

文章编号:1001-6880(2016)11-1752-06

# 模拟加速试验研究陈皮挥发性成分与黄酮类成分动态变化规律

张 鑫,刘素娟,王智磊,王 福,陈鸿平,刘友平\*

成都中医药大学药学院 中药材质量标准化教育部重点实验室 中药资源  
系统研究与开发利用省部共建国家重点实验室培育基地,成都 611137

**摘要:**采用色谱分析方法,研究陈皮在模拟加速试验条件下挥发性成分和黄酮类成分含量的动态变化规律,以探究陈皮“陈久者良”科学内涵。采用静态顶空进样提取挥发性成分,气相色谱-质谱联用(GC-MS)和自动质谱退卷积定性系统(AMDIS)结合 Kováts 保留指数(Retention index, RI)对挥发性成分进行分析;利用 HPLC-DAD 法、UV 紫外分光光度法测定样品中的黄酮含量。结果表明陈皮挥发性成分的含量均有下降,低沸点成分下降明显;黄酮类成分总黄酮与橙皮苷的含量呈先增后减的趋势,川陈皮素含量呈增加趋势。模拟加速试验方法用于研究中药贮藏过程中化学成分动态变化结果满意,但指标性成分含量变化对于表征陈皮药效组分整体特性变化具有局限性,应研究建立陈皮在贮藏中主要药效物质的化学特性表征谱,从物质基础变化角度阐释陈皮“陈久者良”科学内涵。

**关键词:**陈皮;陈久者良;挥发性成分;黄酮;模拟加速试验

中图分类号:R914

文献标识码:A

DOI:10.16333/j.1001-6880.2016.11.012

## Dynamic Variations of Volatiles and Flavonoids in Citrus Peel during Storage by Simulated Accelerated Test

ZHANG Xin, LIU Su-juan, WANG Zhi-lei, WANG Fu, CHEN Hong-ping, LIU You-ping\*

Department of Pharmacy, Chengdu University of TCM, Standardization education ministry key laboratory of traditional Chinese medicine, The Breeding Base of State Key Laboratory of Resources System Research and Development Utilization of Chinese Herbal Medicines Co-construction by The Ministry of Science and Technology of the PCR and Sichuan Province, Chengdu 611137, China

**Abstract:** Through the chromatographic analysis method, researches were carried out on the dynamic variation rules of volatiles and flavonoids in Citrus Peel under the condition of simulated accelerated test, in order to explore the scientific connotation of the concept of “the older one is the better one” for Citri Reticulatae Pericarpium (CRP). With GC-MS and AMDIS combined with Kovats retention index (RI), an analysis was made for volatile components extracted using static headspace; flavonoid content in samples was measured through HPLC-DAD and UV spectrophotometry method. The result showed the contents of volatile components were all decreased and those with low boiling points had a more significant declination; the flavonoids component content of total flavonoids and hesperidin tended to increase at first and then decrease, while the content of nobiletin had an increasing tendency. When simulated accelerated test method was used to study the dynamic variation of the chemical components of traditional Chinese medicine in storage, the result was satisfactory. But there was limitation for the index component content variation to represent the characteristic variation of overall efficacy composition in CRP. A characteristic spectrum of chemical properties should be researched and established for the main efficient materials of CRP in storage, so as to explain the scientific connotation of the concept of “the older one is the better one” for CRP at the point of material basic variation.

**Key words:**Citri reticulatae pericarpium; the older, the better; volatile components; flavonoids; simulated accelerated test陈皮为芸香科植物橘 *Citrus reticulata* Blanco 及

收稿日期:2016-07-11 接受日期:2016-09-29

基金项目:国家自然科学基金(81072991);国家基础科学人才培养基金(J1310034);川产大宗药材川陈皮快速无损模

式识别及品质评价模型研究(2015JY0012)

