

参考文献

- Hunter P.R. The microbiology of bottled naturel mineral water, *Journal of Applied Bacteriology*, 1993, 74(4): 345~352.
- 马群飞, 李杰, 杨毓环. 天然矿泉水铜绿色假单胞菌检验方法研究. *中国卫生检验杂志*, 1996, 6(2): 70~72.
- 牛胜田. 市售瓶装水的微生物学质量及有关条例. *国外医学卫生学*, 1994, 21(1): 31~34.
- F.L. Bryan 著, 李家携译. 危害分析关键控制点系统实施程序. 香港: 金陵出版社, 1983.
- 温瑞荣, 王少玲, 符振华等. 矿泉水生产过程绿脓杆菌污染调查. *中国食品卫生杂志*, 1995, 7(4): 39~41.
- 钱伯钦. 假单胞菌属的新问题. *国外医学微生物学分册*, 1986, 9(3): 137~138.

用 MAP-ICP-MS 测定保健食品青钱柳及其浸提物中多种矿质营养素的研究

李磊 谢明勇 南昌大学生命科学与食品工程学院 南昌 330047

吴熙鸿 孙振华 王小如 厦门大学教育部材料与生命过程分析科学开放研究实验室 厦门 361005

摘要 将微波辅助溶样/萃取 (MAP) 和电感耦合等离子体质谱 (ICP-MS) 联用, 建立了对青钱柳叶干制品及其浸提物中多种矿质营养素进行同时测定的方法。背景干扰采用减去空白信号和选择合适的同位素等方法进行消除。经标准参考物验证, 本方法具有较好的准确性和重现性。分析结果表明: 青钱柳叶中的矿质营养素丰富, 以干基计, 含量高于 2500 $\mu\text{g/g}$ 的元素有钾、钙、镁、锰、铁、铝的含量在 100~1000 $\mu\text{g/g}$ 之间; 锌、铜、钠的含量为 10~100 $\mu\text{g/g}$ 其中锌和锰的含量较高, 分别为 67.81 $\mu\text{g/g}$ 和 654.00 $\mu\text{g/g}$ 。具有胰岛素样作用的微量元素铬、镍、锂、硒和钒的含量分别为: 1.38 $\mu\text{g/g}$ 、2.63 $\mu\text{g/g}$ 、0.42 $\mu\text{g/g}$ 、0.56 $\mu\text{g/g}$ 、5.38 $\mu\text{g/g}$ 。上述所测元素在水中的溶出量均与温度有关。在以人工胃酸为溶媒时, 这些元素有较大的溶出率。以水为溶媒, 结合微波萃取也可获得良好的浸提效果。

关键词 MAP-ICP-MS 青钱柳 矿质营养素

Abstract Cyclocarya paliurus (Batal) Iljinskaja is a kind of traditional healthy food resource in China. In this paper the simultaneous determination of nutritional elements in its leaves and their extract was performed by inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) with microwave-assisted process (MAP) for the sample preparation. The concentration of K, Ca, Mg in the leaves as dry matter is more than 2500 $\mu\text{g/g}$, and that of Mn, Fe, Al ranged between 100~1000 $\mu\text{g/g}$. The contents of the elements showed insulin related function, as that of Zn, Mn, Cr, Ni, Li, Se, V in the level of 67.8 $\mu\text{g/g}$, 2.63 $\mu\text{g/g}$, 1.38 $\mu\text{g/g}$, 2.63 $\mu\text{g/g}$, 0.42 $\mu\text{g/g}$, 0.56 $\mu\text{g/g}$, 5.38 $\mu\text{g/g}$, respectively. The solubility of these elements in water was dependent on the extraction temperature. Higher extraction ratio could be obtained by artificial gastric acid or with microwave extraction method.

