

# 柱前衍生 RP-HPLC 测定女贞子中 21 种氨基酸含量

赵岩, 徐莹, 侯莹莹, 唐国胜, 赵天琦, 郭帅, 张连学\*  
(吉林农业大学 中药材学院, 长春 130118)

[摘要] 目的:建立一种采用柱前衍生 RP-HPLC 检测女贞子中游离氨基酸和水解氨基酸含量的方法。方法:采用 HPLC,用异硫氰酸苯酯进行柱前衍生,采用梯度洗脱的方法,检测女贞子中游离氨基酸和水解氨基酸含量。结果:21 种氨基酸线性范围在  $0.002 \sim 0.270 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,  $r$  均  $\geq 0.999 5$ ; 21 种游离氨基酸的平均加样回收率在  $88.33\% \sim 99.88\%$ , RSD 为  $0.6\% \sim 2.5\%$ , 水解氨基酸的平均加样回收率在  $90.32\% \sim 99.91\%$ , RSD 为  $0.5\% \sim 2.5\%$ 。结论:该方法适合测定女贞子中游离及水解氨基酸的含量。

[关键词] 女贞子; 氨基酸; 反相高效液相色谱法; 柱前衍生化

[中图分类号] R284.1 [文献标识码] A [文章编号] 1005-9903(2016)14-0079-05

[doi] 10.13422/j.cnki.syfjx.2016140079

[网络出版地址] <http://www.cnki.net/kcms/detail/11.3495.R.20160523.1033.034.html>

[网络出版时间] 2016-05-23 10:33

## Content Determination of 21 Kinds of Amino Acids in Ligustri Lucidi Fructus by RP-HPLC

ZHAO Yan, XU Ying, HOU Ying-ying, TANG Guo-sheng, ZHAO Tian-qi, GUO Shuai, ZHANG Lian-xue\*  
(Chinese Medicine Material College of Jilin Agricultural University, Changchun 130118, China)

[Abstract] **Objective:** To determine the contents of free amino acids and hydrolyzed amino acids from Ligustri Lucidi Fructus by pre-column derivatization RP-HPLC. **Method:** The samples were derived with phenylisothiocyanate (PITC) for pre-column derivatization and HPLC method was adopted. Gradient elution was applied to determine the contents of free amino acids and hydrolyzed amino acids in Ligustri Lucidi Fructus. **Result:** The 21 kinds of amino acids showed a good linearity in the ranges of  $0.002\text{-}0.270 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  with the correlation coefficients  $\geq 0.999 5$ . The average recovery rate was  $88.33\% \sim 99.88\%$  with relative standard deviation of  $0.6\% \sim 2.5\%$  for free amino acids, and  $90.32\% \sim 99.91\%$  with relative standard deviation of  $0.5\% \sim 2.5\%$  for hydrolyzed amino acids. **Conclusion:** This method is suitable for determining the contents of amino acids in Ligustri Lucidi Fructus.

[Key words] Ligustri Lucidi Fructus; amino acids; RP-HPLC; pre-column derivation

女贞子具有滋补肝肾、明目乌发之功效<sup>[1]</sup>。其资源丰富、化学成分多样,具有降血脂、降血糖、保护肝脏、延缓衰老、抗菌、抗肿瘤等作用<sup>[2-6]</sup>。

女贞子中有较高含量的氨基酸,其中包含人体所必须的氨基酸,但关于其测定方法及含量的文章报道较少。有研究报道女贞子及其炮制品中均含有

17 种水解氨基酸,其中包含 7 种人体必需种氨基酸<sup>[7]</sup>。在此基础上本试验新增了天冬酰胺、谷氨酰胺、胱氨酸和色氨酸 4 种氨基酸,分别测定了女贞子中 21 种游离和水解氨基酸的含量。氨基酸水解方法主要有酸水解法、微波辅助水解法、氧化水解法<sup>[8-11]</sup>等,测定方法主要有氨基酸自动分析仪分析

