

UPLC-MS/MS 法快速检测减肥类保健品中 13 种非法添加化学成分

朱 健, 裘一婧, 沈国芳

杭州市食品药品检验研究院, 浙江 杭州 310017

摘 要: 目的 建立保健品中非法添加 13 种减肥类化学成分的 UPLC-MS/MS 检测方法。方法 以甲醇超声提取样品, UPLC 法进行色谱分析, 采用串联四级杆质谱多反应监测 (MRM) 模式进行定性定量检测。结果 建立了快速检测保健品中 13 种减肥化学成分的方法, 检测限低于 2 ng。结论 本方法专属性强, 灵敏度高, 操作简单, 快捷, 可作为减肥类保健品中非法添加化学成分的有效检测方法。

关键词: UPLC-MS/MS; 减肥; 非法添加; 超声提取; 多反应监测模式

中图分类号: R286.02 文献标志码: A 文章编号: 0253-2670(2014)04-0509-07

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2014.04.011

Rapid determination of 13 components illegally added in slimming functional products by UPLC-MS/MS method

ZHU Jian, QIU Yi-jing, SHEN Guo-fang

Hangzhou Institute for Food and Drug Control, Hangzhou 310017, China

Abstract: Objective To develop a UPLC-MS/MS method for determination of the illegal addition of 13 components in slimming products. **Methods** Samples were extracted with methanol by ultrasonic processing, separated by quick UPLC, and detected by quadrupole mass spectrometry with "MRM" mode. **Results** The method for the rapid determination of the 13 components illegally added in slimming products was established, and the determination limits of quantification was below 2 ng. **Conclusion** The method is specific, sensitive, simple, and fast for the rapid determination of the components illegally added in slimming products.

Key words: UPLC-MS/MS; slimming; illegal addition; ultrasonic extraction; MRM

现今市场上的减肥类保健食品品种繁多, 特别是以中药为原料生产的保健食品, 其宣称只含天然植物成分, 无毒无害, 而很多不法商家为使其产品达到迅速减肥的效果, 在其产品中添加一些具有减肥效果的化学成分, 而消费者在不知情的情况下长期服用这些产品, 会对身体产生极大伤害。目前, 在减肥类保健品中添加的化学成分大多是关于食欲抑制剂、能量消耗剂、胃肠脂肪酶抑制剂、精神类药物等, 且部分厂家采取多种药物混合添加, 更加大了对消费者的危害程度^[1], 急需不断提高检验技术及检验标准。目前, 在减肥类保健食品的检测中, 文献报道涉及的方法多为 TLC 法^[2]、GC 法^[3]、HPLC 法^[4]、HPLC-MS/MS 法^[5-8]等, 且能同时检测的化学成分的品种不多, 或需要多种不同的检测液相系统^[9]。在此基础上, 本实验采用串联四级杆质谱多反应监

测 (MRM) 模式, 建立了同时检测非法添加的 13 种化学成分的快速检验方法, 并可同时定性、定量检测, 专属性强, 灵敏度高。

1 仪器与材料

美国 Waters 公司超高效液相色谱-串联四级杆质谱联用仪, 配备 Quattro Premier 串联四级杆质谱仪、超高效液相色谱仪 (Ultra Performance LCTM, UPLC)、电喷雾离子化源 (ESI)、Masslynx 4.1 数据处理系统。

实验所用样品均为杭州市食品药品监督管理局抽样所得, 共 65 批次。

对照品盐酸苯丙醇胺 (批号 100217-0303)、盐酸麻黄碱 (批号 0714-9402)、盐酸甲基安非他明 (批号 171212-200603)、盐酸芬氟拉明 (批号 10073-0002)、盐酸西布曲明 (批号 100624-200401)、酚酞

收稿日期: 2013-03-11

作者简介: 朱 健 (1968—), 女, 本科, 主管药师, 主要从事药品、食品、保健品、化妆品检验。

Tel: (0571)85463892 E-mail: hzzhuj6864@sina.com

(批号 0091-9601)、布美他尼(批号 100173-199301)、氢氯噻嗪(批号 100309-200702)、比沙可啶(批号 100181-9501)、吲达帕胺(批号 100257-200002)均购自中国食品药品检定研究院。利莫那班(批号 1132-014A1), 购自加拿大 TLC 公司, *N,N*-双去甲基西布曲明盐酸盐(批号 991.03.09.01)、*N*-单去甲基西布曲明盐酸盐(批号 991.02.09.02)购自英国 LGC 公司。