Keywords Cyclocarya paliurus (Batal) Iljinskaja MAP-ICP-MS Nutritional elements

青钱柳是我国特有的保健食品资源, 其水提取物具有生津止渴、清热解毒、降低血糖和血压、抗衰老等多种功效^[1, 2]。这说明其中所含的生物活性功能因子是水溶性的或至少可为水所溶出。在以水为溶媒对植物有效成分提取的过程中, 无机元素的溶出是一个重要的反应。因此, 有必要对其所含的无机元素及其溶出特性进行研究。由于基体常量和微量元素间的浓度

差异显著、样品处理难度大等方面的原因, 植物食品中微量元素的测定是困难的。电感耦合等离子体质谱法 (ICP-MS) 以其较宽的线性范围、低检出限和多元素同时测定能力而受到人们的普遍欢迎^[3], 而微波辅助处理样品技术 (MAP) 又因其空白值低、污染少、快速省时及消解完全等优点, 广泛应用于样品的前处理^[4, 5]。本研究将 MAP 技术和 ICP-MS 检测手段联用, 对

青钱柳叶及其浸出物中多种矿质营养素进行了研究, 并采用性质相近的灌木枝叶和苹果叶作为标准参考物对所用方法的准确性进行验证, 得到了令人满意的结果。

1 材料与方法

1.1 样品和化学试剂

青钱柳叶由江西神茶实业有限公司提供。用前在 $103 \pm 2^\circ\text{C}$ 下烘 4h, 粉碎过 60 目筛。标准参考物灌木枝叶 (GBW07602) 和苹果叶 (SRM1515) 分别由中国标准化研究中心和美国国家标准和技术研究院 (NIST) 提供。

过氧化氢、硝酸、高氯酸等化学试剂均为优级纯。超纯水 ($18\text{M}\Omega$) 是经 Milli-Q 水处理系统处理得到的去离子水。混合工作标准溶液由各种 1mg/ml 的标准储备液 (均由相应的高纯或光谱纯金属/氧化物配制) 混合稀释而成。

1.2 仪器和设备

美国 Perkin Elmer 公司 PESCIEX ELAN6000 电感耦合等离子体质谱仪, 上海煤炭科学研究院新科 SHIN COMK- II 型光纤压力自控密闭微波消解系统, 美国 CEM 公司 STAR System-2 微波萃取系统, Milli-Q 水处理系统。 $0.45\ \mu\text{m}$ 微孔滤膜超滤器。所用玻璃等用具均用 10% 硝酸浸泡 24h 后用。

1.3 样品处理方法

1.3.1 微波消解^[6-8] 称取烘干研碎的样品约 0.5000g , 放入 Teflon 溶样罐中, 加入 5ml 浓硝酸, 预消化过夜。然后按操作要求装好消解装置, 放入微波炉进行消化。经最大功率、10atm、3min 微波溶样, 自然冷却后取出, 重复处理一次。冷却后加入 $2\text{ml H}_2\text{O}_2$ (30%), 再在上述条件下经微波处理。冷却后取出, 移入 50ml 容量瓶中, 用 2% 的硝酸定容至刻度。所用标准参考物灌木枝叶 (GBW07602) 和苹果叶 (SRM1515) 也采用同样方式消解。每个样品和试剂空白做一式三份。

1.3.2 萃取方法

1.3.2.1 常规水浴提取: 称取约 1.500g 烘干的样品放入 100ml 烧杯中, 注入约 80ml 沸腾的超纯水, 加盖表面皿, 放在 100°C 水浴中维持 5min, 立即趁热过滤。冷却后移入 100ml 容量瓶中, 用超纯水定容至刻度。一式三份, 以超纯水为试剂空白。

1.3.2.2 微波萃取: 称取约 1.500g 烘干的样品放入萃

取瓶中, 注入约 80ml 超纯水, 立即放入微波萃取器中处理, 方法是: 在 1min 内使温度升至 40°C , 再用 2min 时间从 40°C 升至 100°C , 并维持 5min。立即趁热过滤。其余操作与常规水浴提取相同。