[收稿日期] 20150527(006)

[基金项目] 国家公益性行业科研专项(201303111);吉林省科技发展计划项(20140204013YY, 20150307012YY)

[第一作者] 赵岩,博士,副教授,从事天然药物化学与生物活性研究, Tel:13404325685, E-mail:zhyjlu79@163.com

[通讯作者] \*张连学,博士,教授,从事药用植物栽培与加工研究, Tel:13844847715, E-mail:zlx863@163.com

法, HPLC, 紫外检测法和细管电泳法测定<sup>[12-16]</sup>。本实验采用酸水结合柱前衍生反相高效液相色谱法, 测定女贞子中游离及水解氨基酸的含量, 为女贞子的研究利用提供参考。

## 1 材料

女贞子采自吉林农业大学, 经张连学教授鉴定为木犀科植物女贞 *Ligustrum lucidum* 的干燥成熟果实, 阴干, 备用。

甲醇、乙腈为色谱纯, 异硫氰酸苯酯 (PITC), 正己烷等其他试剂均为分析纯。21 种氨基酸混合对照品溶液 (纯度均 > 98%, 湖北青松化工有限公司)。

CXTH-3000 型高效液相色谱仪 (赛普锐斯科技有限公司), DZF6020 型真空干燥器 (上海恒科学仪器有限公司), SHB-B(IV)A 型循环水真空泵 (巩义市宏华仪器设备工贸有限公司), PHS-W 型 pH/mV 酸度计 (北京创誉科技有限公司), 氨基酸水解管 (北京中科越洋科技有限公司)。

## 2 方法与结果

**2.1 流动相的配制**<sup>[17]</sup> 流动相 A: 乙腈-水 (4:1), 量取乙腈 1.6 L, 水 0.4 L, 混匀, 利用 0.45 μm 滤膜过滤, 即得。流动相 B: 0.1 mol·L<sup>-1</sup> 乙酸钠 (pH 6.5)-乙腈 (93:7), 取乙酸钠 30 g 以水溶解, 用乙酸调 pH 6.5, 加水至 3.7 L, 再加乙腈 280 mL, 摇匀, 0.45 μm 滤膜过滤, 即得。

**2.2 制备氨基酸衍生试剂** 取 PITC 2 mL, 乙腈 8 mL, 混合, 即得 PITC 试剂 (衍生试剂 A)。取三乙胺 2 mL, 乙腈 8 mL, 混合, 即得三乙胺试剂 (衍生试剂 B)。

**2.3 混合氨基酸对照品溶液的配制** 准确称取所要测定的 21 种氨基酸, 加 0.1 mol·L<sup>-1</sup> 盐酸超声溶解, 制备得到胱氨酸浓度为 0.625 mmol·L<sup>-1</sup>, 其他氨基酸浓度为 1.25 mmol·L<sup>-1</sup> 的混合氨基酸对照品溶液, 在 4 °C 保存。

**2.4 游离氨基酸供试品溶液** 取样品 1.0 g, 加 50% 乙醇水溶液 150 mL, 超声提取 2 次, 每次 40 min, 过滤, 合并滤液, 于 75 °C 挥干, 用 50% 乙醇定容至 5 mL。取提取液 1 mL, 加衍生试剂 A 和 B 各 500 μL, 静置 1 h, 后加正己烷 1 000 μL 萃取, 取下层溶液用 0.45 μm 微孔滤膜过滤, 进行色谱分析。

**2.5 水解氨基酸供试品溶液** 依据文献<sup>[10]</sup> 的方法处理样品, 采用抽真空后充氮气的方法。称取样品 0.1 g, 置于氨基酸水解管中, 加入 6 mol·L<sup>-1</sup> 盐酸溶液 10 mL, 1% 苯酚溶液 1 mL, 抽真空后充氮气, 重