2 方法与结果

2.1 UPLC 色谱条件

色谱柱为 BEH-C₁₈ 柱(50 mm×2.1 mm, 1.7

μm); 流动相为含 0.1%乙酸的 0.02 mol/L 乙酸铵水溶液-乙腈, 梯度洗脱: 0~4 min, 20%~90%乙腈; 4~4.5 min, 90%乙腈; 4.5~5 min, 90%~20%乙腈; 柱温 35 ℃; 体积流量 0.3 mL/min; 进样量 2 μL。

2.2 质谱条件

毛细管电压 3.0 kV; 脱溶剂气(N₂)体积流量 550 L/h; 锥孔反吹气体积流量 50 L/h; 离子源温度 120 ℃; 脱溶剂气温度 300 ℃; 采用 MRM 模式检测。具体质谱分析参数见表 1。

2.3 对照品溶液的制备

分别精密称取各对照品适量, 加甲醇配制成约

表 1 13 种减肥类化学成分的质谱分析参数

Table 1 MS spectral parameters for 13 slimming components

编号	名称	电离模式	<i>t</i> / min	监测离子对 (<i>m/z</i>)	锥孔电压 / V	碰撞能量 / eV
1	苯丙醇胺	ES ⁺	0.6	152>134*, 152>117	20	13, 16
2	麻黄碱	ES ⁺	0.7	166>148*, 166>117	20	15, 18
3	氢氯噻嗪	ES ⁻	0.8	296>269*, 296>205	45	20, 25
4	甲基安非他命	ES ⁺	0.9	150>119, 150>91*	25	10, 10
5	芬氟拉明	ES ⁺	1.6	232>159*, 232>109	30	35, 40
6	酚酞	ES ⁺	2.0	319>225*, 319>197	40	30, 30
7	吲达帕胺	ES ⁺	2.1	366>132*, 366>117	25	35, 35
8	布美他尼	ES ⁺	2.1	365>240, 365>184*	35	35, 35
9	<i>N,N</i> -双去甲基西布曲明	ES ⁺	2.3	252>139, 252>125*	20	10, 20
10	<i>N</i> -单去甲基西布曲明	ES ⁺	2.4	266>139, 266>125*	25	15, 25
11	西布曲明	ES ⁺	2.6	280>139, 280>125*	25	20, 25
12	比沙可啶	ES ⁺	2.8	362>184*, 362>167	40	40, 50
13	利莫那班	ES ⁺	4.1	463>363*, 463>164	50	25, 45

*定量离子对

*ion pair for quantitation

1 mg/mL 的各对照品储备溶液。精密吸取各对照品储备溶液适量混合, 用流动相溶液(1:1)稀释成含各对照品 0.04~40 μg/mL 的系列混合对照品溶液。其中多个对照品为盐酸盐形态, 定量计算时以盐酸盐计, 如检测西布曲明的量时, 以盐酸西布曲明计。

2.4 供试品溶液的制备

样品(胶囊剂取内容物)混合均匀后, 研细, 精密称取适量(约 1 次服用量), 置 50 mL 量瓶中, 加甲醇约 20 mL, 超声 10 min, 冷却, 加甲醇稀释至刻度。用流动相溶液稀释成适宜浓度作为供试品溶液。用 0.2 μm 微孔滤膜滤过。

2.5 线性关系考察与检测限和定量限试验

取已制备的系列混合对照品溶液, 分别进样 2

μL, 以定量监测离子对的离子流图中色谱峰峰面积为纵坐标, 进样量为横坐标进行线性关系考察, 结果见表 2。取阴性样品(芦荟通畅胶囊, 胶囊剂, 广州市花城保健食品厂), 加入适当稀释的混合对照品溶液, 进样, 得信噪比为 3 时各化学成分的检测限和信噪比为 10 时各化学成分的定量限, 结果见表 2。

2.6 精密度试验

取含各对照品约 10 μg/mL 的混合对照品溶液, 进样 2 μL, 进样 6 次, 以峰面积考察重复进样精密度, 得各化学成分谱峰峰面积的 RSD 结果见表 2。

