-52
单独招生层次学生化学知识水平调查分析报告——四川中医药高等专科学校2016年-2018年“无机化学”为例	李鸿斌;	53-57

DOI: 10.16276/j.cnki.cn51-1670/g.2019.08.011

单独招生层次学生化学知识水平调查分析报告

——四川中医药高等专科学校2016年-2018年“无机化学”为例

李鸿斌

(四川中医药高等专科学校, 四川绵阳 621000)

摘要: 本研究以医药类高职高专单招层次学生入手, 调查研究了这部分学生化学知识的储备情况, 调查结果对单招学生后续《无机化学》教学工作提供了基础和根据, 为顺利达成《无机化学》教学目标以及为同类层次学生其余学科的教学提供了有益的参考。

关键词: 单独招生; 化学基础知识; 调查研究; 衔接; 教学

中图分类号: G718.5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-612X(2019)08-0053-05

为贯彻落实《教育部财政部关于实施国家示范性高等职业院校建设计划加快高等职业教育改革与发展的意见》^[1]: “各地要制定相关政策, 优先安排招生录取批次, 鼓励开展单独招生试点, 保证生源质量”要求, 积极探索引导高中毕业生和中职毕业生向优质高等职业院校合理分流, 提升高等职业教育的生源质量, 我国高等职业院校于2007年开始实施单招工作, 四川省从2008年开始有两所学校试点, 本校从2016年开始进行单招。

医学类单招学生不同于医学类高职高专以往在校学生的任何层次。单招学生中既有普通高中毕业生, 又有医学类中专毕业生, 高中生中既有理科学生, 又有文科学生。这些学生来源不同、各学科知识的储备情况也不同, 若简单的不作调查研究的照本宣科, 进行一刀切的教学, 势必导致学生跟不上教学进度, 教学效果受到严重影响。

《无机化学》作为医学类高职高专学生的一门基础课, 是医学生学习后续化学学科及医药学相关学科的基础, 作好单招各类来源学生化学知识储备情况的调查, 特别是与《无机化学》教材体系相关的化学基础知识储备情况研究, 以供教师在拟定教学计划、实施教学时能与学生实际紧密结合, 做到查漏补缺、良好衔接十分重要。

1 单招学生结构

要作好单招学生化学知识储备情况调查, 首先需要弄清单招学生的构成情况, 对学生来源做到心中有数, 调查才有针对性。为此, 统计了本校从2016年实施单招工作三年以来, 学校招收的单招学生构成情况, 如表1所示。

收稿日期: 2019-05-15

基金项目: 四川中医药高等专科学校教学教改项目(18JGYB10)。

作者简介: 李鸿斌(1966-), 男, 四川乐山人, 副教授, 研究方向: 化学教学法、大学化学衔接。

表1 四川中医药高等专科学校2016~2018年单招学生构成情况统计表
 Tab.1 Statistical table of the composition of the students recruited by Sichuan College of Traditional Chinese Medicine from 2016 to 2018

年度	总人数	中专生人数	文科生人数	理科生人数
2016	430	118	91	221
2017	1 289	333	412	544
2018	1 587	770	377	440
总计	3 306	1 221	880	1 205

从表1可以看出:本校单招的招生人数从2016年的430人、到2017年的1 289人再到2018年的1 587人,三年间单招生的绝对数量增加了1 157人,增长比例达到了269%,今年随着高职的扩招,各校单招学生比例又将有突破性增长.单招学生占当年新招收学生人数的比例已接近50%,未来该比例还有可能有较大幅度的增长.从单招学生构成来看,高中毕业学生占绝大多数,其中,2016年占72.56%,2017年占74.17%,2018年占63.07%.高中毕业生中,理科学生的比例占比高些,2016年占70.83%,2017年占56.90%,2018年占53.86%,这与医学类高职高专开设的专业以理工为主,理科学生能更好的适应医学教学的要求有相当大的关系.同时,中职学生的比例从2016年的27.44%上升到2018年的48.52%,也有明显升高的趋势,这与国家和地方政府的招生政策指向有直接关系.单招学生的教学、管理工作将成为高职高专学校今后较长时间段内的主要工作,针对单招学生的教育教学研究也必将成为高职高专教育工作者的重要任务.

2 单招学生化学知识储备情况

由于高中理科生、文科生、医学类中专学生在进入医学类高职高专学校以前,高中阶段、中专阶段学习的化学课程有很多差异.一般普通高中理科生高中阶段要学习《化学》^[2]必修1、2章节,选修3、4、5、6章节,文科生只学习《化学》必修1、2章节,而医学类中职学生在中专阶段主要学习的是《医用化学》^[3],三种类型的学生进入医学类高职高专以前所学习的化学基础知识在教材的整体规划、理论内容的选择、知识的深度和广度、教学的侧重点、等方面均有较大的不同.若仅仅从理论上分析,三类学生所学习的化学知识均能与医学类高职高专《无机化学》知识体系相对接,但实际情况还必须研究清楚三类学生化学知识的掌握情况,特别是与《无机化学》教材相衔接的知识的掌握情况,以便合理安排知识补缺、顺利实施《无机化学》教学计划十分重要.

2.1 单招学生化学知识储备情况调查测试题的拟定

我们以当前医学类高职高专普遍使用的全国中医药行业高等职业教育“十二五”规划教材《无机化学》^[4]为参照.该教材包含理论教学和实验指导两大部分,从理论教学体系上可以分为物质结构、溶液、化学平衡、元素化合物四大板块.学生要较好的学习大专《无机化学》知识,就必须掌握与以上四大板块知识想衔接的基础化学知识.为此,我们根据医学类大专新生学习《无机化学》这四大板块所需要具备的基础化学知识进行了认真的研究,设计了针对单招学生化学知识储备情况检测的测试题.

测试题力求直接、简明扼要、对应衔接关系清楚了.设计了名词解释、填空、计算三个类型九个方面的测试题.名词解释包括电解质、元素周期律两个测试题;填空题包括原子的组成、元素周期表中同一周期元素性质的递变规律、溶液的组成、化学键的主要类型、溶液酸碱性的判定、影响化学平衡的外界因素六个测试题;计算题为物质的量浓度的计算.这些测试题完全与《无机化学》四大板块的知识相对接,能较好的反应出学生学习《无机化学》的基础.

2.2 单招学生化学知识储备情况调查分析

我们抽取2018级单招学生的代表性专业,对单招学生所储备的化学知识情况进行了测试,共计发放测试试卷700份,收回有效测试试卷624份,分别按高中理科生、高中文科生、医学类中专生三类学生来

源进行了测试结果统计、分析,具体统计结果如表 2 所示。

表 2 2018 级单招学生化学知识检测情况统计表

Tab.2 Statistical table for the detection of chemical knowledge of students in Class 2018

测试内容	理科生测试结果(%)	文科生测试结果(%)	中专生测试结果(%)	三类学生总计结果(%)
电解质	正确 13.04	正确 8.33	正确 11.76	正确 11.04
	部分正确 30.43	部分正确 12.50	部分正确 2.94	部分正确 15.29
	错误 56.52	错误 79.17	错误 85.29	错误 73.66
元素周期律	正确 8.70	正确 8.33	正确 5.88	正确 7.64
	部分正确 8.70	部分正确 8.33	部分正确 2.94	部分正确 6.66
	错误 82.61	错误 83.33	错误 91.18	错误 85.71
原子结构	正确 26.09	正确 20.83	正确 8.82	正确 18.58
	部分正确 56.52	部分正确 54.17	部分正确 58.82	部分正确 56.50
	错误 17.39	错误 20.83	错误 32.35	错误 23.52
同周期元素性质递变规律	正确 56.52	正确 33.33	正确 11.76	正确 33.87
	部分正确 0.00	部分正确 0.00	部分正确 8.82	部分正确 2.94
	错误 43.48	错误 66.67	错误 79.41	错误 63.19
溶液的组成	正确 82.61	正确 66.67	正确 58.88	正确 69.39
	部分正确 0.00	部分正确 12.50	部分正确 5.88	部分正确 6.13
	错误 17.30	错误 20.83	错误 38.24	错误 25.46
化学键的分类	正确 65.22	正确 41.67	正确 58.88	正确 55.26
	部分正确 0.00	部分正确 4.17	部分正确 0.00	部分正确 1.39
	错误 34.78	错误 54.17	错误 47.06	错误 45.34
溶液的酸碱性判定	正确 86.96	正确 70.83	正确 64.71	正确 74.17
	部分正确 8.70	部分正确 16.67	部分正确 11.76	部分正确 12.38
	错误 4.35	错误 12.50	错误 23.53	错误 13.46
影响化学平衡的外界因素	正确 21.74	正确 0.00	正确 2.94	正确 8.23
	部分正确 52.17	部分正确 70.83	部分正确 52.94	部分正确 58.65
	错误 26.09	错误 29.17	错误 47.06	错误 34.11
物质的量浓度计算	正确 21.74	正确 8.33	正确 11.76	正确 13.94
	部分正确 30.43	部分正确 4.17	部分正确 14.71	部分正确 16.44
	错误 47.83	错误 87.50	错误 73.53	错误 69.62

对 2018 级学生化学知识检测情况统计表进行分析,可以得出以下几点结论:

2.2.1 高中学生对化学知识的掌握情况普遍好于中专学生 从统计表 2 可以看出;在测试的 9 个方面知识点中,高中理科学生答对的比例均高于中专学生,错误率均低于中专学生。高中文科学生在元素周期律、原子结构、同周期元素性质递变、溶液的酸碱性判定等四个方面的正确率高于中专学生,在电解质定义、元素周期律、原子结构、同周期元素性质的递变规律、溶液的组成、溶液的酸性、影响化学平衡的外界因素等七个方面的错误率低于中专学生。总体来看高中学生对化学知识的掌握情况好于中专学生。

2.2.2 理科学生对化学知识的掌握情况好于文科学生 理科学生在测试的 9 个方面知识点中正确率全部高于文科学生、错误率全部低于文科学生,说明高中理科学生所储备的化学知识整体比文科学生厚实。就其原因,理科学生在高中三年学习阶段,完整的学习了《化学》必修 1、2,选修 3 至选修 6 的所有知识,而文科生仅仅在高一学年学习了《化学》必修 1、2,理科学生在化学知识学习的深度、广度、时间跨度、化学知识反复强化程度、化学知识的熟练程度等方面均明显高于文科学生有直接关系。

2.2.3 各类型学生对化学知识的掌握情况总体较差 从总体来看,高中理科学生、高中文科学生、医学类中专学生对化学基础知识的掌握情况都十分不理想。三类学生在测试中对电解质的定义只有 11.04% 的学生

回答正确,元素周期律的定义只有 7.64% 的学生回答正确,原子的组成、结构只有 18.58% 的学生回答正确,元素周期表中同周期元素性质的递变规律只有 33.87% 的学生回答正确,影响化学平衡的外界因素只有 8.23% 的学生回答正确,物质的量浓度的计算只有 13.94% 的学生计算正确.而学生对溶液的组成回答正确率为 69.39%、对溶液的酸碱性判定回答正确率为 74.17%、对化学键的分类回答正确率为 55.26%.测试结果说明三类学生对化学知识的掌握情况总体较差.

2.2.4 各类型学生化学知识储备上的主要问题 综合以上的测试和分析,可以看出:单招学生整体化学基础较差,学生对高中阶段和中专阶段所学习的化学知识掌握程度差、遗忘比例大.客观上说明单招层次学生文化基础整体偏弱,学习自觉意识和钻研精神不够、学习习惯较差.若是简单的照搬大专教材,不根据学生的实际作好教学衔接,在教学上不作调整,学生的学习效果将无法保证.

