

离子色谱法测定海产品中磷酸盐、焦磷酸盐、偏磷酸盐和总磷

钟志雄^{1*}, 李攻科²

(1. 广东省疾病预防控制中心, 广东 广州 510300; 2. 中山大学化学与化学工程学院, 广东 广州 510275)

摘要 :建立了离子色谱法测定海产品中磷酸盐、焦磷酸盐、偏磷酸盐和总磷的分析方法。样品经 100 mmol/L NaOH 溶液浸提,固相萃取柱去除有机物、阳离子、中和 OH⁻ 后用于海产品中磷酸盐、焦磷酸盐和偏磷酸盐的测定;样品经干灰化法消化,固相萃取柱净化后用于总磷测定。考察了提取溶液的 pH、有机物和共存离子对测定结果的影响。该方法的线性范围为 0.3 ~ 60 mg/L,检出限为 2.1 ~ 2.3 mg/kg,相对标准偏差为 1.6% ~ 2.6%。海鱼和虾仁样品中目标物的加标回收率为 81.8% ~ 100.0%。该方法选择性好,灵敏度高,用于实际样品测定结果令人满意。

关键词 :离子色谱法;磷酸盐;焦磷酸盐;偏磷酸盐;总磷;海产品

中图分类号 :O658 文献标识码 :A 文章编号 :1000-8713(2009)04-0499-06 栏目类别 :研究论文

Determination of phosphate, pyrophosphate, metaphosphate and total phosphorus in seafoods by ion chromatography

ZHONG Zhixiong^{1*}, LI Gongke²

(1. Center for Disease Control and Prevention of Guangdong Province, Guangzhou 510300, China;
2. School of Chemistry and Chemical Engineering, Sun Yat-Sen University, Guangzhou 510275, China)

Abstract : A method for the determination of phosphate, pyrophosphate, metaphosphate and total phosphorus in seafoods by ion chromatography (IC) was developed. The samples for the determination of phosphate, pyrophosphate, metaphosphate were extracted by 100 mmol/L NaOH solution at room temperature; the samples for the determination of total phosphorus were digested by incineration at high temperature; and then solid phase extraction (SPE) column was used to eliminate the interferences. The separation was carried out on an IonPac AS11-HC analytical column (250 mm × 4 mm) and an IonPac AG11-HC guard column (50 mm × 4 mm) using 30 – 80 mmol/L KOH gradient elution at a flow rate of 1.0 mL/min at 35 °C, coupled with a suppressor-type conductivity detector. Under optimum conditions, the measurement could be completed within 20 min. The effects of pH value, organic solvent and coexisted ions were investigated. The linear range was 0.3 – 60 mg/L, the detection limits were from 2.1 mg/kg to 2.3 mg/kg, and the relative standard deviations were from 1.6% to 2.6%. The method was applied to the determination of anions in fish and shrimps with the recoveries of 81.8% – 100.0%. The method offered high selectivity, sensitivity, and gave a satisfactory results for real sample analysis.

Key words : ion chromatography (IC); phosphate; pyrophosphate; metaphosphate; total phosphorus; seafoods

磷酸盐、多磷酸盐广泛用于海产品、肉制品等食品的加工生产。作为食品添加剂使用的磷酸盐和多磷酸盐达 30 多种^[1],然而膳食中磷酸盐食量过多,会降低人体对钙的吸收,造成缺钙。联合国粮农组织 (FAO) 和世界卫生组织 (WHO) 对多磷酸盐的安

全评价为成人每天允许摄入量 1.4 ~ 1.5 g (以 P₂O₅ 计),美国规定最终产品中磷酸盐的残留量不得超过 0.5% (质量分数)。常用磷酸盐和多磷酸盐的测定方法^[2-5]难以同时测定多种磷酸盐和多聚磷酸盐,无法涵盖常用的磷酸盐食品添加剂,且样品前处

* 通讯联系人:钟志雄,硕士,主任技师,从事健康相关产品的检验方法研究。Tel : (020) 84451366-8152, E-mail : zzxiong608@yahoo.com.cn.

