

论著

## 液相色谱 - 线性离子阱质谱法检测草鱼中孔雀石绿、结晶紫及其代谢产物

吴学立<sup>1,2</sup> 吴永宁<sup>2</sup> 赵云峰<sup>2</sup> 袁宗辉<sup>1</sup>

(1. 华中农业大学动物医学院, 湖北 武汉 430070;

2. 中国疾病预防控制中心营养与食品安全所, 北京 100050)

**摘要:**目的 建立鱼中的孔雀石绿(MG)、结晶紫(GV)及其代谢物无色孔雀石绿(LMG)、无色结晶紫(LGV)的测定方法。方法 使用液相色谱线性离子阱串联质谱技术和同位素稀释技术,McIlvaine 缓冲液和乙腈提取, OASIS MCX SPE 柱净化,洗脱液在选择反应检测模式(SRM)下测定。结果 方法的检出限 CC 为 0.03 ~ 0.05  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ,定量限 CC 为 0.05 ~ 0.09  $\mu\text{g}/\text{kg}$ 。5 个不同加标水平鱼样中 4 种目标化合物的平均回收率为 84.7% ~ 105.1%, RSD 为 1.3% ~ 14.9% ( $n=5$ )。结论 本方法定量准确可靠,可用于鱼样品中孔雀石绿、结晶紫及其代谢物的测定。

**关键词:**着色剂;孔雀石绿;龙胆紫;同位素标记;色谱法,液相;光谱分析,质量

### Determination of Malachite green, Gentian Violet and Their Euco-Metabolites in Grasscarp by Liquid Chromatography-Linear Ion Trap Mass Spectrometry

WU Xue-li, WU Yong-ning, ZHAO Yun-feng, YUAN Zong-hui

(School of Veterinary Medicine, Huazhong Agricultural University, Hubei Wuhan 430070, China)

**Abstract:** **Objective** A method has been developed for the determination of malachite green, gentian violet and their leuco-metabolites in fish using isotope dilution by liquid chromatography-linear ion trap mass spectrometry. **Method** After extraction using McIlvaine buffer and acetonitrile, the extract was purified on an OASIS MCX SPE column. The effluent was analysed by LC-MS/MS in the select reaction monitoring (SRM) mode. **Result** An averaged decision limits (CC) and detection capability (CC) of method were 0.03 ~ 0.05  $\mu\text{g}/\text{kg}$  and 0.05 ~ 0.09  $\mu\text{g}/\text{kg}$  respectively. The average recoveries of five different fortified fish samples were in the range of 84.7% ~ 105.1%; RSDs were in the range of 1.3% ~ 14.9%. **Conclusion** The established method is suitable for the determination of Malachite green, Gentian violet and their leuco-metabolites in grasscarp.

**Key word:** Coloring Agents; Malachite Green; Gentian Violet; Isotope Labeling; Spectrum Analysis, Mass; Chromatography, liquid

皮、银耳的唾液酸含量极低。用液相色谱 - 串联质谱法所得结论与紫外光谱法和氨基酸分析法一致。唾液酸的测定可以作为鉴别燕窝真假的重要指标之一。

### 参考文献

- [1] MASSIMO F. MARCONE. Characterization of the edible bird's nest the "Caviar of the East"[J]. Food Research International, 2005, (38):1125-1134.
- [2] GUO C T, TAKAHASHI T, BUKAWA W, et al. Edible bird's nest extract inhibits influenza virus infection [J]. Antiviral Research, 2006, (70):140-146.

- [3] 喻雨琴,薛亮,朱新芳,等. 燕窝及其制品的气相色谱鉴别和定量检测[J]. 分析测试学报,1998,17(6):33-36.
- [4] 姚碧文. 燕窝真假鉴别[J]. 浙江中西医结合杂志,2002,12(11):719-720.
- [5] 陆汉豪. 一种燕窝伪品的鉴别[J]. 广东药学,2005,15(2):14-15.
- [6] 陆源,韩灯保,王建云,等. 云南三种燕窝与进口燕窝成分的比较研究[J]. 动物学研究,1995,16(4):385-391.
- [7] PEACE R W, GILANI G. Chromatographic determination of amino acid in foods[J]. Journal Of AOAC International, 2005, 88(3): 877-885.

