

· 研究论文 ·

脱除人参提取物中有机氯农药残留的 亚临界丙烷萃取工艺研究

张民*, 赵锁奇, 赵光磊

(中国石油大学 北京重质油国家重点实验室, 北京 102249)

摘要:以人参为原料,研究了利用高效的亚临界丙烷萃取技术脱除人参提取物中残留的有机氯农药的可行性。就萃取压力、萃取温度、萃取时间和溶剂流量等对萃取效果的影响进行了比较,并用高压液相色谱仪测定了脱除农药前后人参皂甙的含量。结果表明,在萃取压力为 8 MPa 65℃下萃取 120 min,溶剂流量为 2.94 kg/h的条件下,可几乎完全脱除 γ -HCH, *op*-DDT, 对 TCNB, *pp*-DDT、DDE脱除率大于 60%,人参皂甙损失小于 6.53%。此方法为脱除人参中残留的有机氯农药提供了有效的途径。

关键词:有机氯农药;亚临界流体萃取;人参;人参皂甙;高压液相色谱

中图分类号: O 658 TQ 450.263

文献标志码: A

文章编号: 1008-7303(2008)01-0092-07

Study on the Technique of Removing Organochlorine Pesticide Residues from Ginseng Extract by Sub-critical Propane Extraction

ZHANG Min*, ZHAO Suo-qi ZHAO Guang-lei

(State Key Laboratory of Heavy Oil Processing, China University of Petroleum, Beijing 102249, China)

Abstract The feasibility of removing the residues of organochlorine pesticides from Ginseng extract with sub-critical propane extraction was explored. Factors such as extraction pressure, extraction temperature, extraction time, and flux of the solvent were investigated. The ginsenosides in Ginseng extract was quantified by high-performance liquid chromatography. When the extraction time is 120 min, the extraction pressure is 8 MPa, the extraction temperature is about 65°C, and the flux of solvent is 2.94 kg/h, γ -HCH, *op*-DDT can be almost all removed and TCNB, *pp*-DDT and DDE can be isolated up to more than 60%, while the loss ratio of the Ginsenoside is less than 6.53%. The study offers a new approach for effectively exclusion organochlorine pesticide residues from Ginseng extract.

Key words organochlorine pesticide; sub-critical fluid extraction; Panax ginseng; ginsenoside; high-performance liquid chromatography

有机氯农药 (Organochlorine pesticides, 简称 OCPs) 化学性质稳定, 降解缓慢, 可在自然界长期残留, 已引起世界各国的高度重视。

人参 Panax ginseng 能有效地调节中枢神经系

统, 提高心脏的收缩能力和频率, 降低血糖, 增强人体免疫力, 抵抗癌细胞的扩散和转移, 强化骨髓的造血机能等^[1]。但人参的生长周期较长, 人参须因具有较大的比表面积且直接与土壤接触, 致

收稿日期: 2007-10-11; 修回日期: 2008-01-10.

作者简介: 张民 (1969-), 女, 江西宜春人, 通讯作者, 硕士, 工程师, 主要从事超临界流体萃取方面的研究. 联系电话: 010-89733743

E-mail: minzh2002@163.com

©1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

使其中的农药残留量较高。

中药材中残留农药的常用脱除方法主要有索氏提取法、冷浸法、振荡法、固相萃取法、超声波法以及超临界萃取法等^[2-7]。其中超临界流体萃取(Supercritical Fluid Extraction, SFE)由于效率高、分离步骤少、无环境污染而逐步代替了某些传统方法。在国外,该技术已广泛用于土壤、蔬菜及水果等农作物、生物制品及食品等产品中农药残留的提取和分析^[8-13]。有关人参的研究报道多集中于农药残留检测及人参皂甙的提取与分析方面^[14-19],对于用超临界流体萃取技术脱除人参中残留农药的研究较少。万绍晖、李淑芬等^[19-24]研究了超临界CO₂萃取技术加携带剂脱除人参中的有机氯农药的可行性,尽管有一定效果,但最终农药残留量仍偏高,尤其是六六六(HCH)残留未达到美国食品药品监督管理局(FDA)的要求,且对设备要求高,从而影响了其在工业生产中的推广。