3 单招学生化学知识的衔接

通过测试和分析,我们清楚的知道了单招层次学生的状况,特别是化学知识储备的情况.鉴于学生对基础化学知识掌握的情况差,这样的化学基础无法直接与医学类高职高专《无机化学》知识相衔接,必须根据大专《无机化学》教材的知识体系,在每章节的新知识讲述前,为学生有针对性的弥补化学基础知识.具体来说,在讲述大专《无机化学》四大板块的知识之前,首先要注重思想引导,从思想上加以衔接^[5].对于学习,兴趣是最好的老师,许多学生学习不好无机化学与学生对该科目没有兴趣有关,因此,培养学生兴趣就成为教学任务的重中之重.教师可以可以将无机化学知识与生活中的各类小技巧、小常识相联系,提高教学趣味性^[6].同时,要讲清楚无机化学学科在学生的专业学习中重要的基础作用,让学生明确化学学科知识的学习对专业学习的重要性.要结合即将讲述的理论内容适当复习、巩固、讲述与大专教学内容相衔接的基础知识,为学生在知识上的过渡作好铺垫.如在溶液章节的讲述前,我们应该给学生复习溶液的组成知识,在讲述溶液组成的表示方法及有关计算内容前,我们应该给学生复习物质的量—摩尔、物质的量 nB 与质量 mB 和摩尔质量 M 的关系;在讲述 s 区、p 区、d 区主要元素及其化合物的知识前,我们应该给学生复习元素周期表、元素周期律的知识,特别是同一周期、同一主族元素性质的递变规律知识……先讲衔接基础知识,衔接知识讲清楚了,学生掌握了,再讲新理论知识,这样学生才能较好的学习大专《无机化学》新知识.

总之,《无机化学》的讲述要充分考虑到学生实际,实事求是,按照调查摸底、教学设计、复习巩固、新课讲述的程序进行,只有这样,我们的教学才能做到有的放矢、既备学生、也备教材,把因材施教落到实处.

4 相关启示

单招层次是高校新型的招收层次,客观的说,这部分学生的知识基础与经过高考进入普通高校的高中生有较大差距,学生的理科基础尤其欠缺.随着职教的扩招,单招层次将是未来高职高专层次大专院校的重要组成部分.所以,我们必须要对这部分学生进行深入的研究,根据学生的实际,注重思想引导、注重教学方法、注重研究高中、医学类中专与大专教材,提高教学的针对性,只有这样才可能较好的完成这部分学生的教育、教学工作.

参考文献

- [1] 教育部、财政部.《教育部财政部关于实施国家示范性高等职业院校建设计划加快高等职业教育改革与发展的意见》(教高[2006]14号),2006.11.3
- [2] 宋心琦.《化学》(3版)[M].北京:人民教育出版社,2007
- [3] 李湘苏,赵笑虹.《医用化学基础》(2版)[M].西安:第四军医大学出版社,2014.
- [4] 叶国华.《无机化学》[M].北京:中国中医药出版社出版,2015.
- [5] 蒙智.高中化学与大学无机化学知识衔接方式的研究[J].考试周刊,2016(85):140.

An Empirical Study on Chemical Knowledge of Students at Individual Admissions Level: Taking the Teaching of *Inorganic Chemistry* from 2016–2018 in Sichuan Traditional Chinese Medicine College as an Example

LI Hongbin

(Sichuan Traditional Chinese Medicine College, Mianyang, Sichuan 621000)

Abstract: This study investigates students in medical higher vocational colleges and their chemical knowledge reservation. The survey provides the basis for the follow-up teaching work of inorganic chemistry. It provides a useful reference for the successful achievement of the teaching goals of Inorganic Chemistry and for the teaching of other subjects of the students with the same knowledge level.

Keywords: separate enrollment, basic knowledge of chemistry, investigation and research, convergence, teaching

(责任编辑:陈 英)

(上接第 41 页)

Project-oriented Teaching Reform and Practice of *PCB Board Design*

JIANG Min, XIAO Shunwen

(School of Electronic Information Engineering, China West Normal University, Nanchong, Sichuan 637002)

Abstract: Based on the analysis of the traditional teaching methods of *PCB board design*, the project-oriented teaching reform is put forward. A dissection of a specific project is carried out, and it adopts the modularized design. The learned knowledge and the to be learned knowledge are integrated into the module to achieve the teaching and learning state of ready-to-use learning. It is proved that after the project-oriented *PCB board design* teaching reform, the students' interest in reaching and making electronic products has gradually increased, and their ability to use knowledge comprehensively and hands-on ability all have been greatly improved.

Keywords: *PCB board design*, project-oriented, teaching reform

(责任编辑:陈桂芳)

[11]李鸿斌. 普通高中《化学》知识与大学《无机化学》知识的对接情况研究—以医学类高职高专为例[J]. 现代职业教育, 2019(17): 102-103.

现代职业教育

Modern Vocational Education

中国知网 万方数据库 龙源期刊网 超星期刊网

职业
期刊



ISSN 2096-0683



6
2019

绿色化学理念在中职化学课程中的融合

杨倩;

112-113

课题_专业教学

高职院校护理专业健康评估实践教学模式的探索与创新

张孟;王荣俊;李二军;

76-77

医教协同背景下中医学专业教学标准制订的探索与实践

张宏;马波;储成志;赵宝林;王晓戎;汪洋;曹明刚;

78-79

互联网+视阈下体育保健与康复专业课程资源整合与利用的策略研究

蒋祎依;宁小春;

80-81

食品微生物检验技术课程教学的探索与实践

方靖;李源;

82-83

高职高专公共心理学O2O教学过程整合改革研究

张喆;王玲;

84-85

“互联网+”财经类专业创业教育课程的教学实践

梁丽君;

86-87

基于现代学徒制的高职电梯工程技术专业课程体系建设研究

屈省源;陈秀和;

88-89

铁道通信信号设备制造与维护专业核心能力培养的研究与实践

付涛;任全会;黄根岭;

90-91

供热通风与空调工程技术专业培育学生“工匠精神”探索

黄升平;

92-93

高职技能大赛背景下数控技术专业教学改革探索

周小蓉;易忠奇;

94-95

建筑工程计量与计价课程教学改革

汪正云;

96-97

应用型本科院校工程数学课程开发和教学改革——以山西工程技术学院为例

杨云霄;王有文;韩晓欣;

98-99

特种加工实训教学改革与实践

蒋小波;吴光辉;

100-101

普通高中《化学》知识与大学《无机化学》知识的对接情况研究——以医学类高职高专为例

李鸿斌;

102-103

超星学习通和蓝墨云班课在解剖教学上的应用比较

罗华;罗明英;

104-105

生物学类专业五大核心课程实验项目设计与实践

姬国杰;胡焕焕;石晓卫;刘瑞;田存章;张靖;张晗;陶娟;卢龙斗;

106-107

普通高中《化学》知识与大学《无机化学》知识的 对接情况研究^①

——以医学类高职高专为例

李鸿斌

(四川中医药高等专科学校,四川 绵阳 621000)

[摘要] 《无机化学》是医学类高职高专学生的一门基础课程。医学学生对无机化学知识的学习、掌握情况将直接影响到后续关联课程的学习。从普通高中《化学》知识与大学《无机化学》知识的衔接角度,较为系统地研究了两个层次教材的对接情况,对《无机化学》教师的教学提供了有益的帮助。

[关键词] 高中化学;无机化学;医学类;高职高专;知识分布;知识对接

[中图分类号] G712

[文献标志码] A

[文章编号] 2096-0603(2019)17-0102-02

《无机化学》是医学类专业的一门基础课,是学生学习《生理学》《药理学》《生物化学》《中药学》《西药学》等医学类学科的重要基础。同时,《无机化学》也是医学类学生学习后续化学课程,如《有机化学》《分析化学》《定量分析》《卫生理化检验技术》等的基础和前提。为全面达成《无机化学》的教学目标,做好普通高中《化学》知识与医学类高职高专《无机化学》知识的对接研究,让教师对《无机化学》的教学做到心中有数,衔接良好,十分必要。

一、普通高中化学教材涉及的主要知识内容

普通高中课程标准实验教科书《化学》^[1]由必修1、必修2和选修1、选修2、选修3、选修4、选修5、选修6两大板块八大相对独立的知识体系内容构成,各板块主要内容为:

必修1 化学实验安全、混合物的分离和提纯、物质的量的单位—摩尔、气体摩尔体积及其计算、化学物质及其变化、物质的简单分类、分散系及其分类、电解质的电离、离子反应及其发生的条件、氧化还原反应的定义、判定、氧化剂和还原剂的判定及其与得失电子(电子对偏向)的关系、金属及其化合物、硅、氯、硫、氮及其化合物的重要性质,认识它们在生活和生产中的应用以及与环境的关系。

必修2 元素周期表的形成、结构、元素的性质与原子结构的关系、同位素、原子核外电子的排布、元素周期率、化学键、分子间作用力和氢键、化学键与化学反应中能量变化的关系、化学能与热能的相互转化、化学能转化为电能、发展中的化学电源、化学反应的速率、限度及化学反应条件的控制、有机化合物、化学与自然资源的开发利用。

选修1 关注营养平衡、促进身心健康、探索生活材料、保护生存环境。

选修2 走进化学工业、化学与资源开发利用、化学与材料的发展、化学与技术的发展。

选修3 原子结构与性质、分子结构与性质、晶体结构与性质。

选修4 化学反应与能量、化学反应速率和化学平衡、水溶液中的离子平衡、电化学基础。

选修5 认识有机化合物、烃和卤代烃、烃的含氧衍生物、生命中的基础有机化学物质、进入合成有机高分子化合物的时代。

选修6 从实验走进化学、物质的获取、物质的检测、研究型实验。

二、医药类高职高专《无机化学》教材涉及的主要知识内容

全国中医药行业高等职业教育“十二五”规划教材《无机化学》^[2]各章节主要内容如下:

原子结构相关知识、原子核外电子排布、元素周期率、分子结构、溶液、胶体溶液和表面现象、化学反应速率和化学平衡、酸碱平衡、难溶电解质的沉淀—溶解平衡、氧化还原与电极电势、配位化合物、S区主要元素及其化合物、P区主要元素及其化合物、d区主要元素及其化合物、矿物药简介。

三、普通高中《化学》与医药类高职高专《无机化学》知识的衔接情况

从教材章节目录和主要内容来看,全国中医药行业高等职业教育“十二五”规划教材《无机化学》和普通高中课程标准实验教科书《化学》之间的知识衔接情况如下:

(一)普通高中《化学》必修、选修全套教材与医药类高职高专《无机化学》教材知识的衔接情况

1.物质结构单元:包括高等职业教育“十二五”规划教材《无机化学》第一章绪论、第二章原子结构和第三章分子结构三个章节,高中《化学》教材必修2中第一章 物质结构 元素周期律,选修3中第一单元 原子结构与性质、第二单元 分子结构与性质、第三单元 晶体结构与性质的理论知识为大专《无机化学》物质结构单元的学习奠定了坚实的理论基础,高中毕业生通过对以上必修、选修知识内容的学习,掌握的基本理论使其能够十分轻松地过渡到大专《无机化学》物质结构单元知识的学习中。

^①本文系四川中医药高等专科学校课题“医学类大专单招层次学生《无机化学》知识结构情况调查及教学内容优化研究”(项目编号:18JGYB10)的研究成果。

2.溶液单元:包括高等职业教育“十二五”规划教材《无机化学》第四章 溶液和第五章 胶体溶液和表面现象两个章节。高中《化学》教材必修1第一章 从实验学化学、第二章 化学物质及其变化及选修2第四单元 化学与技术的发展中化学计量在实验中的应用中讲到的物质的量的单位—摩尔、气体摩尔体积、物质的量浓度、分散系及其分类、表面活性剂等理论与医学类高职高专《无机化学》该单元知识内容紧密衔接,学生通过高中阶段对以上章节内容的学习和掌握,能很好地过渡到学习大专《无机化学》溶液单元的知识之中。