[收稿日期:2006-10-30]

中图分类号:R15;TS218;Q959.735 文献标识码:A 文章编号:1004-8456(2007)03-0206-04

基金项目:北京市自然科学基金重点项目(7041004)

作者简介:吴学立 男 硕士生

通讯作者:吴永宁 男 研究员 博士生导师

孔雀石绿(malachite green, MG)和结晶紫(gentian violet, GV)为三苯甲烷类染料,因价格低廉,使用方便,常用于防治鱼类水霉病、烂鳃病以及寄生虫病等,也有人在运输过程中用作消毒剂,以延长鱼类的存活时间。实验研究表明,孔雀石绿或结晶紫进入人或动物机体后,可以通过生物转化,还原代谢成脂溶性的无色孔雀石绿(LMG)或无色结晶紫(LGV)。由于LMG和LGV具有高毒性、高残留和致癌、致畸、致突变等副作用,并能在鱼体内长时间残留(其残留时间达到100 d以上)<sup>[1]</sup>,有毒的鱼及制品严重威胁消费者的身体健康。鉴于孔雀石绿的危害性,目前许多国家都将其列为水产养殖禁用药物。如加拿大于1992年就禁止其作为渔场杀菌剂。1993年美国FDA已经将孔雀石绿、结晶紫列为优先研究的致癌性化学物质,并规定在食用水产品中禁止检出孔雀石绿、结晶紫、无色孔雀石绿及无色结晶紫。欧盟于2002年6月颁布法令禁止在渔场中使用孔雀石绿<sup>[2]</sup>。中国2002年5月也宣布严禁在水产养殖中使用孔雀石绿和结晶紫,并规定孔雀石绿(含无色孔雀石绿)和结晶紫(含无色结晶紫)不得检出。

目前国内外主要采用HPLC或者LC-MS等方法进行水产品中孔雀石绿、结晶紫及其代谢物检测,且采用氧化铅(PbO<sub>2</sub>)小柱将LMG、LGV氧化为MG、GV后检测<sup>[4-6]</sup>,尚未见到关于孔雀石绿、结晶紫及其代谢物多残留未经柱后衍生的LC-MS/MS检测方法的报道。为实现孔雀石绿、结晶紫及其代谢物同时检测的需要,本文在参照文献基础上,应用同位素稀释技术,采用液相色谱-线性离子阱串联质谱法建立了鱼肉中孔雀石绿、结晶紫及其代谢物的多组分残留分析方法。

## 1 材料与与方法

1.1 仪器和试剂 液相色谱-线性离子阱质谱仪(LTQ,美国ThermoFinnigan公司)、色谱柱CAPCELL PAK C<sub>18</sub> (5 μm, 2.0 mm × 150 mm,日本shiseido公司)、固相萃取柱Oasis<sup>TM</sup> MCX (6 ml,柱填料300 mg,美国Waters公司)、固相萃取装置Agilent Station。孔雀石绿、无色孔雀石绿、结晶紫和无色结晶紫及其同位素内标均购自Augsburg公司。二氯甲烷、甲醇、乙腈、醋酸均为色谱纯(美国fisher公司),氧化铝(德国ICN公司),N,N,N,N-四甲基对苯二胺盐酸盐(TMPD)、对甲基苯磺酸、磷酸氢二钠、乙酸铵、氨水、柠檬酸及维生素C,未特殊注明均为分析纯试剂。

1.2 材料 实验用草鱼购自北京市超市。

1.3 溶液的配制 储备溶液(1 000 mg/L)分别精确称取孔雀石绿、无色孔雀石绿、结晶紫和无色结晶

紫及孔雀石绿、无色孔雀石绿同位素内标标准品10 mg(精确到0.01 mg)于每个10 ml棕色容量瓶中,分别用乙腈溶解并稀释至刻度,-20℃冰箱保存。

中间溶液(10 mg/L) 分别准确移取标准及内标储备液1.00 ml置于每个100 ml棕色容量瓶中,加乙腈稀释至刻度,-20℃冰箱保存。

使用溶液 I(1 mg/L) 分别准确移取标准中间溶液1.00 ml混合于10 ml棕色容量瓶中,加乙腈稀释至刻度,-20℃冰箱保存;分别准确移取内标中间溶液1.00 ml混合于10 ml棕色容量瓶中,加乙腈稀释至刻度,-20℃冰箱保存。