1.3.2.3 人工胃酸提取: 人工胃酸参照文献[9]配制。称取约 0.375g 烘干的样品放入 100ml 锥形瓶中, 加入人工胃酸 25ml, 在 37°C 恒温振荡器中保温振荡 4h, 取出过滤。一式三份, 以人工胃酸为试剂空白。

1.4 测定方法

处理好的样品过 $0.45\ \mu\text{m}$ 滤膜后直接用 ICP-MS 进行测定。仪器校正参照文献[8]进行。测钾、镁、钙时, 消化样品稀释 200 倍。优化后的仪器操作参数见表 1。

表 1 ICP-MS 操作条件

操作参数	数值	操作参数	数值
正向功率	1000w	检测器	双通道
真空度	2.23×10^5	扫描/读数	3
物化速度(Ar)	0.98L/min	重复读树	1
透镜电压	10v	重复次数	3
板压	-2374.22v	滞留时间	50ms
脉冲电压	1350v	积分时间	150ms

2 结果与讨论

2.1 同位素干扰

根据文献^[6-8]研究结果, 将植物食品矿物营养素测定中主要的光谱干扰示于表 2。K、Mg 含量较高的食品, $^{39}\text{K}^{16}\text{O}$ 可能干扰 Mn 的测定, 但对 Mn 含量相对较高的食品 (如茶叶), 这种干扰可不考虑。 ^{24}Mg 在自然界中存在的丰度 (78.99%) 较高, 与其相比, ^{25}Mg 和 ^{26}Mg 所受离子团的干扰较大。Cr 的测定结果受挥发、残留及 Cl 的干扰大, 尤其是在含量较低时, ^{53}Cr 受 $^{40}\text{Ar}^{12}\text{C}$ 、 $^{35}\text{Cl}^{17}\text{O}^{\text{H}}$ 等聚合原子团的影响显著。 $^{40}\text{Ar}^{23}\text{Na}$ 能干扰 ^{63}Cu 的测定。 ^{64}Zn 信号能被 ^{64}Ni 和 $^{32}\text{S}^{16}\text{O}_2$ 等信号所掩盖, 而 ^{68}Zn 的测定受 $^{40}\text{ArN}_2$ 的影响。 ^{60}Ni 信号很可能因为样品中大量 Ca 所形成的 $^{44}\text{Ca}^{16}\text{O}$ 和 $^{43}\text{Ca}^{16}\text{O}^{\text{H}}$ 而失真。 ^{80}Se 在自然界存在较丰富 (49.7%), 但它的测定所受干扰大。Se 和 Fe 的测定分别受 $^{40}\text{ArH}_2$ 、 $^{12}\text{C}^{35}\text{Cl}_2$ 、 $^{34}\text{S}^{16}\text{O}_3$ 、 $^{33}\text{S}^{16}\text{O}_3\text{H}$ 和 $^{40}\text{Ar}^{14}\text{N}$ 、 $^{37}\text{Cl}^{16}\text{OH}$ 、 $^{40}\text{Ar}^{16}\text{OH}$ 、 $^{40}\text{Ca}^{16}\text{OH}$ 、 $^{40}\text{Ca}^{16}\text{O}$ 、 $^{40}\text{Ar}^{16}\text{O}$ 的影响。综上所述, 本研究采用 ^{27}Al 、 ^{39}K 、 ^{52}Cr 、 ^{65}Cu 、 ^{56}Fe 、 ^7Li 、 ^{24}Mg 、 ^{55}Mn 、 ^{63}Ni 、 ^{82}SE 、 ^{51}V 、 ^{66}Zn 进行测定。