3.化学平衡单元:包括高等职业教育“十二五”规划教材《无机化学》第六章 化学反应速率和化学平衡、第七章 酸碱平衡、第八章 难溶电解质的沉淀—溶解平衡、第九章 氧化还原与电极电势和第十章 配位化合物五个章节。高中《化学》必修1第二章 化学物质及其变化对电解质、非电解质、离子反应及其发生的条件、氧化还原反应,必修2第二章 化学反应与能量对化学能与热能的相互转化、吸热反应、放热反应、原电池、化学反应速率与化学平衡、选修4 化学反应原理中第一章 化学反应与能量、第二章 化学反应速率和化学平衡、第三章 水溶液中的离子平衡、第四章 电化学基础对化学反应速率、化学平衡、弱电解质的电离、水的电离和溶液的酸碱性、难溶电解质的溶解平衡原电池等知识内容有较为完善的介绍,这些前期的学习内容为高中学生进入大学学习《无机化学》化学平衡单元的知识打下了坚实的基础。

4.元素化合物单元:包括高等职业教育“十二五”规划教材《无机化学》第十一章 s 区主要元素及其化合物、第十二章 p 区主要元素及其化合物和第十三章 d 区主要元素及其化合物三个章节。高中《化学》必修1第三章 金属及其化合物、第四章 非金属及其化合物对常见金属钠、铝、铁、铜的原子结构、化学性质、重要化合物及常见非金属硅、氯、硫、氮的结构、性质、常见化合物等都作了较为详细的介绍,选修3 中第一章 原子结构与性质、第二章 分子结构与性质、第三章 晶体结构与性质中对能层与能级、电子排布、原子结构与元素周期表、元素周期率、电离能、电负性等理论内容进行了较为全面的介绍,为大专《无机化学》元素化合物单元的学习作了大量的基础知识储备。

5.矿物药单元:高等职业教育“十二五”规划教材《无机化学》第十四章 矿物药简介,章节知识与一般化学基础知识联系不是很紧密,高中《化学》必修1 中第三章 金属及其化合物、第四章 非金属及其化合物理论知识对矿物药的学习有较大的帮助。

从以上对医学类大专《无机化学》课程知识与普通高中《化学》课程知识的逐一对比分析中我们可以看出:现行普通高中《化学》课程的知识与医学类大专《无机化学》的课程知识能够完全对接,两种化学知识的衔接、递进关系十分顺畅。

所以,对普通高中理科学生来说,在三年的高中学习期间,完成了普通高中课程标准实验教科书《化学》全部理论内容的学习,进入医学类大专院校后,对大专《无机化学》课程的学习从知识的储备上来说,是可以很好地顺利进入大学《无机化学》的学习中去。

(二)普通高中《化学》教材必修1、2与医药类高职高专《无机化学》教材知识的衔接情况

对文科生而言,在高中学习阶段,学校教学计划原则上只安排了普通高中课程标准实验教科书《化学》必修1、2的学习,通过学习高中《化学》必修1、2这一大基础模块,学生对化学元素、化学式、化合价、化学方程式、结构式和与其相关的元素、单质和化合物的性质及应用,对化学学科的特点—以物质的组成、结构、性质和变化规律为研究对象,有了较为具体、较为全面的了解,对化学中的基本概念、基本原理和基本方法都有了较为全面的了解和掌握,文科生拥有了化学视角,这种视角既是文科生所必须具备的科学素养中的重要组成部分,也是他们继续学习高等化学的基础。文科生通过学习高中《化学》必修1、2,他们储备了原子结构、元素原子核外电子层的排布、元素周期表、元素周期率、化学键、分子间作用力和氢键、物质的量的质量和摩尔质量之间的关系、物质的量浓度的计算及应用、分散系及其分类、丁达尔效应、化学反应速率和化学平衡、酸、碱、盐在水溶液中的电离、电解质、酸碱电离理论、离子反应发生的条件、氧化还原反应、氧化剂和还原剂、金属及其化合物、非金属及其化合物及化学实验基本方法化学知识。文科生所具备的化学理论知识和化学实验知识不论是从知识体系上还是从知识点的衔接上,都完全能够与现行医学类大专《无机化学》教材很好地对接,从理论上来说,文科毕业生进入医学类大专后,凭借其在高中学习阶段所掌握的化学知识,是能够很好地过渡到医学类大专《无机化学》知识的学习中来的。

总之,通过对高中化学教材和医学类高职高专《无机化学》教材知识的系统梳理、对照分析,我们可以得出这样的结论:高中化学教材的编写充分考虑了现阶段普通高中在高一学年学习结束后进行文、理科分科的时间节点,在教材知识的安排上,既考虑到绝大部分理科学生对化学基础知识较为全面和深入的了解,以便理科学生将来进入大学学习后能够很好地与大学阶段的化学知识特别是《无机化学》知识的学习对接,同时,也考虑到文科生的实际,既对文科生进入高二年级学习后就不再学习化学知识有提前的规划,又在文科生高一阶段学习化学必修1、2的知识体系上作了周密的统筹安排,使文科生通过高一年级期间对化学必修1、2的学习,也能掌握无机化学、有机化学、化学实验的基本理论知识,使文科生与理科生相比较仅仅只是在学习化学知识的深度和广度、知识点的拓展上有差别,而不至于影响文科生进入医学类高职高专后其掌握的化学知识与大专《无机化学》课程知识的衔接。所以,不论是对文科生还是对理科生而言,高中《化学》教材知识都能够很好地与医学类高职高专《无机化学》教材对接,单从教材知识的衔接上来讲,高中文、理科生进入医学类高职高专后,学习《无机化学》课程都较为顺畅。

参考文献:

[1]宋心琦.普通高中课程标准实验教科书《化学》[M].3版.北京:人民教育出版社,2007.

[2]叶国华.全国中医药行业高等职业教育“十二五”规划教材《无机化学》[M].1版.北京:中国中医药出版社,2015.

◎编辑 王 敏

[12]李鸿斌. 医学类中专《医用化学基础》与大学《无机化学》知识的对接情况研究——以医学类高职高专为例[J]. 当代教育实践与教学研究, 2019(06): 44-45.



关于职业教育信息化设计与实施策略的探讨	郭绍彬;	21-22
基于在线开放课程的高职理实一体化教学改革实践——以广东职业技术学院《纬编》课程为例	陈水清;刘静;	23-24
教育理论研究		
高校体育教学与心理健康融合研究	冯永福;刘继忠;	25-26+29
中国古典舞身韵在舞蹈教学中的作用和价值	舒永智;	27-29
浅析议题式教学对于思想政治教育教学的作用	刘哲学;	30-31
高职商务英语课程社团化改革的可行性分析	刘小晨;	32-33
基因工程自主设计型实验教学模式的探讨	刘新荣;江南屏;茹灿泉;	34-35
核心素养下初中道德与法治课教学初探	惠一格;	36-37
新课标背景下高师《中国当代文学》课程教学改革	房利芳;	38-39
跨文化背景下的地方高校本土化口译人才培养策略探究	方立;宗杰;	40-41
能力导向的市场营销课堂教学改革研究	李晓亮;	42-43
医学类中专《医用化学基础》与大学《无机化学》知识的对接情况研究——以医学类高职高专为例	李鸿斌;	44-45
高校思想政治教育视域下的生命教育研究	石耀月;鞠法胜;	46-47+171
化妆设计课程的教学改革与思考	蒋蕾;	48-49
民办本科院校《消费心理学》课程教学改革初探	黄先伟;	50-51
农林类高校武术套路课程教育改革的现状及启示	姚得勇;李煦;	52-53
新工科背景下“三主式”实验教学模式研究	师楠;朱显辉;桑林;郭延艳;马彩凤;苏勋文;	54-55

医学类中专《医用化学基础》 与大学《无机化学》知识的对接情况研究

——以医学类高职高专为例

四川中医药高等专科学校 李鸿斌

摘要:《无机化学》是医学类高职高专学生的一门基础课程,对医学生来说十分重要。近年来,医学类中专学生通过单招考试进入医学类大专学习的比例越来越高,对该类学生掌握的《医用化学基础》知识与大专《无机化学》知识的衔接情况进行系统研究,有助于教师合理制定《无机化学》教学计划并达成教学目标。

关键词:医学类中专 医用化学 无机化学 单招层次 知识对接

DOI:10.16534/j.cnki.cn13-9000/g.2019.0258

文章编号:ISSN2095-6711/Z01-2019-06-0044

单独招生是近年来才起步的一项新的大学招生形式。单独招生为中专毕业生升学提供了一个新的平台。作为普通大专招生的新层次,单招学生进入大学后,其知识储备是否能够与大学衔接,显得十分重要。《无机化学》是医学类专业的一门基础课,是学生学习《药理学》等医学类学科的重要基础,同时也是医学类学生学习后续化学课程的基础和前提。

《无机化学》课程是否能够十分顺畅地与医学类中专《医用化学基础》知识对接,对于教学效果影响较大。为全面达成《无机化学》的教学目标,作好《医用化学基础》与《无机化学》知识的对接研究,教师对单独招生中中职《无机化学》的教学做到心中有数十分必要。

一、医学类中专《医用化学基础》涉及的主要知识内容

以目前使用较为普遍的由李湘苏、赵彩虹主编,第四军医大学出版社出版的中等卫生职业教育“十二五”规划教材《医用化学基础》第2版为例。该教材分为绪论、无机化学、有机化学、化学实验四大板块,各章节主要内容包括:

第一章绪论:化学—21世纪的中心学科、化学—医学发展的基础、学习医用化学的方法及要求;第二章溶液的浓度与渗透压:物质的量、溶液的浓度、溶液的渗透压;第三章溶液的基本性质:分散系及其性质、电解质溶液、溶液的酸性、缓冲溶液;第四章物质结构和元素周期律:元素周期律和元素周期表、化学键;第五章有机化合物和烃类:有机化合物概述、烷烃、不饱和链烃、芳香烃;第六章醇酚醚:醇、酚、醚;第七章醛和酮:醛和酮的结构与命名、醛和酮的性质、医学中的醛和酮;第八章有机酸:羧酸、羟基酸和酮酸;第九章酯和脂类:酯、油脂、类脂;第十章含氮有机化合物:胺和季铵盐、酰胺、医学中的含氮化合物;第十一章杂环化合物与生物碱:杂环化合物、生物碱;第十二章糖类:单糖、双糖;第十三章蛋白质与核酸简介:蛋白质、遗传信息的携带者—核酸;化学实验室规则。

从以上教材章节内容我们可以看出,《医用化学基础》充分考虑医学类中职学生的实际情况,把整个《医用化学基

础》分为无机和有机两大理论板块,无机部分的三个章节中,利用两个章节重点讲述溶液的相关内容,突出溶液的配制、稀释、渗透压的医学意义相关知识,与医学中专学生今后的从业实践紧密结合。在传统教材的构成体系上新增加了知识链接、思考与讨论、延伸阅读材料等板块。该教材贴近学生、服务并便于学生学习,坚持科学性、先进性和实用性,突出人文素质教育,体现以能力为本位、以发展技能为核心的职教理念,与医学类中职学生的实际十分契合。

二、医药类高职高专《无机化学》涉及的主要知识内容

我们以现阶段各医学类高职高专院校使用较为普遍的由叶国华主编,中国中医药出版社出版的全国中医药行业高等职业教育“十二五”规划教材《无机化学》为例。该教材可分为物质结构、溶液、元素化合物、矿物药和实验指导五大板块,各板块章节主要内容包括:

第一章绪论:无机化学的发展史和研究内容、生物元素与无机药物、无机化学的学习方法;第二章原子结构:原子的组成及同位素、核外电子的运动状态、原子核外电子的排布、元素周期律与元素周期表;第三章分子结构:化学键、分子间作用力、晶体及离子的极化;第四章溶液:分散系、溶液组成的表示方法及溶液的配制、稀溶液的依数性;第五章胶体溶液和表面现象:胶体溶液、高分子溶液;第六章化学反应速率和化学平衡:化学反应速率、化学平衡、化学平衡的移动、表面现象;第七章酸碱平衡:酸碱质子理论、弱酸弱碱的电离平衡、溶液的酸碱性及pH值、缓冲溶液;第八章难溶电解质的沉淀—溶解平衡:沉淀—溶解平衡及溶解度与溶度积的换算、溶度积规律及其应用;第九章氧化还原与电极电势:氧化还原反应、原电池与电极电势、电极电势的应用;第十章配位化合物:配位化合物的基本概念、配位平衡;第十一章S区主要元素及其化合物:碱金属、碱土金属;第十二章P区主要元素及其化合物:卤族元素、氧族元素、氮族元素、碳族和硼族元素;第十三章d区主要元素及其化合物:过渡元素的通性、重要的过渡元素及其化合物;