丙烷是一种实用的工业化超临界萃取溶剂,已应用于一些食品加工过程中,是一种极有竞争力的超临界萃取溶剂。与CO₂一样,丙烷也是法规所允许的安全溶剂^[25]。本课题组已运用超(亚)临界丙烷萃取技术进行过蛋黄中卵磷脂、玉米中黄色素及维生素E等的研究^[26-28]。与CO₂相比,丙烷具备蒸汽压低,不需要冷冻设备,溶解性强,溶剂用量小,临界压力低(4.2 MPa)(一般操作压力低于15 MPa)等优点,适用于热敏性强的物质的萃取。笔者采用亚临界丙烷萃取技术研究了有效脱除人参提取物中残留的11种有机氯农药的工艺条件,并采用高效液相色谱仪(HPLC)测定了萃取前后人参中的有效成分人参皂甙含量的变化。

1 实验部分

1.1 供试材料

1.1.1 样品与药剂 人参提取粉末(市售);丙烷,纯度>99.5%(购于中原油田第三油气分厂);农药标准品:六六六(HCH)(α , β , γ , δ -HCH)、滴滴涕(DDE, DDD, *op*-DDT, *pp*-DDT)、四氯硝基苯(tecnazene, TCNB)、五氯硝基苯(quintozene, PCNB)和六氯苯(HCB),纯度均>98%,购自中国国家标准物质研究中心。水(二次蒸馏),乙腈(色谱纯),无水乙醇(分析纯);人参皂甙 Re Rb1(中国药品生物制品检定所);0.45 μ m 无机系滤膜、

有机系滤膜。

1.1.2 主要仪器 LC99三元梯度高效液相色谱仪(北京温分分析仪器技术开发有限公司生产);AS3120B Ultrasonic Cleaner(天津奥特赛恩斯仪器有限公司生产);GL-802型微型台式真空泵(海门市其林贝尔仪器制造有限公司生产);AG245精密分析天平(精确到0.00001 g)(梅特勒公司);进样器(进样量20 μ L)。

1.2 亚临界丙烷萃取实验方法及设计

萃取实验在石油大学重质油国家实验室自行设计建造的多功能超临界流体萃取装置(见图1)上完成,萃取釜体积0.7 L。

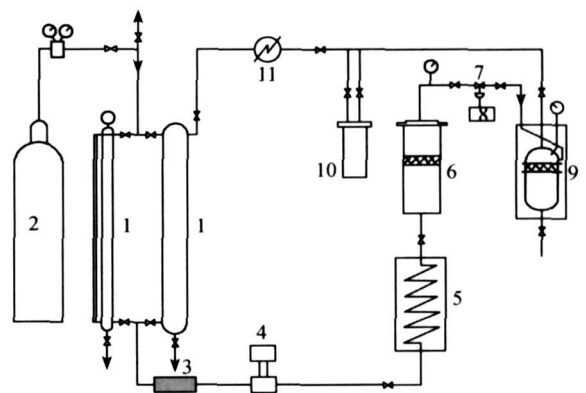


图1 亚临界丙烷萃取装置图

Fig. 1 Schematic diagram of sub-critical propane extraction

1-溶剂罐 2-氮气瓶 3-溶剂过滤器 4-溶剂泵 5-溶剂预热器
6-萃取釜 7-压力控制阀 8-计算机控制系统 9-分离器 10-吸附柱 11-溶剂冷凝冷却器

1, solvent pot 2, N₂ cylinder 3, solvent filter 4, solvent pump
5, solvent preheating furnace 6, extractor 7, pressure control valve
8, computer control system 9, separator 10, adsorption column
11, solvent condensation chiller