2.7 稳定性试验

取各对照品约 10 μg/mL 的对照品溶液, 在 12 h 内每隔 2 h 进样 2 μL, 进样 6 次, 以峰面积考察,

表 2 方法学考察结果
Table 2 Results of methodological study

减肥产品	线性方程	<i>r</i>	线性范围 / ng	检测限 / ng	定量限 / ng	精密度 RSD / % (<i>n</i> =6)
苯丙醇胺	$Y=13\,576X-413.3$	0.998 9	0.4~ 83.1	0.04	0.10	3.2
麻黄碱	$Y=18\,515X-453.2$	0.999 2	0.4~ 87.3	0.04	0.10	2.9
氢氯噻嗪	$Y=26.37X+5.491$	0.999 8	3.9~ 77.8	0.40	1.20	4.1
甲基安非他明	$Y=59\,673X-846.4$	0.999 7	0.2~ 40.2	0.02	0.06	1.8
芬氟拉明	$Y=81\,791X+1\,102$	0.999 5	0.2~ 47.6	0.02	0.07	2.1
酚酞	$Y=593.4X+62.05$	0.999 2	0.4~ 82.0	0.04	0.10	2.3
吲达帕胺	$Y=1\,633X-93.53$	0.998 2	4.3~ 86.3	0.40	1.30	1.9
布美他尼	$Y=1\,876X+143.3$	0.999 0	3.9~ 76.9	0.40	1.20	2.3
<i>N,N</i> -双去甲基西布曲明	$Y=39\,407X+666.8$	0.999 1	0.2~ 46.1	0.02	0.07	1.4
<i>N</i> -单去甲基西布曲明	$Y=74\,517X+825.0$	0.999 0	0.2~ 45.2	0.02	0.06	1.7
西布曲明	$Y=12\,494X-257.9$	0.999 7	0.5~ 102.2	0.05	0.20	1.2
比沙可啶	$Y=17\,514X-389.6$	0.998 7	0.5~ 96.4	0.05	0.20	2.7
利莫那班	$Y=57.30X-2.931$	0.998 1	15.6~ 39.2	1.60	5.10	2.6

减肥产品	稳定性 RSD / % (<i>n</i> =6)	重复性 (<i>n</i> =6)		回收率 (<i>n</i> =9)	
		平均值 / (mg·g ⁻¹)	RSD / %	平均值 / %	RSD / %
苯丙醇胺	1.9	0.47	2.6	94.8	6.4
麻黄碱	2.3	0.46	3.1	92.5	4.9
氢氯噻嗪	2.5	0.45	3.5	90.1	8.3
甲基安非他明	1.1	0.49	4.5	97.2	3.1
芬氟拉明	1.2	0.49	1.8	98.8	2.9
酚酞	1.8	0.47	1.2	93.6	3.9
吲达帕胺	1.3	0.51	2.3	101.9	4.0
布美他尼	2.0	0.49	2.9	97.8	3.8
<i>N,N</i> -双去甲基西布曲明	1.3	0.52	2.7	103.2	2.3
<i>N</i> -单去甲基西布曲明	1.2	0.50	2.0	99.0	2.1
西布曲明	1.4	0.48	3.3	96.3	2.8
比沙可啶	2.0	0.46	1.7	92.9	3.0
利莫那班	1.7	0.45	2.4	90.5	5.2

得各化学成分峰面积的 RSD, 结果见表 2。

2.8 重复性试验

取阴性样品 (芦荟通畅胶囊, 胶囊剂, 广州市花城保健食品厂), 精密称取适量, 平行 6 份, 各精密加入对照品储备溶液适量, 使含各化学成分浓度为 0.5 mg/g, 按样品制备方法操作, 测定, 计算 RSD, 结果见表 2。

2.9 加样回收率试验

由于所检测的样品均为固体样品, 经研细后, 形态一致, 而 UPLC-MS/MS 方法的专属性非常强, 不同样品基质的干扰可忽略, 因此, 本法只选取胶囊剂做回收率试验。取其中阴性样品, 按样品制备