表2 ICP-MS在测定植物性食品
矿质营养素时的基本光谱干扰

元素	质荷比 M/Z	同位素聚合原子离子	
		H ₂ O, HNO ₃	食品基体
Al(%)	27		BeO, BO, CN
Cr	52	⁴⁰ Ar ¹² C	³⁵ Cl ¹⁶ OH
Cr	53		³⁵ Cl ¹⁸ O, ³⁵ Cl ¹⁷ OH, ³⁷ Cl ¹⁶ O
Cu	63		⁴⁰ Ar ²³ Na, ³¹ P ¹⁶ O ₂ , ³⁵ Cl ¹⁴ N ₂
Cu	65		³² S ¹⁶ O ₂ , H ₂ ³² S ¹⁶ O ₂ , ³² S ³² S
Fe	54	⁴⁰ Ar ¹⁴ N	³⁷ Cl ¹⁶ OH
Fe	57	⁴⁰ Ar ¹⁶ OH	⁴⁰ Ca ¹⁶ OH
Fe	56	⁴⁰ Ar ¹⁶ O	⁴⁰ Ca ¹⁶ O
Li	7		
Mg(‰)	25		¹² C ₂ H, ¹² C ¹³ C
Mg(‰)	26		¹² CN, ¹³ C ₂
Mg(‰)	24		¹² C ₂
Mn	55	⁴⁰ Ar ¹⁴ NH	³⁹ K ¹⁶ O
Ni	62		⁴⁶ Ca ¹⁶ O
Ni	58		⁴³ Ca ¹⁶ O
Ni	60		⁴⁴ Ca ¹⁶ O, ⁴³ Ca ¹⁶ OH
Se	77		³⁷ Cl ⁴⁰ Ar
Se	82		⁸² Kr
Se	80	⁴⁰ Ar ⁴⁰ Ar	
Se	78		⁷⁸ Kr, ⁴⁰ Ar ³⁸ Ar
V	51		³⁵ Cl ¹⁶ O, ³⁷ Cl ¹⁴ N
Zn	64		⁶⁴ Ni, ³² S ¹⁶ O ₂ , ³¹ P ¹⁶ O ₂ , H ₂ ³² S ³² S
Zn	68	⁴⁰ ArN ₂	³⁵ Cl ¹⁶ O, H ₂ ⁴⁰ Ar ¹² C ¹⁶ O
Zn	66		³⁴ S ¹² O ₂ , ³² S ³⁴ S ₂
K	39		ArH

H₂O₂-HF; HNO₃-HClO₄)进行样品消化。以内标分析法进行分析。所得结果用归一化法处理,以HNO₃-H₂O₂消化所得值为1,其它方法所得数值与之相比,绘成图1。由图1看出,除Ca、Li外,不同的混酸消解所得结果没有显著的差别。但考虑到Cl对一些元素同位素的测定信号有干扰以及操作方法的简便性和安全性,选用HNO₃-H₂O₂体系进行实际样品的消解。在测定时,对各常量元素浓度进行稀释,并采用内标加入法作标准工作曲线,使测定基本上在同一参比基质下进行,可有效排除基体干扰。由表3可知。

在选定的消解和测定条件下,所测标准参考物中各元素的回收率位于90%~110%之间(个别值除外),而对同一试样进行多次测定,其变异系数(CV)均在5%以内,说明本实验所用方法的准确度和精度都较