\* 通讯作者 Tel:86-28-61800103;E-mail:liuyouping@163.com

其栽培变种的干燥成熟果皮,始载于《神农本草经》,列为上品,具有理气健脾,燥湿化痰之功<sup>[1]</sup>,为常用大宗中药材。陈皮为中药“六陈”之一,传统中医理论认为陈皮“陈久者良”<sup>[2]</sup>,以陈为用,道地药材“新会陈皮”贮藏长达数十年<sup>[4]</sup>,因此,研究陈皮

“陈久者良”的化学成分动态变化,对于认识不同贮藏年限陈皮的品质差异及其规范陈皮药材的科学贮藏养护具有重要的意义。

对陈皮“陈久者良”的原因探究,均采用在自然状态下不同贮藏年份(1~40年)陈皮样品进行成分含量比较研究<sup>[5,6]</sup>,但同批次、不同贮藏年份的陈皮样品收集难度较大,且市售陈皮样品其实际贮藏年份难以准确界定,这为陈皮“陈久者良”的原因探究增加了难度。关于不同贮藏年份陈皮黄酮类成分的变化,研究结果差异性较大<sup>[6-10]</sup>,可能是受采样方法随机、同批次样品不足、不具连续性和产地代表性不同所致,因此在研究过程中,保证药材基原、产地来源、产地代表性、同批次样本和前处理方法的一致性意义重大。

加速试验是研究化学药物稳定性的试验方法<sup>[11-13]</sup>,本研究以“定产地、定品种、同批次”的思路确保研究陈皮样本的一致性,参照药品加速试验方法设置条件,将陈皮样品置于高温高湿(温度30℃,相对湿度75%)培养箱中,模拟加速实验以缩短研究周期,采用色谱分析方法研究陈皮在模拟加速实验条件下挥发性成分与黄酮类成分的动态变化规

律,以期阐释陈皮“陈久者良”科学内涵。

## 1 仪器与材料

Agilent 7890 A GC 气相色谱仪, Agilent 5975C MSD 质谱仪, Agilent 7697 A HS 顶空进样器, 色谱数据处理系统(MSD Chemstation Data Analysis Application、AMDIS Chromatogam), Agilent 1260 高效液相色谱仪(美国 Agilent 科技有限公司), 岛津 LC-20AT 型 HPLC 色谱仪(日本岛津公司), UV-1100 型紫外-可见分光光度计(上海天美科技有限公司), HWS 型恒温恒湿培养箱(北京中兴伟业仪器有限公司)。NIST 11 质谱数据库正构烷烃混合对照品 C<sub>7</sub>~C<sub>30</sub>(Sigma 公司, 编号:49451-U), 含量测定对照品:芸香柚皮苷纯度 99.73%、橙皮苷(纯度 99.70%)、川陈皮素(纯度 99.46%)、桔红素(纯度 99.77%)、辛弗林(纯度 99.53%)均购自成都曼思特生物科技有限公司。

在广东、四川省、重庆收集当年产的橘皮,经低温干燥后备用,样品均经成都中医药大学药学院中药鉴定教研室严铸云教授鉴定,鉴定结果与样品信息见表 1。

表 1 样品信息表  
Table 1 The samples used in this study

编号 Number	品种名 Variety Name	采样地点 Sampling Sites	采样时间 Sampling Time
S1	茶枝柑 <i>C. reticulata</i> ‘Chachi’	广东省江门市新会区	2015.11.30
S2	大红袍 <i>C. reticulata</i> ‘Dahongpao’	四川省成都市大邑县	2015.11.14
S3	大红袍 <i>C. reticulata</i> ‘Dahongpao’	重庆市璧山区健龙镇	2015.12.16

## 2 实验方法

### 2.1 样品前处理

取干燥后的橘皮粉末(三号筛)100 g 置于恒温恒湿培养箱内,设置温度30℃,湿度75%,加速处理60 d,自30 d开始取样,之后每隔5 d取样进行含量测定。

### 2.2 挥发性成分的含量测定

#### 2.2.1 顶空条件

取样品各0.5 g,精密称定,放入容量为20 mL的顶空进样瓶中,密封,置顶空进样器中进样。顶空进样参数:样品瓶加热温度120℃;样品环温度140℃;传输线温度160℃;样品环平衡时间10 min,进样时间0.5 min。