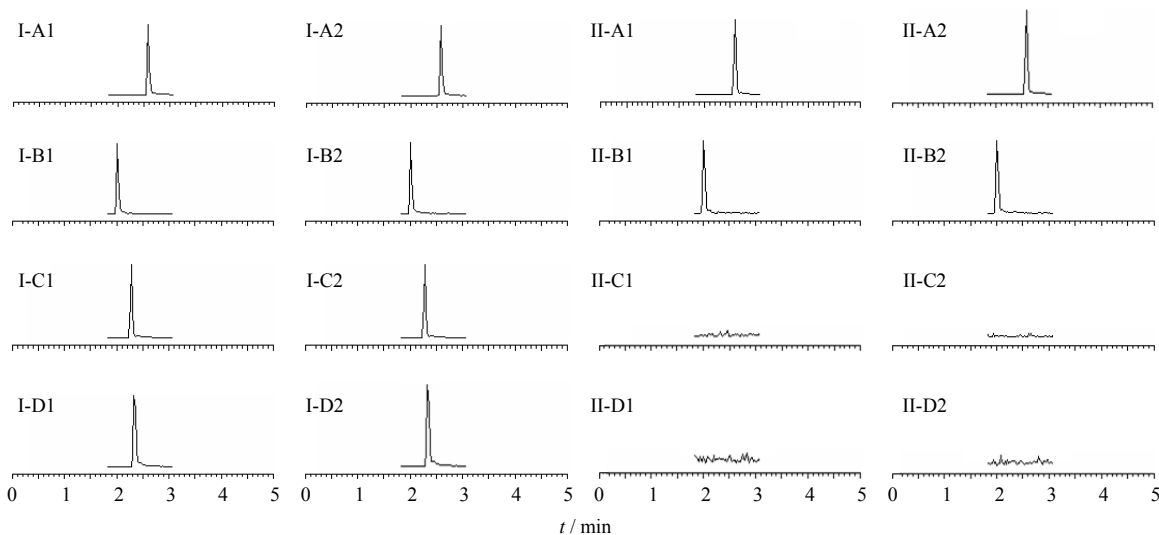
方法精密称取适量, 平行 9 份, 各精密加入对照品储备溶液适量, 使含各成分分别为 0.1 mg/g (3 份)、0.5 mg/g (3 份)、2 mg/g (3 份), 氮气吹干溶剂, 按样品制备方法制备供试品溶液, 由于各成分响应不同, 需采用不同的稀释倍数进行检测, 回收率结果见表 2。

2.10 样品定量检测

取各批次样品, 按供试品溶液制备方法制备, 分别进样测定, 根据定量监测离子对的离子流图中色谱峰面积, 采用外标法计算样品中各化学成分的量。MRM 离子流图见图 1 (样品中检出西布曲明、酚酞、*N,N*-双去甲基西布曲明和 *N*-单去甲基西布曲

明)。共检测减肥类保健食品 65 批次(包括减肥咖啡、减肥茶、减肥胶囊、减肥片等不同基质类型),结果见表 3。结果表明,减肥类保健食品中非法添

加西布曲明与酚酞最为常见,不同样品中添加量差异较大,同时实验中发现同一批样品中样品的均匀性较差,不同包装中样品的添加量差异可能较大。



A1-280>139 (母-子) 离子流图 A2-280>125 (母-子) 离子流图 B1-319>225 (母-子) 离子流图 B2-319>197 (母-子) 离子流图
C1-252>139 (母-子) 离子流图 C2-252>125 (母-子) 离子流图 D1-266>139 (母-子) 离子流图 D2-266>125 (母-子) 离子流图
A1-280>139 (parent-daughter) A2-280>125 (parent-daughter) B1-319>225 (parent-daughter) B2-319>197 (parent-daughter)
C1-252>139 (parent-daughter) C2-252>125 (parent-daughter) D1-266>139 (parent-daughter) D2-266>125 (parent-daughter)

图1 对照品(I)及样品(II)溶液中西布曲明(A)、酚酞(B)、*N,N*-双去甲基西布曲明(C)和*N*-单去甲基西布曲明(D)MRM离子流图

Fig. 1 MRM ion current graphs of sibutramine (A), phenolphthalein (B), *N,N*-di-desmethyl sibutramine (C), and *N*-desmethyl sibutramine (D) in reference substances (I) and samples (II)