使用溶液 II(0.1 mg/L) 准确移取标准使用溶液 I 1.00 ml置于10 ml棕色容量瓶中,加乙腈稀释至刻度,-20℃冰箱保存。

McIlvainer 缓冲液(pH 3.0) 分别取18.9 ml 0.2 mol/L的磷酸氢二钠溶液与81.1 ml 0.1 mol/L的柠檬酸溶液混合置于100 ml容量瓶中,4℃冰箱保存。

## 1.4 实验方法

1.4.1 试样提取 取鱼的可食部分,用粉碎机制备其匀浆。称取2 g(精确至0.001 g)匀浆试样置50 ml离心管内,加入20 μl混合内标标准溶液(1 μg/ml)、2 ml McIlvainer 缓冲液(pH 3.0)、100 μl对甲苯磺酸(1 mol/L)、50 μl的TMPD溶液(1 mg/ml)及12 ml乙腈,在振荡器上以500 r/min振摇5 min,加入6 g碱性氧化铝后继续振摇5 min,以3 500 × g 15 min离心10 min,将上层溶液转入至100 ml分液漏斗中,依次加入20 ml水和12 ml二氯甲烷,振摇1 min,静止分层,收集下层二氯甲烷于100 ml梨形瓶中。用12 ml二氯甲烷再次萃取提取液的水相,合并二氯甲烷层,在35℃旋转蒸发至近干。用3 ml乙腈分3次溶解上述残留物。

1.4.2 试样净化 将OASIS MCX固相萃取小柱安装在固相萃取装置上,用5 ml乙腈和二氯甲烷(4+1)淋洗活化后,将上述提取溶液转移到小柱上,在抽真空情况下过柱(柱流速约0.5 ml/min)。依次用3 ml含2%甲酸的甲醇溶液和3 ml甲醇淋洗小柱。最后用5 ml氨水+甲醇(5+95)溶液洗脱小柱,于试管中收集洗脱液。在室温下用氮气流吹干,准确加入1 ml流动相,旋涡混匀器上混匀30 s,经0.22 μm微孔滤膜过滤,滤液供液相色谱-质谱法测定。

1.5 仪器条件 色谱条件 柱温:20℃;进样量:10 μl;流速:0.2 ml/min;流动相:乙腈+0.05 mol/L乙酸铵缓冲液(pH 4.5,75+25)。

质谱条件 离子源 ESI(+) 参数:喷雾电压 4.5

kV;毛细管电压 16.5 V;毛细管电流温度 300 ;鞘气 30 arb;辅助气(反吹气流量 0 arb;源内碰撞电压 8.0 V;毛细管透镜电压 55 V。线性离子阱参数:全扫描目标离子数10 000.0;选择离子监测目标离子数 5 000.0;多级质谱目标离子数(MSn) 5 000.0;精确扫描目标离子数3 000.0。SRM的优化参数见表 1。

表 1 选择反应监测的优化参数

化合物	检测离子对	碰撞能量 (%)	Q 值
孔雀石绿(MG)	329.1/208.0(定量)	30	0.25
	329.1/252.0		
	329.1/313.0		
	331.1/239.0		
无色孔雀石绿(LMG)	331.1/272.0	38	0.25
	331.1/316.0(定量)		
	372.1/251.0		
结晶紫(GV)	372.1/328.0	33	0.25
	372.1/356.0(定量)		
	374.1/238.0		
无色结晶紫(LGV)	374.1/252.0	30	0.25
	374.1/359.0(定量)		
	334.1/213.0		
氘代孔雀石绿(d5 - MG)	334.1/318.0(定量)	33	0.25
	337.1/240.0		
氘代无色孔雀石绿(d6 - LMG)	337.1/322.0(定量)	26	0.25

