

## GC-ECD 测定江永香姜中有机氯农药残留

杨小红, 任红英\*, 谭小林, 谭德明 (永州市食品质量监督检验中心, 湖南永州 425000)

**摘要** [目的]建立气相色谱-电子捕获检测器检测(GC-ECD)江永香姜中有机氯农药残留的分析方法。[方法]样品经正己烷-丙酮(4:1, V/V)超声提取, 过滤、盐析、干燥, 经弗洛里硅土柱净化, 用丙酮+正己烷(1:9, V/V)洗脱, GC-ECD检测。[结果]8种有机氯农药的检出限0.028~0.500  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , 加标回收率96.4%~100.2%, 相对标准偏差RSD 1.3%~3.5%, 符合国家标准要求。[结论]该方法具有操作简单、准确、快速、灵敏、净化效果好等特点, 适合江永香姜中有机氯农药残留的测定。

**关键词** 香姜; 气相色谱; 有机氯农药; 测定

中图分类号 S481+.8 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2017)34-0069-03

## Determination of Organochlorine Pesticides Residues in Jiangyong Ginger by GC-ECD

YANG Xiao-hong, REN Hong-ying\*, TAN Xiao-lin et al (Food Quality and Safety Supervision Inspection Center of Yongzhou City, Yongzhou, Hunan 425000)

**Abstract** [Objective] The gas chromatograph-electron capture detector (GC-ECD) was established to test organochlorine pesticides residues in Jiangyong ginger. [Method] The pesticides were ultrasonic extracted with N-hexane-acetone(4:1, V/V), filtration, salting out, dry, and then it was purified by florisil silica column and was eluted with acetone and n-hexane(1:9, V/V). Afterwards GC-ECD was used to determine organochlorine pesticides. [Result] The limits of detection for 8 organochlorine pesticides were 0.028 ~ 0.500  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , and the recoveries were 96.4% ~ 100.2%. The relative standard deviations (RSD) were 1.3% ~ 3.5%. The result accord with national standard. [Conclusion] The result showed that this method has simple operation, rapid, good sensitivity, reproducibility and high efficiency, which could be applied to the quantitative for organochlorine pesticides residues in ginger.

**Key words** Ginger; Gas chromatography; Organochlorine pesticides; Test

有机氯农药结构稳定, 难以降解, 在土壤及农作物中有残留<sup>[1-2]</sup>, 在食物链中有富集, 积存于动、植物体内, 易造成人体中毒, 导致畸形, 甚至影响后代<sup>[3-8]</sup>。香姜是永州有名的特产, 江永香姜是江永香型特色农产品“江永五香”之一, 既可鲜食, 又可腌制和加工成其他食品, 有发汗、温胃、驱风寒、解毒杀菌的功能<sup>[9-10]</sup>。香姜具有较高的营养价值、保健价值和药用价值, 而其有机氯农药的残留水平为其必检项目。当前对生姜中农药残留的检测技术不多, 为探究生姜中有机氯的残留量, 采用气相色谱法检测江永香姜中有机氯农药残留, 期望通过该检测方法简便、快速、准确地检测出香姜中有机氯农药的残留量, 为香姜中有机氯农药残留的检测提供技术支撑。

## 1 材料与与方法

**1.1 材料** Agilent 7890A 气相色谱仪, 包括电子捕获检测器、自动进样器、Agilent 化学工作站, 美国安捷伦科技有限公司; AUV-220D 电子天平, 日本岛津; WHY-2 往返水浴恒温振荡器, 江苏省金坛市大地自动化仪器厂; SY-5200D 超声波清洗器, 上海声源超声仪器设备有限公司; 涡旋混匀器, 上海泸西分析仪器有限公司; 九阳料理机, 九阳股份有限公司; 旋转蒸发仪, 巩义市予华仪器有限责任公司; 氮吹仪, 天津艾维欧科技发展有限公司; P20-Y 实验室超纯水器, 科尔顿水务有限公司; 弗罗里硅土 SPE 固相萃取柱, 上海安普实验科技股份有限公司。