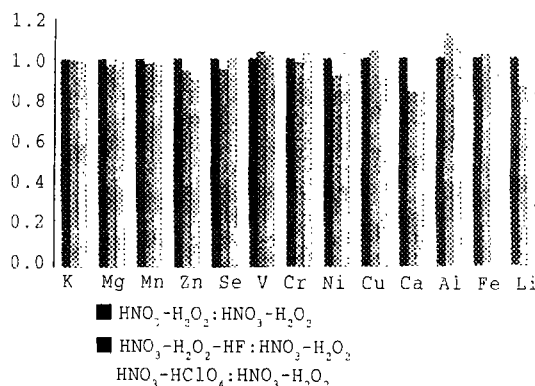


图1 不同消化方法测定标准参考物
(SRM1515)元素值比较

2.2 消解条件确定和测定方法评价

在相同的微波溶样条件下(满功率、10atm、3min),选用了不同的混合酸体系(HNO₃-H₂O₂; HNO₃-

表3 选定条件下标准参考物元素测定结果

元素	灌木枝叶 (GBW07602)			苹果叶 (SRM1515)		
	标准参考值 (μg/g)	测定值 (μg/g)	回收率* (%)	标准参考值 (μg/g)	测定值 (μg/g)	回收率* (%)
K(%)	0.85±0.03	0.83±0.02	97.6	1.60±0.02	1.59±0.01	98.8
Mg(%)	0.287±0.011	0.281±0.120	96.2	0.271±0.008	0.258±0.002	95.2
Mn	58±3	61±2	106	54±3	53±1	98.4
Zn	20.6±1.0	20.2±1.2	98.1	12.5±0.3	13.1±0.5	105
Se	0.184±0.011	0.170±0.010	93.0	0.050±0.009	0.047±0.004	94.0
Cu	5.2±0.3	5.1±0.4	98.6	5.64±0.24	4.95±0.62	87.8
Fe	1020±40	1100±80	108	83±5	81±2	97.3
Al(%)	0.214±0.018	0.230±0.070	109	286±9	231±5	80.8
Cr	2.3±0.2	2.5±0.2	108			
V	2.4±0.2	2.3±0.2	95.4	0.26±0.03	0.24±0.05	92.3
Ni	1.7±0.3	1.4±0.2	82.4	0.91±0.12	0.87±0.14	95.6
Li	2.4±0.3	2.3±0.2	95.8			
Pb	7.1±0.7	8.0±0.6	113	0.470±0.024	0.520±0.020	111
Ca(%)	2.22±0.07	2.37±0.16	107	1.526±0.015	1.610±0.090	105

*回收率(%)=测定值/标准参考值×100

好, 所得数据可靠。

2.3 样品元素含量测定结果

所测青钱柳叶及其浸出物中元素的分析结果见表4。由表4可知: 以干基计, 青钱柳叶中含量高于2500 $\mu\text{g/g}$ 的元素有钾、钙、镁, 而锰、铁、铝的含量在100~1000 $\mu\text{g/g}$ 之间, 锌、铜、钠的含量为10~100 $\mu\text{g/g}$, 其中锌和锰的含量较高, 分别为67.8 $\mu\text{g/g}$ 和65.4 $\mu\text{g/g}$ 。具有胰岛素样作用^[10]的微量元素铬、镍、钾、硒和钒的含量分别为: 1.38 $\mu\text{g/g}$ 、2.63 $\mu\text{g/g}$ 、0.42 $\mu\text{g/g}$ 、0.56 $\mu\text{g/g}$ 、5.38 $\mu\text{g/g}$ 。上述研究结果表明, 青钱柳叶干制品中含有丰富的无机元素。Mg含量是一些优质名茶的二倍。Mn、Fe的含量与一些名茶中的含量相似^[11], 比我国补益中药阿胶中的含量高出一倍^[12]。与糖代谢和胰岛素作用密切相关的元素Ni、Cr、V、Se的含量较高。硒的含量与紫阳富硒茶中硒平均含量(0.6 $\mu\text{g/g}$)相近^[13]。青钱柳叶水浸液中K的含量很高, 说明青钱柳浸泡液是一种高钾饮料。

表4表明: 微波萃取对元素的溶出率明显高于常规冲泡提取。各种不同的元素在相同条件下的溶出率不同, 说明这些元素在基体中的结合形态不同。在常规冲泡提取中, 第二次冲泡仍有一定的溶出量, 尤其是元素钾、锂和铜, 其二泡溶出率在10%左右。说明传统食用方式中常常进行两次冲泡饮用是有一定科学依据的。