基金项目 : 广东省医学科研基金项目 (A2006079)。

收稿日期 : 2008-12-08

理方法复杂,不适合用离子色谱测定^[6,7]。Gao 等^[8]、Sekiguchi 等^[9]和 Cui 等^[10]分别采用水浸提食品、鳕鱼和干贝,离子色谱法测定磷酸盐、焦磷酸盐和聚磷酸盐,但方法中加入的三氯乙酸干扰三聚磷酸盐的测定。在酸性溶液中各种磷酸盐不稳定,容易相互转化。Oliveira 等^[11]以硝酸作氧化剂微波消解酒、橙汁、牛奶和蔬菜,采用流动注射光度法测定总磷。Szlyk 等^[12]采用毛细管等速电泳法测定大豆中的总磷,样品于 450 °C 高温下灰化 12 h,灰分用 0.5% HNO₃ 加热溶解 15 min,样品前处理耗时较长。本文建立了海产品中磷酸盐、焦磷酸盐、偏磷酸盐和总磷离子色谱分析方法,在弱碱性溶液中室温下提取样品中的 3 种磷酸盐,避免了各种磷酸盐的转化,碱性条件下高温灰化样品测定总磷,提高了多聚磷酸盐转化为正磷酸盐的效率,缩短了灰化时间。应用所建立的方法成功地测定了海鱼和虾仁中磷酸盐、焦磷酸盐、偏磷酸盐和总磷的含量。

1 实验部分

1.1 仪器与试剂

ICS-2500 离子色谱仪,配有 ED50 电化学检测器、AS50 自动进样器、LC30 柱温箱、EG50 淋洗液自动发生器、ASRS-ULTRA 抑制器、IonPac AS11-HC 分析柱(250 mm × 4 mm)、IonPac AG11-HC 保护柱(50 mm × 4 mm)(Dionex 公司);UV-2550 紫外-可见分光光度计(Shimadzu 公司);CR22G 高速离心机(Hitachi 公司);2510 Branson 超声波清洗器;LC-WCX 和 LC-SCX 固相萃取(SPE)柱(3 mL,Supelco 公司);OASIS MCX SPE 柱(3 mL,Waters 公司),SPE-Ag⁺ 柱、SPE-H⁺ 柱和 C₁₈ SPE 柱(天津富集科技有限公司)。

焦磷酸钠(分析纯,天津市福晨化学试剂厂),偏磷酸钠(分析纯,国药集团化学试剂有限公司),70%(质量分数,下同)~72% 高氯酸(优级纯,上海金鹿化工有限公司),50% NaOH 溶液(Fluka 公司),磷酸氢二钠(优级纯)、钼酸铵(分析纯)、亚硫酸钠(分析纯)、对苯二酚(分析纯)和硝酸(优级纯)等均为广州化学试剂厂生产。实验用水的电导率小于 1 μS/cm。

采用分光光度法^[13]标定 1.0 g/L P₂O₇⁴⁻ 和 1.0 g/L PO₃⁻ 标准储备液的准确浓度。

红三鱼、马头鱼、带鱼、黄花鱼、鲳鱼、虾仁和对照样品来源:广州市肉菜零售市场购买。

1.2 样品前处理

冰鲜鱼除去鱼鳞和头尾,清洗干净,冰冻变硬。取可食用部分剪成小块,用粉碎机充分搅碎,混合均

匀后备用。干虾仁:直接于烘箱中在 60 °C 下烘干,碾碎成粉末备用。

1.2.1 用于磷酸盐、焦磷酸盐和偏磷酸盐测定的样品处理

称取 1.500 g 样品于 25 mL 比色管中,用 100 mmol/L NaOH 溶液定容至刻度,振荡 5 min,室温下超声浸提 20 min,于 18 000 r/min 速率下离心 10 min。将上清液稀释 5 倍,取 5 mL 稀释液先过 C₁₈ 柱,后过 LC-WCX、LC-SCX 或 MCX SPE 柱,弃去前 3 mL,接取后 2 mL 溶液,供离子色谱测定。

1.2.2 用于总磷测定的样品处理

称取 0.500 0 g 样品于坩埚中,加入 0.5 mL 50% NaOH,在可调功率电炉上加热炭化后转入马弗炉中于 500 °C 下灰化 3 h。冷却,用水溶解灰分并定容至 50 mL,振荡 1 min,溶液经 LC-WCX、LC-SCX 或 MCX 柱净化后进行离子色谱测定。