## 2 结果与讨论

### 2.1 质谱条件的优化

2.1.1 母离子与子离子选择 采用正离子模式,当加上对 4 种目标化合物母离子最佳碰撞能量时,就能够得到非常典型的碎片离子。使用全扫描的方式观察孔雀石绿、结晶紫及其代谢物的总离子流图,能够分别获得这 4 种目标物的分子离子峰(见表 1)。其中 MG 的母离子  $m/z$  329,子离子包括  $m/z$  313 ( $M^+ - H - CH_3$ ),  $m/z$  252 ( $M^+ - C_6H_5$ ),  $m/z$  208 ( $M^+ - C_6H_5N C_2H_6$ );LMG 的母离子  $m/z$  331,子离子包括  $m/z$  316 ( $M^+ - CH_3$ ),  $m/z$  272 ( $M^+ - CH_3 - NC_2H_6$ ),  $m/z$  239 ( $M^+ - C_6H_6 - CH_3$ );GV 的母离子  $m/z$  372,子离子包括  $m/z$  356 ( $M^+ - H - CH_3$ ),  $m/z$  328 ( $M^+ - NC_2H_6$ ),  $m/z$  251 ( $M^+ - C_6H_5NC_2H_6$ );LGV 的母离子  $m/z$  374,子离子包括  $m/z$  359 ( $M^+ - CH_3$ ),  $m/z$  252 ( $M^+ - H - C_6H_5NC_2H_6$ ),  $m/z$  238 ( $M^+ - CH_3 - C_6H_5NC_2H_6$ )。这 4 种化合物均选用 3 个子离子进行定量和定性分析,完全满足欧盟 2002/675/EC 指令规定对于禁用药物的质谱确证方法需要 4 个确证分

(IP)的要求(3 个子离子  $3 \times 1.5$  IP),其二级全扫描图见图 1~图 4。

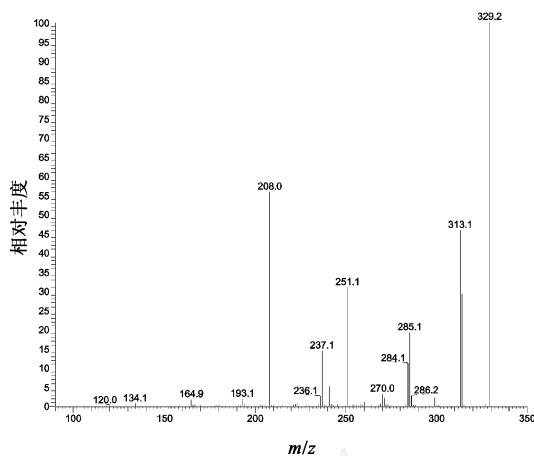


图 1 孔雀石绿标准品的二级全扫描质谱图

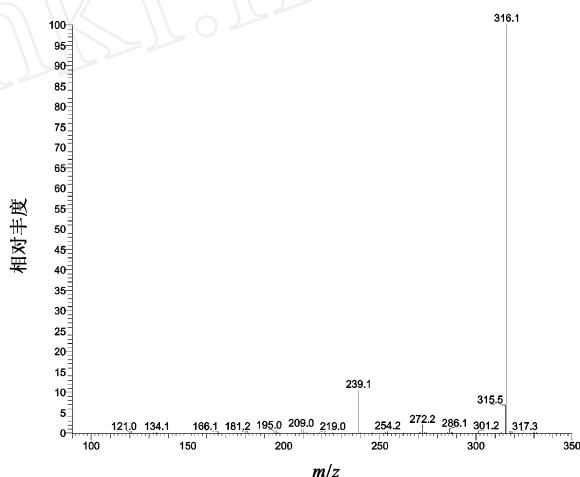


图 2 无色孔雀石绿标准品的二级全扫描质谱图

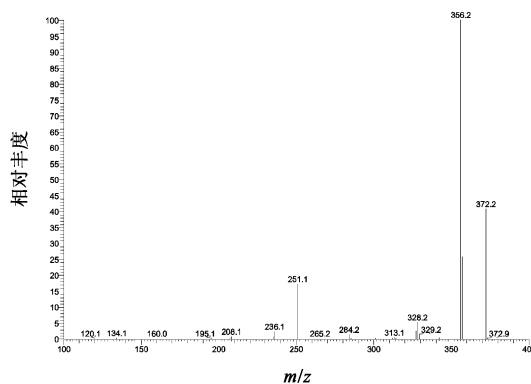


图 3 结晶紫标准品的二级全扫描质谱图

2.1.2 离子源的选择 通过流动注射直接进样,对质谱参数进行优化,得到最优质谱参数,见 1.4 中的“质谱条件”。本研究结果表明其灵敏度比文献报道的三维离子阱提高一个数量级,这是由于线性离子阱技术是建立在离子阱技术基础上的真正新型二