图2表明了用不同溶媒和提取方法所得浸提物中各元素的溶出效果。人工胃酸对大多数元素都有很高

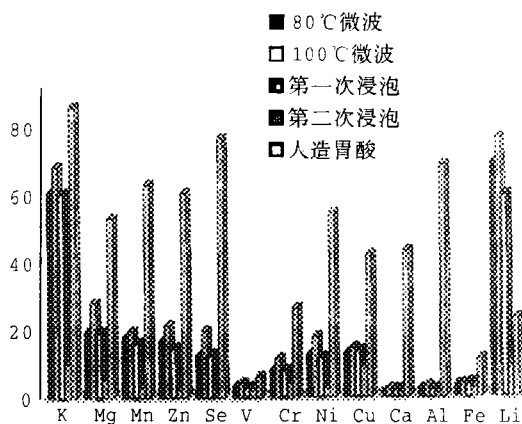


图2 不同溶剂和提取条件对元素的浸取率比较

的溶出率, 但元素锂的溶出效果不如在水介质中, 其原因有待进一步探讨。在同样的时间内, 大部分元素在80℃下的微波萃取率即达到常规沸水浴的提取效果, 且避免了常规提取时由外界带来的可能的污染。对Li而言, 微波处理时元素的溶出率增加更为显著。

3 结论

3.1 以微波辅助溶样/萃取进行样品前处理, 选择合适的同位素并与电感耦合等离子体质谱法联用, 适于进行植物食品中矿质营养素的测定。

3.2 青钱柳叶含有丰富的矿质营养素。在水溶媒中溶出率在10%以上的元素有: 钾、镁、锌、锰、硒、镍、铜和锂。上述这些元素能参与人体糖代谢, 与降血糖

表4 青钱柳叶及水提取物中的矿质营养素含量

元素	含量 ($\mu\text{g/g}$)	水浴第一次提取物		水浴第二次提取物		微波提取物(100℃)	
		含量($\mu\text{g/g}$)	浸出率(%)	含量($\mu\text{g/g}$)	浸出率(%)	含量($\mu\text{g/g}$)	浸出率(%)
K	16100±400	9750±250	60.6	1630±30	10.1	11100±500	68.9
Mg	2590±30	504±10	19.5	145±8	5.6	730±63	28.2
Mn	654±8	105±2	16.1	19.7±2.8	3.0	128±3	19.6
Zn	67.8±3.5	9.85±0.37	14.5	1.67±0.34	2.5	14.5±0.6	21.4
Se	0.56±0.01	0.07±0.00	12.5	<LD*		0.11±0.00	19.6
V	5.38±0.13	0.16±0.01	3.0	0.14±0.01	2.6	0.23±0.05	4.3
Cr	1.38±0.19	0.11±0.02	8.0	0.060±0.007	4.3	0.16±0.03	11.6
Ni	2.63±0.03	0.31±0.01	11.8	0.076±0.001	2.9	0.47±0.03	17.9
Cu	33.5±0.5	4.53±0.38	13.5	2.97±0.15	8.9	4.89±0.34	14.6
Ca	14200±200	297±36	2.1	213±32	1.5	381±37	2.7
Al	257±6	5.89±1.02	2.3	2.85±0.43	1.1	8.26±1.47	3.2
Fe	347±6	13.9±1.0	4.0	9.38±0.76	2.7	13.7±1.3	3.9
Li	0.42±0.02	0.25±0.03	59.5	0.040±0.003	9.5	0.32±0.10	76.2