表3 样品信息及检出成分

Table 3 Sample information and detected components

样品名称	剂型	标示生产企业	生产日期	检出成分及其量
蓝色力量清赘减肥胶囊	胶囊剂	广东广济堂医药保健品有限公司	2009-02-25	西布曲明 8.4 mg/粒 酚酞 8.9 mg/粒
苹果醋数字减肥胶囊	胶囊剂	广东济仁堂医药保健品有限公司	2009-02-25	西布曲明 9.8 mg/粒 酚酞 9.2 mg/粒
速效全身瘦减肥胶囊	胶囊剂	福建省幸福生物科技有限公司	2009-04-02	西布曲明 29.4 mg/粒 酚酞 16.2 mg/粒
金龙减肥茶	茶剂	北京瑞德梦科贸有限公司	2009-07-08	均未检出
御生堂肠清茶	茶剂	北京御生堂生物工程有限公司	2009-10-19	均未检出
御生堂肠清茶(赠品)	茶剂	北京御生堂生物工程有限公司	2009-10-19	均未检出
碧生源牌常润茶(赠品)	茶剂	北京澳特舒尔保健品开发有限公司	2009-11-09	均未检出
碧生源牌常润茶	茶剂	北京澳特舒尔保健品开发有限公司	2009-11-09	均未检出
S&S 燃脂胶囊(赠品)	胶囊剂	北京美诺保健食品厂	2009-09-04	<i>N</i> -单去甲基西布曲明 7.4 mg/粒
S&S 排油茶(减肥降脂茶赠品)	茶剂	北京美诺保健食品厂	2009-09-04	均未检出
果蔬瘦身奶茶减肥营养晶	颗粒剂	香港富丽康医药科技有限公司, 潍坊信丰保健品有限公司, 广州晶丽生物科技有限公司联合出品	2010-01-05	西布曲明 10.7 mg/袋

续表 3

样品名称	剂型	标示生产企业	生产日期	检出成分及其量
左旋肉碱维生素 BT 减肥胶囊 (仟佳俪牌减肥胶囊)	胶囊剂	广州雷诺康妮生物科技有限公司, 赤峰御鹿生物技术有限公司联合出品	2010-05-03	西布曲明 5.2 mg/粒
华纳兄弟牌茶多酚荷叶胶囊	胶囊剂	陕西华纳兄弟生物药业有限公司	2010-03-20	均未检出
碧生源减肥茶	茶剂	北京澳特舒尔保健品开发有限公司	2009-12-07	均未检出
柔迪减肥茶	茶剂	常州开古茶叶食品有限公司	2010-03-18	均未检出
御生堂减肥茶	茶剂	北京御生堂生物工程有限公司	2009-06-26	均未检出
芦荟通畅胶囊	胶囊剂	广州市花城保健食品厂	2010-03-02	均未检出
左旋肉碱茶多酚胶囊	胶囊剂	(中美合作) 广东长兴科技保健品有限公司	2010-03-26	均未检出
挺靓牌减肥胶囊	胶囊剂	西宁华高医药保健品有限公司	2009-03-06	西布曲明 19.0 mg/粒 酚酞 37.9 mg/粒
杨柳青牌减肥胶囊	胶囊剂	陕西百年医药科技有限责任公司	2009-07-05	均未检出
十度牌秀美胶囊	胶囊剂	北京健之绿桥医药科技开发有限公司	2010-03-02	西布曲明 5.7 mg/粒 酚酞 44.6 mg/粒
荷叶减肥茶	茶剂	随州活化石生物保健工程有限公司	2010-01-08	均未检出
芦荟胶囊	胶囊剂	吉林天强制药有限公司	2010-02-26	均未检出
收腹美腿血脂灵胶囊	胶囊剂	香港富丽康医药科技有限公司, 青海油国诚服务有限责任公司联合出品	2010-03-16	西布曲明 5.6 mg/粒 酚酞 21.2 mg/粒
左旋肉碱茶多酚胶囊	胶囊剂	(中美合作) 广东长兴科技保健品有限公司	2010-04-09	均未检出
肥肥乐减肥晶	颗粒剂	武汉红桃开药业股份有限公司	2010-02-08	均未检出
盐藻排油瘦秀中秀牌减肥胶囊	胶囊剂	广州市龙力贸易发展有限公司, 四平市一药医疗科技有限公司联合出品	2009-12-10	西布曲明 7.0 mg/粒
瘦尔康瘦身胶囊 (田田雪牌清减润肠胶囊)	胶囊剂	福建省幸福生物科技有限公司	2009-03-18	西布曲明 8.2 mg/粒 酚酞 27.1 mg/粒
排毒 1 号元亨利牌清沁胶囊	胶囊剂	陕西汉森药业有限责任公司	2009-04-10	均未检出
生命健牌荟姿美 (美丽 365) 软胶囊	胶囊剂	宁波御坊堂生物科技有限公司	2009-09-18	均未检出
纤维饼干	饼干	远东海创(菏泽)生物科技有限公司	2009-11-02	均未检出
珍珠芦荟排毒养颜胶囊 (广济堂牌清清胶囊)	胶囊剂	美国金康生物科技集团有限公司, 广东广济堂医药保健品有限公司联合出品	2010-04-05	酚酞 76.2 mg/粒
田田雪牌清减润肠胶囊	胶囊剂	深圳田大田实业有限公司 福建省幸福生物科技有限公司	2010-03-11	西布曲明 9.4 mg/粒 酚酞 46.8 mg/粒
多维膳食素	颗粒剂	美国(香港)基因生物医学科技有限公司, 广州健达生物技术有限公司联合出品	2010-01-28	西布曲明 4.4 mg/袋 酚酞 22.7 mg/袋
回春花减肥茶	茶剂	辽源九快九本草茶尚健康品有限公司	2009-04-21	均未检出
天婷牌丙酮酸钙苹果酸片	片剂	泰尔制药股份有限公司	2010-03-03	N, N-双去甲基西布曲明 6.3 mg/片
百灵金龙牌减肥茶	茶剂	连云港海天药业有限公司	2010-03-03	均未检出
瘦尔·酵素 (伊韵儿牌朵儿胶囊)	胶囊剂	委托方: 赫朵玛医药发展有限公司 生产方: 皇家医疗保健品厂	2009-02-12	均未检出
更娇丽减肥茶	茶剂	太平健康品(汕头)有限公司	2009-11-10	均未检出
纤巧纤纤胶囊	胶囊剂	广东汤臣倍健生物科技股份有限公司	2009-06-27	均未检出

