

# 应用本土化质谱SCIEX Triple Quad™ 系统测定25版药典规定中药材中9种水溶性植物生长调节剂的检测方案

## Quantitative Analysis of 9 Plant Growth Regulators in Traditional Chinese Medicine by Localization Mass Spectrometry SCIEX Triple Quad™ System

史晓媛, 钟晨春, 龙志敏, 刘冰洁

Xiaoyuan Shi, Chenchun Zhong, Zhimin Long, Bingjie Liu

SCIEX 应用支持中心, 中国

**Key words:** Localization SCIEX Triple Quad™, Traditional Chinese Medicine, Plant Growth Regulator, Quantitation

### 引言

植物激素是指植物体内天然存在的对植物生长、发育有显著作用的微量有机物质。植物生长调节剂 (plant growth regulators, PGRs), 是人工合成的 (或从微生物中提取的天然), 具有和天然植物激素相似生长发育调节作用的有机化合物。根据《农药管理条例》及配套规章, 植物生长调节剂归类于农药范畴, 需遵循农药登记、生产、经营、使用等全链条监管要求。近年来, PGR 被广泛应用于中药的种植栽培过程。但是植物生长调节剂的不合理使用, 导致中药材品质下降, 同时也影响了药材的安全性。为了推动中药材产业的健康发展, 2025版《中国药典》新增了植物生长调节剂残留量测定法。本方案针对植物生长调节剂残留量测定法第二法建立液质方法和前处理方法, 为中药材中植调剂检测工作提供完整、灵敏、可靠的解决方案。

### 前处理方法

参考25版药典《第二法9种水溶性植物生长调节剂残留量测定法》QuEChERS法

前处理耗材: 分散固相萃取净化管

### 实验设备



图1. ExionLC™ AD系统和本土化SCIEX Triple Quad™ 系统

### 液相方法

色谱柱: BEH Amide (1.7 μm 100×2.1mm)

流动相: A: 50mmol/L 甲酸铵溶液 (用甲酸调pH值至3);

B: 乙腈

流速: 0.3 mL/min;

进样体积: 5 μL

梯度洗脱

表1. 液相梯度条件

时间 (min)	A%	B%
0.0	3.0	97.0
1.0	3.0	97.0
5.0	30.0	70.0
7.0	50.0	50.0
8.0	50.0	50.0
8.1	3.0	97.0
10.0	3.0	97.0

## 质谱方法

数据采集方法: MRM (多反应监测)

离子源: ESI源正模式/负模式

气帘气CUR: 35psi                      IS电压: +5500V/-4500V

源温度 TEM: 650°C                      雾化气Gas1: 50psi

辅助气Gas2: 55psi                      碰撞气CAD: Medium

多反应监测离子通道如表2

## 实验结果

### 1. 典型色谱图

20ng/mL 基质加标样品典型谱图见图2。从图2可以看出, 色谱峰峰形良好。

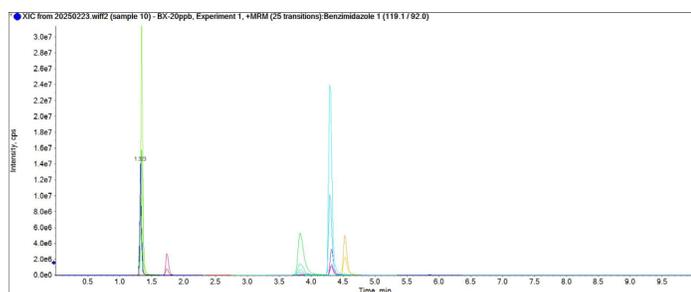


图2. 9种化合物提取离子色谱图

### 2. 灵敏度和线性

按照QuEChERS前处理流程对中药半夏进行提取获得空白基质溶液。将9种植剂剂稀释至对应浓度水平, 化合物响应高, 定量下限为1 µg/kg-10 µg/kg, 完全满足药典需求。9种水溶性植调剂的线