第十四章矿物药简介:矿物药的发展简史、矿物药的分类;实验指导:无机化学实验基本知识、实验内容。

从以上的教材章节内容可以看出,《无机化学》充分考虑医学类高职高专学生的实际情况,为达到职业教育的培养目标,注重对学生实践能力的培养。同时,为了增强学生学习的目的性及教材内容的可读性、趣味性,激发学生的学习积极性,提高学生分析问题、解决问题及自主学习的能力等,每章前设“学习目标”,正文插入“知识链接”,章后设“目标检测”。为顺应教育信息化的发展,制作与教材配套的ppt课件,提供给教师及学生参考。教材既注意《无机化学》在医药类高职高专专业培养目标中的基础地位,又注意《无机化学》自身在化学后续专业知识学习中的铺垫作用,定位十分准确。

三、医学类中专《医用化学基础》与医药类高职高专《无机化学》知识的衔接情况

从以上两本教材的主要内容来看,《无机化学》和《医用化学基础》之间的知识衔接情况如下:

1. 物质结构单元包括高等职业教育“十二五”规划教材《无机化学》第一章绪论、第二章原子结构和第三章分子结构三个章节,医学类中专《医用化学基础》教材第一章绪论、第四章物质结构和元素周期律中对化学的定义、化学的发展、学习医用化学的方法、元素周期表和元素周期律以及离子键、共价键都有较为全面的讲述,中职学生在初中化学学习中也打下的原子结构知识的基础。根据中专学生的实际,两章节的知识能够较好地与《无机化学》物质结构单元衔接。

2. 溶液单元包括高等职业教育“十二五”规划教材《无机化学》第四章溶液和第五章胶体溶液和表面现象两个章节。中等卫生职业教育“十二五”规划教材《医用化学基础》第二章溶液的浓度与渗透压、第三章溶液的基本性质对物质的量、摩尔质量、溶液浓度的表示方法、溶液的稀释、溶液的配制、渗透现象和渗透液、渗透压与浓度、温度的关系、渗透压在医学上的意义、分散系及其性质等知识内容有较为完整的阐述。这些学生在医学类中专阶段学习的《医用化学基础》知识完全能够与医学类高职高专《无机化学》溶液单元的知识内容对接,为医学中专毕业学生进入大学,学习《无机化学》溶液单元的知识打下了坚实的基础。

3. 化学平衡单元包括高等职业教育“十二五”规划教材《无机化学》第六章化学反应速率和化学平衡、第七章酸碱平衡、第八章难溶电解质的沉淀—溶解平衡、第九章氧化还原与电极电势和第十章配位化合物五个章节。中等卫生职业教育“十二五”规划教材《医用化学基础》第三章溶液的基本知识中讲到的化学平衡和浓度对化学平衡的影响、强电解质和弱电解质、电离平衡和电离度、同离子效应、水的电离和离子积常数、溶液的酸碱性和pH值、缓冲溶液与缓冲溶液的组成、缓冲溶液在医学上的意义等知识内容与《无机化学》教材化学平衡单元的知识内容能较好地对接,学生通过在中专阶段对《医用化学基础》中溶液的基本性质章节的学习,能够较好的过渡到大专阶段对化学平衡单元知识的学习。

4. 元素化合物单元包括高等职业教育“十二五”规划教材《无机化学》第十一章s区主要元素及其化合物、第十二章p区主要元素及其化合物和第十三章d区主要元素及其化合物三个章节。中等卫生职业教育“十二五”规划教材《医用化学基础》在第四章物质结构和元素周期律中对元素周期表、元素周期律、同主族元素化学性质递变规律探讨、离子键、共价键等知识有较为全面的介绍,在初中化学学习中也了解一些重要的金属、非金属元素及化合物知识。学习这些知识对医学类中专学生进入大专学习医学类高职高专《无机化学》元素化合物知识起到了很好的铺垫作用,学生对该部分知识的学习能较好地切入。

5. 矿物药单元:高等职业教育“十二五”规划教材《无机化学》第十四章矿物药简介。章节知识与化学基础知识联系不是很紧密,医学类中专学生通过对中等卫生职业教育“十二五”规划教材《医用化学基础》中无机化学、有机化学相关知识的学习及在初中化学学习中积累的知识,较好地完成医学类大专《无机化学》教材矿物药知识的学习。

6. 实验单元:中等卫生职业教育“十二五”规划教材《医用化学基础》从化学实验的注意事项、实验室规则、实验室安全规则、常用化学仪器的使用及注意事项、实验报告书书写形式、化学实验基本操作、溶液的配制、稀释、定性验证实验等方面进行了介绍和实验安排,与高等职业教育“十二五”规划教材《无机化学》实验部分完全一致,两本教材的实验单元完全对接。

四、总结

通过以上对医学类中专《医用化学基础》教材和医药类高职高专《无机化学》教材知识的系统梳理、对照分析,我们可以得出这样的结论:医学类中专《医用化学基础》从化学的起源、发展、无机化学知识特别是溶液相关知识、有机化学知识、化学实验室规则四个大的方面,对化学的基础知识进行了较为全面的讲述,为医学类中职学生打下较为坚实的化学基础。从教材的衔接上分析,中等卫生职业教育“十二五”规划教材《医用化学基础》与全国中医药行业高等职业教育“十二五”规划教材《无机化学》实现知识上的完全对接。

参考文献:

- [1]李湘苏,赵笑虹.医用化学基础[M].西安:第四军医大学出版社,2014
- [2]叶国华.无机化学[M].北京:中国中医药出版社出版,2015

[13]李鸿斌. 高职高专化学教学改革的问题与解决策略研究[J]. 现代职业教育, 2017(31): 137.

现代职业教育

Modern Vocational Education

中国知网 万方数据 龙源期刊网 维普期刊网出版平台



11
2017

探索 教学 教法_教学

高职《高等数学》的教学及考核方式之研究	邹小云;	124-125
在高教教学中构建和谐师生关系,提高学生学习兴趣	段凤娇;	126-127
高等职业教育中如何有效实施数学教学	谢久香;王丽丽;	128-129
发现之旅:例谈线性代数矩阵教学中的数学之美	丁钧;	130-131
自主探索,解放学生学习力——以讲解排列组合中一道经典题的课堂教学为例	王玲玲;	132-133
工程教育认证专业课“教学做”教学研究实践	管建峰;胡朝斌;马文斌;张敬妹;	134-136
高职高专化学教学改革的问题与解决策略研究	李鸿斌;	137
基于混合学习理论的高职计算机基础课程教学改革探索	罗建红;	138-139
高职Flash二维动画短片创作实训课程教学改革探索	纪东;	140-141
产教融合模式下的高职电子商务课程教学改革研究——以Photoshop课程为例	黄晨;	142
电气控制与PLC应用课程教学研究	朱文轩;	143
试论建筑工程类高职教育的教学改革	刘建邦;	144-145
高职环境影响评价课程改革与实践应用	刘青龙;	146-147
在高职护理专业妇产科护理学教学中运用项目教学的案例设计	陈荣丽;	148-149

教学 经验 反思_教学

论多元文化背景下的汉语言文学专业教学	韩静;	129
浅析日本文学知识在大学日语教学中的导入	侍焯;	130
基于就业导向的职校英语教学改革探究	孔晶;	131

高职高专化学教学改革的问题与解决策略研究

李鸿斌

(四川中医药高等专科学校,四川 绵阳 621000)

[摘要] 高职高专教育是我国高等教育的重要组成部分,近些年来蓬勃发展,为我国的经济建设和社会发展输送了大批高质量人才。化学是高职高专教育教学中一门重要的基础学科,随着科技的发展,农业科学、生物科学等新兴科学逐渐兴起,农业、生物、食品中的化学研究项目逐渐受到越来越多人的重视,也催生了一大批与化学相关的科技类岗位。但是目前高职高专的化学教学还存在着一些问题,教学内容老化陈旧、不够系统、科研程度不高,教师的教学方式也比较刻板,重理论而轻实践,化学的教学效果不够理想。为了培养适应社会和科技发展所需的实用型、技能型新型人才,高职高专进行有效的化学教学改革刻不容缓。结合当前的化学教学改革理论和教学实践经验,就高职高专化学教学改革的问题与解决策略进行研究。

[关键词] 高职高专;化学;教学改革;策略

[中图分类号] G642

[文献标志码] A

[文章编号] 2096-0603(2017)31-0137-01

一、高职高专化学教学改革的问题

(一) 化学课程体系不清晰,教学内容陈旧

高职高专化学教学改革首先面对的问题就是高职高专化学课程的体系不够清晰,过于庞杂,大部分是在简单地模仿理科化学课程体系,包括普通化学、无机化学、分析化学、有机化学等,各门化学课程都是强调自身的系统性和完整性,而相互之间缺乏联系,课程内各章节和知识点之间衔接不尽合理,一些地方知识体系严重脱节。教师在课堂上的教学内容在理念和概念上都偏老化,陈旧的知识点没有及时更新换代,教学内容没有融入最新的生物化学、食品化学等最新发展的概念和知识,不能适应新的科技发展需求。化学教学内容知识点重复,内容繁杂、条理不够清晰且理论性较强,关于实用性的设计和实验较少,不能很好地培养学生的创新意识和动手能力。

(二) 化学教师的教学方式单一

高职高专化学教学改革的另一个问题就是化学教师的教学思想和理念不够先进,教学方式和方法单一。目前绝大多数化学教师多采用单向传授知识的方法,缺乏事例、缺乏互动,教学方式单一刻板,学生的兴趣不高,面对教师的知识传授,学生多为被动地接受,缺少兴奋点,理解层次浅,容易遗忘。高职高专化学教学应该注重学生实践能力和解决问题能力的培养,尤其是化学这种应用型学科,更应该注重通过培养学生动手操作能力、思考能力、解决问题能力来提高学生的探索能力。但是目前大多数化学教师只是注重理论知识和概念的讲解,忽略了对学生自主探索、自主解决问题能力的培养。课堂上的学习氛围较为沉闷,教学内容大多局限于教材,少量的实验课也是较为简单的程序化展示、刻板的验证性作用,学生的参与度低,不能起到启发学生思考的作用。

二、高职高专化学教学改革的策略

(一) 重建化学学科体系

要提高高职高专化学教学改革的效果,不能光局限在口号上,而应该采取切实的行动。首先要重建化学学科体系,摒弃之前繁杂、孤立、重复的化学学科体系,依据社会和科技发展的现状,将生物化学、农业化学、食品化学等新兴的科学成就纳入化学学科体系中,增加各化学学科之间的联系。其次要优化化学教学内容,陈旧的概念、重复的知识点、过时的理念要摒弃,加入新兴的适应现代社会和科技发展的化学内容,同时还要增强内容的新颖性、有趣性和实用性,尽量避免大片纯理论的知识,

有效地融合创造性、实践性、设计性的内容,为培养学生的探索能力、创造能力和实践能力提供基础。

(二) 改进教学方法

要提高化学教学的效果,教师就必须抛弃传统的单向传授知识的教学方法,要把学生当作化学学习的主体,改变以往“满堂灌”的教学方式。教师应该采用多媒体教学设备,采用情景式、探究式、实验式等教学方式打造丰富生动的课堂教学,为学生学习营造轻松的学习氛围,吸引学生的学习兴趣,调动学生学习化学的积极性和主动性。教师还可以使用小组讨论、小竞赛、自主发明等形式,真正让学生参与到学习过程中,让学生自主思考和探索,教师只需要在一旁进行指导、引导和控制大局即可。例如,在中国中医药出版社《无机化学》的“溶液质量浓度”的教学中,教师可以使用多媒体设备,为学生展示有关质量浓度概念的小动画,以动态的视频形式帮助学生更好地从形象的具体展示中掌握抽象的概念。动画有生动的画面和声音,对化学概念的展示更加丰富和立体,学生很感兴趣,理解得更加深刻。

