

食品中甲醛的来源及检测意义

张文德

(唐山市疾病预防控制中心, 河北 唐山 063000)

摘要:为正确认识食品中存在的甲醛,为食品安全监督提供科学依据,对食品中甲醛生成的途径、来源和检验方面存在的问题进行讨论。食品中检出的甲醛除人工添加外,有的属于天然存在,有的与生产过程中某些食物成分所发生的物理、化学反应,生产用水、包装材料、检验方法等因素有关。因此,在评判含甲醛食品是否安全时应科学、谨慎。

关键词:食品;甲醛;背景值

Origin and Determination of Formaldehyde in Foods

ZHANG Wen-de

(Tangshan Municipal Center for Disease prevention and Control, Hebei Tangshan 063000, China)

Abstract: To accurately understand the formaldehyde in foods and provide scientific basis for food safety supervision, some

在许多情况下,投诉调查需要具备正确分析产品污染的能力。微生物病原体的分析检验,玻璃火焰和化学品检测,外来物质的分析,昆虫分析,头发鉴别,化学性检验等都是现在经常进行的分析检验。

以下是国际流行的追踪投诉方法:计算机化追踪程序,投诉趋势分析,投诉记录本,投诉测量法,制造产品/销售产品/分发产品数据的标准化。

16 审核和监督程序

必要基础程序需要进行管理和评估。审核和监督程序是用于评估必要基础程序是否有效实施和确保是否采取了不断的改进和控制食品安全危害措施的规程。审核可发现必要基础程序的缺陷,验证程序是否适当,并且决定是否采取纠偏行动。审核和监督程序包括每月食品安全自我检查,监督虫害控制措施,监督清洁后的卫生状况,监督 GMP 实施情况,第三方的食品安全管理体系认证,供应商审核。

审核和监督程序首先应是一个标准、指南或标准操作规程,规定对范围、系统或设备状况的期望值。

应该记录审核和监督的结果。在完成审查后,由适当的人员或工作组将结果进行记录,并根据发现的问题决定采取纠偏行动的先后顺序。

可以对审核确定一定的分值或量度。所得的分值或量度应在所有员工(从生产线的工人到决策管

理者)之间进行交流,这样便于采取纠偏行动,便于获得所需资源,便于改进食品安全和卫生程序。

参考文献

- [7] European Committee for Standardization. Food Processing Machinery-Basic Concepts-Part 2: Hygiene Requirements, (British Standard EN 1672-2:1997, Subcommittee MCE/3/5, Food Industry Machines, English version, 1997) [Z].
- [8] United State Food Safety System. Precaution in U. S. food safety decisionmaking : Annex to the United States' National Food Safety System Paper [Z].
- [9] 张全均, 编著. 药品生产与 GMP [M]. 北京: 中医古籍出版社, 1994.
- [10] David Holye. QS-9000 Quality System Handbook, Butterworth-Heinemann Ltd, 1996 [Z].
- [11] Alan S Morris. Measurement and Calibration Requirements for Quality Assurance to ISO9000, John Wiley and Sons, 1997 [Z].
- [12] 赵同刚, 徐科, 主编. 食品企业危害分析关键控制点 (HACCP) 质量控制体系 [M]. 北京: 经济管理出版社, 2003.
- [13] ASQ The Certified Quality Auditor's HACCP Handbook [Z]. Quality Press 2002.
- [14] SN/T 1443.1—2004. 食品安全管理体系要求 [S].
- [15] GB/T 19011—2003. 质量和(或)环境管理体系审核指南 [S].

[收稿日期: 2006 - 05 - 24]

中图分类号: R15; TS201 文献标识码: E 文章编号: 1004 - 8456(2006)05 - 0453 - 03

作者简介: 张文德 男 主任技师

problems on its origin and determination were discussed. Trace formaldehyde exists as a natural ingredient of many foods. Besides factitious addition, the formaldehyde in food may originate from physical and chemical reaction of some other ingredients of the food, and may be associated with the water and wrapping material used in the process of food production and method of determination. So evaluating the safety of foods containing formaldehyde must be scientific and careful.