表2. MRM离子对信息

母离子Q1 (m/z)	子离子Q3 (m/z)	保留时间 (min)	化合物	DP	CE
119.1	92	1.3	苯并咪唑 1	120	33
119.1	65.1	1.3	苯并咪唑 2	120	43
122.1	58.1	4.3	矮壮素 1	80	43
122.1	59.1	4.3	矮壮素 2	80	26
122.1	63	4.3	矮壮素 3	80	29
126	58.1	4.31	氘代矮壮素 1	95	43
126	59.1	4.31	氘代矮壮素 2	95	26
161.1	143.1	3.96	丁酰肼 1	70	16
161.1	115.1	3.96	丁酰肼 2	70	24
161.1	61.1	3.96	丁酰肼 3	70	17
85	68.1	1.74	双氰胺 1	73	27
85	43.1	1.74	双氰胺 2	73	22
113	67.1	3.87	抑芽丹 1	88	24
113	53	3.87	抑芽丹 2	88	31
113	85	3.87	抑芽丹 3	88	24
114.1	98.1	4.55	甲哌鎗 1	95	36
114.1	58.1	4.55	甲哌鎗 2	95	35
114.1	84.1	4.55	甲哌鎗 3	95	39
138.1	120.1	1.33	吡啶醇 1	88	23
138.1	92	1.33	吡啶醇 2	88	33
138.1	78	1.33	吡啶醇 3	88	42
220.1	136.1	3.84	反式玉米素 1	95	26
220.1	202.2	3.84	反式玉米素 2	95	20
220.1	148.1	3.84	反式玉米素 3	95	22
220.1	185	3.84	反式玉米素 4	95	24
151.9	62.9	5.84	调节磷 1	-50	-32
151.9	109	5.84	调节磷 2	-50	-14
151.9	81	5.84	调节磷 3	-50	-22

性关系良好, 相关系数 $r^2 > 0.99$ 。图3为内标法定量, 9种植调剂的标准曲线。

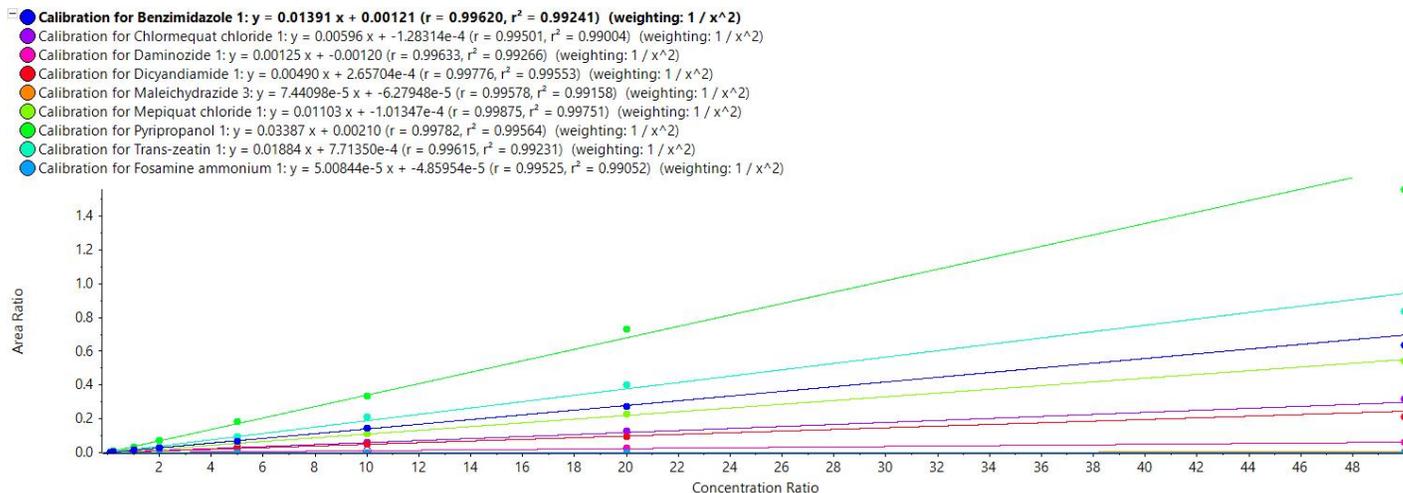


图3. 标准曲线和线性回归方程，线性相关系数  $r^2 > 0.99$

### 3. 回收率

称取9份半夏粉末，分别加入标准溶液配制最终进样浓度为3, 15, 40 ng/mL低、中、高三个浓度，每个浓度平行配制3个，每个浓度进样两次，按照实验方法中样本QuEChERS前处理流程进行提取。低、中、高3个不同浓度的提取回收率结果中（见表3），化合物回收率在70~110%之间；每个浓度下提取回收率结果RSD均在15%以内，满足药典对方法学要求。