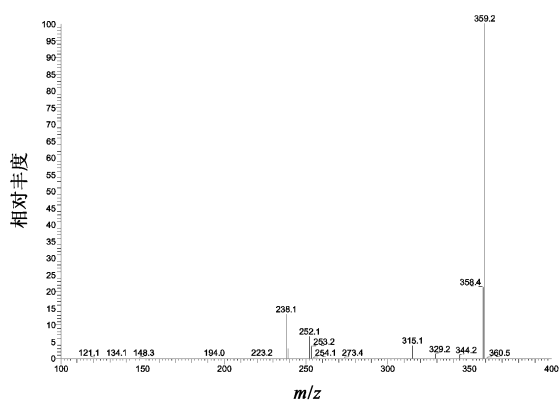


图4 无色结晶紫标准品的二级全扫描质谱图

维离子阱技术,具有更快的分析速度和高捕获效率。对于孔雀石绿、结晶紫及其代谢物的检测方法,目前文献报道主要采用ESI及APCI源。由于孔雀石绿、结晶紫的结构特点,利用ESI源对孔雀石绿和结晶紫检测的灵敏度是非常高的,且对无色孔雀石绿及无色结晶紫检测灵敏度也较高,但要低于孔雀石绿和结晶紫检测的灵敏度。APCI源对孔雀石绿和结晶紫检测的灵敏度也较高,且高于ESI源对孔雀石绿和结晶紫检测的灵敏度,而对无色孔雀石绿及无色结晶紫检测灵敏度则很低,不能满足检测的需要。这可能也是因为无色孔雀石绿及无色结晶紫的性质及结构特点造成的。因此文献报道的方法不管是使用ESI源或APCI源,均采用了使用氧化铅氧化柱将无色代谢物氧化成原形药再检测的方法。从而提高对无色孔雀石绿及无色结晶紫的检测灵敏度。还有一种很少见的APPI源,据报道说他比前两种源检测孔雀石绿灵敏度更高(大约2倍),因为他能更好的消除基质中干扰物质对孔雀石绿离子化的抑制,但这种源并不常见很少使用。从本试验所使用的线性离子阱质谱技术发现,虽然ESI源对孔雀石绿及结晶紫母离子响应要稍高于无色孔雀石绿及无色结晶紫,但经过质谱对母离子碰撞能量优化后,所得到的二级定量离子的响应是非常接近的,而APCI源对孔雀石绿和结晶紫母离子响应要小于ESI源(约1/4),对无色孔雀石绿和无色结晶紫母离子响应则非常低,约为ESI源的1/1000。这与文献报道有些区别。因此本试验选用了ESI源。同时也因为在氧化柱氧化过程中容易产生副产物,而造成对目标化合物检测的干扰,所以在本方法中摒弃了氧化柱。

2.2 色谱条件的优化 本实验采用乙腈和乙酸铵缓冲液(pH 4.5)作为流动相,并对乙腈和乙酸铵缓冲液(pH 4.5)的比例进行摸索和优化,结果显示乙腈和乙酸铵缓冲液(pH 4.5)比例范围75+25~85+15之间都有良好的洗脱和分离,但在试样基质

中,尤其是在低浓度加标时,对孔雀石绿有一个小的干扰峰,仅当乙腈和乙酸铵缓冲液(pH 4.5)比例为75+25时能将干扰峰和目标峰良好分离,因此选用乙腈75%+0.05 mol/L乙酸铵缓冲液(pH 4.5)25%(体积分数)为流动相,获得各组分的良好分离(见图5)。

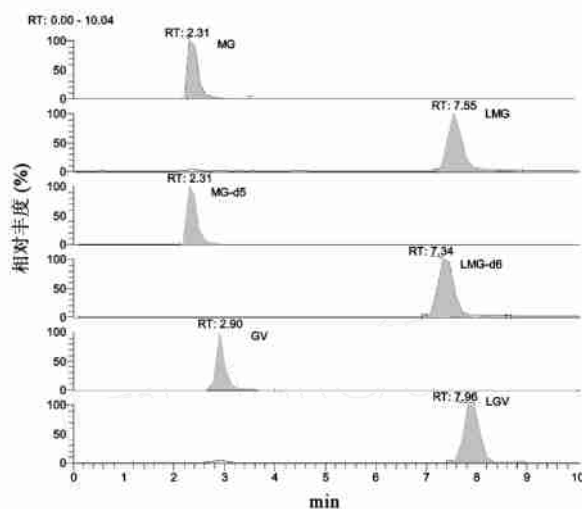


图5 标准溶液的定量离子色谱图(0.5 µg/L)