Key word: Food; Formaldehyde; Background Value

甲醛是食物中一种正常天然成分,分布十分广泛。当运用气相色谱(GC)或气相色谱-质谱(GC-MS)联用等现代分析技术时,不难发现许多食物中都含甲醛。天然食物中甲醛含量较低,不至于对健康带来危害,过去人们并没有把它与食品安全和健康联系起来。但自从发现甲醛引起人类致癌以来,特别是近几年由于家庭装饰材料引起的环境污染,一些原因不明的白血病患者增加,食品中违禁使用吊白块和水发品用甲醛浸泡等案件的发生,甲醛问题成为全球公共卫生关注的焦点,并被列入国家食品安全战略研究的重点^[1]。为了正确认识食物中甲醛的存在和含量,便于和人为添加的相区别,对食品中甲醛的来源及产生途径、背景值及卫生标准等做一综述。

1 食品中甲醛的来源及背景值

1.1 天然食物 天然食物中甲醛主要来源于动植物生长过程中细胞的生理代谢。食物中氨基酸、糖类、酯类等成分受自然因素(温度、湿度、光、酶等)的影响,某些成分发生自动氧化或分解,或受微生物的作用,食物成分发生质量变化等。由于大多数食物中甲醛的来源不清楚,所以目前对它的认识还远远不够,甚至存在某种误解。

食用菌类 迄今研究最为全面而透彻的是香菇,早在20世纪60~70年代,就已对香菇中甲醛来源和形成机理做了研究。文献[2]报道,新鲜香菇中甲醛浓度为6~30 mg/kg,干香菇为100~300 mg/kg,其他食用菌滑茸、平茸、栎茸为7.5~34.5 mg/kg。1974年第9届东京食用菌栽培科学国际会议上,Fujimoto等报道了香菇中甲醛的形成机理,是在酶作用下由酸解前体物质香菇菌酸(Lentine acid)形成的。香菇菌酸又是香菇精(Lenthionine)的前体物质,是干香菇的主要芳香成分,此化合物是一种硫代-谷氨酸半胱氨酸缩氨酸。试验表明,香菇采摘烘干后甲醛含量显著增加,在非酸性条件下用乙酰丙酮(AA)法测香菇中的甲醛含量,市售鲜样为10.6 mg/kg(折干112 mg/kg),样品烘干后达175 mg/kg,市售干样266 mg/kg^[3,4]。近年我国也进行了一些调查,测得新鲜香菇、蘑菇的甲醛正常范围为4.0~54.1 mg/kg,干香菇为21.3~369.5 mg/kg^[5,6]。

尽管香菇甲醛含量很高,但它是由氨基酸转化

形成的,并非媒体宣传的那样可怕,而且由于在烹饪过程中几乎所有的甲醛都被蒸发,因而起不到毒害或致癌等作用。

水产品 海水动物体内含有甲醛属于正常。最近,安利华等^[7]对东海地区常见水产品甲醛本底值含量做了调查和分析,在排除了样品外源性甲醛污染的可能后,随机抽取鲜活和冷冻的海水鱼类、甲壳类、软体动物和淡水动物共100份,结果,海水动物除少数样品未检出甲醛(<0.0 mg/kg)外,其余样品甲醛含量超过1.0 mg/kg的有68个,超过5.0 mg/kg的有19个,超过10 mg/kg的有9个,然而一些鱼内脏甲醛含量高达33.0~479.0 mg/kg。可见,海产品中甲醛存在是非常普遍的。水产品中甲醛含量高低受多种因素的影响,与海水动物体内调节渗透压的氧化三甲胺含量、氧化三甲胺酶的活性、冷藏条件有关,可以说甲醛是鱼类本身固有的。淡水动物(鱼、蟹、虾)由于缺少海水高渗透压样的生存环境,体内几乎不含氧化三甲胺,所以,几乎检不出甲醛。马余波等^[8]调查了88份市售的新鲜海产品,其中虾类27份、蟹类13份、鱼类30份、贝类11份、软体类7份。结果,甲醛<1.0 mg/kg,占样品总数类的26.1%;1.0~5.0 mg/kg范围的样品占50.8%;少数样品在10~40 mg/kg范围。

此外,鱼类经过长时冷冻,蛋白质和脂肪等成分自动发生分解和氧化,甲醛和其它醛、酮物质等也会大量增加^[9];其次是鱼体表面的细菌繁殖可产生甲醛。在冷藏中肌肉变硬的原因,被认为是海鱼体内的三甲胺氧化物通过酶降解产生三甲胺和二胺,伴随二甲胺产生的甲醛容易使蛋白质发生交联所致^[10]。