续表 3

样品名称	剂型	标示生产企业	生产日期	检出成分及其量
御生堂减肥茶(赠品)	茶剂	北京御生堂生物工程有限公司	2009-06-26	均未检出
百灵金龙牌减肥茶(赠品)	茶剂	连云港海天药业有限公司	2010-03-03	均未检出
荷叶减肥茶(赠品)	茶剂	随州活化石生物保健工程有限公司	2010-01-08	均未检出
脂肪燃烧弹血脂灵胶囊	胶囊剂	广州冠健生物科技有限公司, 青海油田诚信服务责任有限公司联合出品	2010-04-06	西布曲明 4.9 mg/粒
百灵肠轻松 TM 苗清茶(赠品)	茶剂	北京天九药业有限公司	2010-03-04	均未检出
百灵肠轻松 TM 苗清茶	茶剂	北京天九药业有限公司	2010-03-04	均未检出
清好清畅胶囊	胶囊剂	广东汤臣倍健科技股份有限公司	2009-03-20	均未检出
女人缘牌减肥胶囊	胶囊剂	深圳万基药业有限公司	2009-12-21	均未检出
妙姿牌减肥胶囊	胶囊剂	陕西百年医药科技有限责任公司	2010-04-14	均未检出
酷秀 TM 靶向减肥丸	丸剂	美国(香港)基因生物医学科技有限公司, 青藏高原天然药用植物科技开发有限公司	2010-01-18	西布曲明 16.2 mg/粒
妮可减肥胶囊	胶囊剂	武汉百理王生物工程有限公司	2010-03-16	均未检出
齐梅可舒粉	冲剂	黑龙江齐梅生物科技股份有限公司	2010-03-12	均未检出
利是金牌清脂胶囊	胶囊剂	福建省幸福生物科技有限公司	2010-03-06	西布曲明 9.6 mg/粒 酚酞 15.3 mg/粒
时代血脂灵	胶囊剂	香港杰出有限公司, 青海油田诚信服务有限责任公司联合出品	2010-01-02	西布曲明 7.0 mg/粒
无限极牌常欣卫口服液	合剂	无限极(中国)有限公司(李锦记健康产品集团成员)	2010-05-26	均未检出
俏妹牌减肥胶囊 (瘦腰修腿减肥胶囊)	胶囊剂	广东广济堂医药保健品有限公司	2010-05-07	西布曲明 8.4 mg/粒 酚酞 12.1 mg/粒
俏妹牌减肥胶囊 (水果植物魔丽瘦)	胶囊剂	广东广济堂医药保健品有限公司	2010-04-27	西布曲明 5.3 mg/粒 酚酞 13.1 mg/粒
螺旋藻减肥胶囊 (水果植物减肥胶囊)	胶囊剂	广东广济堂医药保健品有限公司	2010-03-07	西布曲明 7.5 mg/粒 酚酞 12.4 mg/粒
金领牌金领减肥冲剂 (瘦身咖啡)	冲剂	广州雷诺康妮生物科技有限公司, 咸阳欧美亚减肥制品厂联合出品	2010-06-18	西布曲明 5.7 mg/粒
超英牌减肥胶囊 (全身瘦)	胶囊剂	广东广济堂医药保健品有限公司	2010-03-07	西布曲明 7.9 mg/粒 酚酞 12.1 mg/粒
康宝莱营养蛋白粉	散剂	康宝莱(中国)保健品有限公司	2010-06-07	均未检出
蛋白混合饮料 (香草口味)	合剂	康宝莱(中国)保健品有限公司	2010-06-14	均未检出
能力瘦冲剂	颗粒剂	制造商: 北京美诺保健食品厂 监制: 香港姿彩堂(国际)健康产业集团有限公司	2010-01-25	均未检出
秀姿减肥胶囊	胶囊剂	制造商: 南昌川奇保健品有限公司 授权商: 杭州银湖生物科技有限公司	2010-03-02	均未检出
康伊丽牌大豆异黄酮泡腾片	片剂	生产厂家: 郑州博凯医药保健品有限公司 监制: 博凯国际(香港)集团有限公司	2009-04-26	均未检出