将人参提取物粉末装入萃取釜中,从溶剂罐下部经溶剂泵将丙烷送至预热器,加热到设定温度后,从萃取釜底部自下而上流过原料床层,在不同的萃取温度和压力下用丙烷萃取残留农药,萃取液经压力控制阀减压进入分离器,实现丙烷与萃取物——农药的分离,分离器温度控制在60~90℃范围内。丙烷蒸汽经冷凝器冷凝至室温后进入溶剂罐循环使用。装置的温度、压力采用计算机控制。待萃取完成、系统降至常压后,将萃取后的样品放入真空干燥箱中(40℃±5℃,真空度-0.09 MPa)脱除残留的丙烷,30 min后取出,送检。

残留农药脱除效果主要受萃取压力、温度、萃取时间和溶剂流量 4 个条件的影响,为了优选萃

取条件,设计了四因素三水平正交试验,见表 1。

表 1 亚临界丙烷萃取条件优化正交试验表 $L_9(3^4)$

Table 1 The orthogonal test table $L_9(3^4)$ of optimizing subcritical propane extract conditions

水平 Level	因素 Factor			
	A 压力 Pressure M Pa	B 温度 Temperature /°C	C 时间 Time /min	D 溶剂流量 Flux of the solvent /(kg/h)
1	4	50	60	1.96
2	6	65	120	2.94
3	8	80	180	3.92

1.3 有机氯农药残留量测定

由中国农业科学院植物保护研究所检测。采用 GB/T. 14551-93GC-ECD 方法,项目包括 α 、 β 、 γ -HCH; DDE; DDD; *op*-DDT; *pp*-DDT; PCNB; TCNB; HCB。最低检测限: DDE 和 DDD 为 0.000 2 mg/kg *op*-DDT 为 0.000 6 mg/kg *pp*-DDT 为 0.000 8 mg/kg 其余均为 0.000 1 mg/kg。

1.4 人参皂甙含量的测定

1.4.1 样品处理

1.4.1.1 样品供试液的制备 分别精确称取 0.09 ± 0.01 g 萃取前、后的样品于 50 mL 容量瓶中,加入 25 mL 乙醇-水 (50:50, 体积比),振荡并超声波提取 (50°C) 至少 30 min,使所有“块状物”溶解。冷却,加入 10 mL 乙腈,用水定容,再用 0.45 μ m 微孔有机系滤膜过滤,即得供试液。

1.4.1.2 人参皂甙标准品供试液制备 精确称取 5.00 mg ± 0.01 mg 人参皂甙标准品于一个 10 mL 的容量瓶中,加入 2.0 mL 乙醇溶解后再加入 2.0 mL 乙腈,静置至室温。用蒸馏水定容,待测。

1.4.2 色谱分析条件 采用高效液相色谱法 (HPLC) 测定。色谱柱 Bonchrom C₁₈ [250 mm × 4.6 mm (i. d.), 5 μ m], 柱温 40°C, 检测波长 205 nm, 流动相水-乙腈, 梯度洗脱 [水-乙腈 (体积比)]: 开始时 80:20; 22 min 时 78:22; 40 min 时 50:50; 50 min 时 45:55; 52 min 时 35:65; 54 至 70 min 时 80:20; 流速 0.6 mL/min。

2 结果与讨论

2.1 亚临界丙烷萃取正交试验结果

依据正交表 $L_9(3^4)$ 的 9 种方案进行实验,以亚临界丙烷萃取后样品中 11 种残留农药的总量作为评价指标,结果见表 2。极差越大说明对残留

农药的脱除影响就越大。由表 2 可知,萃取压力是主要影响因素,压力升高脱除效果显著,时间是次要因素,温度、溶剂流量是一般影响因素。由此确定最优因素水平组合为 A3B2C2D2,即当萃取压力为 8 MPa 萃取温度 65°C、萃取时间 120 min、溶剂流量在 2.94 kg/h 时,脱除残留农药的效果较好。