果蔬类 果蔬类食物中甲醛背景值的研究非常少,近年来用GC-MS研究发现柑橘、香橙、柠檬、苹果、菠萝、香瓜、芦笋、白菜、黄瓜、土豆、芹菜、洋葱、番茄、胡萝卜等甲醛含量很低,但其它醛、酮类羰基化合物很多。有报道黄瓜中甲醛为2 mg/kg。果蔬加工后,羰基化合物成分显著增加,有人从番茄酱中检出甲醛为3 μg/kg^[11]。

粮食类^[9] 稻米、小麦、大麦、玉米,用水蒸气蒸馏或顶空GC-MS法测定其挥发性成分,均未检出甲醛,但检出许多其它醛酮类化合物;生大豆用顶空GC-MS法可检出微量甲醛。

1.2 加工食品 食品在加工过程中,除一些食物成分受机械、物理因素(光、热、高温、高压)、化学因素(酸、碱、盐、水解及酶解)等影响,能够自动氧化分解为甲醛等物质外,麦拉德反应、Strecker降解反应、糖类的脱水和热解反应均可能使碳-碳键断裂生成甲醛和其它挥发性物质。因此,可以说甲醛是复杂反应过程中代谢或产生的中间产物。

近几年一些背景值调查表明了食品中甲醛自然分布的普遍性。文献[12]调查了24份市售冷冻虾仁、鱿鱼、海参、海螺、海蜇、百叶、蹄筋、鸭掌等水产品,结果,甲醛含量为 $<2.2\sim 4.3$ mg/kg。文献[13]对来自全国10个省、市的市售腐竹、粉丝、水发海产品、面粉、白糖、竹笋罐头、银耳、方便面等共计75份样品做了背景值分析,甲醛浓度在 $<0.5\sim 4.5$ mg/kg范围的占总样本的92%,其中 $<0.5\sim 1.0$ mg/kg的,占总样本的76%。文献[14,15]报道用AA法(分光光度法)和酚试剂(MBTH)法检出水发食品(牛百叶、黄喉、鱼头)甲醛为 $0.1\sim 2.6$ mg/L。谢宏斌等^[17]用AA法调查了125份米粉和米浆,结果,大部分样品 <4.5 mg/kg,只有15份样甲醛含量为 $4.5\sim 66.7$ mg/kg,结果按照甲醛与 SO_2 理论重量比值 $1.0\ 2.1$ 计算,确定其中3份样品含有吊白块成分。

最近笔者用4-氨基-3-联氨基-5-巯基-1,2,3-三唑(AHMT)法测定了来自河北、吉林、浙江、河南、北京、福建和广西生产的共14份不同品牌的腐竹,9份样品未检出甲醛(<0.8 mg/kg),占样品总数的64.3%,其余样品均在 3.0 mg/kg范围内,这些数据均可看成是腐竹的本底值。

发酵性食品^[9] 蒸馏酒、发酵酒、酱油、豆酱、面包中的甲醛,除了与酵母等微生物的作用有重要关系外,有些是通过发酵熟化或在加热过程中,糖和氨基酸发生的麦拉德反应或某些成分的自动氧化等产生的,并伴有乙醛、丙醛、丁醛、酮等多种羰基化合物,形成了这些食品各自的风味。

乳制品 乳制品的种类很多,它们各自具有不同的特征香气。各种乳制品中能测出包括甲醛在内的多种羰基化合物,它来源于乳脂肪的酶类反应,糖、氨基酸等水溶性物质发生的麦拉德反应,包括不饱和脂肪酸在空气中氧的作用下发生的氧化、裂解、生成醛类等反应。醛类的产生不是孤立进行的,某一反应的生成物常常成为其它反应的前体,因此,各种反应非常复杂地交织在一起,贯穿于整个加工过程。鲜牛乳中曾分离出甲醛、乙醛、丙醛、己醛、苯甲醛等物质,推测这些醛类大多是来自乳脂肪和磷脂中的脂肪酸及游离脂肪酸的自动氧化^[9]。

乳酪与其它乳制品不同的是,一般情况下乳酪

的制造时间较长,至少有一种以上的微生物参加反应,并且还包括各种酶的作用,反应处在不断的变动状态。乳酸菌都有生产甲醛及乙醛的能力,例如,在蛋白质分解酶的作用下,乳蛋白生成肽、氨基酸类化合物在微生物的作用下脱去氨基后,可以转变为醛、酮、醇类,产生奶酪特有的风味^[19]。