LD表示检测限

作用有关。它们可随水一起进入人体消化道而为人所利用。因此,青钱柳水提物是一种矿质营养素丰富的富钾饮品,尤其适于糖尿病人饮用。

3.3 人工胃酸对青钱柳叶中各元素具有较高的溶出率,因此,从元素的溶出和利用上讲,可开发以该原料为基础的新型营养保健食品和药物剂型。

参考文献

- 冷任轩.青钱柳的基础理论研究和临床观察.江西中医药,1994,25(2):64~65.
- 黄敬耀.摇钱树叶的药理研究.中药通报,1986,11(11):61.
- K.Degard,W.Lund Multi-element Speciation of Tea Infusion Using Cation-exchange Separation and Size-exclusion Chromatography in Combination with Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry.J Anal At Spectrom,1997,12(4):402~408.
- J.R.Jocelyn Pare,Jacqueline M.R.Belanger. Microwave-Assisted Process (MAP™): a new tool for the analytical laboratory.Trends in Analytical Chemistry,1994,13(4):176~184.
- Jianhua Liu,Ralph E Sturgeon,Scott N Willie.Open-focused Microwave-assisted Digestion for the Preparation of Large Mass Organic Samples.Analyst,1995,120(7):1905.
- R.Koplic, E.Curdoca,M.Suchanek.Trace element analysis in CRM of plant origin by inductively coupled plasma mass spectrometry. Fresenius J. Anal.Chem,1998,360:449~451.
- P.R.Margaret, R.A.Fadi,I.W.Neil.Determination of selenium in blood serum by hydride generation inductively coupled plasma mass spectrometry,J.Anal. At.Spectrom,1996,11:61~68.
- Shaole Wu,Xinbang Feng,Adolph Wittmeier Microwave digestion of plant and grain reference materials in nitric acid or a mixture of nitric acid and hydrogen peroxide for the determination of multi-elements by inductively coupled plasma mass spectrometry.J. Anal.At.Spectrom,1997,12:797~806.
- 迟文俊,吴爱学.五苓散在人工胃液中微量元素的溶出率.中国中药杂志,1990,15(11):31~33.
- 彭珊珊.茶叶中无机元素的含量及泡茶方式对其浸出的影响.中国茶叶,1991,2:30~32.
- 奏美浩,何维祥,郭晏华等.补益中药的功效与微量元素关系的研究.微量元素与健康研究,1998,15(30):48~49.
- 程启坤.富硒茶的保健作用及其开发和利用.中国茶叶,1992,5:26~27.

HPLC 法测定大豆磷脂中卵磷脂含量

何新霞 郑孝华 郑海燕 叶锋 浙江师范大学生物系 金华 321004

摘要 应用 Lichrosorb si60(5 μm)250 × 4mm 色谱柱,乙腈:甲醇:水(65:21:14v/v)为流动相外标法测定了大豆磷脂中卵磷脂含量。卵磷脂检测线性范围为 0.04 ~ 0.8mg/ml, $r=0.9996$,方法的回收率为 98.35%,RSD 为 6.94% ($n=6$)。

关键词 大豆磷脂 卵磷脂 高效液相色谱法

Abstract A simple rapid and accurate quantitative method was established for the determination of lecithin in soybean phospholipids by HPLC. Separation was obtained by using Lichrosorb si60 column (5 μm 250 × 4mm) and mobile phase of acetonitrile:methanol:water (65:21:14v/v) with flow rate of 1.8ml/min. The eluates were monitored with UV detector at 205nm. The retention time for lecithin was 4.875min. The lecithin curve was linear in the range of 0.04 ~ 0.08mg/ml with $r=0.9996$. The average recovery rate for lecithin was 98.35%. RSD=6.94%($n=6$).

Keywords Soybean phospholipid lecithin HPLC

大豆磷脂从大豆中提取得到的含卵磷脂、脑磷脂、磷脂酰肌醇等多种磷脂的混合物。卵磷脂的健脑^[1]、防治动脉硬化^[2]、调节血脂^[3]等功能早有报道,作为保健食品已得到广泛的使用^[4]。因此,监控大豆磷脂中卵磷脂的含量对于开发有关产品具有非常重要的意义。用测磷法^[5]只能测磷脂总量,方法专属性不强,

用薄层层析法,虽能将各种磷脂分离,但重现性差,也有用 HPLC 梯度洗脱方法^[6],但操作繁琐。为了快速、简便地测定大豆磷脂中卵磷脂的含量,在 Lotze-A^[7]、D'osta M^[8]等报道的基础上我们作了以下研究。

1 材料与方法