正己烷、石油醚、乙腈、丙酮、乙酸乙酯(分析纯)、乙腈(分析纯)、甲醇(色谱纯)、无水硫酸钠、氯化钠(分析纯); 农药标准物质: 六六六(BHC), 包括  $\alpha$ -六六六( $\alpha$ -BHC)、 $\beta$ -六六六( $\beta$ -BHC)、 $\gamma$ -六六六( $\gamma$ -BHC)、 $\delta$ -六六六( $\delta$ -BHC) 4种异构体, 滴滴涕(DDT), 包括 P, P'-滴滴涕(P, P'-DDE)、o, p'-滴滴涕(o, p'-DDT)、p, p'-滴滴涕(p, p'-DDD)、p, p'-滴滴涕(p, p'-DDT) 4种同系物, 农业部环境保护科研监测所, 浓度均为 100  $\mu\text{g}/\text{mL}$ ; 江永香姜采集种植基地, 江永允山基地; 江永香姜, 江永特色农副产品开发有限公司; 实验室用水为超纯水(电阻率 $\geq 18.25 \text{ M}/\text{cm}$ )。

**1.2 标准溶液的配制** 精密量取六六六-滴滴涕混合标准溶液 1.0 mL, 置于 100 mL 容量瓶中, 用甲醇稀释至刻度, 配制成 1.0  $\mu\text{g}/\text{L}$  的混合农药标准储备液, 保存于冰箱中, 使用时根据实际需要用甲醇分别将六六六-滴滴涕混合标准溶液准确逐级稀释至相应浓度的标准工作液。

**1.3 气相色谱条件** 色谱条件: 弹性石英毛细管柱 HP-5 (30 m  $\times$  0.25 mm  $\times$  0.25  $\mu\text{m}$ ); 进样口温度 220  $^{\circ}\text{C}$ ; 检测器温度 300  $^{\circ}\text{C}$ ; 采用程序升温: 初温 100  $^{\circ}\text{C}$  保持 1 min, 15  $^{\circ}\text{C}/\text{min}$  升至 270  $^{\circ}\text{C}$ , 保持 5 min; 不分流进样; 进样量 1  $\mu\text{L}$ 。载气: 高纯氮(纯度 > 99.9999%); 流速: 1 mL/min; 尾吹气流速: 60 mL/min。

定性分析与定量分析: 对各种农药标准品单独进样, 记录色谱峰的保留时间和峰面积。再进混合农药标准使用液, 记录色谱峰的保留时间与峰面积。根据各组分在色谱图上的保留时间与单独标准组分比较定性, 用外标法与标准组分比较定量。

## 1.4 样品前处理

**1.4.1 样品制备** 取新鲜姜、瓶装成品姜适量, 将其切碎, 放入食品加工料理机中捣碎, 制成待测样。

**基金项目** 湖南省食品药品监督管理局食品药品安全科技项目(湘食药科 R201522)。

**作者简介** 杨小红(1973—), 女, 湖南永州人, 工程师, 从事食品检验研究。\* 通讯作者, 工程师, 硕士, 从事食品检验研究。

**收稿日期** 2017-10-16

**1.4.2 提取。**将采集的样品捣碎混匀,冷藏保存。称取样品 20.0 g 于三角瓶中,加入 50.0 mL 正己烷-丙酮(4:1, V/V),超声 30 min,再加 6 g 氯化钠,涡旋 1 min,静置分层,过滤。滤液中加入 5 g 无水硫酸钠,涡旋 1 min,取上清液于 55 °C 水浴旋转蒸发浓缩至近干。