啤酒中甲醛是当前食品安全最敏感的话题,近年来对使用甲醛提高啤酒的非生物稳定性的争论一直没有中断,直到2005年国家颁布了《GB 2758—2005 发酵酒卫生标准》,这些争论才得以平息。2003年作者用AHMT对国内9省(市)15个厂家31种啤酒和9种德国、英国、爱尔兰、墨西哥进口原装啤酒做了调查,结果,100%的国外啤酒甲醛浓度在 $0.02\sim 0.20$ mg/L范围内,而国内啤酒仅有58.0%在 $0.02\sim 0.20$ mg/L范围内,42.0%在 $0.21\sim 0.45$ mg/L范围内^[17]。2005年国家质检总局公布的啤酒甲醛抽查结果,221种啤酒中,23种国内啤酒甲醛含量为 $0.10\sim 0.56$ mg/L,64种进口啤酒甲醛含量为 $0.10\sim 0.61$ mg/L,134种其它啤酒甲醛含量均 <0.9 mg/L。青岛啤酒甲醛含量为 $0.1\sim 0.3$ mg/L。自从啤酒标准出台,这些数据似乎显得不太重要了,但是,在没有确定啤酒的背景值以前,界定啤酒是否使用了甲醛是一个重要的问题。

饮料 笔者用示波极谱法和盐酸苯肼法测定了饮料中甲醛,结果,碳酸饮料为 $0.15\sim 0.74$ mg/L,可乐饮料为 $<0.05\sim 0.13$ mg/L,冰茶饮料为 <0.05 mg/L,鲜桃饮料为 0.1 mg/L^[18]。

肉制品 肉制品中甲醛主要来源于冷冻或熟化过程中脂肪组织的氧化,水溶性低分子化合物加热时发生非酶褐变反应和蛋白质、肽、氨基酸、糖的热分解反应中一次及二次生成物。20世纪60年代曾报道了用GC法从牛肉、猪肉、羊肉和鲸鱼肉加热时产生的香气中检出甲醛。干香肠、火腿用木材熏制,除烟熏成分中含有甲醛外,一部分物质由于熏制熟化过程中脂质的水解、氧化或脂肪酶的作用,最后也生成羰基物质^[9]。

水产品 鱼干和熟鱼中醛类物质会显著增加;当鱼肉外面涂了调料后,加热时发生氨基-羰基反应生成甲醛等羰基化合物;烤木鱼产生的香气成分伴有甲醛^[9]。

茶叶、坚果类 红茶、绿茶、茉莉茶主要香气成分中尚未有检出甲醛的报道;可可豆、咖啡、烤花生、烤杏仁等坚果类在焙烧过程中,其中的氨基酸、糖等前体物质发生的热分解反应、脂质的氧化及酶分解反应,生成许多挥发性醛类化合物。

食品添加剂 生产用助剂往往含有甲醛,如食

品消泡剂硅酮树脂、乙醇、合成的香精、香料、甲醛树脂的滤剂等。

1.3 食品包装材料 食品包装材料、容器内壁涂料、管材、涉水管道及其粘合剂等往往都含有甲醛成分,这些材料如果长期与食品接触,受酸、碱、盐类物质侵蚀、加热、老化等因素的影响,可能有微量甲醛溶出而迁移到食品中。环氧树脂中单体环氧氯丙烷在水中溶解度较高(5%),当遇到氧化剂时可被氧化生成甲醛。一些劣质的包装材料,甲醛的溶出量很高。文献[19]报道从国产的三聚氰胺树脂(MF)成型品检出的甲醛含量高达1 199 mg/L,超过国标允许量(30 mg/L)的40倍;罐头盒及易拉罐中甲醛溶出量为0.26~1.85 mg/L,超过国标允许量(0.1 mg/L)的1.6~17.5倍。长期用塑料包装材料或内壁涂料容器盛装的食品、水发食品或海产品,当检出微量甲醛的时候,要考虑包装材料溶出的因素。

1.4 水质 水是食品加工生产的最基本的要素,由于环境污染问题,首先要考虑水的质量。通常,水中甲醛的来源主要考虑以下途径:(1)水源水受到了污染,尤其是工业污染严重的地区;(2)涉水产品用的防护材料的质量,如漆酚、环氧酚醛、水基改性环氧树脂、脱模涂料等含有甲醛。(3)容器包装材料,含有甲醛树脂做成的容器长期与水接触往往会有微量甲醛的溶出。(4)用含氯药剂及臭氧消毒处理的饮用水会产生微量甲醛。一些厂家用甲醛作消毒剂对管道、容器进行清洗与消毒,冲洗不净会残留微量甲醛。