2.3 线性实验 配制孔雀石绿、结晶紫、无色孔雀石绿和无色结晶紫混合标准系列溶液0.5~100 g/L(均加入20 ng内标),在上述分析条件下测定。以被分析物峰面积与内标的峰面积比值为纵坐标,以被分析物的浓度为横坐标,绘制线性曲线,并进行线性回归分析,得到MG、LMG、GV和LGV的线性方程分别为: $y = 6.4762x - 0.050$  ( $r^2 = 0.9999$ )、 $y = 10.156x - 0.0247$  ( $r^2 = 1$ )、 $y = 7.1709x + 0.0596$  ( $r^2 = 0.9999$ )、 $y = 6.6092x + 0.0649$  ( $r^2 = 0.9999$ ),各分组的线性良好。

2.4 前处理的优化 由于甲醇对试样基质成分具有较强的溶解性,提取液干扰成分多。本文通过对比研究,选用乙腈作为提取溶液。根据相关文献报道,目前主要采用的缓冲盐体系有McIlvainer缓冲液(pH 3.0)、醋酸氨缓冲液(pH 4.5)以及2%的三氯乙酸、6%的高氯酸和10%的磷酸的缓冲液体系,他们的主要作用是使试样可食性组织中蛋白质变性,从而使目标化合物能够很好地被提取出来。本试验对这3种缓冲液体系做了对比研究,结果表明McIlvainer缓冲液(pH 3.0)对孔雀石绿、结晶紫及其代谢物有非常稳定的提取效果和较好的回收率,其绝对回收率达到50.4%;使用醋酸氨缓冲液(pH 4.5)也有比较好的回收率,其绝对回收率达到45.8%,稍低于McIlvainer缓冲液(pH 3.0)。而使用2%的三氯乙酸、6%的高氯酸和10%的磷酸的缓冲液则回收率偏低,仅为24.6%。

根据文献,孔雀石绿、结晶紫及其代谢物不稳定,他们容易发生降解,特别是无色孔雀石绿及无色结晶紫,并且这种降解最有可能是去甲基化而变成 N,N,N - 三甲基或 N,N - 二甲基的化合物<sup>[7]</sup>。本文对于不同保存条件下的稳定性进行了研究,在试样中添加标准溶液后分别在室温、4 及 - 20 条件保存 24 h,检测结果显示室温、4 下降解现象明显,而在 - 20 下则只有极少量的降解。在提取过程中加入 TMPD 或维生素 C 则会非常有效地减少这种降解过程,保证被分析物的回收率。

氨水和甲醇混合溶液有助于被分析物洗脱,这可能是因为氨水能使孔雀石绿、结晶紫及其代谢物去质子化<sup>[9]</sup>,因而能很好地消除阳离子交换柱对目标化合物的静电效应,从而使小体积的甲醇就能对目标化合物有非常好的洗脱。本实验结果显示,在甲醇与氨水配比为 95 % + 5 % 时能使 4 种目标化合物回收率大于 90 %。内标物的回收率与氨水浓度关系曲线见图 6。

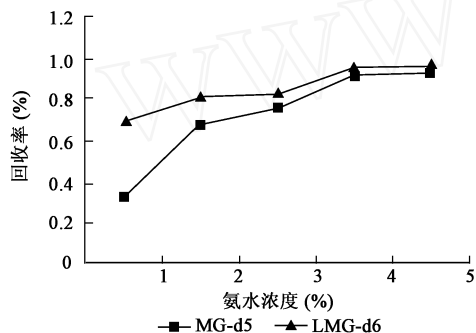


图 6 内标物回收率与氨水浓度关系曲线

2.5 检出限(CC)与定量限(CC) 在空白草鱼基质中分别添加 5 个不同水平的孔雀石绿、结晶紫、无色孔雀石绿和无色结晶紫混合标准溶液,分别为 0.25、1、2、4、10  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ,按试样制备与测定方法进行测定。以添加的被分析物溶液浓度为横坐标(X),以被分析物与内标的峰面积比为纵坐标(Y):