1.3 色谱条件

淋洗液及淋洗梯度程序 0~5 min,30 mmol/L KOH;5.1~15 min,80 mmol/L KOH;15.1~20 min,30 mmol/L KOH;流速为 1.0 mL/min。外接水自动抑制模式,抑制电流 200 mA,色谱分离和电导检测温度为 35 °C,进样量为 25 μL。以保留时间定性、峰面积定量。

2 结果与讨论

2.1 色谱条件的优化

多种因素影响磷酸盐和多聚磷酸盐的色谱分离效果。根据文献[14],选用 AS11-HC 柱分离,以 OH⁻ 为淋洗液的分离效果较好。温度对离子的保留时间和 AS11-HC 柱的分离选择性有明显的影响。固定淋洗液浓度及淋洗梯度,改变柱温和检测温度,考察离子的保留时间、分离度和分离柱效,其中温度对柱效的影响见图 1。温度升高,离子的保留时间延长,柱效增高,分离效果较好。但当温度高于 35 °C 时,PO₄³⁻ 分离柱效开始下降,且 3 种离子色谱峰的对称性变差,因此选择在 35 °C 下进行分离测定。

2.2 样品前处理方法的优化

2.2.1 用于磷酸盐、焦磷酸盐和偏磷酸盐测定的样品前处理方法

样品浸提溶液的 pH 值 改变溶液的 pH 值会使 PO₄³⁻、P₂O₇⁴⁻ 和 PO₃⁻ 发生化学变化,离子的存在形式随之改变,其电导响应信号也将发生改变,因而影响测定结果。配制并调节溶液的 pH 值分别为 1.75,2.00,3.51,4.70,5.50,6.25,7.12,8.00,9.00,10.00,10.98,11.85,12.30,13.40 的 PO₄³⁻、P₂O₇⁴⁻ 和 PO₃⁻ 混合标准溶液,室温下放置 1 h 充分

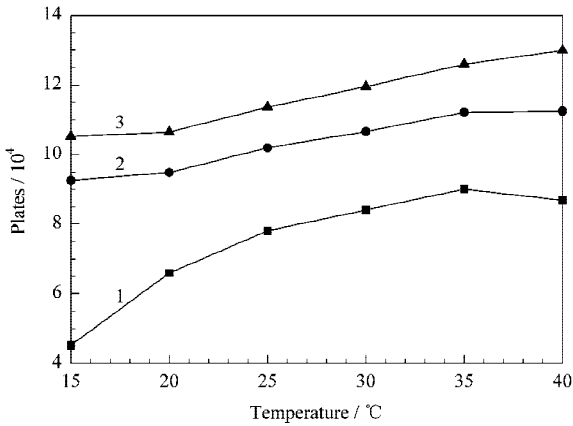


图 1 温度对磷酸盐、焦磷酸盐和偏磷酸盐分离柱效的影响
 Fig. 1 Effect of temperature on the column efficiencies for the separation of phosphate, pyrophosphate, metaphosphate

1. PO_4^{3-} ; 2. PO_3^{2-} ; 3. $P_2O_7^{4-}$.

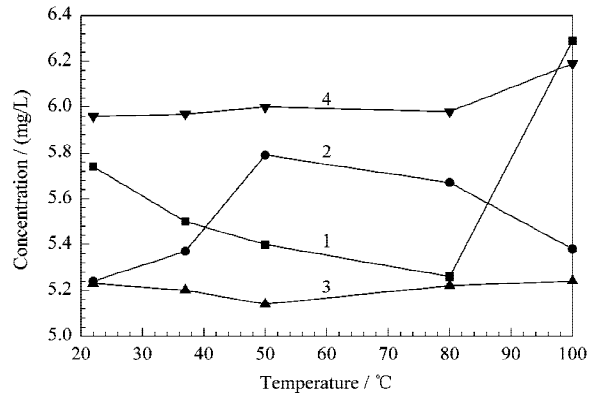


图 3 样品前处理温度对 PO_4^{3-} 、 $P_2O_7^{4-}$ 、 PO_3^{2-} 测定结果的影响
 Fig. 3 Effect of sample pretreatment temperature on the determination of phosphate, pyrophosphate and metaphosphate

Concentration of solution: 1. phosphate 5.75 mg/L; 2. pyrophosphate 5.25 mg/L; 3. metaphosphate 5.25 mg/L; 4. total phosphorus 5.99 mg/L (P).