2.2 亚临界丙烷萃取前后单项农药残留结果分析

样品萃取前后的农药残留检测的 GC 谱图见图 2。各农药的保留时间依次为 TCNB 10.117 min, HCB 10.807 min, β -HCH 11.075 min, γ -HCH 11.162 min, PCNB 11.335 min, DDE 16.583 min, DDD 17.913 min, *op*-DDT 18.045 min, *pp*-DDT 19.168 min。

样品经亚临界丙烷萃取前后其有机氯农药残留量,以及部分国家的有关残留限量标准列于表 3。可见,各国对农药残留限量标准不尽相同,其中以美国 FDA 最严格。萃取前样品中的 α 、 γ 、 δ -HCH 和 TCNB 残留量符合 FDA 要求,而 β -HCH、DDE、DDD、*op*-DDT、*pp*-DDT、PCNB 和 HCB 超标,尤其是 DDT 和 PCNB 的残留量比 FDA 标准高几倍甚至几十倍。

经过亚临界丙烷萃取后, γ -HCH、*op*-DDT 未检出,几乎被完全脱除, β -HCH 的脱除率为 57.0%, HCH 总量由 0.017 1 降为 0.005 2 mg/kg, 低于各国对于 HCH 残留的标准。TCNB 的脱除率为 61.8%, 萃取后的残留量低于日本和美国对此项农药残留的要求。表 3 结果还显示,尽管 DDT 总量的脱除率为 63.5%, PCNB 和 HCB 的脱除率分别为 34.8% 和 46.3%, 但仍未达到残留限量标准的要求。

表 2 正交试验结果分析

Table 2 The results and analysis of the orthogonal test

试验号 Test number	萃取条件因素水平 Levels of the extraction factors				总农药残留 Sum of pesticide residues /(mg/kg)
	A 压力 Pressure	B 温度 Temperature	C 时间 Time	D 溶剂流量 Flux of the solvent	
1	1	1	1	1	1.1698
2	1	2	2	2	0.9962
3	1	3	3	3	1.3988
4	2	1	2	3	1.5840
5	2	2	3	1	1.6135
6	2	3	1	2	1.5223
7	3	1	3	2	0.6348
8	3	2	1	3	0.5801
9	3	3	2	1	0.5332
1水平和 Total of factor 1	3.5648	3.3886	3.2722	3.3165	-
2水平和 Total of factor 2	4.7198	3.1898	3.1134	3.1533	-
3水平和 Total of factor 3	1.7481	3.4543	3.6471	3.3629	-
极差 Range	2.9717	0.2645	0.5337	0.2096	-
较优水平 Better level	3	2	2	2	-
因素主次 Primary and secondary of factor	1	3	2	4	-