#### 2.2.2 GC-MS 分析条件

色谱柱 HP-5MS 5% Phenyl Methyl Siloxane (0.25 μm × 30 m × 0.25 mm), 电离方式 EI, 离子源温度230℃, 气化室温度260℃, 接口温度270℃, 程序升温:初始温度40℃,以30℃/min升温至100℃,保持2 min,再以15℃/min升温至270℃。电子能量70 eV,扫描范围50~600 m/z。

### 2.3 芸香柚皮苷、橙皮苷、川陈皮素、桔红素4种黄酮类成分的含量测定

#### 2.3.1 色谱条件

色谱柱: ZORBAX SB-C<sub>18</sub> (4.6 × 200 mm, 5 μm);流动相:0.05%磷酸水-乙腈,按以下梯度程序洗脱:0~10 min, 20%~30%乙腈;10~20 min, 30%~50%乙腈;20~30 min, 50%~60%乙腈;30~35

min, 60% ~ 90% 乙腈; 35 ~ 40 min, 90% ~ 100% 乙腈; 柱温: 30 °C; 流速: 0.7 mg/mL; 检测波长: 芸香柚皮苷、橙皮苷为 283 nm, 川陈皮素、桔红素为 335 nm; 进样量: 5.0 μL。

### 2.3.2 供试品溶液的制备

精密取样品 0.20 g, 加入甲醇 25 mL, 称重, 在 75 °C 下水浴回流 1 h, 冷却, 再次称重, 用溶剂补足重量, 过滤, 取续滤液过 0.22 μm 微孔滤膜, 即得供试品溶液。

### 2.3.3 对照品溶液的制备

精密称取芸香柚皮苷、橙皮苷、川陈皮素、橘皮

素适量, 加入甲醇定容至 5 mL 容量瓶中配制成对照品浓度为芸香柚皮苷 0.0079 mg/mL、橙皮苷 0.0546 mg/mL、川陈皮素 0.0528 mg/mL 和桔红素 0.0206 mg/mL 的混合对照品溶液。

### 2.3.4 标准曲线的绘制及线性范围

分别精密吸取 4 种混合对照品溶液 2.0、4.0、6.0、7.0、8.0、10.0 μL, 注入液相色谱仪, 按选定的色谱条件测定峰面积, 分别以 4 种混合对照品的含量(μg)为横坐标(X), 峰面积的积分值为纵坐标(Y), 进行线性回归, 4 种黄酮类成分对照品的回归方程及线性范围见表 2。

表 2 回归方程及线性范围

Table 2 Regression equation and linear range

对照品名称 Name	线性回归方程 Regression Equation	相关性系数 R <sup>2</sup> Relative coefficient	线性范围 Linear range (μg)
芸香柚皮苷 Narirutin	$Y = 16588X + 5.68$	0.9998	0.0158 ~ 0.0790
橙皮苷 Hesperidin	$Y = 12502X + 19.457$	0.9999	0.1092 ~ 0.4560
川陈皮素 Nobletin	$Y = 17417X - 6.38$	1	0.1056 ~ 0.5280
桔红素 Tangeretin	$Y = 15931X - 3.7733$	1	0.0411 ~ 0.2056

## 2.4 总黄酮的含量测定

### 2.4.1 供试品溶液的制备

精密称取样品 0.20 g, 加入甲醇 25 mL, 称重, 在 75 °C 下水浴回流 1 h, 冷却, 再次称重, 用溶剂补重, 过滤, 即得供试品溶液。

### 2.4.2 对照品溶液的制备

精密称取橙皮苷对照品, 加甲醇定容至 10 mL 容量瓶中配成浓度为 0.427 mg/mL 的橙皮苷对照品贮备液。

### 2.4.3 标准曲线的绘制及线性范围

精密量取橙皮苷对照品溶液 0.25、0.50、1.0、1.2、1.5、2.0 mL, 置于 25 mL 容量瓶中, 用甲醇定容至刻度, 测定其吸光度, 以橙皮苷对照品浓度为横坐标(X), 吸光度值为纵坐标(Y), 作线性回归, 得橙皮苷对照品标准曲线为  $Y = 32.117X + 0.00836$ ,  $R^2 = 0.9996$ 。