作用后测定 3 种离子的浓度,计算总磷浓度,结果见图 2。溶液的 pH 值小于 3.5 和大于 12.3 时,3 种离子的测定值明显偏小;溶液的 pH 值在 6.25 ~ 11.85 范围内时,3 种离子和总磷的测定值恒定。因此可在溶液的 pH 值为 6.25 ~ 11.85 时浸提样品。

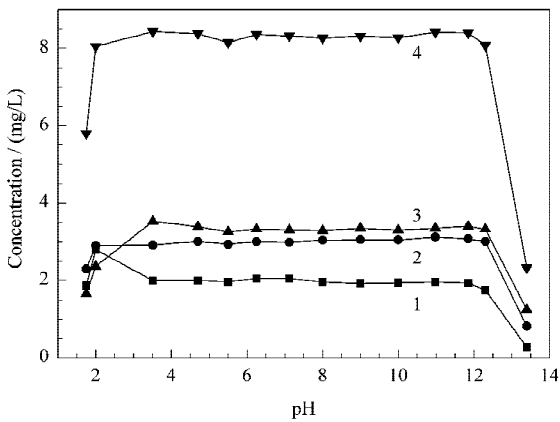


图 2 溶液的 pH 值对 PO_4^{3-} 、 $P_2O_7^{4-}$ 、 PO_3^{2-} 测定结果的影响
 Fig. 2 Effect of pH on the determination of phosphate, pyrophosphate and metaphosphate

Concentration of solution: 1. phosphate, 1.95 mg/L (P); 2. pyrophosphate, 3.10 mg/L (P); 3. metaphosphate, 3.30 mg/L (P); 4. total phosphorus, 8.35 mg/L (P).

样品前处理的温度 配制多个 PO_4^{3-} 、 $P_2O_7^{4-}$ 和 PO_3^{2-} 混合标准溶液,分别于 22、37、50、80、100 °C 下放置 1 h 后测定 3 种离子的浓度,计算总磷浓度,结果见图 3。温度升高, PO_4^{3-} 和 PO_3^{2-} 浓度先减小后增大,而 $P_2O_7^{4-}$ 则相反。温度低于 80 °C 时,总磷浓度保持恒定,3 种离子互相转化;温度高于 80 °C, $P_2O_7^{4-}$ 、 PO_3^{2-} 和其他磷酸盐部分分解为 PO_4^{3-} ,使 PO_4^{3-} 和总磷的浓度增大。因此本文选择在常温下处理样品,此时离子的化学变化较小。

样品浸提剂 分别以水、50 mmol/L NaOH 和 100 mmol/L NaOH 为浸提剂,并在室温或 100 °C 水浴中浸提样品 30 min,提取液经 SPE 柱净化后测定。实验结果表明:在 100 °C 水浴中浸提样品的测定值明显大于在室温下浸提样品的测定值;以 100 mmol/L NaOH 溶液提取样品比用水和 50 mmol/L NaOH 溶液提取的测定值均大,其中红三鱼的测定结果见图 4。磷酸盐、焦磷酸盐和偏磷酸盐在一定条件下会发生转化,因此样品的处理方法不同,测定结果也不同。测定样品中添加的磷酸盐、焦磷酸盐和偏磷酸盐,选用 100 mmol/L NaOH 溶液于室温下浸提更合适。

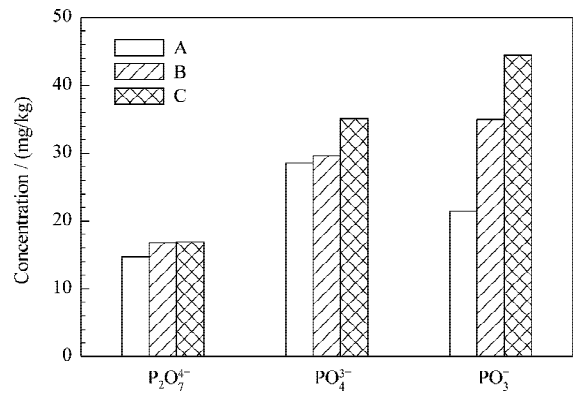


图 4 不同萃取溶剂在室温下浸提红三鱼中的磷酸盐、焦磷酸盐和偏磷酸盐的效率比较

Fig. 4 Comparison of extraction efficiency of phosphate, pyrophosphate and metaphosphate in golden thread fish with different solvents at room temperature

Analyte contents in golden thread fish: PO_4^{3-} , 3.5 g/kg; PO_3^{2-} , 445 mg/kg; $P_2O_7^{4-}$, 16.9 mg/kg.