正常情况下,天然水中甲醛含量是极微量的,用化学方法很难检出,必须选择高灵敏的分析方法。Hirayama T等曾用五氟苄基羟胺(PFBOA)衍生气相色谱(ECD-GC)法对日本市售饮用水及水源水甲醛含量做了调查,结果,PET装矿泉水检出甲醛4.88~9.23 $\mu\text{g/L}$,玻璃瓶装水0.16 $\mu\text{g/L}$ 、纸盒装水0.20 $\mu\text{g/L}$;水源水:天津3.85 $\mu\text{g/L}$ 、京都7.17 $\mu\text{g/L}$ 、大阪14.80 $\mu\text{g/L}$ 、奈良5.86 $\mu\text{g/L}$ 、芦屋9.80 $\mu\text{g/L}$ ^[20]。作者用示波极谱法调查了唐山市13份水源水、自来水、瓶装矿泉水和纯净水中甲醛的本底值,结果,除1份水源水检出甲醛52 $\mu\text{g/L}$,2份纯净水分别检出24 $\mu\text{g/L}$ 、45 $\mu\text{g/L}$ 外,其余样品甲醛含量均<2 $\mu\text{g/L}$ ^[21]。

1.5 样品处理 目前,除知道甲醛和 SO_2 结合的形式(如葡萄酒)存在外,许多食品中甲醛以何种形式存在并不清楚,现在所知道的这些数据,多数是在酸性条件下,用水蒸气蒸馏法使甲醛游离后测定出来的,其中不排除某些食物成分发生转变分解或衍生

出甲醛的可能。例如,用水蒸气蒸馏-AA法测定时,经常出现当蒸馏至一定时间后,甲醛仍会继续馏出,样品吸光度值始终在高于空白吸光度范围进行波动的现象,此时如果不及时控制蒸馏时间,甲醛的计算结果会偏高很多。为了避免蒸馏法的不足,可以采用顶空法或冷水浸渍法提取,但这又只能测定游离甲醛,而与二氧化硫或蛋白质等成分结合的甲醛不能被提取。总之,前处理问题还需要做进一步探讨。

2 甲醛的卫生标准

目前,食品包装材料和容器内壁涂料已有卫生标准,近年随着国家对食品安全的重视,农业部制定绿色食品《淡色啤酒行标 NY/T 273—2002》,规定甲醛含量0.2 mg/L;卫生部和国标委于2005年3月发布了《GB 2758—2005 发酵酒卫生标准》,规定甲醛残留量指标2.0 mg/L。除此之外,由于天然食物存在或加工中衍生出的微量甲醛不足以对人造成危害,其他食品均未制定甲醛的限量卫生标准,其他国家也没有制定此类标准。WHO和我国生活饮用水标准的甲醛限量均为0.9 mg/L,日本为0.080 mg/L。

3 总结

3.1 甲醛是某些食品中存在的固有天然成分,食品间含量差异也很大,在没有标准可依的情况下,不能随意套用其他标准进行评判。在产品判定上,天然食物中甲醛或食品在生产过程中衍生的甲醛与人为掺入有着不同的意义。认为只要检出甲醛,就“不合格”是不妥的;规定甲醛“不得检出”值得商榷。

3.2 至今许多食物中甲醛的存在形式、生成机理及来源途径等问题都没搞清,有待今后做深入性研究和探讨。

3.3 乙醛等物质比甲醛分布更广泛,含量更高,如:葡萄酒乙醛为40~120 mg/kg、雪利葡萄酒有的甚至高达1 000 mg/kg、清酒为36~100 mg/kg、啤酒为3~17 mg/kg、豆酱为200~300 mg/kg和异丁醛8~21 mg/kg、异戊醛76~364 mg/kg^[18],浓度比是甲醛的数十倍~数万倍,因此,当测定方法对甲醛没有足够优势时,必须考虑到这些干扰因素。

3.4 由于食物种类繁多,不同地区有不同的制作方法,原料、配方、生产工艺、生产环境、包装、储存等不尽相同,甲醛本底值间可能存在较大差异。所以对食品掺甲醛的判定上不仅要慎重,还要有充分的科学依据。