**1.4.3 净化。**向上述残留物中加入 2.0 mL 正己烷待净化,将弗罗里硅土柱依次用 5.0 mL 丙酮+正己烷(1:9, V/V)、5.0 mL 正己烷预淋洗,条件化,当溶剂液面到达柱吸附层面时,立即倒入上述待净化溶液,用 15.0 mL 刻度离心管接收洗脱液,用 5.0 mL 丙酮+正己烷(1:9, V/V)淋洗弗罗里硅土柱,并重复操作 1 次。将盛有淋洗液的离心管置于氮吹仪上,在水浴 50 °C 条件下,氮吹蒸发至近干。加入 1.0 mL 甲醇溶解残渣,涡旋 1 min,过 0.22 μm 滤膜,待上机。同时做空白试验。

## 2 结果与分析

**2.1 定性与定量结果** 在“1.3”气相色谱条件下标准空白色谱图、混合标准色谱图见图 1、图 2,混合标准溶液中农药色谱峰保留时间见表 1。

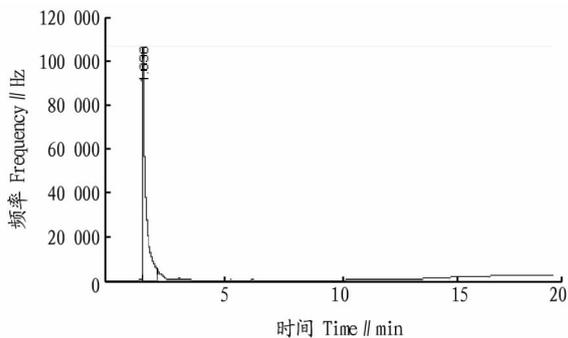


图1 标准空白气相色谱

Fig.1 Gas chromatography of standard blank

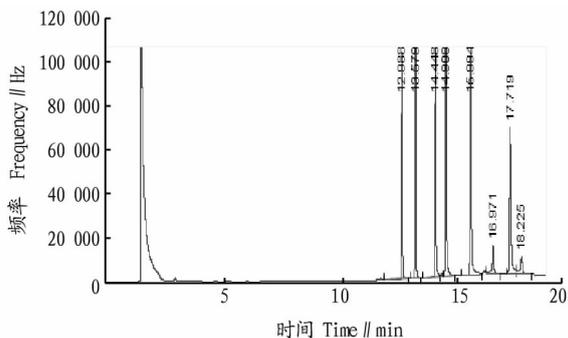


图2 混合标准溶液气相色谱

Fig.2 Gas chromatography of blended standard solution

**2.2 提取溶剂的选择** 该试验采用超声作为提取方法,参考 GB/T5009.19—2008<sup>[11]</sup> 和 NY/T761—2008<sup>[12]</sup>,采用正己烷-丙酮混合溶剂进行提取,分别用丙酮、石油醚、乙腈、正己烷、正己烷-丙酮不同配比(1:1,2:1,3:1,4:1, V/V)作为提取溶剂,试验结果见图 3。乙腈易挥发,毒性较大;正己烷-丙酮(4:1, V/V)作提取溶剂,提取效果最好,毒性较低、杂质干扰少。因此,预处理选择正己烷-丙酮(4:1, V/V)为提取溶剂。生姜中水分含量较大,有利于有机氯农药的提取,

但浓缩必须除去水分。试验中采用 5 g 无水硫酸钠能够有效除去水分和水溶性杂质。

表1 混合标准溶液中各种农药的浓度及其色谱峰的保留时间

Table 1 Concentration and its chromatographic peak retention time of various pesticides in mixed standards

| 出峰顺序<br>Peak order | 农药名称<br>Pesticide name | 保留时间<br>Retention time // min | 浓度<br>Concentration μg/mL |
|--------------------|------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| 1                  | α-BHC                  | 12.988                        | 0.08                      |
| 2                  | γ-BHC                  | 13.579                        | 0.08                      |
| 3                  | β-BHC                  | 14.448                        | 0.08                      |
| 4                  | δ-BHC                  | 14.908                        | 0.08                      |
| 5                  | p,p'-DDE               | 15.984                        | 0.08                      |
| 6                  | o,p'-DDT               | 16.971                        | 0.08                      |
| 7                  | p,p'-DDT               | 17.719                        | 0.08                      |
| 8                  | p,p'-DDD               | 18.225                        | 0.08                      |