Extraction solvents: A. deionized water; B. 50 mmol/L sodium hydroxide; C. 100 mmol/L sodium hydroxide.

2.2.2 用于总磷测定的样品前处理方法

分别用混合酸消化法和干灰化法处理标准溶液、带鱼、黄花鱼和马头鱼,测定其中的 PO_4^{3-} 、 $\text{P}_2\text{O}_7^{4-}$ 、 PO_3^- 和总磷,计算多聚磷酸盐转化为磷酸盐的转化率,结果见表 1。以 $\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4$ 消化法^[13]测定总磷,转化率好,多聚磷酸盐较完全地转化为正磷酸盐,但消化液引入了大量的 SO_4^{2-} ,对色谱分离十分不利,并影响到色谱柱的寿命。采用 $\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O}_2$ 消化法^[15]和 $\text{HNO}_3 + \text{HClO}_4$ 消化

法^[16]测定总磷,多聚磷酸盐不能完全转化为正磷酸盐,以 PO_4^{3-} 计算总磷的结果偏低。

以 500 °C 直接灰化法处理标准溶液和样品,磷酸盐、焦磷酸盐和偏磷酸盐均有损失,且焦磷酸盐和偏磷酸盐不能完全转化为正磷酸盐,回收率明显偏低。而在标准溶液和样品中加入 0.5 mL 50% NaOH 后再经 500 °C 灰化,焦磷酸盐和偏磷酸盐的转化率均较好,满足定量分析要求。因此选择在碱性条件下于 500 °C 灰化样品。

表 1 不同消化方法多聚磷酸盐转化为磷酸盐的效率比较($n=2$)

Table 1 Comparison of the percent conversion of polyphosphate to phosphate by different digestion methods ($n=2$)

Sample	Digestion method	PO_4^{3-} / mg (P)	$\text{P}_2\text{O}_7^{4-}$ / mg (P)	PO_3^- / mg (P)	Total phosphorus / mg (P)	Percent conversion ^{b)} / %
Pyrophosphate standard solution (initial value : 0.25 mg (P))	$\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4$	0.25	0.01	0.01	0.27	100.0
	$\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O}_2$	0.11	0.07	0.02	0.20	44.0
	$\text{HNO}_3 + \text{HClO}_4$	0.09	0.03	0.01	0.13	36.0
	500 °C , 3 h	0.02	0.19	-	0.21	8.0
	NaOH , 500 °C , 3 h	0.22	- ^{a)}	-	0.22	88.0
Metaphosphate standard solution (initial value : 0.52 mg (P))	$\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4$	0.60	0.01	0.01	0.62	115.4
	$\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O}_2$	0.22	0.16	0.02	0.40	42.3
	$\text{HNO}_3 + \text{HClO}_4$	0.16	0.11	0.05	0.32	30.8
	500 °C , 3 h	0.02	0.06	0.05	0.13	3.8
	NaOH , 500 °C , 3 h	0.48	0.01	-	0.49	92.3
Hexametaphosphate standard solution (initial value : 0.12 mg (P))	$\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4$	0.11	-	-	0.11	91.7
	$\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O}_2$	0.01	0.02	0.02	0.05	8.3
	$\text{HNO}_3 + \text{HClO}_4$	0.08	0.01	0.01	0.10	66.7
	500 °C , 3 h	0.03	0.03	-	0.06	25.0
	NaOH , 500 °C , 3 h	0.10	0.01	-	0.11	83.3
Hairtail	$\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O}_2$	0.11	0.03	0.02	0.16	68.8
	500 °C , 3 h	0.83	0.48	0.02	1.33	62.4
	NaOH , 500 °C , 3 h	1.57	0.01	-	1.58	99.4
Corvina	$\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O}_2$	0.11	0.02	0.01	0.14	78.6
	500 °C , 3 h	0.94	0.01	-	0.95	98.9
	NaOH , 500 °C , 3 h	1.32	-	-	1.32	100.0
Branchiostegus argentatus	$\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O}_2$	0.17	0.04	0.02	0.23	73.9
	500 °C , 3 h	0.44	0.41	-	0.85	51.8
	NaOH , 500 °C , 3 h	2.24	0.01	-	2.25	99.6