复 3 次, 放于 110 °C 烘箱中水解 22 h, 于 75 °C 挥干。为了除去残留的盐酸可加水 5 mL 挥干, 重复操作 2~3 次。加入水 2.5 mL, 超声 2 min 使其溶解后定容于 5 mL 量瓶中, 吸取提取液 1 mL, 加入衍生试剂 A 和 B 各 500 μL, 静置 1 h。之后加入正己烷 1 000 μL 萃取, 取下层溶液用 0.45 μm 微孔滤膜过滤, 进行色谱分析。

**2.6 色谱条件** Ultimate Amino Acid 氨基酸色谱专用柱 (4.6 mm × 250 mm, 5 μm), 检测波长 254 nm, 柱温 36 °C, 流速 1.0 mL·min<sup>-1</sup>, 进样量 10 μL, 流动相梯度洗脱 (0~11 min, 0%~6.5% A; 11~13.9 min, 6.5%~12% A; 13.9~17 min, 12%~13.4% A; 17~29 min, 13.4%~31% A; 29~32 min, 31%~70% A; 32~35 min, 70%~100% A; 35~42 min, 100% A; 42~45 min, 100%~0% A; 45~60 min, 0% A)。

**2.7 氨基酸标准曲线的建立** 分别取氨基酸混合对照品溶液 0.01~1.00 mL, 并分别加 0.1 mol·L<sup>-1</sup> 盐酸定容至 1.00 mL, 按 2.5 项下方法处理分析。以各氨基酸浓度为横坐标 (X, mmol·L<sup>-1</sup>), 峰面积积分为纵坐标 (Y), 进行线性回归, 得到 21 种氨基酸检测浓度在 0.002~0.270 mmol·L<sup>-1</sup> 与各自峰面积积分值呈良好的线性关系。21 种氨基酸的线性回归方程及相关系数见表 1。

**2.8 精密度试验** 取氨基酸混合对照品溶液 1.0 mL, 按 2.5 项下的方法处理后连续进样 6 次, 测定各氨基酸峰面积。结果 21 种氨基酸峰面积的 RSD 在 0.9%~1.0%, 表明仪器的精密度良好。

**2.9 重复性试验** 取同一批女贞子粉末按 2.4 和 2.5 项下方法制备游离和水解氨基酸的供试品溶液并衍生, 平行重复 6 组进行测定, 按照 2.6 项下色谱条件记录峰面积, 并且分别计算出氨基酸的含量。结果表明 21 种游离氨基酸含量的 RSD 在 1.0%~2.7%, 水解氨基酸含量的 RSD 在 0.7%~2.3%, 表明本方法的重复性良好。

**2.10 稳定性试验** 取 2.4 和 2.5 项下供试品溶液 1.0 mL, 分别在衍生后的 0, 1, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 16 h 进样, 考察其峰面积。结果在 16 h 内, 21 种氨基酸峰面积的 RSD 在 0.7%~2.1%, 表明衍生后的供试品在放置 16 h 内稳定性良好。