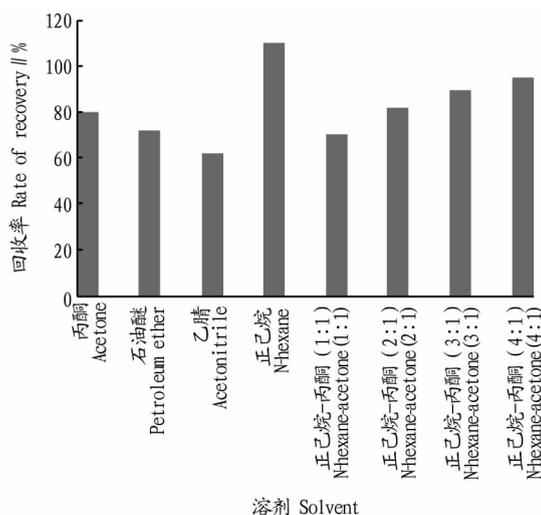


图3 不同溶剂对农药的提取效果

Fig.3 Effect of different solvents on the extraction of pesticides

**2.3 分析特性** 将标准储备液配制成 0.02, 0.04, 0.06, 0.08, 0.10 μg/mL 的有机氯标准工作液,在仪器工作条件下,以色谱峰面积(y)对浓度(x)作标准曲线,得到有机氯农药的线性方程及相关系数,并计算检出限(3σ),结果见表 2。

**2.4 标准样品回收率** 准确称取 10.0 g 左右生姜空白样品,分别加入 20, 40 μL 混合农药标准储备液(储备液浓度为 0.5 μg/mL),添加水平浓度分别为 10, 20 μg/L,按试验要求的方法提取、净化、检测,每个水平重复试验 6 次,按照回收率公式记录 2 个添加水平的回收率,测定结果见表 3。2 个添加水平加标回收率分别在 96.4% ~ 100.2% 和 97.6% ~ 99.4%,相对标准偏差(RSD)分别为 1.3% ~ 3.1% 和 1.6% ~ 3.5%。

**2.5 样品测定** 准确称取取自江永允山基地的江永香姜(仔姜、老姜)和采自江永特色农副产品开发有限公司的江永香姜各 2 个样品,按选定方法进行样品前处理并检测生姜中有机氯农药残留,根据外标法定量,计算样品中有机氯农药残留量,结果见表 4。

表 2 标准曲线的线性关系及检出限

Table 2 Linear relationship and detection limit of standard curve

| 出峰顺序<br>Peak order | 农药名称<br>Pesticide name | 曲线方程<br>Curvilinear equation | 线性关系<br>Linear relationship( <i>r</i> ) | 线性范围<br>Linear range<br>μg/mL | 检出限<br>Detection limit//μg/kg |
|--------------------|------------------------|------------------------------|---|-------------------------------|-------------------------------|
| 1                  | α-BHC                  | $y = 303\ 510.3x - 177.06$   | 0.999 9                                 | 0.02 ~ 0.10                   | 0.028                         |
| 2                  | γ-BHC                  | $y = 263\ 944.8x - 289.96$   | 0.999 3                                 | 0.02 ~ 0.10                   | 0.012                         |
| 3                  | β-BHC                  | $y = 88\ 741.0x - 50.58$     | 0.999 4                                 | 0.02 ~ 0.10                   | 0.037                         |
| 4                  | δ-BHC                  | $y = 260\ 407.8x - 135.41$   | 0.999 5                                 | 0.02 ~ 0.10                   | 0.058                         |
| 5                  | p,p'-DDE               | $y = 29\ 7647.9x - 280.13$   | 0.999 5                                 | 0.02 ~ 0.10                   | 0.210                         |
| 6                  | o,p'-DDT               | $y = 150\ 730.0x - 104.48$   | 0.999 0                                 | 0.02 ~ 0.10                   | 0.500                         |
| 7                  | p,p'-DDT               | $y = 202\ 164.2x - 253.92$   | 0.999 0                                 | 0.02 ~ 0.10                   | 0.180                         |
| 8                  | p,p'-DDD               | $y = 205\ 349.9x - 158.06$   | 0.999 0                                 | 0.02 ~ 0.10                   | 0.250                         |