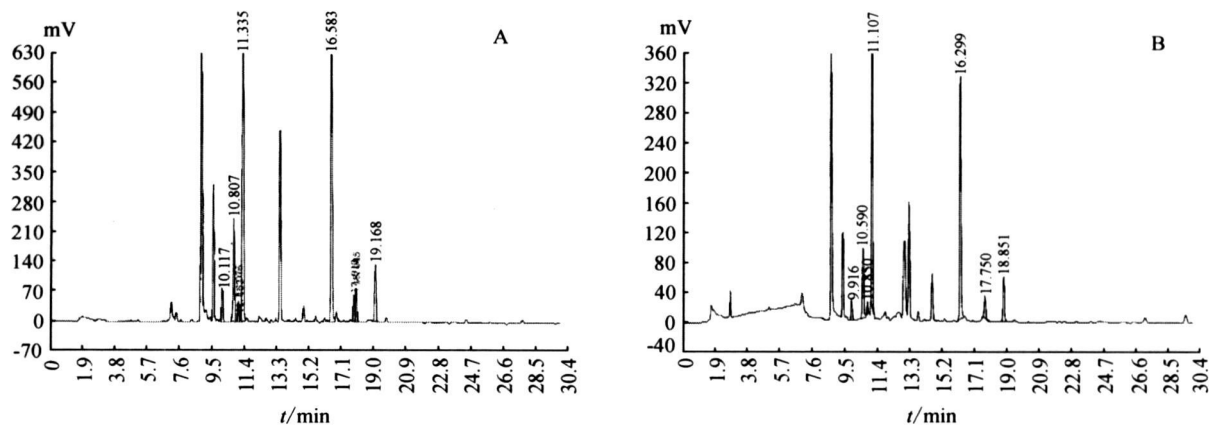


图 2 人参样品中有机氯农药萃取前后的 GC 谱图

Fig 2 The GC chromatogram of OCPs in sample before and after extraction

A, 萃取前 Before extraction; B, 萃取后 After extraction

2.3 萃取前后人参皂甙含量的变化

人参皂甙是人参中的有效成分,在脱农药残留的过程中要求保留,因此对萃取前后样品中人参皂甙 Re、Rb1 进行了定量分析。用人参皂甙

Re、Rb1 标准品供试液重复进样,运用 HPLC 得到标准品的谱图见图 3。由面积外标法得到 Re 和 Rb1 的标准工作曲线分别为 $y = 1.71 \times 10^{-10} x$ 和 $y = 3.61 \times 10^{-10} x_0$

表 3 亚临界丙烷萃取前后样品中的农药残留含量

Table 3 The content of OCPs in samples before and after sub-critical propane extraction

农药 Pesticide	样品 Sample/(mg/kg)		农药脱除率 Reduction of pesticide(%)	部分农药残留限量 The limit of part OCPs/(mg/kg)			
	萃取前 Before extraction	萃取后 After extraction		中国 China	韩国	日本	美国
				WM/T2-2004	Korea	Japan	U. S. A FDA
α -HCH	< 0.000 1	< 0.000 1	-	-	-	-	0.01
β -HCH	0.012 1	0.005 2	57.0	-	-	-	0.01
δ -HCH	< 0.000 1	< 0.000 1	-	-	-	-	0.01
γ -HCH	0.005 0	< 0.000 1	~ 100	-	-	-	0.02
HCH 总量 Sum of HCH	0.017 1	0.005 2	69.6	0.1	0.2	0.2	-
DDE	0.364 2	0.165 2	54.6	-	-	-	0.01
DDD	0.021 9	0.016 0	26.9	-	-	-	0.01
op-DDT	0.108 9	< 0.000 6	~ 100	-	-	-	0.01
pp-DDT	0.321 0	0.116 4	63.7	-	-	-	0.01
DDT 总量 Sum of DDT	0.816 0	0.297 6	63.5	0.1	0.1	0.2	-
PCNB	0.307 0	0.200 2	34.8	0.1	0.1	-	0.1
TCNB	0.013 1	0.005 0	61.8	-	-	0.01	0.02
HCB	0.046 9	0.025 2	46.3	-	-	0.01	0.01

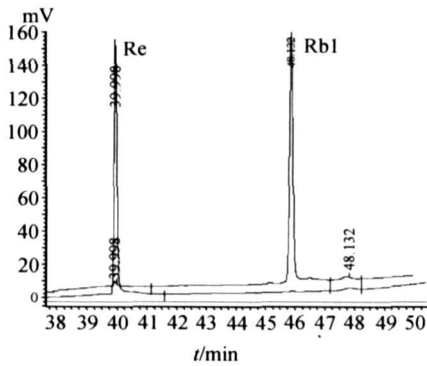


图 3 Re、Rb1 标准品 HPLC 谱图

Fig 3 The chromatogram of Re, Rb1 standard

亚临界丙烷萃取前后样品中人参皂甙的含量测定结果见表 4。可见, 萃取后样品中人参皂甙 Re、Rb1 的损失分别为 6.53% 和 3.00%, 表明亚临界丙烷萃取对皂甙损失影响较小。