(三) 为学生提供更多实验和实践的机会

高职高专的教学教育更倾向于培养有实际操作能力的高水平实用型人才,化学本身就是一门操作性和实践性很强的科目,近些年生物化学、食品化学等新化学学科和领域科技的兴起,更是增强了化学在实际生活中的应用性。因此,高职高专化学教学改革中很重要的一环就是要为学生提供实践的机会和舞台,让学生通过实际操作和具体实践增强自主探索和思考的能力,在实践中培养学生利用理论知识解决问题的能力。一方面,学校应增加对实验设备和实验基地的投入,加强与校外单位的合作,为学生实践提供机会。另一方面,教师要在教学过程中增加让学生自己动手进行实验、探索的机会。例如,在《有机化学》的“蛋白质的分子组成”的教学中,教师可以引导学生通过实验的方式来观察和分析蛋白质的分子组成,为学生提供自主探索和实验的机会。学生通过实验来分析和解决问题,为以后的实践积累了经验。

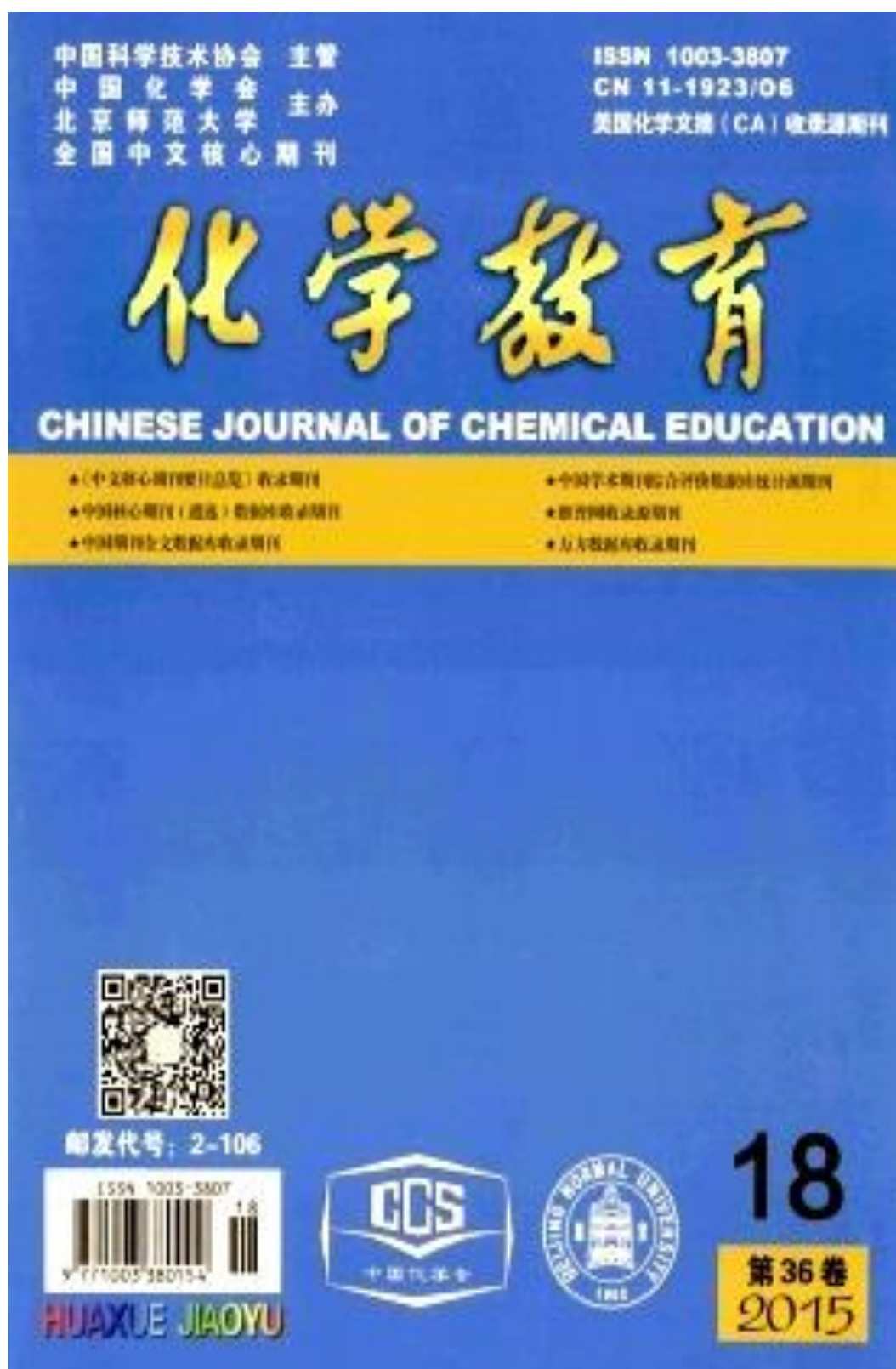
参考文献:

[1] 杨香仙.新时期高职高专化学教学改革的若干思考[J].辽宁农业职业技术学院学报,2016(18).

[2] 苏明.高职基础化学教学改革浅析[J].科技展望,2016(26).

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

[14]陈邦进. 自制液溴安全移取器[J]. 化学教育, 2015, 36(18): 35-36.



2021

2020

2019

2018

2017

2016

2015

No.24 No.23 No.22

No.21 No.20 No.19

No.18 No.17 No.16

No.15 No.14 No.13

No.12 No.11 No.10

No.09 No.08 No.07

No.06 No.05 No.04

No.03 No.02 No.01

2014

2013

2012

2011

2010

[2015年18期](#)
[原版目录页下载](#)

目录

知识介绍

α,β-不饱和酮的逆合成分析 梁静; 1-5

课程与教材研讨

化学教育专业开设生物化学课程的教学改革研究 王澍;徐媛;邢永恒;李坤;石英姿; 6-9

理论课教学

基于模糊数学方法构建“五元一体”MBD教学模式的综合评价体系 吴晓红;毕吉利;李文婷; 10-15

少数民族地区大学物理化学教学方法探索 阿里木江·艾拜都拉;买合木提江·杰力;燕音; 16-20

实验课教学

2种不同体系下镁碱沸石的水热合成及表征 陈晓欣; 21-25

仪器分析虚拟实验室的构建与应用研究  张晓凤;陈燕;林舟; 26-30

臭氧的制备与性质研究实验设计与实践 张琳;肖玫;程微;李进军; 31-34

自制液溴安全移取器 陈邦进; 35-36

教师教育

影响化学师范生教学实践能力的主要因素及其对策 王秀阁; 37-40

自制液溴安全移取器

陈邦进*

(四川中医药高等专科学校 绵阳 621000)

摘要 自制成由通大气导管、出液溴导管、瓶塞以及装有活性炭的吸收球组成的液溴安全移取器,将其安装在液溴瓶上,可实现安全移取液溴,避免溴的挥发损失,并确保操作者安全无虞。

关键词 液溴 毒性 液溴安全移取器

DOI: 10.13884/j.1003-3807hxjy.2015010037

1 移取液溴的危险性

溴是一种危险化学品,在常温下为红棕色液体。液溴具有高度的挥发性和强烈的毒性;溴蒸气具有强烈的刺激性气味,即使浓度很低也会灼伤皮肤和黏膜。

液溴是化学实验室必备的化学试剂之一,市售的液溴一般盛于玻璃瓶中,将原装液溴瓶中的液溴倒出来的过程中,溴蒸气会喷涌而出,迅速弥漫,毒气的强烈刺激难免引起操作者紧张,紧张就可能造成液溴洒出,甚至液溴瓶滑落的严重事故,这种事故在实际工作中不乏其例。溴蒸气逸出是造成试剂损失和安全威胁的根源,在通风橱中或穿戴防毒面具进行液溴移取操作可一定程度避免液溴和溴蒸气的伤害,但不能解决溴蒸气逸出的根本问题。

2 安全移取液溴的装置

已有化学工作者分别设计了移取液溴的仪器^[1-4],这些仪器各具特点,制作简便,不同程度地克服了液溴移取时的逸失和危险性,但又各存在不足。笔者设计了一种称为液溴安全移取装置的仪器,该仪器已取得实用新型专利授权^[5]。为便于自制,本文推荐的是该仪器的一个简化版。首先按图1制作一个液溴安全移取器。揭开原装液溴瓶瓶盖,迅速将液溴安全移取器安装在液溴瓶上(并将瓶塞在瓶颈上套牢)即构成液溴安全移取装置(见图2)。

自制液溴安全移取器不难,其中带活塞的玻璃导管可向玻璃加工企业定制。

从液溴安全移取装置移取液溴的过程如下。

开启活塞I、II,用洗耳球盖于吸收管尾端吹气,增大瓶内液面压力,使液溴经活塞II沿导出管流出,其后液溴就会自动不断流入接收容器,当取得足量的液溴时,再用洗耳球盖于吸收管尾端吸

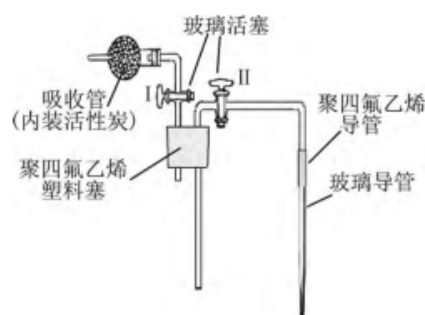


Fig 1 Homemade safet transfer instrument of liquid bromine

图1 液溴安全移取器



Fig 2 Device for transferring liquid bromine safely

图2 液溴安全移取装置

气,将导出管中的液溴吸回到液溴瓶,关闭活塞I、II,并将导出管插入碱液中,即完成取溴操作。

3 液溴安全移取装置的优点

利用液溴安全移取装置移取液溴,不需要通风橱等防护设备,能给操作人员足够的安全感。该仪器优于其他同类仪器的特点是:操作简便而实用性强;整个装置近乎一个封闭体系,仪器本身具有足够的抗腐蚀和抗内压变化的能力,无须担心溴蒸气腐蚀仪器构件或顶开塞子发生泄漏;经活塞I逸出

* 通信联系人, E-mail: cbjluck7958@163.com

的少量溴蒸气可被吸收管中的活性炭吸收, 根据所取液溴的用途, 也容易采取措施防止取出的液溴逸散。仪器的上述特点可保证移取液溴的操作安全无虞。

液溴安全移取器也适用于其他有毒、强腐蚀性、易挥发液体试剂 (如发烟硝酸、发烟硫酸、浓盐酸等) 的取用。

参 考 文 献

- [1] 罗琴, 楚雄师专学报, 1987 (4): 90
- [2] 杜玉岭, 化学教学, 1995 (11): 12-13
- [3] 戴明, 教学仪器与实验, 2009, 25 (6): 22
- [4] 滕尚杰, 教学仪器与实验, 2001, 17 (6): 20
- [5] 陈邦进, 液溴安全移取装置. 中国, CN201420596653. 2015-04-01

Homemade Safe Transfer Instrument of Liquid Bromine

CHEN Bang-Jin*

(Sichuan College of Traditional Chinese Medicine, Mianyang 621000, China)

Abstract This paper used a homemade safe transfer instrument combining tubes opening into atmosphere and liquid bromine respectively, bottle stopper and absorption sphere filled with acticarbon to transfer liquid bromine safely. This method could avoid the loss of bromine by volatilization and ensure the safety of operators.

Keywords liquid bromine; severe toxicity; safe transfer instrment of liquid bromine

[15]霍冀川,雷洪,梁晓峰,叶旭. 整合优势资源构建应用化学本科专业学生创新力培养体系[J]. 中国大学教学, 2014(11): 53-55+34.