表 3 2 种农药添加水平的回收率和相对标准偏差

Table 3 The recovery and relative standard deviation of two pesticide levels

| 农药名称<br>Pesticide name | 添加 10 μg/L Add 10 μg/L                |                            |          | 添加 20 μg/L Add 20 μg/L                |                            |          |
|------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------|---------------------------------------|----------------------------|----------|
|                        | 检测浓度<br>Detection concentration//μg/L | 回收率<br>Rate of recovery//% | RSD<br>% | 检测浓度<br>Detection concentration//μg/L | 回收率<br>Rate of recovery//% | RSD<br>% |
| α-BHC                  | 10.02                                 | 100.2                      | 1.3      | 19.82                                 | 99.1                       | 2.1      |
| γ-BHC                  | 9.90                                  | 99.0                       | 2.1      | 19.76                                 | 98.8                       | 1.8      |
| β-BHC                  | 9.86                                  | 98.6                       | 2.7      | 19.52                                 | 97.6                       | 3.2      |
| δ-BHC                  | 9.82                                  | 98.2                       | 2.0      | 19.64                                 | 98.2                       | 1.9      |
| p,p'-DDE               | 9.77                                  | 97.7                       | 3.1      | 19.88                                 | 99.4                       | 2.3      |
| o,p'-DDT               | 9.64                                  | 96.4                       | 1.6      | 19.70                                 | 98.5                       | 1.6      |
| p,p'-DDD               | 9.85                                  | 98.5                       | 2.3      | 19.76                                 | 98.8                       | 3.5      |
| p,p'-DDT               | 9.71                                  | 97.1                       | 2.2      | 19.66                                 | 98.3                       | 2.7      |

表 4 不同生姜中有机氯农药残留含量测定结果

Table 4 Detection results of organochlorine pesticide residues in different ginger

| 生姜 Ginger                 | mg/kg   |         |       |         |          |          |          |          |         |         |  |
|---------------------------|---------|---------|-------|---------|----------|----------|----------|----------|---------|---------|--|
|                           | α-BHC   | γ-BHC   | β-BHC | δ-BHC   | p,p'-DDE | o,p'-DDT | p,p'-DDD | p,p'-DDT | BHC     | DDT     |  |
| 仔姜 1 Tender ginger 1      | N. D.   | N. D.   | N. D. | N. D.   | N. D.    | N. D.    | N. D.    | N. D.    | N. D.   | N. D.   |  |
| 仔姜 2 Tender ginger 2      | 0.004 1 | 0.005 0 | N. D. | N. D.   | N. D.    | N. D.    | N. D.    | N. D.    | N. D.   | N. D.   |  |
| 老姜 1 Ginger 1             | 0.004 5 | 0.005 6 | N. D. | 0.006 9 | 0.001 7  | N. D.    | N. D.    | N. D.    | 0.010 1 | 0.001 7 |  |
| 老姜 2 Ginger 2             | 0.017 1 | 0.010 2 | N. D. | 0.003 7 | N. D.    | N. D.    | N. D.    | N. D.    | 0.031 0 | N. D.   |  |
| 江永香姜 1 Jiangyong ginger 1 | N. D.   | N. D.   | N. D. | N. D.   | N. D.    | N. D.    | N. D.    | N. D.    | N. D.   | N. D.   |  |
| 江永香姜 2 Jiangyong ginger 2 | N. D.   | N. D.   | N. D. | N. D.   | N. D.    | N. D.    | N. D.    | N. D.    | N. D.   | N. D.   |  |