$Y_{\text{峰面积比}} = a \times \text{添加浓度} + b$ 。CC 在统计确定度  $1 - (\alpha = 0.01)$  下计算,即试样检测假阳性概率小于 1 %,而 CC 在统计确定度  $1 - (\alpha = 0.05)$  下计算,即假阴性概率小于 5 %<sup>[8]</sup>。计算公式如下:

$$CC = b + 2.33s_b, s_b \text{ 是指 } b \text{ 的标准差;}$$

$$CC = CC + 1.64s_{CC}, s_{CC} \text{ 是指 } CC \text{ 的标准差。}$$

表 2 孔雀石绿、结晶紫及其代谢物的

目标化合物	CC 及 CC 值	
	CC	CC
MG	0.04	0.07
GV	0.05	0.09
LMG	0.04	0.07
LGV	0.03	0.05

2.6 准确度及精密度实验 对空白鱼基质在 0.25、1、2、4、10  $\mu\text{g}/\text{kg}$  5 个不同浓度水平上分别进行加标回收实验,以回收率表示方法准确度,以每个水平的 5 次测定数据的相对标准差表示方法精密度,实验结果列于表 3。回收率为 84.7 % ~ 105.1 %,相对标准差为 1.3 % ~ 14.9 %,说明该法精密度好、稳定可靠。加标鱼样定量离子色谱图见图 7。

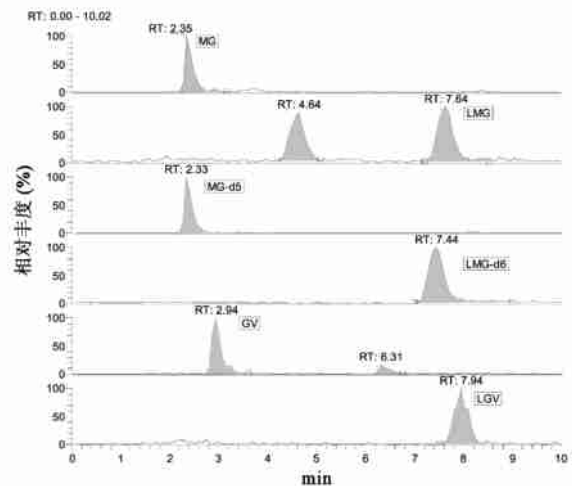


图 7 加标试样的定量离子色谱图(0.25  $\mu\text{g}/\text{kg}$ )

表 3 加标鱼试样加标回收试验结果

添加浓度 ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	MG		GV		LMG		LGV	
	平均回收率 (%)	RSD (%)	平均回收率 (%)	RSD (%)	平均回收率 (%)	RSD (%)	平均回收率 (%)	RSD (%)
0.25	98.1	5.6	101.6	14.9	101.0	2.4	86.3	5.7
1.00	99.9	6.6	93.7	5.6	95.6	5.3	88.1	4.1
2.00	101.0	3.0	97.8	9.0	99.1	5.8	87.2	6.5
4.00	88.6	11.2	86.8	6.6	98.6	10.8	93.4	7.2
10.00	86.6	8.3	84.7	7.3	105.1	5.7	93.9	1.3

2.7 实际样品检测 应用本实验方法,对实际鱼样中孔雀石绿、结晶紫及其代谢物进行了检测。试样测定时,分别计算试样中 2 个定性离子与定量离

子的离子强度比,以这 2 对离子强度比不得超过系列标准溶液相应的离子强度比均值的  $\pm 20\%$  作为定性确证的质量控制依据(参照欧盟 2002/675/EC 规

论著

# 北京市儿童肥胖与抑郁症关系

王筱桂<sup>1</sup> 刘 铮<sup>2</sup> 曹若湘<sup>2</sup> 潘勇平<sup>3</sup> 焦欣然<sup>4</sup> 潘 慧<sup>1</sup> 刘爱玲<sup>1</sup> 张 倩<sup>1</sup> 李艳平<sup>1</sup>