a. The result is less than the detection limit (LOD). b. The percent conversion of pyrophosphate, metaphosphate, hexametaphosphate in standard solution are calculated as the ratio of analytical phosphate (P) to their initial values (P), and the percent conversion of polyphosphate in sample is calculated as the ratio of analytical phosphate (P) to the total phosphorus.

2.2.3 净化柱的选择

采用 LC-WCX、LC-SCX、MCX 和 Ag^+ 柱 + H^+ 柱处理冰鲜的鲳鱼和红三鱼浸提液(其中添加了 PO_4^{3-} 、 $\text{P}_2\text{O}_7^{4-}$ 和 PO_3^- 标准溶液),目标物的加标回收率分别为 84.0% ~ 96.0%, 82.5% ~ 105.0%, 85.7% ~ 107.5% 和 53.7% ~ 83.5%。样品经 Ag^+ 柱 + H^+ 柱处理后 PO_4^{3-} 、 $\text{P}_2\text{O}_7^{4-}$ 和 PO_3^- 的测定值偏低,其他 3 种 SPE 柱所得到的加标回收率相当,因此可选择 LC-WCX、LC-SCX 或 MCX 柱净化样品。

2.3 干扰实验

分别考察了 5% 甲醇、5% 异丙醇、20 mg/L 酒石酸、30 mg/L 苹果酸、20 mg/L 乳酸、30 mg/L 山梨酸、20 mg/L 甜蜜素、20 mg/L 苯甲酸和 50 mg/L S^{2-} 对目标物测定的干扰,结果表明这些组分均不干扰测定。

2.4 方法的线性范围、检出限和精密度

以离子的峰面积(A)对其质量浓度(C)制作工作曲线, PO_4^{3-} 、 $\text{P}_2\text{O}_7^{4-}$ 和 PO_3^- 的线性范围均为 0.3 ~

60 mg/L,线性回归方程分别为 $A = 0.004587 + 0.0916C$ ($r = 0.9998$), $A = -0.03827 + 0.1319C$ ($r = 0.9997$)和 $A = -0.02467 + 0.0905C$ ($r = 0.9998$);对马头鱼加标样品(PO_4^{3-} 、 $P_2O_7^{4-}$ 和 PO_3^- 质量浓度分别为 8.32、1.60、1.24 mg/L)测定的相对标准偏差(RSD)($n = 8$)分别为 1.6%、2.3%和 2.6%;检出限(LODs)($S/N = 3$)分别为 2.1、2.2和 2.3 mg/kg。

2.5 实际样品的测定

采用建立的分析方法测定了红三文、马头鱼、带鱼、黄花鱼、鲳鱼、虾仁和对照样品中的 PO_4^{3-} 、

$P_2O_7^{4-}$ 、 PO_3^- 和总磷含量,以及加标回收率。结果表明:鲜冻海鱼及虾仁中游离的磷酸盐含量为 0.10 ~ 2.24 g/kg,低于总磷含量(0.54 ~ 5.63 g/kg)(表略),而总磷含量又显著高于对照样品活鱼和活虾的含量(0.06 ~ 0.20 mg/kg)。样品中目标物的加标回收率为 81.8% ~ 100.0%(见表 2)。马头鱼及标准溶液的离子色谱图见图 5。采用离子色谱法和分光光度法^[13]分别测定了多聚磷酸盐标准溶液和样品的总磷含量,两种方法测定结果的相对标准偏差为 1.4% ~ 8.1%。

表 2 样品中添加的目标物的回收率(以 P 计算)($n = 3$)

Table 2 Recoveries of the analytes spiked in the samples (calculated as P)($n = 3$)