注:N. D. 表示未检出;BHC 是 α-BHC、β-BHC、γ-BHC、δ-BHC 结果之和;DDT 是 p,p'-DDE、o,p'-DDT、p,p'-DDD、p,p'-DDT 检测结果之和

Note:N. D. means no detection; BHC is the sum of α-BHC、β-BHC、γ-BHC、δ-BHC detection results; DDT is the sum of p,p'-DDE、o,p'-DDT、p,p'-DDD、p,p'-DDT detection results

### 3 结论

该试验采用正己烷-丙酮(4:1, V/V) 超声提取, 提取效果好, 效率高, 用 GC-ECD 测定特色蔬菜食品江永香姜中有机氯农药残留含量。参考国家标准对方法前处理进行了优化, 简化前处理过程, 并使用该方法对样品进行加标回收率的测定, 有机氯农药的检出限 0.028 ~ 0.500 μg/kg, 加标回收率 96.4% ~ 100.2%, 相对标准偏差 (RSD) 1.3% ~ 3.5%, 回收率在 96.4% ~ 100.2%。该方法具有溶剂使用量少、回收率高、净化效果好、操作简单、快速、准确等特点, 能满足江永香姜产、供、销以及出口香姜中有机氯农药残留的检测。

### 参考文献

- [1] BARRIADA-PEREIRA M, GONZÁLEZ-CASTRO M J, MUNIATEGUI-LORENZO S, et al. Comparison of pressurized liquid extraction and microwave assisted extraction for determination of organochlorine pesticides in vegetables[J]. Talanta, 2007, 71(3): 1345-1351.
- [2] 何曼莉, 谢建军, 陈捷, 等. 凝胶渗透色谱-固相萃取-气相色谱法同

时测定药食两用中药材中 17 种有机氯类农药残留量[J]. 食品安全质量检测学报, 2015, 6(3): 893-900.

- [3] 孟娟, 韩翠英, 陈艳梅, 等. 气相色谱法测定蔬菜中的 15 种有机氯农药[J]. 微量元素与健康研究, 2011, 28(5): 38-40.
- [4] 周芹, 吴玉梅, 许庆轩, 等. 甜菜中有机氯农药残留的测定方法研究[J]. 黑龙江大学学报, 2014, 5(4): 34-37.
- [5] PARDÍO V, MARTÍNEZ D, FLORES A, et al. Human health risk of dietary intake of organochlorine pesticide residues in bovine meat and tissues from Veracruz, México[J]. Food Chem, 2012, 135(3): 1873-1893.
- [6] BEDENDO G C, CARADEK E. Simultaneous liquid-liquid microextraction and polypropylene microporous membrane solid-phase extraction of organochlorine pesticides in water, tomato and strawberry samples[J]. J Chromatogr A, 2010, 1217(1): 7-13.
- [7] 张秀珍, 袁永福, 杨满华, 等. 气相色谱法检测药用葡萄糖原料碎米的有机氯残留[J]. 食品工业科技, 2012, 33(14): 93-96.
- [8] 齐懿鸣, 孙久玉, 杨霄. 有机氯农药残留量的检测[J]. 生命科学仪器, 2011(2): 48-52.
- [9] 卢胜进, 邓国增, 李爱华, 等. 江永香姜产业现状及发展对策研究[J]. 湖南农业科学, 2009(12): 98-101.