参考文献

[1] 陈锡文,邓楠,主编. 中国食品安全战略研究[M]. 北

食品添加剂暴露量评估方法

张俭波¹ 赵丽娟²

(1. 中国疾病预防控制中心营养与食品安全所,北京 100021 ;2. 河北医科大学,河北 石家庄 050017)

摘要:为给我国的食品添加剂的暴露量评估提供借鉴,介绍了目前国际常用的5种食品添加剂暴露量评估方法,每种方法分别介绍了评估所用的资料、计算方法、结果表示方法及优缺点等。

关键词:食品添加剂;危险性评估;方法

Methods to Assess Exposure to Food Additives

ZHANG Jian-bo, ZHAO Li-juan

(National Institute for Nutrition and Food Safety, Chinese CDC, Beijing 100021, China)

Abstract: The assessment of exposure to food additives is an important part of risk assessment of food safety. Five food additive exposure assessment methods were introduced. The data needed, the method of calculation and the expression of the result, the advantages and shortcomings for each method were explicated.

Key word: Food Additives; Risk Assessment; Methods

京:化学工业出版社,2004.951.

[2] 日本药学会编. 卫生试验法 注解[M]. 北京:华文出版社,1995.494-495.

[3] Kenshiro Fujimoto. 香菇中甲醛形成的机理[R]. 第九届东京食用菌栽培科学国际会议,1974.

[4] 江波,杨瑞金,卢蓉蓉,编. 食品化学[M]. 北京:化学工业出版社,2005.239.

[5] 吕玉琼,林凯,侯穗波. 香菇中甲醛含量的监测报告[J]. 中国卫生检验杂志,2002,12(6):701.

[6] 刘京萍,葛兴. 催化光度法测定干燥食品中甲醛的研究[J]. 中国卫生检验杂志,2005,15(2):132-133.

[7] 安利华,孙群,郑万源. 东海地区常见水产品甲醛本底值调查及含量分析[J]. 中国食品卫生杂志,2005,17(6):524-527.

[8] 马余波,张琦,刘卓. 乙酰丙酮法测定海产品中的甲醛[J]. 中国卫生检验杂志,2004,14(1):63.

[9] 藤卷正生,服部彦彦,林和夫,等编. 香料の事典[M]. 东京:朝仓书店,1982.156-228.

[10] 谢笔钧,主编. 食品化学[M]. 第2版. 北京:科学出版社,2004.313,515.

[11] 谢笔钧,主编. 食品化学[M]. 第2版. 北京:科学出版社,2004.527.

[12] 张文德. 水发食品中甲醛的示波极谱法[J]. 卫生研究,1999,28(5):308.

[13] 郭会芝,徐静清,赵菲琦,等. 几种常见食品中甲醛本底值的调查研究[J]. 中国食品卫生杂志,2003,15(4):338-339.

[14] 杨湘霞. 一起在牛百叶中检出甲醛的报告[J]. 中国卫生检验杂志,2000,10(5):587-588.

[15] 敬永计,曾云康,楚涛,等. MBTH分光光度法测定水发食品中的甲醛[J]. 中国卫生检验杂志,2004,14(5):589.

[16] 谢宏斌,刘建湘,董文波,等. 乙酰丙酮法测定米粉中吊白块[J]. 中国公共卫生,2002,18(8):986-987.

[17] 张光仲,周庆龙,张文德. 啤酒中甲醛含量的调查分析[J]. 卫生研究,2004,33(3):342.

[18] 张文德. 一种选择性快速测定饮料中游离甲醛的示波极谱法[J]. 理化检验-化学分册,2000,36(2):54-55.

[19] 张文德,王绍杰,李信荣. 食品包装材料与容器涂料中甲醛的示波极谱测定方法的研究[J]. 分析科学学报. 2000,16(2):149-152.

[20] Hirayama T, Kashima A, Watanabe T. Amounts of formaldehyde in tap water and commercially available mineral water[J]. Food hygienic society of japan, 1993, 34(3):205-210.

[21] 马志东,郭忠,张文德. 饮用水中痕量甲醛的单扫示波极谱快速测定法[J]. 环境与健康杂志,2003,20(3):177-178.

[收稿日期:2006-03-20]

中图分类号:R15;O623.511 文献标识码:E 文章编号:1004-8456(2006)05-0455-05

作者简介:张俭波 男 硕士