Sample	Anion	Original/(g/kg)	Added/(g/kg)	Found/(g/kg)	Recovery/%	RSD/%
Golden thread fish	PO_4^{3-}	9.22	1.63	10.79	96.3	3.2
	$P_2O_7^{4-}$	8.74	1.78	10.28	86.5	0.6
	PO_3^-	0.16	0.20	0.35	98.0	11.0
	Total-P	19.20	5.06	24.10	96.8	1.9
Pomfret	PO_4^{3-}	0.55	0.33	0.83	84.8	3.1
	$P_2O_7^{4-}$	7.90	1.78	9.52	91.0	2.8
	PO_3^-	0.03	0.20	0.21	90.0	1.2
	Total-P	10.52	3.26	13.72	98.2	1.9
Branchiostegus argentatus	PO_4^{3-}	0.89	0.33	1.18	87.9	3.9
	$P_2O_7^{4-}$	0.01	0.18	0.17	88.9	1.5
	PO_3^-	0.01	0.20	0.21	100.0	5.4
	Total-P	1.65	0.82	2.41	92.7	2.2
Corvina	PO_4^{3-}	0.77	0.33	1.04	81.8	1.3
	$P_2O_7^{4-}$	0.01	0.18	0.17	88.9	2.2
	PO_3^-	0.01	0.20	0.20	95.0	8.0
	Total-P	4.03	0.82	4.78	91.5	4.7
Hairtail	PO_4^{3-}	1.27	0.33	1.58	93.9	2.1
	$P_2O_7^{4-}$	0.01	0.18	0.17	88.9	0.8
	PO_3^-	0.01	0.20	0.18	85.0	7.4
	Total-P	2.05	0.82	2.78	89.0	2.2
Shrimp	PO_4^{3-}	1.83	0.33	2.13	90.9	2.0
	$P_2O_7^{4-}$	0.04	0.18	0.21	94.4	6.7
	PO_3^-	0.04	0.20	0.22	90.0	6.0
	Total-P	4.63	3.26	7.64	92.3	5.0

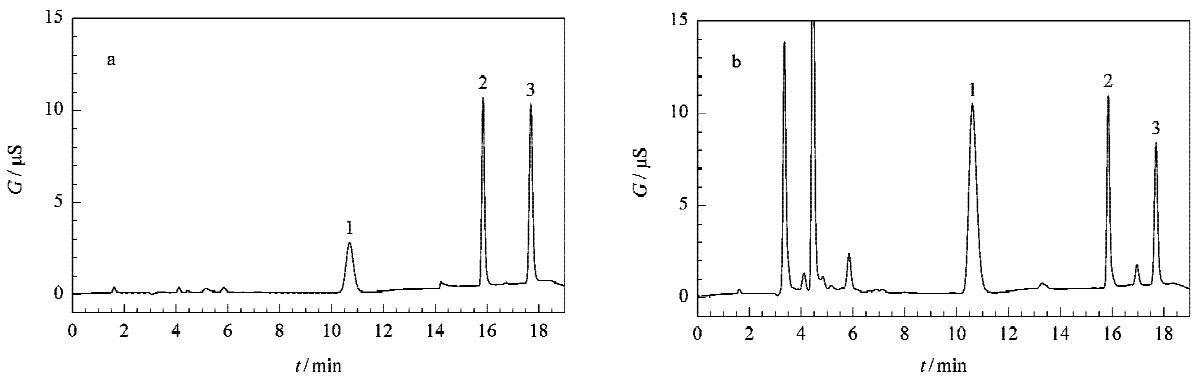


图 5 (a)混合标准溶液和(b)马头鱼加标样品的离子色谱图

Fig. 5 Chromatograms of (a) the mixed standard solution and (b) a spiked Branchiostegus argentatus sample

1. PO_4^{3-} (P)(a. 3.17 mg/L; b. 12.40 mg/L); 2. $P_2O_7^{4-}$ (P)(a. 1.73 mg/L; b. 1.71 mg/L); 3. PO_3^- (P)(a. 2.84 mg/L; b. 2.04 mg/L).