**2.11 游离氨基酸加样回收率试验** 精密称取已知含量的女贞子粉末 0.25 g, 分别按照料液比 (1:4) 的比例加入氨基酸混合对照品溶液, 按 2.4 项下方法进行处理后进样, 分别计算 21 种氨基酸的加样回

表 1 21 种氨基酸的线性回归方程

Table 1 Linear regression equations of 21 kinds of amino acids

氨基酸	线性回归方程	$r^2$
谷氨酸 (Glu)	$Y = 3.101 \times 10^6 X + 2\ 819$	0.999 9
天冬氨酸 (Asp)	$Y = 3.355 \times 10^6 X + 7\ 992$	0.999 9
天冬酰胺 (Asn)	$Y = 2.344 \times 10^6 X - 6\ 030$	0.999 8
甘氨酸 (Gly)	$Y = 2.565 \times 10^6 X - 2\ 149$	0.999 6
丝氨酸 (Ser)	$Y = 2.308 \times 10^6 X - 5\ 326$	0.999 9
组氨酸 (His)	$Y = 2.912 \times 10^6 X - 24\ 740$	0.999 7
谷氨酰胺 (Gln)	$Y = 2.587 \times 10^6 X + 17\ 400$	0.999 8
精氨酸 (Arg)	$Y = 1.528 \times 10^6 X - 28\ 070$	0.999 9
苏氨酸 * (Thr) + 脯氨酸 (Pro)	$Y = 5.999 \times 10^6 X - 5\ 303$	0.999 5
缬氨酸 * (Val)	$Y = 3.227 \times 10^6 X - 29\ 730$	0.999 7
酪氨酸 (Tyr)	$Y = 3.047 \times 10^6 X - 46\ 350$	0.999 5
丙氨酸 (Ala)	$Y = 1.775 \times 10^6 X - 11\ 000$	0.999 7
胱氨酸 (Cys-Cys)	$Y = 6.624 \times 10^6 X - 43\ 915$	0.999 8
甲硫氨酸 * (Met)	$Y = 3.307 \times 10^6 X - 3\ 417$	0.999 9
亮氨酸 * (Leu)	$Y = 3.031 \times 10^6 X - 15\ 990$	0.999 7
半胱氨酸 (Cys) + 异亮氨酸 * (Ile)	$Y = 4.009 \times 10^6 X - 32\ 770$	0.999 7
苯丙氨酸 * (Phe)	$Y = 4.180 \times 10^6 X - 25\ 170$	0.999 8
赖氨酸 * (Lys)	$Y = 5.396 \times 10^6 X - 17\ 390$	0.999 9
色氨酸 * (Trp)	$Y = 5.022 \times 10^6 X - 30\ 440$	0.999 7

注: \* 代表必需氨基酸 (表 2, 3 同)。

收率。结果见表 2。

**2.12 水解氨基酸加样回收率试验** 精密称取已知含量的女贞子粉末 50 mg, 按照料液比 (1:20) 的比例加入氨基酸混合对照品溶液, 按 2.5 项下方法进行处理后进样, 计算 21 种氨基酸的回收率。结果见表 2。

**2.13 样品测定** 取女贞子样品, 按上述方法进行处理后, 分别对其游离和水解的氨基酸含量进行检测。HPLC 色谱见图 1, 测定结果见表 3。

女贞子中含有以上测定的 21 种游离氨基酸, 但含量较少, 含量最高的为谷氨酸, 其次为胱氨酸, 人体所必需的氨基酸含量也较高, 如色氨酸、甲硫氨酸等。水解后大部分氨基酸含量明显增高, 必需氨基酸中, 苯丙氨酸质量分数最高为  $5.43 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ ; 非必需氨基酸中, 谷氨酸质量分数较高为  $12.28 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ ; 半必需氨基酸中, 精氨酸质量分数最高, 可达  $12.21 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 。