萃取前后样品中的人参皂甙谱图见图 4, 萃取

表 4 亚临界丙烷萃取前后样品中人参皂甙损失量

Table 4 The loss of ginsenosides in samples before and after sub-critical propane extraction

人参皂甙 Ginsenoside	人参皂甙含量 (质量分数, %) The content of ginsenoside		皂甙损失 (%) The loss of ginsenoside
	萃取前 Before extraction	萃取后 After extraction	
Rb1	3.00	2.91	3.00

前后样品中各组份的保留时间对应较好, 其中 39 min 左右的峰为 Re, 46 min 左右的峰为 Rb1, 未发生性质上的改变。

3 结论

1) 亚临界丙烷萃取脱除人参提取物中残留有机氯农药效果较好的工艺条件为: 温度 65°C, 压力 8 MPa, 萃取时间 120 min, 溶剂流量 2.94 kg/h。

2) 亚临界丙烷萃取可几乎完全脱除人参提取物粉末中的 γ -HCH、op-DDT, 对 TCNB、pp-DDT、DDE, 脱除效果较好, 脱除率 > 61%, 但对 DDD、PCNB、HCB 的脱除率 < 50%, 还有待进一步研究。

3) 人参提取物粉末中人参皂甙 Re 和 Rb1 的含量分别为 1.53% 和 3.00%; 亚临界丙烷萃取脱除残留农药后 Re 和 Rb1 损失分别为 6.53% 和 3.00%。萃取对人参皂甙的含量影响较小, 其性质未发生改变。

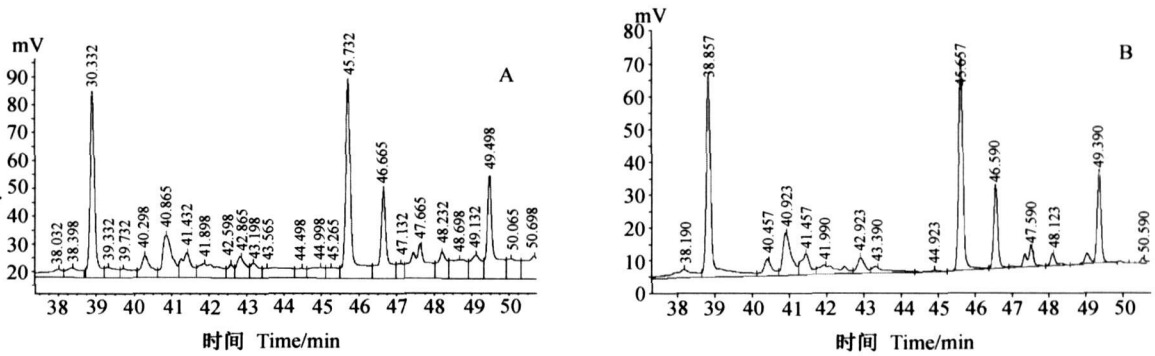


图 4 样品萃取前后人参皂甙 HPLC 色谱图

Fig 4 The HPLC chromatogram of ginsenosides in sample after extraction

A, 萃取前 Before extraction B, 萃取后 After extraction

参考文献:

- [1] LI Hu (李辉), WU Xin-rong (吴新荣), LIU Wen-shan (刘文山), et al 我国人参保健食品的发展问题与对策 [J]. J Modern Food Pharm (现代食品与药品杂志), 2006, 16 (6): 3-6
- [2] ZHAO Ha-xiang (赵海香), YUAN Guang-yao (袁光耀), QIU Yue-ming (邱月明), et al 加速溶剂萃取技术 (ASE) 在农药残留分析中的应用 [J]. Chin J Pestic (农药), 2006, 45 (1): 15-17, 21.
- [3] LI Xue-yang (李学洋). New Process for Removing Organochlorine Pesticides and Extracting Ginsenosides from Ginseng (人参中农残的脱除及人参皂甙有效成分的提取新工艺研究) [D]. Tianjin (天津): Tianjin University (天津大学), 2005.
- [4] LI Shu-fen (李淑芬), QUAN Can (全灿), WANG You-jin (王幼君), et al 中药材中农药残留的脱除与检测研究 [J]. Chinese Traditional and Herbal Drugs (中草药), 2004, 35 (2): 232-234.
- [5] ZHENG Xing (郑兴), PIAO Jing-yi (朴京一), YAO Yan-hong (姚艳红). 人参有机氯农药残留去除方法的探讨 [J]. J Yanbian Univ (延边大学学报), 2002, 28 (3): 226-228.
- [6] YE Fa-bin (叶发兵), HUANG Chun-bao (黄春保), ZHAO Sheng-fang (赵胜芳). 我国中草药中农药残留问题及其解决对策 [J]. J Huanggang Normal Univ (黄冈师范学院学报), 2002, 22 (6): 68-69, 72
- [7] ZHONG Wei-ke (仲伟科), HAO Jian (郝戩), FAN Yao-bo (樊耀波). 食品农药残留分析进展 [J]. Chin J Anal Chem (分析化学), 2000, 28 (7): 904-910.
- [8] KHAN S U. Supercritical Fluid Extraction of Bound Pesticide Residues from Soil and Food Commodities [J]. J Agric Food Chem, 1995, 43 1718-1723.
- [9] CA PR IEL P, HA ISCH A, KHAN S V. Supercritical Methanol An Efficacious Technique for The Extraction of Bound Pesticide Residues from Solid and Plant Samples [J]. J Agric Food Chem, 1986 34 70-73.
- [10] PATR IZ I A B, E V NCENZO F. Extraction of Azadirachtin from Neem Seed Kernels by Supercritical Fluid and its Evaluation by HPLC and LC MS [J]. J Agric Food Chem, 1999, 47 5252-5256
- [11] PEARCE K L, TRENNERY C V, WERE B. Supercritical Fluid Extraction of Pesticide Residues from Strawberries [J]. J Agric Food Chem, 1997, (45): 153-157.
- [12] ADOU K, BONTROYAN W R, SW EENEY P J M. Multiresidue Method for the Analysis of Pesticide Residues in Fruits and Vegetables by Accelerated Solvent Extraction and Capillary Gas Chromatography [J]. J Agric Food Chem, 2001, 49 (9): 4153-4160
- [13] CHUANG J C, HART K, CHANG J S et al Evaluation of Analytical Methods for Determining Pesticides in Baby Foods and Adult Duplicate-diet Samples [J]. Analytica Chimica Acta, 2001, 444 (1): 87-95.
- [14] ZHOU Mei-ling (周美玲). 高效液相色谱法鉴定西洋参保健食品中的人参皂甙 [J]. Jiangsu J Prev Med (江苏预防医学), 2002, 13 (2): 7-9.
- [15] GAO Li-ping (高丽萍), LU Y +jun (刘羿君), FENG Yun-fang (封云芳). RP-HPLC 测定人参中 Rb1 的含量 [J]. J Zhejiang Inst Sci Tech (浙江工程学院学报), 2003, 20 (3): 170-174.
- [16] MA Peng (马鹏), ZHANG Qiang (张强), WANG Xi-ran (王秀兰), et al RP-HPLC 法测定西洋参浸膏和西洋参茶中人参皂甙 Rg1 与 Re 的含量 [J]. Nat Prod Res Devel (天然产物研究与开发), 1999, 12 (1): 54-57
- [17] MA Xiao-qiong (马小琼), WANG Long-xing (王龙星), XU Qing (徐青), et al 人参皂甙的反相高效液相色谱多台阶梯度优化方法 [J]. Chem J Chin Univ (高等学校化学学报), 2004, 25 (2): 238-242.
- [18] YANG Nan-lin (杨南林), WU Yong-jiang (吴永江), CHENG Yi-yu (程翼宇). 反相高效液相色谱法同时测定三七药材中 4 种皂甙的含量 [J]. Chin J Anal Chem (分析化学), 2003, 31 (6): 731-734
- [20] WAN Shao-hui (万绍晖), ZHAO Chun-jie (赵春杰), XU Mei (徐玫), et al 超临界流体萃取法去除当归中有机氯农药 [J]. J Shenyang Pharm Univ (沈阳药科大学学报), 2003