2014	No.12	No.11	No.10
	No.09	No.08	No.07
	No.06	No.05	No.04
	No.03	No.02	No.01
2013			
2012			
2011			
2010			
2009			
2008			
2007			
2006			
2005			
2004			
2003			
2002			

		生;	
国家精品开放课程建设			
	经济地理学国家精品课程转型升级的途径与价值	曾刚;孔翔;	21-26
文化素质教育			
	把立德树人作为根本任务 全面提高高校育人质量	郭广生;王秀彦;高春娣;	27-30+26
人才培养模式与教学模式			
	激发学术志趣 培养创新人才	孙若飞;马琨;	31-34
	创新创业教育与专业教育的深度融合	刘艳;闫国栋;孟威;权宇彤;逯家辉;滕利荣;孟庆繁;	35-37
	应用型本科地方院校“专、兼”人才培养的思考	鲁嘉华;	38-42
	财经应用型创新人才培养模式探析:基于经济史教学的视角	兰日旭;	43-45
	少数民族高等财经人才培养模式改革与实践	杜金柱;陶克涛;徐全忠;窦建华;	46-49
	协同创新教师教育改革 服务县域师资均衡发展——地方高师院校教师专业人才培养模式改革的研究与实践	李建辉;	50-52
学科与专业建设			
	整合优势资源 构建应用化学本科专业学生创新力培养体系	霍冀川;雷洪;梁晓峰;叶旭;	53-55+34
	中国文化贸易人才培养:实践、困境与展望	李小牧;李嘉瑞;	56-60
	以法律职业能力培养为目标的法学教育改革——以浙江省大学生法律职业能力竞赛为实例	谭世贵;苏新建;董文辉;	61-63+37

整合优势资源 构建应用化学本科专业学生 创新力培养体系

霍冀川 雷洪 梁晓峰 叶旭

摘要: 针对我国当前本科生创新力培养存在的普遍问题, 本文从多角度、多方面着手, 探讨了应用化学本科专业学生创新力的培养机制, 通过立体化途径构建创新力培养体系, 探索学生创新力培养的新思路、新模式。

关键词: 优势资源; 创新力; 培养体系; 应用化学

增强自主创新能力作为国家战略已经摆在经济社会发展的突出位置。整体看来, 尽管在全球创新力排名中中国进步最快, 但目前我国大多数高校创新人才培养思路不够清晰, 举措不够有力, 实效不高。凡事“标准答案”模式、急功近利“填鸭式”教学以及脱离生活, 是当前教育在想象力和创新力培养方面存在的主要问题。华中科技大学原校长李培根院士认为, 被动实践是我国高等教育实践环节中存在的严重问题, 必须引导学生进行主动实践, 这是创造力培养的关键。我国高校在人才培养方面仍然存在高层次拔尖创新人才培养能力不足, 人才培养质量差强人意的问題。

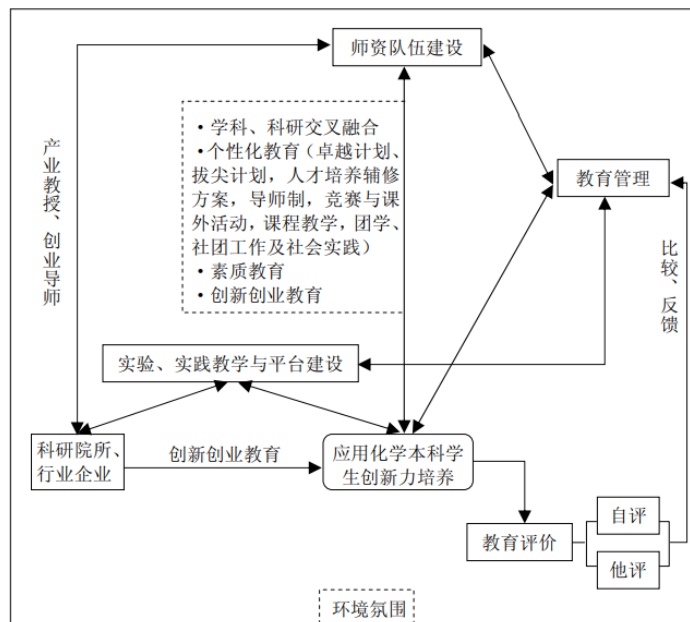
探索和构建本科专业学生创新力培养体系, 实施全方位、根本性改革, 全力为创新人才的培养提供环境, 在国家的振兴、学校的发展和学生的成才方面都具有重要的价值和意义。但是, 创新人才的培养是一个立体化系统工程, 不仅涉及具体的课程体系, 还涉及平台的搭建、师资水平的提升、管理体制的配套、评价体系的构建和完善以及整体创新力教育环境氛围的形成等。针对当前本科学子创新力培养存在的普遍问题, 为贯彻落实《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020年)》和《国家中长期人才发展规

划纲要(2010—2020年)》, 我国相继启动了“国家拔尖人才培养计划”和“卓越工程师教育培养计划”, 探索创新人才培养的新模式。

应用化学作为化学学科的一个重要分支, 与人类的衣、食、住、行以及能源、信息、材料、国防、环境保护、医药卫生、资源利用等方面都有着密切的联系。目前, 全国共有300余所高校、院所开设了各类不同层次的应用化学专业点, 但现有专业培养模式与社会需求特性之间差距比较明显, 存在学生知识结构不尽合理、专业实践能力较弱等问题。因此, 有效实施创新人才培养战略, 积极探索新型的人才培养模式, 通过整合优势资源, 探索并构建应用化学本科专业学生创新力培养体系, 对提升学校核心竞争力和社会影响力以及满足社会需求等方面都具有非常重要的现实意义。

下面, 我们将从学科、科研交叉与融合, 创新力培养中的个性化教育, 高校与科研院所、行业企业协同培养本科学子创新力等几个方面, 谈一谈我校在整合优势资源构建应用化学本科专业学生创新力培养体系培养创新人才方面的思考、探索和做法。下图为我校应用化学本科专业学生创新力培养体系的关系示意图。

霍冀川, 西南科技大学分析测试中心主任, 教授。



应用化学本科专业学生创新力培养体系的关系示意图

一、学科、科研交叉与融合，提升本科学 生创新力

理工交叉。在推动应用化学卓越工程师教育培养计划（工程型）和应用化学拔尖人才培养计划（学术型）并行的基础上，理科教学和工科教学有机融合，促进工程型人才 and 学术型人才在学术思维和工程应用理念等方面的交叉渗透。

科研成果进课堂。在课堂教学中融入具体的、最新的科研成果，学生在掌握基本理论、基本技能的同时，还可以了解相关学科的理论前沿和技术发展动态，既培养了学生学习兴趣，也开拓了学生视野。

科研成果进教材。优秀教材是高校实现高质量教学的基本保证，科研成果引入教材有利于丰富和深化教学内容，实现理论与实际紧密结合，使教材更加鲜活更具实践性。

科研进综合设计性实验和毕业设计（论文）。综合设计性实验和毕业设计（论文）是提高学生实践技能和综合能力的重要途径，将科研项目与综合设计性实验和毕业设计（论文）紧密结合，

既有利于科研促进教学，又有利于教学实践反馈科研。

科研进学生课外科技活动和科技竞赛。科研进入第二课堂，既丰富了第二课堂的教学内容，又拓宽了第二课堂的范围，实现科研与教学紧密结合，课内与课外紧密结合，理论和实践紧密结合。

二、创新力培养中的个性化教育

1. 实施卓越工程师教育培养计划和拔尖人才培养计划，探索创新人才培养新模式。制订适合我校应用化学本科专业的卓越工程师教育培养计划（工程型）和拔尖人才培养计划（学术型），设计相应培养方案和教学方法，针对选拔出的学生实际情况，设置个性化的培养方案。通过加强师资队伍建设，为学生开设第二课堂、创新班和实验班，与科研院所、行业企业协同培养等方式，加强学生的创新力教育管理（包括规章、制度的建立），提高学生的就业质量和就业竞争力。

2. 因材施教，制订个性化教育人才培养辅修方案。以应用化学专业特点和行业要求为基础，

构建满足社会需要、体现我校办学特色的卓越工程师培养体系和拔尖创新人才培养体系，探索培养卓越工程师和拔尖创新人才的有效模式和措施。针对选择就业的学生，制订相应的实践、实习方案；针对计划考研和出国留学学生，制订进一步深造的辅修方案。培养具有工程实践能力和科学研究能力的卓越人才和拔尖创新人才。

3. 建立“1+2+1”导师制，完善现行导师制度。通过问卷调查、个别访谈等方式，全面了解“1+3”导师制模式的实施情况与效果（“1+3”模式即学生在大一时由学院分配导师，进入大二后，学生根据毕业后的意向进行学生和导师间的双向选择，直至导师指导毕业设计以及毕业），分析不足、征集建议。对“1+3”模式变更为“1+2+1”模式进行研究，包括导师制模式改革后的管理、运行和评价机制等（“1+2+1”模式，即基于新生进校不了解学院老师及专业情况，进行导师分配；二年级学生老师进行第一次双向选择；四年级，再次进行双向选择，学生选择具有适合自己方向的研究课题的导师，以便更好更快适应签约公司工作，满足就业需要，增大就业机会）。研究开发与“1+2+1”导师制模式相适应的导师制网络管理系统，实现导师制管理、运行与评价的信息化与网络化。我们建立了“双导师制”，聘请产业教授和创业导师团队，对于应用化学“卓越工程师”的培养，为学生配备学校导师和企业导师；而对于应用化学拔尖创新人才的培养，则为学生配备相应的主导师和副导师，其中主导师须具备硕士生导师及以上资格，副导师须能熟练掌握一套现代分析仪器。

4. 建立竞赛与课外科技活动常设机构。以问卷调查、实地访谈、深度访谈等方法，研究应用化学本科专业学生科技创新活动的现状和存在的问题。选取典型案例、典型团队等为研究对象，剖析其特征和特色，提取可供学习和推广的特点和要素，为学生科技创新活动的和研究提供示范。以应用化学本科学生科技创新活动组织者和指导老师为主体研究者，以学生科技创新平台为主题进行行动研究。

5. 实施个性化教育的课程教学。对于理论课

程的教学，在大班教学讲授的基础上，穿插采取师生角色互换和讨论式教学两种手段，学生为主、教师为辅，实现知识的互补和深化。对于素质课程和实践课程的教学，结合采取建立学生团队和科研教学相促相长的方式，在课堂建立模拟项目，并由学生以团队形式来承担和完成。项目的完成以求新求变和思想碰撞相结合为宗旨。为保证受教育个体的积极有效参与，项目式教学的成绩可作为整个课程结构评分中的一部分。对于学生就业指导课程的教学，可结合前期个性化教学的记录和结果，针对不同兴趣爱好和特长的学生，为其制订相应的实习计划和个性化发展方案建议。

三、高校与科研院所、行业企业协同培养本科生创新力

通过校企联合、分析测试中心和材料学院联合，实施应用化学卓越工程师教育培养计划和拔尖人才培养计划。搭建工程化和研究型互融互补的创新力实验实践平台，构建“学科基础实验、专业基础实验、专业综合实验以及特色与创新实验”四个层次渐进的专业工程与科研技能实验教学体系，突出创新性实验课程；构建“工程制图、关键设备工程设计、工艺课程设计、工厂设计”四位一体的渐进式工程设计训练体系。通过内培外引，优化管理模式，提高教学队伍的整体水平。对仪器设备及时更新、增补，优化现有实验项目，增设新的实验项目。结合企业实际，建立体现现代工程教育理念的工程训练环境，促进具有工程思维能力的应用型卓越人才的培养；结合分析测试中心先进平台条件，建立应用化学研究型人才培养平台，促进具有理论创新能力的研究型个性化拔尖人才的培养。将整合后的优势资源服务于应用化学卓越工程师教育培养计划、大学生创新创业训练计划和拔尖人才培养体系，实现资源效能的最大化，提高人才培养质量。