(下转第 108 页)

著降低缺血再灌注后 TNF- $\alpha$ 、IL-6 和 IL-1 $\beta$  的蛋白生成。王玉明等<sup>[10]</sup>研究表明,与 LPS 组相比,芹菜素治疗组可以显著升高肺泡盥洗液中 TNF- $\alpha$ 、IL-1 $\beta$ 、IL-6 的表达水平,而芹菜素可以显著降低肺泡盥洗液中 TNF- $\alpha$ 、IL-1 $\beta$ 、IL-6 的表达水平,并抑制 NF- $\kappa$ B 信号通路的激活,芹菜素可以通过抑制 NF- $\kappa$ B 的激活并降低炎症细胞因子的水平,从而对小鼠急性肺损伤产生抗炎保护作用。脾脏是鸡体外周免疫器官,其对细胞免疫和体液免疫起着重要作用,在机体的免疫系统中起重要作用。而脾淋巴细胞是脾脏发挥免疫反应的直接效应细胞。体外试验观察和分析 LPS 和连翘酯苷 A 对体外分离培养的鸡脾淋巴细胞的炎症因子水平,可更直观地分析和比较效应细胞的直接抗炎作用。该试验研究 LPS 和连翘酯苷 A 作用于鸡脾淋巴细胞后,鸡脾淋巴细胞中炎症因子 mRNA 表达量与蛋白含量上升,但也存在时间和剂量效应,鸡脾脏和 0、6、12、24 和 48 h 组脾淋巴细胞 IL-17 的 mRNA 表达量升高,表明 LPS 能引发机体炎症,导致机体 IL-17 等炎症因子上升,加剧炎症反应。

**3.2 IL-17 在连翘酯苷 A 抗 LPS 致脾淋巴细胞炎症的机制** 刘利民<sup>[11]</sup>研究表明,复方黄连素对萎缩性胃炎患者疗效显著,可降低患者血清 IL-6、IL-17 浓度,显著降低患者胃黏膜损害程度,具有较好疗效;可诱导单核细胞和巨噬细胞释放 IL-6 和 TNF;引起机体发热,导致白细胞过多渗出,干扰抗凝过程或形成血栓,使血凝-抗血凝系统紊乱。当大量细菌在血中迅速繁殖时,机体感染加剧,大量内毒素将出现在循环血中,使机体释放大量细胞因子,从而可引发全身性炎症反应<sup>[12]</sup>。张海佳等<sup>[12]</sup>研究表明,IL-17 在肠黏膜的免疫调控中可能起抑制肠道炎症的作用。IL-17 对试验性结肠炎动物的保护作用与大多数研究 IL-17 在肠黏膜的免疫调控中可能发挥的作用不同,可能与作用受体不同有关。魏良鑫等<sup>[13]</sup>研究表明,芦荟苷能抑制黄曲霉毒素中促炎因子 IL-1 $\beta$ 、IL-6、TNF- $\alpha$  和 IFN- $\gamma$  的表达量,从而抑制大鼠炎症反应的发生。对大鼠免疫损伤具有明显的改善作用。试验结果表明,LPS 可引起鸡脾淋巴细胞中 IL-17 含量及 mRNA 表达量的增加,而连翘酯苷 A 预防组能有效地抑制由 LPS 诱导的 IL-17 的分泌及表达,且 LPS 可迅速影响 IL-17

蛋白和 mRNA 含量,而连翘酯苷 A 发生抑炎作用需要时间较长,但整体有明显的时间和剂量效应。说明连翘酯苷 A 抑制 LPS 所致机体炎症损伤介导影响前炎因子 IL-17 的转录与翻译水平,进一步抑制炎症反应。

#### 4 结论

该试验结果表明,LPS 可引起脾淋巴细胞中 IL-17 蛋白和 mRNA 表达量增加,而连翘酯苷 A 可导致 LPS 组鸡脾淋巴细胞 IL-17 蛋白和 mRNA 表达量下降,IL-17 蛋白与各自 mRNA 的表达量成正相关,连翘酯苷 A 可通过抑制鸡脾淋巴细胞中 IL-17 蛋白和 mRNA 表达量,体外免疫试验结果表明,连翘酯苷 A 可抑制 LPS 诱导产生的炎症效应,缓解炎症反应。