## 2.5 统计学分析

应用 SPSS21.0 软件进行统计分析。计量资料以均数 ± 标准差表示, 符合正态分布用单因素方差分析或独立样本 t 检验, 不符合正态分布采用非参数检验,  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

### 2.6 保留指数的测定

取正构烷烃 C<sub>7</sub> ~ C<sub>30</sub> 混合对照品, 按照“2.2”项

下色谱条件分析。根据 Van Den Dool 与 Kratz 提出的公式计算各待鉴定化合物的保留指数。RI = 100 ( $t_x - t_n$ ) / ( $t_{n+1} - t_n$ ), 其中,  $t_x$  为被分析组分的保留时间(min),  $t_n$ 、 $t_{n+1}$  分别为碳原子数为 n 和 n + 1 的正构烷烃的保留时间(min), 且  $t_{n+1} > t_x > t_n$ 。

## 3 结果与分析

### 3.1 黄酮类成分含量测定结果

图 3 为 S1 样品黄酮类成分的变化规律, 结合表 3 可知, S1、S2 和 S3 样品中黄酮类成分的含量变化较为相似, 其中总黄酮:3 批样品变化均为先增加后降低, 分别在 45、55 和 60 d 时达到较高水平; 芸香柚皮苷:S4、S1 有上升趋势, 分别在 35、55 d 时含量与处理 0 d 相比具有显著性, S2 波动变化较小, 无明显变化; 橙皮苷:与芸香柚皮苷含量变化相似, S1 含量先增加后降低, 在 45 d 时达到较高水平, S2、S3 呈上升趋势, S2 在 35 d 时其含量与处理 0 d 相比具有显著性。川陈皮素:3 批样品均呈现上升趋势, 其中 S3 上升的程度较明显, S1 在 45 d 时含量与处理 0 d 相比有显著性。桔红素:S2、S3 呈上升趋势, S3 上升程度明显, S1 含量波动变化较小。

### 3.2 挥发性类成分含量测定结果

按“2.6”项下分析条件对 S1、S2、S3 顶空进样

表3 陈皮药材中黄酮类化合物含量测定结果( $n=3$ )  
Table 3 Determination result of flavonoids in PCR samples ( $n=3$ )