3 结论

本实验建立了减肥类保健食品中非法添加 13 种化学成分的定性、定量检测方法, 简捷快速, 灵敏度高, 抗干扰能力强, 可满足实际样品检测的需要。目前减肥类保健品中可能添加的化学成分品种也越来越多, 需要不断地研究以适应现实检测的需要, 对于规范保健品市场, 维护消费者的切身利益, 具有非常重大的意义。

参考文献

- [1] 赖天兵, 胡小红, 刘晓革. 减肥类保健食品违禁添加药物现状及特点 [J]. 中国食品卫生杂志, 2007, 19(4): 336-337.
- [2] 曹 玲, 张好琳, 王宝珠. 减肥保健食品中非法添加盐酸西布曲明的检测 [J]. 食品科学, 2008, 29(2): 340-343.
- [3] 王 彬, 宓捷波, 常文保. 减肥保健品中芬氟拉明等 8 种合成食欲抑制剂的测定 [J]. 分析化学, 2004, 32(3): 320-324.
- [4] 张晓丹, 傅小英. HPLC-DAD 数据库快速筛查减肥类中药制剂及保健食品中的 10 种非法添加化学药物 [J]. 中国新药杂志, 2012, 21(2): 195-201.
- [5] 沈国芳, 余 菁, 厉 炯. UPLC-MS/MS 法快速检测减肥类保健品中的芬氟拉明和西布曲明 [J]. 中国卫生检验杂志, 2009, 19(11): 2465-2467.
- [6] 李 丹, 文红梅. LC-MS/MS 法快速筛选保健食品中非法添加的 11 种减肥化学成分 [J]. 中国药事, 2009, 23(4): 335-338.
- [7] 胡 青, 崔益玲, 王 柯. 减肥类保健食品中非法添加酚酞定性定量检测方法的研究 [J]. 中国药学杂志, 2007, 42(8): 624-625.
- [8] 杨路平, 王国玲. 液质联用快速鉴定减肥类保健食品中 4 种违禁添加药物 [J]. 中国食品卫生杂志, 2011, 23(4): 320-321.
- [9] 王 柯, 胡 青. 液相色谱-离子阱质谱联用检测减肥类中药及保健食品中 28 种非法添加药物的研究 [J]. 药物分析杂志, 2008, 28(8): 1268-1275.