3 结论

本文建立了海产品中磷酸盐、焦磷酸盐、偏磷酸盐和总磷的离子色谱分析方法。采用碱液浸提法和干灰化法处理样品, SPE 柱净化和去除干扰成分, 回收率好。对海鱼和虾仁的测定结果表明, 方法准确可靠、实用性强。

参考文献:

- [1] Gao R C , Xue C H , Yuan L , et al. LWT , 2008 , 41 : 254
- [2] Ahlgren J , Reitael K , Danielsson R , et al. Water Research , 2006 , 40 : 3 705
- [3] Jastrzebska A. Talanta , 2006 , 69 : 1 018
- [4] Dametto P R , Franzini V P , Neto J A G. J Agric Food Chem , 2007 , 55 : 5 980
- [5] Franzini V P , de Moraes M , Neto J A G. J Agric Food Chem , 2009 , 57 : 372
- [6] Tue-Ngeun O , Ellis P , Mckelvie I D , et al. Talanta , 2005 , 66 : 453
- [7] Hou S J , Ding M Y , Zhu J. Talanta , 2008 , 75 : 178
- [8] Gao R C , Xue C H , Yuan L , et al. J Chromatogr A , 2006 , 1 118 : 278
- [9] Sekiguchi Y , Matsunaga A , Yamamoto A , et al. J Chromatogr A , 2000 , 881 : 639
- [10] Cui H , Cai F , Xu Q. J Chromatogr A , 2000 , 884 : 89
- [11] Oliveira C C , Zagatto E A G , Araudjo A N , et al. Anal Chim Acta , 1998 , 371 : 57
- [12] Szlyk E , Jastrzebska A , Brudka B. Talanta , 2004 , 63 : 575
- [13] GB/T 5009. 87-2003
- [14] Wang X , Chen X M , Zhu Y. Chinese Journal of Analysis Laboratory (王雪, 陈笑梅, 朱岩. 分析试验室) , 2008 , 27 (7) : 82
- [15] Zhou Y , Li Y Q , Yang J G. Physical Testing and Chemical Analysis Part B : Chemical Analysis (周颖, 黎源倩, 杨经国. 理化检验 : 化学分册) , 2001 , 37 (11) : 484
- [16] Xu P , Wang Y , Xin S G. Chinese Journal of Spectroscopy Laboratory (徐鹏, 王莹, 辛士刚. 光谱实验室) , 2006 , 23 (3) : 458

第九届亚太国际微分离分析学术会议(APCE2009)暨第一届亚太国际芯片实验室学术会议(APLOC2009)第三轮征稿通知

2009. 10. 28 - 31 上海 浦东

由中国科学院大连化学物理研究所主办的“第九届亚太国际微分离分析学术会议(APCE2009)暨第一届亚太国际芯片实验室学术会议(APLOC2009)”将于 2009 年 10 月 28 - 31 日在上海浦东召开。林炳承、秦建华教授任大会主席。本次会议将致力于推动各种微型分离分析技术的发展, 同时也将对以微流控芯片或芯片实验室(Lab on a Chip)为代表的新型科学技术及其在生命科学领域的应用予以特别关注。会议将邀请一大批来自国内外的知名学者、专家参会并作邀请报告和大会报告。热忱欢迎大家踊跃投稿并到会交流。会议投稿、注册等相关事宜请登陆会议网站 <http://www.biochem.dicp.ac.cn/apce2009/index.html>。

本次会议主题涉及微纳生物化学分离分析和微流控芯片实验室的各个方面, 主要内容包括微纳流控理论、微纳流体系统、微纳分析与合成系统、微纳材料及表面、微纳加工技术、微流控芯片集成技术、微流控芯片接口技术、微流控芯片控制和检测技术等及其在化学、生命科学中的应用等方面。

凡与上述主题相关且尚未公开发表的关于新理论、新方法、新技术和新应用等研究论文均在应征之列。应征稿件将提交大会学术委员会审定, 接收的会议摘要将编入本届学术会议论文集。应广大参会者要求, 会议组委会决定将会议摘要投稿截止日期延长至 2009 年 8 月 10 日。热忱欢迎大家踊跃投稿并到会交流。

为鼓励在本领域做出创造性工作的优秀科研人员和研究生, 会议组委会将设立优秀墙报奖。国际刊物 *Lab on a Chip* 将为最优秀者免费提供 1 年杂志订阅(价值约 2000 美元)。

欢迎国内外分析仪器公司、厂商到会参展。

联系方式

通讯地址: 大连市中山路 457 号, 大连化学物理研究所

邮政编码: 116023

联系人: 时 蔚

电话/传真: 0411-84379059

E-mail: shiw@dicp.ac.cn

<http://www.biochem.dicp.ac.cn/apce2009/index.html>