编号 No.	处理天数 Treated days (d)	芸香柚皮苷 Narirutin (%)	橙皮苷 Hesperidin (%)	川陈皮素 Nobiletin (%)	桔红素 Tangeretin (%)	总黄酮 Total flavonoids (%)
S1	0	0.04 ± 0.01	1.97 ± 0.11	0.32 ± 0.00	0.21 ± 0.00	4.32 ± 0.16
	30	0.05 ± 0.00	2.89 ± 0.01	0.43 ± 0.02	0.27 ± 0.01 *	6.67 ± 0.24
	35	0.05 ± 0.01	3.97 ± 0.21 *	0.60 ± 0.03	0.32 ± 0.01 *	9.16 ± 0.49
	45	0.05 ± 0.02	4.27 ± 0.23 *	0.69 ± 0.02	0.37 ± 0.01 *	10.29 ± 0.34
	55	0.07 ± 0.01	4.86 ± 0.14 *	0.84 ± 0.03	0.44 ± 0.01 *	12.19 ± 0.12
	60	0.06 ± 0.00	5.30 ± 0.28 *	1.06 ± 0.03	0.55 ± 0.01 *	13.89 ± 0.18
S2	0	0.09 ± 0.01	7.79 ± 0.31	0.57 ± 0.04	0.29 ± 0.02	10.58 ± 0.33
	30	0.19 ± 0.02	12.93 ± 1.57	0.93 ± 0.05 *	0.23 ± 0.02	20.26 ± 1.81
	35	0.17 ± 0.02	15.74 ± 2.93	1.20 ± 0.08	0.25 ± 0.02	22.93 ± 3.39
	45	0.22 ± 0.03	20.05 ± 1.30	1.38 ± 0.05 *	0.28 ± 0.02	35.54 ± 1.73 *
	55	0.20 ± 0.00 *	20.00 ± 0.36	1.41 ± 0.05 *	0.28 ± 0.00	35.19 ± 1.84 *
	60	0.17 ± 0.01 *	14.80 ± 1.36	1.74 ± 0.04 *	0.36 ± 0.01	25.77 ± 3.59
S3	0	0.10 ± 0.00	7.32 ± 0.27	0.78 ± 0.03	0.42 ± 0.01	12.82 ± 0.33
	30	0.07 ± 0.00	4.62 ± 4.05	0.87 ± 0.03	0.43 ± 0.01	10.19 ± 0.28
	35	0.11 ± 0.00 *	8.05 ± 0.03	1.01 ± 0.02	0.51 ± 0.01	11.31 ± 0.39
	45	0.09 ± 0.00	10.14 ± 0.64	1.54 ± 0.04	0.75 ± 0.00	12.15 ± 0.42
	55	0.14 ± 0.01	15.15 ± 1.49	2.23 ± 0.06	1.10 ± 0.03	14.15 ± 1.22
	60	0.14 ± 0.01	15.37 ± 2.60	2.84 ± 0.08	1.36 ± 0.04	9.83 ± 0.27

注:与处理天数(0)相比, \*  $P < 0.05$ ; \*\*  $P < 0.01$ 。

Note: Compare with 0 day, \*  $P < 0.05$ ; \*\*  $P < 0.01$ .

进行 GC-MS 分析, 对色谱峰采用总体积积分和归一化法得到各组分的定性、定量分析结果。数据经 MSD Chemstation Data Analysis Application 软件分析得到化合物质谱, 数据经 AMDIS Chromatogam 软件分析得到相应保留时间的 RI 计算值, 根据所分辨质谱和 RI 计算值在 NIST 11 质谱数据中检索得到, 得出 12 个各批次共有的主要成分, 这 12 个成分的变化在一定程度上可以代表挥发性成分的变化情况,

结果见表 4。由表 4 可知, 样品挥发油各成分的含量均有下降。 $\alpha$ -蒎烯、 $\alpha$ -水芹烯、 $\alpha$ -萜品烯、柠檬烯和二甲氨基苯甲酸甲酯含量一直降低, 其中  $\alpha$ -蒎烯、 $\alpha$ -水芹烯、 $\alpha$ -萜品烯迅速降低至较低水平后缓慢降低, 柠檬烯和  $\alpha$ -金合欢烯含量逐渐下降, 其中柠檬烯含量下降明显,  $\beta$ -蒎烯、对伞花烃含量下降缓慢,  $\gamma$ -萜品烯、芳樟醇、4-松油醇和  $\alpha$ -松油醇含量无明显变化。

表4 不同处理时间主要成分相对含量分析结果

Table 4 Results of the relative contents of volatile components in different treated days