(1. 中国疾病预防控制中心营养与食品安全所,北京 100050;2. 北京市疾病预防控制中心,北京 100013;  
3. 东城区中小学生保健所,北京 东城 100007;4. 崇文区疾病预防控制中心,北京 崇文 100050)

**摘要:**目的 研究儿童肥胖与抑郁症的关系,为儿童肥胖防治提供基础资料。方法 采用多阶段随机整群抽样的方法,抽取3 886名北京市城区9~10岁小学生。抑郁症采用 Kavaacs 等研制的国际抑郁症问卷,用自填方式调查;超重肥胖采用中国肥胖问题工作组(WGOC)推荐的标准。结果 男孩和女孩中抑郁症检出率分别为16.7%和9.5%。低体重、正常体重、超重和肥胖儿童中抑郁症检出率分别为12.2%、12.2%、14.8%和16.7%,4组儿童抑郁症检出率差异有统计学意义。低体重男孩抑郁症检出率也比较高。无论男孩还是女孩,超重和肥胖儿童不自信评分均显著高于正常体重儿童。结论 肥胖儿童,尤其是女孩,发生抑郁症的危险性增加。无论肥胖男孩还是肥胖女孩,自信心明显降低。应该针对儿童肥胖采取积极的预防控制措施。

**关键词:**北京;儿童;超重;抑郁症

## Relationship Between Depression and Obesity Among Children in Beijing

WANG Xiao-gui, LIU Zheng, CAO Ruo-xiang, PAN Yong-ping, JIAO Xin-ran,  
PAN Hui, LIU Ai-ling, ZHANG Qian, LI Yan-ping

(National Institute for Nutrition and Food Safety, Chinese CDC, Beijing 100050, China)

**Abstract: Objective** To explore the relationship between depression and obesity among children in Beijing so as to provide information for prevention of childhood obesity. **Method** 3 886 children aged 9 ~ 10 years were recruited by multi-stage

定)。罗非鱼、进口三文鱼、多宝鱼、凤尾虾及贝类等未检出孔雀石绿、结晶紫及其代谢残留物,而草鱼、鲤鱼及鳊鱼的孔雀石绿检出率高,其总含量在0.9~20 μg/kg范围内,也未检出结晶紫。

### 参考文献

[1] DOERGE D R. Mechanism for inhibition of thyroid peroxidase by leucomalachite green[J]. Chem Res Toxicol, 1998, 11:1098-1104.

[2] 朱其太,于维军,颜景堂.密切关注欧盟禁用抗生素规定确保动物源性食品出口安全[J].山东家禽,2003,(4):43-45.

[3] 王玉堂.我国出口水产品的质量现状及应对措施[J].河北渔业,2002,3:6.

[4] RUSHING L G, HANSEN Jr, EUGEN B. Confirmation of malachite green, gentian violet and their leuco analogs in catfish and trout tissue by high performance liquid chromatography utilizing electrochemistry with ultraviolet visible diode array detection and fluorescence detection [J]. J Chromatography B, 1997, 700:223-231.

[5] RUSHING L G, THOMPSON H C Jr. Simultaneous determination of malachite green, gentian violet and their leucometabolites in catfish or trout tissue by high-performance liquid chromatography with visible detection[J]. J Chromatography B, 1997, 688:325-330.

[6] 张志刚,施冰,陈鹭平.液相色谱法同时测定水产品中孔雀石绿和结晶紫残留[J].分析化学,2006,5:663-667.

[7] HAJEE C A J, HAAGSMA N. Simultaneous determination of malachite green and its metabolite leucomalachite green in eel plasma using post column oxidation[J]. J Chromatography B, 1995, 699:219-227.

[8] COMMISSION DECISION (EC) 2002/657 [Z]. Off J Eur Commun. 2002, 221:8-36.

[9] SCHERPENISSE P, BERGWERFF A A. Determination of residues of malachite green in finfish by liquid chromatography tandem mass spectrometry[J]. Analytica Chimica Acta, 2005, 529:173-177.

[收稿日期:2007-02-08]

中图分类号:R15;O657.72;O657.63

文献标识码:A

文章编号:1004-8456(2007)03-0209-06

基金项目:荷兰 NUCIA 基金资助项目

作者简介:王筱桂 女 主管技师

通讯作者:李艳平 女 副研究员