通过改革现有的课程教学模式，加强了校校协同创新、校所协同创新、校企协同创新、校地（区域）协同创新、国际交流与合作协同（下转第 34 页）

法,并从中提炼自己感兴趣的方向,提出可能稚嫩但创新的想法,并加以实践。而进入高年级,“综合论文训练”检验学生对综合知识的运用能力,对自己知识盲点的认识,进一步提升自我学习能力。

我校机械系车德梦同学,从参与 SRT 计划项目开始了他的科研创新之路,后作为重点项目又参与了国家级大学生创新创业训练计划项目,研制成功了“变位欠驱动拟人机器人手装置”和“具有灵巧度和自适应性机器人上肢系统”。他是清华大学第 28 届“挑战杯”学生课外科技学术竞赛特等奖获得者,参加了在加拿大举办的 ASME 国际学生机构与机器人设计大赛并获得机器人设计组第二名的优异成绩。还承担科研项目 3 项,发表或被录用学术论文 6 篇,申请发明专利 3 项。

丰富多样的创新实践教育环节、创新创业教育,都是培养学生创新能力的重要举措。在创新致胜的时代,只有具备创新精神的人,才能在未来的竞争中脱颖而出。如何形成有利于人才成长的土壤和环境,为拔尖人才大量脱颖而出创造良好环境,是需要不断探索的重要课题。

SRT 计划在我校开展 18 年,对于学校推广研究性学习和个性化培养的教学方式、营造校园创新文化氛围、进一步推动教育教学改革和提高教学质量产生了积极而深远的影响,是本科生参

与学术科技活动、培养创新精神和实践能力的重要基础,也是拔尖创新人才成长的沃土。

参考文献:

- [1] 顾秉林. 加强实践教育 培养创新人才——在清华大学第 22 次教育工作讨论会开幕式上的讲话[J]. 清华大学教育研究, 2004, 25 (6): 1~5.
- [2] 钟秉林. 大学人才培养要研究新问题 应对新挑战[J]. 中国大学教学, 2013 (7): 4-6.
- [3] 段远源, 张文雪. 创新人才培养模式、着力培养创新人才[J]. 中国高等教育, 2009 (1): 21-24.
- [4] 李杨帆, 朱晓东. 科研训练与大学生创新能力培养[J]. 中国大学教学, 2011 (4): 24-25.
- [5] 汪劲松等. 创建研究型本科教学体系提升教育质量[J]. 清华大学教育研究, 2005, 26 (4): 1~4.
- [6] 贾秀险. 高校创新型、多样化人才培养模式探析[J]. 高等教育, 2012 (255): 56-58.
- [7] 丁水汀, 李秋实. 创新人才“选、育、评”一体化 推进试点学院改革[J]. 中国大学教学, 2014(4): 73-76.
- [8] 王冰冰. 清华 SRT 计划: 鼎力暖炉兴意阑 薪火相传犹待后. 清华大学新闻网, http://news.tsinghua.edu.cn/publish/news/4205/2013/20130409132253805631780/20130409132253805631780_.html.

[责任编辑: 吴芳和]

(上接第 55 页) 创新; 通过联合共建实验室、共建实践创新基地、开展基于项目的合作、建立战略联盟等形式, 建立了基于产学研结合的教育平台, 把课堂教学与课外活动、校内教学与校外实践、国内教学资源和国外教学资源有机结合起来, 为卓越工程师和拔尖创新人才的培养奠定坚实基础。同时, 聘请产业教授和创业导师团队, 全面提升学生实践应用能力。

参考文献:

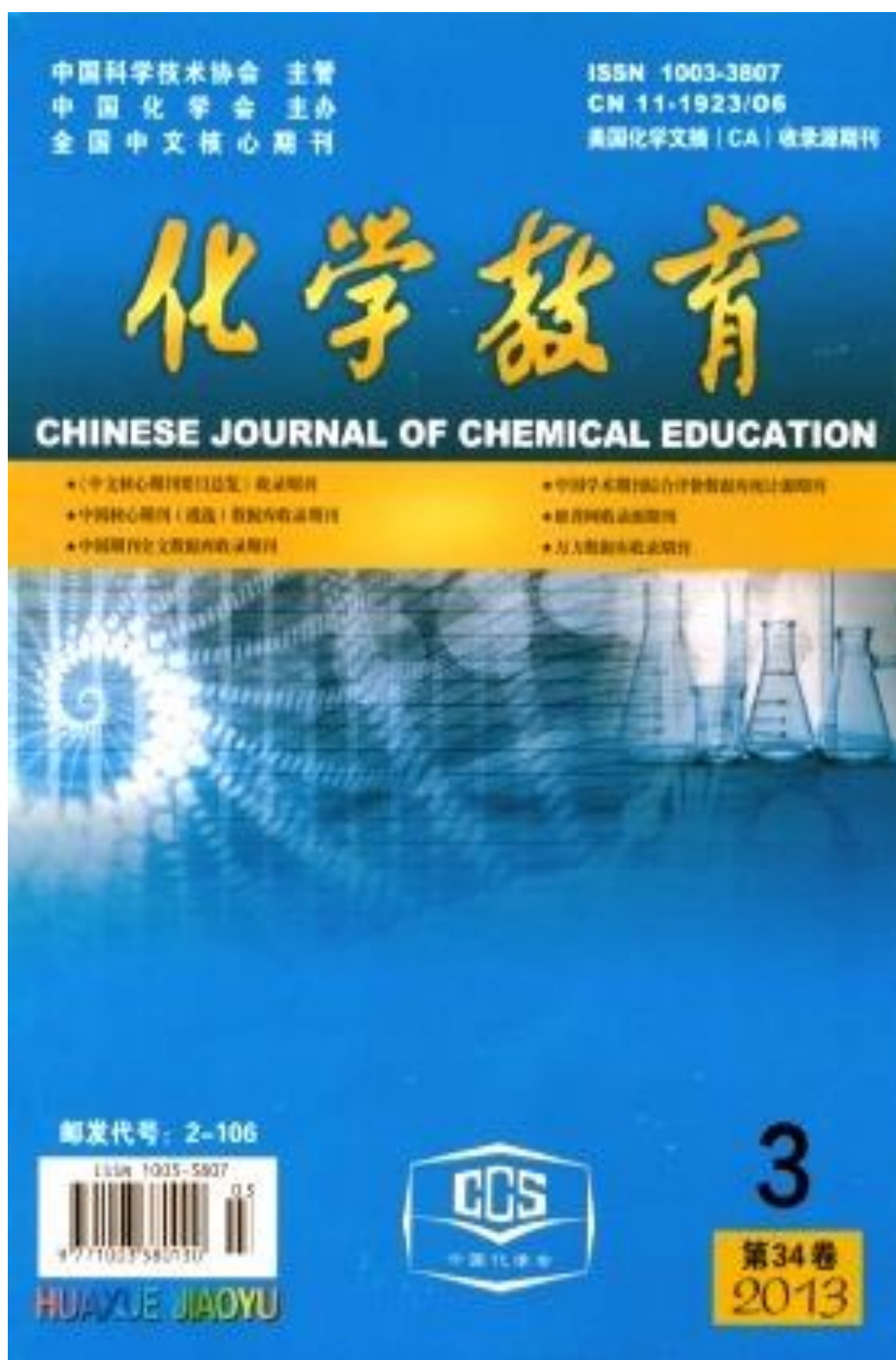
- [1] 徐小洲, 梅伟惠. 中国大学创新力建设的问题与

对策[J]. 中国高教研究, 2006(11).

- [2] 马瑞敏, 韩小林. 中国高校科研创新力分类分层研究[J]. 重庆大学学报(社会科学版), 2012, 18(12).
- [3] 张云. 高等学校个性化教育体系的构建[J]. 南京林业大学学报(人文社会科学版), 2008, 8(4).
- [4] 贾雪艳. 论教师对课程的个体化改造[D]. 上海: 华东师范大学, 2010.
- [5] 大学评价国际委员会. 2007 年国际大学创新力客观评价报告[J]. 高等教育研究, 2007(6).

[责任编辑: 余大品]

[16]陈邦进. 酸碱平衡与人体健康[J]. 化学教育, 2013, 34(03): 1-3.



● 刊期浏览

○ 栏目浏览

○ 统计与评价

主题

本刊内检索



2021

2020

2019

2018

2017

2016

2015

2014

2013

No.12 No.11 No.10

No.09 No.08 No.07

No.06 No.05 No.04

No.03 No.02 No.01

2012

2011

2010

2009

2008

2007

2013年03期

原版目录页下载

目录

生活中的化学

酸碱平衡与人体健康

陈邦进;

1-3

化学与社会

食品杀菌新技术——辐照

朱雅雯;江家发;

4-7

专论

化学三重表征的界定及其关系分析

张丙香;毕华林;

8-11

课程与教材研讨

基于心理学的化学教科书插图呈现形式研究

裴波;胡艳燕;季春阳;

12-14+19

新课程天地

元素化合物知识在不同阶段层级发展的实践研究

辛赞梅;李明喜;

15-19

基于模型建构促进学生“化学反应速率”认识发展的教学研究

姜言霞;王磊;文瑶;张景富;蒋立鹤;

20-26

教学研究

化学课堂教学情境的评价研究——基于化学“优质课”教学情境的分析

张小菊;王祖浩;

27-32

LICC课堂观察模式在化学课堂教学评价中的应用

闫蒙钢;刘敬;

33-36+41

生活中的化学

酸碱平衡与人体健康

陈邦进

(四川中医药高等专科学校 绵阳 621000)

摘要 人体内的酸碱平衡是一个动态平衡。由食物摄取及代谢产生的酸性或碱性物质不断进入血液打破原来的平衡,而机体能依赖血液缓冲体系、肺和肾脏3个方面精巧的调节作用重归于相对平衡的状态。酸碱失衡对人体健康危害极大,严重的酸中毒或碱中毒会危及生命,很多疾病与体液酸化有关。

关键词 酸碱平衡 人体健康 血液缓冲系统 固定酸调节 酸中毒 碱中毒

在人体中,不断有来自食物及物质代谢产生的酸性物质或碱性物质进入体液。人体可通过多种调节方式将多余的酸或碱排出体外,使体内的酸性物质和碱性物质保持一定的数量和比例,使体液的pH在一定范围内恒定,这一过程就是酸碱平衡。

在正常生理情况下,人体血浆的pH为7.40±0.05。由于血浆与其他各部分体液相互沟通,因此其pH能间接反映其他各部分体液的酸碱平衡状态。维持血液pH的恒定,是维持组织细胞物质代谢正常进行和组织器官正常生理功能的基本条件之一。

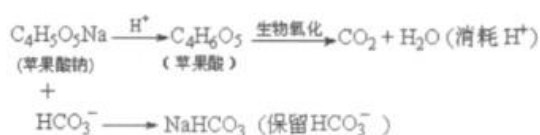
1 人体内酸性物质和碱性物质的来源

人体内的酸性物质主要来源于酸性食物(主要成分为糖、脂肪或蛋白质的食物)的代谢产物,其次是饮食、药物中所含的酸性物质(如醋酸、氯化铵、柠檬酸等)。

糖、脂肪、蛋白质及核酸在体内分解代谢可产生多种无机酸(除 H_2CO_3 外,还有含硫氨基酸代谢产生的 H_2SO_4 、核酸代谢产生的 H_3PO_4 等)和有机酸(如乳酸、丙酮酸、乙酰乙酸、 β -羟基丁酸等),其中以碳酸的生成量最多(成人每日约15 mol),他们是体内酸性物质的主要来源。因碳酸易以 CO_2 的形式经肺呼出体外,故习惯上称碳酸为挥发性酸;其他酸则不能由肺呼出,过量时必须由肾脏排出体外,故称之为固定酸。

人体内的碱性物质主要来自碱性食物(蔬菜、水果等)和碱性药物(如小苏打等),其次是含氮化合物在体内分解代谢产生的氨。

蔬菜、水果等食物中含有丰富的有机酸盐,它们在体内代谢过程中,一方面有机酸根部分和体液中的 H^+ 结合生成相应的有机酸进而被彻底氧化,从而消耗了 H^+ ;另一方面,碱金属离子又和体内的 HCO_3^- 结合而保留了 HCO_3^- 离子,使体内碱性物质增加。例如苹果酸钠经以下反应进行代谢:



可见苹果酸钠代谢的结果是消耗 H^+ 的同时,把一种较强酸的钠盐转化为一种较弱酸的钠盐,所以体液中碱性物质相对增加了。这就是把富含有机酸盐的蔬菜、水果等食物视为碱性食物的原因。

在正常膳食条件下,体内产生的酸性物质远较碱性物质为多,因此机体对酸碱平衡的调节主要是对酸的调节。

体内存在着严格调控酸碱平衡的机制,主要通过3个方面来实现,即:血液的缓冲作用;肺的呼吸作用以及肾的重吸收和排泄作用。

2 血液缓冲体系

2.1 血液缓冲体系的组成和分布

血液中有多种缓冲体系。血浆中的缓冲对主要有: $NaHCO_3/H_2CO_3$; $Na-Pr/H-Pr$ (Pr : 血浆蛋白); Na_2HPO_4/NaH_2PO_4 。红细胞中的缓冲对主要有: KHb/HHb ; $KHbO_2/HHbO_2$ (Hb : 血红蛋白); K_2HPO_4/KH_2PO_4 ; $KHCO_3/H_2CO_3$ 。

在血浆诸缓冲体系中,以碳酸氢盐缓冲体系最为重要。因为该缓冲系统浓度最大,缓冲能力最强。在红细胞诸缓冲体系中,以血红蛋白和氧合血红蛋白缓冲体系最重要,它们在缓冲挥发酸、维持红细胞内pH恒定方面具有重要作用。

2.2 血浆pH与 $[NaHCO_3]/[H_2CO_3]$ 比值之间的关系

构成血浆碳酸氢盐缓冲体系的 $NaHCO_3$ 和 H_2CO_3 的浓度与血液pH之间有着密切的关系,它们之间的关系可用Hendersen-Hasselbalch方程式表示:

$$pH = pK_a + \lg \frac{[HCO_3^-]}{[H_2CO_3]}$$

在正常人血液中， HCO_3^- 的平均浓度为 24 mmol/L； H_2CO_3 的平均浓度（指溶解在血浆中 CO_2 的总量）为 1.2 mmol/L； pK_a 为碳酸解离常数的负对数，37 °C 时为 6.1。

将上述各值代入 Hendersen-Hasselbalch 方程式：

$$\text{pH} = 6.1 + \lg \frac{24}{1.2} = 6.1 + \lg \frac{20}{1} = 7.4$$

Hendersen-Hasselbalch 方程式说明了血液 pH 对血浆 $[\text{NaHCO}_3] / [\text{H}_2\text{CO}_3]$ 的依赖关系，只有当血浆 $[\text{NaHCO}_3] / [\text{H}_2\text{CO}_3] = 20/1$ 时，血液的 pH 才等于 7.4。当 $[\text{NaHCO}_3]$ 、 $[\text{H}_2\text{CO}_3]$ 2 者之一发生改变时，另一方若能随之相应的增减，使 $[\text{NaHCO}_3] / [\text{H}_2\text{CO}_3]$ 仍能维持 20/1，则血液的 pH 也仍将为 7.4。

3 人体对酸碱平衡的调节

(1) 对固定酸的调节作用。人体调节固定酸（用 HA 表示）的方式可用下图（图 1）表示：

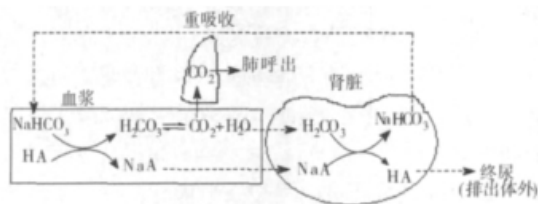
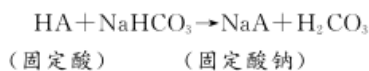


图 1 人体调节固定酸的方式

血浆中的碳酸氢钠是缓冲固定酸的主要碱。当固定酸（ H_2SO_4 、 H_3PO_4 、乙酰乙酸、乳酸等）进入血液后，首先被 NaHCO_3 所中和，使酸性较强的固定酸转变为酸性较弱的 H_2CO_3 ，从而使固定酸的作用得到缓冲，血液 pH 的变动范围不致过大。



此外，血浆中的其他缓冲体系也可使固定酸转变为较弱的酸或酸式盐，对固定酸也具有一定的缓冲作用。

但是，固定酸被缓冲后，血浆中 $[\text{NaHCO}_3]$ 降低， $[\text{H}_2\text{CO}_3]$ 升高，因而血浆 $[\text{NaHCO}_3] / [\text{H}_2\text{CO}_3]$ 必然降低，血液 pH 仍然难以维持恒定。这时，肺和肾的调节作用至关重要。

血液缓冲固定酸生成的 H_2CO_3 可分解成 CO_2 由肺排出；也可在肾脏中与原尿中的固定酸盐发生如下反应：



上述反应可以消耗血液中过多的 H_2CO_3 ，生成的 NaHCO_3 能被重吸收入血补充其先前的消耗，生成的固定酸随尿液排出体外。

(2) 对挥发酸的调节作用。血液对挥发性的缓冲作用可用下图（图 2）说明：

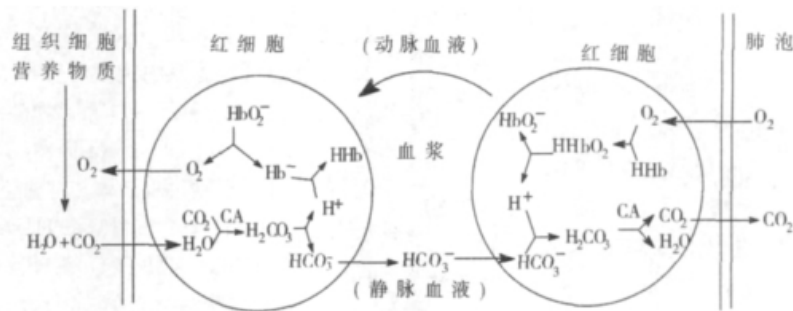


图 2 血液对挥发酸的缓冲作用

组织细胞在代谢过程中产生大量 CO_2 沿着分压降低的方向不断扩散到血液中，但血液 pH 并无明显变化，这主要是由于红细胞内血红蛋白缓冲体系对碳酸起着巨大的缓冲作用。

当动脉血液流经组织时，一方面，红细胞内的 HbO_2^- 分解 Hb^- 和 O_2 ， O_2 沿着分压降低的方向向组织细胞扩散，用于营养物质的氧化；而另一方面，组织细胞内的 CO_2 则沿着分压降低的方向经血浆向红细胞扩散。其中约 10% CO_2 在血浆中变成碳酸，生成的碳酸被血浆蛋白盐和磷酸氢盐缓

冲，其余约 90% CO_2 扩散到红细胞，在碳酸酐酶（CA）催化下迅速与水化合生成 H_2CO_3 ， H_2CO_3 解离成 H^+ 和 HCO_3^- ， H^+ 与 Hb^- 结合成酸性较弱的 HHb ， HCO_3^- 一部分与 K^+ 结合留在红细胞中，大部分沿浓度降低的方向扩散到血浆中，与 Na^+ 结合成 NaHCO_3 ，二者均随静脉血液向肺部流动。

当静脉血液流经肺部时，肺泡中的 O_2 沿着分压降低的方向经血浆向红细胞扩散，在红细胞中酸性很弱的 HHb 与 O_2 结合成酸性较强的 HHbO_2 ，而 HHbO_2 解离出的 H^+ 又与来自血浆的 HCO_3^- 结

合生成碳酸,经碳酸酐酶(CA)催化迅速分解产生 CO_2 , CO_2 沿着分压降低的方向向肺泡扩散,最终排出体外。

可见,在组织细胞中产生的 CO_2 在血液中只是一个“过客”,它从组织经血液转运到肺排出体外,正常情况下不会过多蓄积,因此,对血液pH也不会有明显的影响。

(3)对碱的调节作用。当碱性物质(以MOH表示)进入血液时,受到缓冲体系中弱酸成分的缓冲。碳酸氢盐缓冲体系中 H_2CO_3 的相对含量虽不多,但 CO_2 有源源不断的供应,所以 H_2CO_3 是对碱起缓冲作用的主要成分:



反应的结果是,较强的碱性物质转变成碱性较弱的碳酸氢盐,同时消耗了碳酸。此时,肺可以通过降低呼吸的频率和深度以补充消耗了的碳酸;如果体内 NaHCO_3 浓度过高,肾脏可直接将多余部分排出体外。

可见,酸碱平衡的调节,血液缓冲体系是第一道防线,其特点是反应快速,但只能将较强的酸或碱转变为较弱的酸或碱从而降低 $[\text{H}^+]$ 变化的幅度,却不能从根本上解决体液中酸或碱偏多偏少的问题,真正解决问题还得依靠肺和肾来排出过多的酸、碱,使血浆中 NaHCO_3 和 H_2CO_3 的浓度和比值维持在正常范围。体内的酸碱平衡实际上是一个动态平衡,由食物摄取及代谢产生的酸性或碱性物质不断进入血液打破原来的平衡,而体内的调节机制又能使之重归于相对平衡的状态。

4 酸碱失衡对人体健康的危害

若机体内出现的酸性或碱性物质过多,超过机体的调节能力,或由于肾和肺的病变使其调节机制出现障碍时,就会引起酸碱平衡失调(或称酸碱失衡)。当血液的 $\text{pH} < 7.35$ 时,机体将发生酸中毒,

如 $\text{pH} < 6.8$ 时,会因严重的酸中毒而危及生命;当血液的 $\text{pH} > 7.45$ 时,机体将发生碱中毒,如 $\text{pH} > 7.8$ 时,会因严重的碱中毒而危及生命。体液处于酸碱平衡状态时人体最健康。亚健康的生产在某种意义上也是酸碱失衡的结果,临床上很多疾病都伴有酸碱失衡。

人们一日三餐中的主食大多属于酸性食物,美味佳肴也多属于酸性食物,所以一般情况下,酸性物质容易超过机体所需要的数量,导致血液偏酸性($\text{pH} < 7.35$)。有医学专家认为酸性体液是“百病之源”。血液偏酸者,组织器官功能减弱,细胞活性降低,酶活性降低,新陈代谢减缓,肝、肾负担就会加重,机体免疫力低下。常出现身倦体乏、记忆力减退、腰酸腿痛等亚健康症状。对人类健康威胁最大的高血压、高血脂、心脑血管疾病、糖尿病、肿瘤、痛风,以及常见的老年骨质疏松症等都与体液酸化有关。

预防酸碱平衡失调的措施,一是重视肺和肾的保养,使其保持良好的功能状态;二是注意调整酸性食物和碱性食物摄入的比例,适当增加碱性食物摄入量;三是慎用可导致血液酸性或碱性物质增加或有损肺、肾功能的药物。

参 考 文 献

- [1] 程牛亮. 生物化学. 第2版, 北京: 高等教育出版社, 2011: 299-311
- [2] 程伟. 生物化学. 第2版, 北京: 科学出版社, 2007: 204-210
- [3] Lauralee Sherwood. HUMAN PHYSIOLOGY. Forth Edition, 北京: 中国协和医科大学出版社, 2002: 457-469, 489-507, 541-555
- [4] 王同明. 生物化学及检验技术. 南京: 江苏科学技术出版社, 1986: 195
- [5] 潘进富, 张成霞. 化学教育, 1999, 20(6): 3-4

下期要目

- ◆ 化学教学基本理论的内容和结构
- ◆ 中学化学课程资源包的设计与开发
- ◆ 高中化学生活化教学的有效实施途径
- ◆ 难溶电解质溶解平衡的学习问题解决策略
- ◆ 基于手持技术的“离子反应”教学研究
- ◆ 通过设计试题卡片提高化学命题质量
- ◆ 化学教育硕士学位论文的问题及思考
- ◆ 巧用密度法探究饮料中的含糖量