RI	中英文名 Name	相对含量 Relative content (%)																	
		S1 不同处理时间 Different treated days for S1 (d)						S2 不同处理时间 Different treated days for S2 (d)						S3 不同处理时间 Different treated days for S3 (d)					
		0	30	35	45	55	60	0	30	35	45	55	60	0	30	35	45	55	60
930	$\alpha$ -蒎烯 $\alpha$ -Pinene	0.800	0.754	0.598	0.550	0.419	0.341	0.634	0.618	0.561	0.261	0.334	0.252	0.800	0.530	0.518	0.485	0.443	0.329
986	$\beta$ -蒎烯 $\beta$ -Pinene	1.200	1.034	0.987	1.012	0.743	0.680	0.901	0.872	0.748	0.450	0.371	0.382	1.159	1.230	0.922	0.844	0.691	0.716
999	$\alpha$ -水芹烯 $\alpha$ -Phellandrene	1.169	0.515	0.554	0.609	0.976	0.204	2.669	2.492	2.694	2.089	1.343	0.628	1.935	1.342	1.561	1.947	1.325	1.084
1011	$\alpha$ -萜品烯 $\alpha$ -Terpinen	1.348	0.329	0.229	0.212	0.200	0.214	0.846	0.770	0.483	0.358	0.190	0.258	0.735	0.324	0.330	0.319	0.276	0.226
1020	对伞花烃 $p$ -Cymene	7.216	6.406	6.902	5.866	3.376	2.671	6.937	6.142	6.829	5.753	5.488	4.295	0.937	0.889	0.914	1.381	1.286	0.940
1026	柠檬烯 Limonene	34.06736	15032	35424	36022	46616	92636	22135	0.06231	92833	17615	76513	0.07850	44541	81133	30420	17822	785	21.096

RI	中英文名 Name	相对含量 Relative content (%)																	
		S1 不同处理时间 Different treated days for S1 (d)						S2 不同处理时间 Different treated days for S2 (d)						S3 不同处理时间 Different treated days for S3 (d)					
		0	30	35	45	55	60	0	30	35	45	55	60	0	30	35	45	55	60
1056	γ-蒎品烯 γ-Terpinene	7.508	6.652	6.290	7.228	7.165	6.876	3.024	2.266	3.088	2.383	2.295	2.148	3.215	3.218	2.616	1.430	1.622	2.985
1101	芳樟醇 Linalool	1.469	1.132	1.992	1.963	2.572	3.094	4.471	4.181	4.232	4.523	4.178	4.510	5.782	6.174	5.971	6.227	5.313	7.236
1182	4-松油醇 Terpinen-4-ol	1.927	1.760	1.782	1.611	1.414	1.381	1.830	1.660	1.782	1.511	1.614	1.381	1.041	0.765	0.926	1.134	0.843	0.958
1194	α-松油醇 α-Terpineol	2.668	1.910	2.628	2.641	2.524	1.226	2.571	1.873	1.272	1.541	1.894	2.702	2.816	2.822	2.407	2.124	2.709	2.705
1417	二甲氨基苯甲酸甲酯 Methyl N-methylantranilate	4.978	2.462	1.117	0.887	0.675	0.359	5.410	3.269	0.614	0.541	0.507	0.481	4.839	3.286	2.150	1.878	0.155	0.128
1512	α-金合欢烯 α-Farnesene	1.470	1.344	1.583	0.971	0.980	0.881	1.241	1.443	1.319	0.980	1.062	0.837	0.883	0.788	0.819	0.687	0.572	0.401

## 4 讨论与结论

本研究采用模拟加速试验研究陈皮在贮藏过程中黄酮类和挥发性成分的动态变化规律,使贮藏环境的温、湿度得到有效控制,缩短研究周期,“定产地、定品种、同批次”确保了样品一致性。挥发性成分的研究结果表明,随着加速处理时间的增加含量均有下降,一些低沸点成分如 $\alpha$ -蒎烯、 $\beta$ -蒎烯、 $\alpha$ -蒈品烯、柠檬烯含量呈下降趋势,其中柠檬烯含量下降明显,而 $\gamma$ -蒈品烯、芳樟醇、4-松油醇和 $\alpha$ -松油醇含量无明显变化。有学者<sup>[15]</sup>研究表明随着贮藏时间的增加,挥发性成分的含量逐渐降低。另有研究<sup>[9]</sup>证明新鲜和陈旧的陈皮样品的挥发油,低沸点成分随时间延长均有下降,而较高沸点成分下降,这与本研究结果一致。易伦朝<sup>[8]</sup>等提出陈皮越陈越好的主要依据是香气“纯正”,即气味“香醇”,主要是与长期贮存期间挥发油中含量最高的D-柠檬烯的逐渐降低有关。