#### 参考文献

- [1] 张学人. 中药提取物连翘酯苷 A 对内毒素血症小鼠的免疫调节作用及相关机制研究[J]. 中医药导报, 2016, 22(21): 57-60.
- [2] 王子萌, 王维, 马毓蓉, 等. IL-17A 促进中耳上皮细胞凋亡加重组织损伤[J]. 免疫学杂志, 2017, 33(3): 208-213.
- [3] ZRIOUAL S, TOH M L, TOURNADRE A, et al. IL-17RA and IL-17RC receptors are essential for IL-17A-induced ELR + CXCL chemokine expression in synovialocytes and are overexpressed in rheumatoid blood[J]. J Immunol, 2008, 180(1): 655-663.
- [4] 郭佳琦, 钱鑫. IL-17F 与肿瘤关系的研究进展[J]. 免疫学杂志, 2017, 33(1): 78-83.
- [5] 罗家明. IL-23/IL-17 轴在 EAE 发病机制中的作用及其实验性干预研究[D]. 重庆: 重庆医科大学, 2008.
- [6] 程广东. 连翘酯苷 A 对鸡脾和血中炎症细胞因子及抗氧化性能影响[D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2014.
- [7] 吴景华, 郭佳培, 曹青, 等. 青蒿素通过抑制 IL-17/IL-17R 表达诱导肝癌细胞凋亡的机制研究[J]. 现代预防医学, 2017, 44(4): 697-700.
- [8] 阮洪生, 牟晋珠. 表儿茶素对脂多糖诱导 RAW264.7 细胞分泌炎症因子的影响[J]. 中国实验方剂学杂志, 2017, 23(4): 159-163.
- [9] 葛建彬, 卢红建, 宋新建, 等. 枸杞多糖对小鼠脑缺血再灌注损伤的保护作用及其抑制 NF- $\kappa$ B, TNF- $\alpha$ , IL-6 和 IL-1 $\beta$  表达的机制[J]. 中国中药杂志, 2017, 42(2): 326-331.
- [10] 王玉明, 杨正涛, 张乃生. 芹菜素对 LPS 诱导小鼠急性肺损伤的保护作用[J]. 安徽农业科学, 2015, 43(35): 187-189.
- [11] 刘利民. 复方黄连素对萎缩性胃炎的治疗效果及对 IL-6、IL-17 的影响[J]. 中国处方药, 2016, 14(12): 7-8.
- [12] 张海佳, 沙素梅, 徐斌, 等. IL-17 在黏附侵袭性大肠杆菌感染小鼠结肠过程中的作用机制研究[J]. 现代生物医学进展, 2017, 17(17): 3211-3215, 3205.
- [13] 魏良鑫, 崔燕, 钱和. 芦荟苷对亚慢性 AFB<sub>1</sub> 致大鼠免疫损伤的干预作用[J]. 安徽农业科学, 2015, 43(12): 10-14, 21.

(上接第 71 页)

- [10] 任红英, 胡红云, 杨小红, 等. 高效液相色谱-质谱法测定香姜中有机氯农药残留[J]. 安徽农业科学, 2016, 44(2): 116-118.
- [11] 吴永宁, 赵云峰, 陈慧京, 等. 食品中有机氯农药多组分残留量的测定:

GB/T 5009.19—2008[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.

- [12] 刘潇威, 买光熙, 李凌云, 等. 蔬菜和水果中有机磷、有机氯、拟除虫菊酯和氨基甲酸酯类农药残留多残留的测定: NY/T 761—2008[S]. 北京: 中国农业出版社, 2008.

## 科技论文写作规范——文内标题

文章内标题力求简短,一般不超过 20 字,标题内尽量不用标点符号。标题顶格书写,文内标题层次不宜过多,一般不超过 4 级,分别以 1;1.1;1.1.1;1.1.1.1 方式表示。