- 20(3): 188-190.
- [22] LI Huan-xin(李欢欣), ZHAO Chun-jie(赵春杰), SHEN Yan-xia(沈艳霞). 超临界流体萃取法净化黄芪中有机氯农药的研究 [J]. Chin Pharm J (中国药学杂志), 2005, 40(17): 1335-1338.
- [21] LI Xue-yang(李学洋), LI Shu-fen(李淑芬), QUAN Can(全灿), et al. 超临界萃取脱除人参中的有机氯农药 [J]. Chem Ind Engin (化学工业与工程), 2006 23(2): 155-158.
- [19] ZHAO Chun-jie(赵春杰), HAO Gui-ming(郝桂明), LI Huan-xin(李欢欣). 毛细管气相色谱法测定党参中有机氯类农药残留量 [J]. Chin Pharm J (中国药学杂志), 2002, 37(7): 527-529.
- [23] QUAN Can(全灿), LI Shu-fen(李淑芬), TIAN Song-jiang(田松江). 超临界流体萃取脱除人参中痕量有机氯农药 [J]. Chem Eng (China) (化学工程), 2006 34(1): 1-4.
- [24] LI Shu-fen(李淑芬), WANG You-jun(王幼军), QUAN Can(全灿). Isolation of Organochlorine Pesticide from Ginseng with Supercritical CO₂ [J]. Chin J Chem Eng (中国化学工程), 2005 13(3): 433-436.
- [25] MA Hai-le(马海乐). 超临界 CO₂ 萃取技术及其在生物资源开发利用中应用的最新进展 (II) [J]. Packaging and Food Machinery (包装与食品机械), 2001, 9(3): 7-10, 17.
- [26] ZHANG Min(张民), FENG Liang(冯亮), WANG Yu(王愚), et al. 超临界丙烷萃取玉米黄色素的研究 [J]. Food Sci Tech (食品科技), 2001 (3): 34-35.
- [27] ZHANG Min(张民), HU Yun-xiang(胡云翔). 超临界丙烷萃取分馏浓缩维生素 E [J]. Food Sci (食品科学), 2002 24(4) (专刊): 69-71.
- [28] ZHANG Min(张民), HU Yun-xiang(胡云翔), SUN Xue-wen(孙学文), et al. 超(亚)临界丙烷萃取蛋黄卵磷脂——由实验室走向工业化 [J]. SciTech Food Ind (食品工业科技), 2006 (1): 152-154.

(Ed JN SH)

• 会 讯 •

中国化工学会农药专业委员会 第十三届年会即将召开

以“化学农药、生物源农药与环境和谐发展”为主题的“中国化工学会农药专业委员会第十三届年会”将于 2008 年 5 月中旬在井冈山召开。会议将涉及我国农药研究的新思维、新品种、新方法、新工艺; 合成技术研究、生产工艺改进、三废治理及分析方法等绿色化研究; 农药加工工艺、助剂应用及剂型研究; 生物技术在农药研究中的应用; 农药应用技术研究; 安全评价研究; 农药生产用新设备、新器械研究等农药学各个方面。

会议将出版论文集, 评选优秀论文并颁发证书。有关论文的格式及会议具体的相关事宜请与会务组联系。

联系人: 杜英娟

电 话: 024-8586914; 024-62353396

E-mail nyxh008@163.com; duy ingjuan@ sinochem.com

中国化工学会农药专业委员会
2008 年 3 月