黄酮类成分含量的变化结果表明,总黄酮与橙皮苷的含量呈先增后减的趋势,川陈皮素含量均呈增加趋势。就黄酮类成分而言,林林等<sup>[6]</sup>比较不同年份新会陈皮总黄酮和橙皮苷含量的变化规律,结果表明贮存期越长,总黄酮含量和橙皮苷含量越高。童红梅<sup>[16]</sup>分析不同贮藏年限陈皮中橘皮素、橙皮苷、川陈皮素等8中黄酮类成分的含量,结果表明5年、3年陈皮中的含量均高于1年、2年的陈皮和新鲜陈皮。郑国栋<sup>[10]</sup>认为随贮藏时间延长,广陈皮黄酮类成分含量有一定增高趋势,含量增高的原因比较复杂,既有可能与药材贮藏过程中相关酶的活性变化有关,又有可能与药材所含挥发性成分的散失有关。研究表明<sup>[17]</sup>陈皮中含有3,5,6,7,8,3',4'-七甲氧基黄酮、5-羟基-6,7,8,3',4'-五甲氧基黄酮和川陈皮素等多种多甲氧基黄酮,而本研究结果川陈

皮素增加有原因可能是陈皮中多甲氧基黄酮组分比例发生了变化,造成此现象的原因可能就与贮藏过程中酶的变化有关。

关于陈皮在贮藏过程中药效物质基础的变化已有大量文献报道,但大部分研究主要依靠单一成分或某几个指标成分来评价其内在品质,但仅以若干指标无法代表陈皮的药效成分整体特性。由于陈皮的来源复杂,成分复杂,因此今后研究应在“定产地、定品种、同批次”的基础上,采用特征指纹图谱的方法,研究建立陈皮贮藏过程中主要药效物质的化学表征谱,以化学特性表征其“陈化特性”,为陈皮“陈久者良”科学解释提供参考。

## 参考文献

- 1 Chinese Pharmacopoeia Commission (国家药典委员会). Pharmacopoeia of the People's Republic of China (中华人民共和国药典). Beijing: China Medical Science Press, 2015. Vol I, 191.
- 2 Tao HJ(陶弘景). Collective Commentaries on the Classic of Materia Medica (本草经集注). Kunming: Group Press, 1955. 360-362.
- 3 Lei X(雷敷). Leigong Master Lei's Discourse on Drug Processing(雷公炮炙论). Shanghai: Shanghai Institute of Traditional Chinese Medicine Press. 1986.
- 4 DB44/T 604-2009. The geographical indication products Xinhuai Citri Reticulatae Pericarpium(地理标志产品新会陈皮). 2009. 1-11.
- 5 Hu JT(胡继藤), Zhao ZM(赵志敏), Tang TX(唐铁鑫), et al. Content variation of volatile components in Xinhuai Citrus Reticulatae 'Chachi' of different storage time. Chin J Exp Tradit Med Formul(中国实验方剂学杂志), 2014, 20: 62-65.
- 6 Lin L(林林), Lin ZX(林子夏), Mo YY(莫云燕), et al. Dynamic analysis of the total flavone and the hesperidin from different specific years in XinHui dried tangerine peel. Lish-