表3. 部分化合物不同添加浓度样本回收率表

化合物	低浓度 (3ng/mL)		中浓度 (15ng/mL)		高浓度 (40ng/mL)	
	回收率 (%)	RSD (%)	回收率 (%)	RSD (%)	回收率 (%)	RSD (%)
苯并咪唑	107.47	3.99	88.85	3.44	77.61	2.91
矮壮素	100.70	3.53	98.71	4.27	103.18	1.62
丁酰肼	75.10	5.67	77.98	1.76	83.70	0.93
双氰胺	85.40	6.51	90.67	2.01	72.67	2.22
抑芽丹	84.39	5.62	83.46	1.26	89.18	6.61
甲哌鎓	93.23	3.49	94.79	1.82	88.15	1.98
吡啶醇	92.36	5.06	102.13	3.87	83.62	2.74
反式玉米素	86.63	3.75	80.30	3.84	72.58	1.47
调节膦	85.63	4.96	84.25	3.80	85.17	4.38

### 符合法规要求的SCIEX OS软件

SCIEX OS软件是一个封闭系统，记录和签名以电子方式存储，符合21 CFR Part 11中列出的法规要求。SCIEX OS软件可以通过指定的处理工作站，从封闭网络内的任何可见存储位置打开原始数据文件。图4展示了SCIEX OS软件的特点，用于监控审计跟踪、执行采集、处理数据和配置用户访问。审计跟踪功能使用户能够监控高风险事件并评估数据完整性。中央管理员控制台(CAC)功能允许用户将采集和处理集中在一个平台上，以提高实验室的效率。使用配置模块，用户可以分配角色和访问管理员、方法开发人员、分析师和审核员。

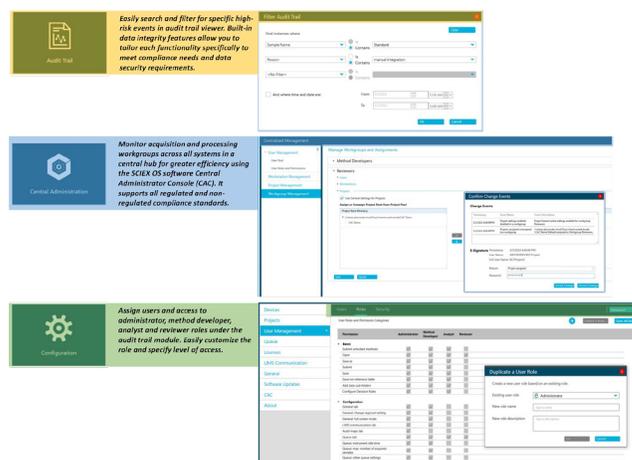


图4. SCIEX OS软件可用于监控审计跟踪、执行采集、处理数据和配置用户访问

## 总结

本文根据国家药典委发布2025年版《中国药典》植物生长调节剂残留量测定法第二法对中药材中9种水溶性植物生长调节剂残留的测定要求，使用本土化SCIEX Triple Quad™ 质谱系统建立了9种植物生长调节剂的LC-MS/MS分析方法，同时在多种中药材基质中进行验证，结果表明，该方法灵敏度高、准确度和精密度良好，满足药典规定的检测需求，可用于中药材中植物生长调节剂的定量分析。

SCIEX临床诊断产品线仅用于体外诊断。仅凭处方销售。这些产品并非在所有国家地区都提供销售。获取有关具体可用信息，请联系当地销售代表或查阅<https://sciex.com.cn/diagnostics>。所有其他产品仅用于研究。不用于临床诊断。本文提及的商标和/或注册商标，也包括相关的标识、标志的所有权，归属于AB Sciex Pte. Ltd. 或在美国和/或某些其他国家地区的各权利所有人。

© 2025 DH Tech. Dev. Pte. Ltd. MKT-35242-A



### SCIEX中国

北京分公司  
北京市昌平区生命科学园科学园路  
18号院A座一层  
电话：010-5808-1388  
传真：010-5808-1390

全国咨询电话：800-820-3488, 400-821-3897

上海公司及中国区应用支持中心  
上海市长宁区福泉北路518号  
1座502室  
电话：021-2419-7201  
传真：021-2419-7333

官网：[sciex.com.cn](http://sciex.com.cn)

广州办公室  
广州国际生物岛星岛环北路1号  
B2栋501、502单元  
电话：020-8842-4017

官方微信：[SCIEX-China](#)