- izhen Med Mater Med Res* (时珍国医国药), 2008, 19:1432-1433.
- 7 Ding CG(丁春光), Sun SQ(孙素琴), Zhou Q(周群), et al. Chemical fingerprint analysis of tangerine peel reserved for different years by HPLC-DAD and HPLC-HRMS. *Chin J New Drugs*(中国新药杂志), 2008, 17:927-930.
- 8 Yi LC(易伦朝), Xie PS(谢培山), Liang YZ(梁逸曾), et al. Validity test of parlance "Pericarpium Citri Reticulatae, the older the better" by GC/MS and HPLC. *Chin Pharm J* (中国药学杂志), 2005, 40:1610-1612.
- 9 Zheng MY(郑敏燕), Gu YZ(古元梓), Du A(杜安), et al. Comparative analysis of volatile components from Pericarpium Citri Reticulatae of different storage times by SPME/GC/MS. *Guangdong Chem Ind*(广东化工), 2011, 38:127-128.
- 10 Zheng GD(郑国栋), Jiang L(蒋林), Yang X(杨雪), et al. Different storage time wide variation of citrus flavonoids. *Chin Tradit Pat Med*(中成药), 2010, 6:977-980.
- 11 Zheng RL(郑仁礼), Qi S(祁珊), Chen M(陈敏). Accelerated stability test of compound protective lung granules. *China Pharm* (中国药师), 2011, 14:1368-1369.
- 12 Zhang NN(张宁宁), Wang YK(王胤凯), Huang LS(黄罗生), et al. Retention behavior study of tetramethylpyrazine in glycerin by classical constant temperature acceleration method. *Strait Pharm J*(海峡药学), 2011, 23:62-64.
- 13 Zhang L(张林), Liu RB(刘睿斌), Li XM(李秀梅). Application of accelerated test in determining the validity of blood products. *China Pharm*(中国药业), 2009, 18:41-42.
- 14 Xu YF(徐杨帆), Wang K(王凯), Huang ZP(黄章倍), et al. Studies on the dynamic variation of chemical constituents in related Chinese medicinal herbs of "Liuchen" adopting acceleration experiment design. *Strait Pharm J* (海峡药学), 2014, 26:18-21.
- 15 Luo Q(罗琼). The effect of storage duration and methods of processing in the quality of pericarpium citri reticulatae. *Acta Chin Med Pharm*(中医药学报), 2003, 31:27-28.
- 16 Tong HM(童红梅). Detection of oxidation resisting activity and content of flavonoid in different ChenPi with HPLC. *Gansu J Tradit Chin Med*(西部中医药), 2012, 25:17-19.
- 17 Yang J(杨洁). Study on chemical constituents from Citri Reticulatae Pericarpium. Changchun: Jilin University (吉林大学), MSc. 2013.

(上接第 1735 页)

- 8 Qian YX(钱一鑫), Kang JC(康冀川), Geng K(耿坤), et al. Study on antitumor and antioxidant activities of the endophytic fungi isolated from *Artemisia annua*. *J Fung Res*(菌物研究), 2014, 12:44-50.
- 9 Bai ZQ(白志强), Lin XP(林秀萍), Yang B(杨斌). Chemical constituents from the mangroves endophytic fungus *Pestalotiopsisversicolor*. *Nat Prod Res Dev*(天然产物研究与开发), 2014, 26:206-208.
- 10 Zhang L(张琳), Shao Y(邵赟), Zhao XH(赵晓辉). Chemical constituents of *Pedicularis longiflora* Rudolph. Var. *tubiformis* (Klotz). *Tsoong. Nat Prod Res Dev*(天然产物研究与开发), 2013, 25:40-43.
- 11 Fan XN(樊晓娜), Lin S(林生), Zhu CG(朱承根), et al. Aromatic constituents of *Heteroplexism irocephala* and their bioactivities. *China J Chin Mater Med*(中国中药杂志), 2011, 36:48-56.
- 12 Yuan JQ(袁经权), Yang JS(杨峻山), Miu JH(缪剑华). Study on flavonoids of *Eupatorium odoratum* L. *J Chin Med Mater*(中药材), 2007, 30:657-660.
- 13 Shen XL(沈小玲), Zeng HF(曾惠芳), Chen Z(陈珍), et al. Study on chemical constituents isolated from *Glycosmis citrifolia*. *Chin Pharm J*(中国药学杂志), 2002, 37:14-17.
- 14 Wang XS(王雪松), Che QM(车庆明), Li YM(李艳梅), et al. A study on chemical constituents in seeds of *Crataegus pinnatifida* Bge. Var. *major* N. E. Br. *China J Chin Mater Med*(中国中药杂志), 1999, 24:739-741.
- 15 Wang Q(王青), Miao WJ(苗文娟), Xiang C(向诚), et al. Chemical constituents in flavonoids from root of *Glycyrrhiza uralensis*. *Chin Tradit Herb Drugs*(中草药), 2014, 45:31-36.