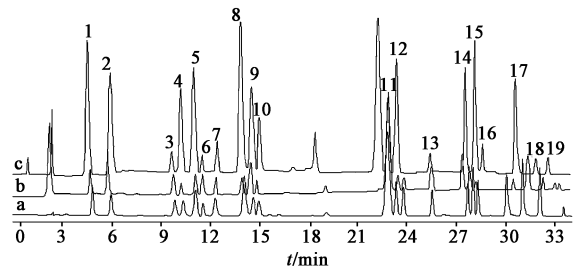
### 3 讨论

**3.1 色谱条件的确定** 本实验建立了一种利用 RP-HPLC 测定女贞子中游离和水解氨基酸含量的

表 2 21 种游离氨基酸及水解氨基酸的加样回收率试验

Table 2 Average recoveries of free amino acids and total amino acids

氨基酸	游离氨基酸		水解氨基酸	
	平均回收率	RSD	平均回收率	RSD
天冬氨酸 (Asp)	97.54	1.1	97.85	0.5
谷氨酸 (Glu)	99.88	0.6	99.91	0.5
天冬酰胺 (Asn)	96.53	2.4	94.84	1.7
丝氨酸 (Ser)	96.45	1.0	99.61	0.5
甘氨酸 (Gly)	97.71	1.4	93.75	0.5
谷氨酰胺 (Gln)	96.36	2.5	90.51	0.6
组氨酸 (His)	99.83	2.0	97.15	0.8
苏氨酸 * (Thr) + 脯氨酸 (Pro)	96.72	1.6	93.75	0.5
丙氨酸 (Ala)	98.59	1.4	97.85	0.5
精氨酸 (Arg)	97.15	0.8	99.91	0.5
酪氨酸 (Tyr)	96.74	2.0	92.97	0.7
缬氨酸 * (Val)	99.84	2.5	93.75	0.5
胱氨酸 (Cys-Cys)	92.97	0.7	90.32	0.7
甲硫氨酸 * (Met)	97.54	1.1	98.02	0.5
亮氨酸 * (Leu)	96.36	2.5	97.35	0.5
半胱氨酸 (Cys) + 异亮氨酸 * (Ile)	88.33	2.3	99.83	2.0
苯丙氨酸 * (Phe)	94.85	2.5	93.75	0.5
色氨酸 * (Trp)	90.32	0.7	94.85	2.5
赖氨酸 * (Lys)	95.08	1.9	97.85	1.4



a. 对照品; b. 游离氨基酸; c. 水解氨基酸; 1. Asp; 2. Glu; 3. Asn; 4. Ser; 5. Gly; 6. Gln; 7. His; 8. Thr + Pro; 9. Ala; 10. Arg; 11. Tyr; 12. Val; 13. Cys-Cys; 14. Met; 15. Leu; 16. Ile + Cys; 17. Phe; 18. Trp; 19. Lys

图 1 21 种游离及水解氨基酸 HPLC

Fig. 1 HPLC chromatograms of free amino acids and total amino acids

方法。在笔者前期色谱条件<sup>[18]</sup>的基础上进行了优化, 调整了 13.9, 29 min 共 2 个时间段流动相 A 的比例, 使苏氨酸 + 脯氨酸、丙氨酸、精氨酸和甲硫氨酸、亮氨酸、半胱氨酸 + 异亮氨酸有更好的分离度,

表 3 女贞子中游离氨基酸和总氨基酸的种类及质量分数  
Table 3 Ligustri Lucidi Fructus species and content of free amino acids and total amino acids

氨基酸	游离氨基酸	水解氨基酸
天冬氨酸 (Asp)	0.270	10.47
谷氨酸 (Glu)	0.530	12.28
天冬酰胺 (Asn)	0.120	0.05
丝氨酸 (Ser)	0.013	8.18
甘氨酸 (Gly)	0.020	5.50
谷氨酰胺 (Gln)	0.044	0.14
组氨酸 (His)	0.073	0.98
苏氨酸 * (Thr) + 脯氨酸 (Pro)	0.013	6.92
丙氨酸 (Ala)	0.230	10.24
精氨酸 (Arg)	0.180	12.21
酪氨酸 (Tyr)	0.090	2.08
缬氨酸 * (Val)	0.070	5.00
胱氨酸 (Cys-Cys)	0.400	2.16
甲硫氨酸 * (Met)	0.270	7.85
亮氨酸 * (Leu)	0.052	8.51
半胱氨酸 (Cys) + 异亮氨酸 * (Ile)	0.036	0.36
苯丙氨酸 * (Phe)	0.037	5.43
色氨酸 * (Trp)	0.360	0.18
赖氨酸 * (Lys)	0.086	0.59

更适合女贞子中游离氨基酸和水解氨基酸的含量测定。

**3.2 试剂加入量的确定** 衍生试剂 A 和 B 的加入量定为 500  $\mu\text{L}$  是为了防止衍生试剂过多导致样品不稳定或过少衍生不彻底等情况的发生。参考前期酸水解检测氨基酸的方法<sup>[18]</sup>, 确定盐酸浓度为 6  $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  是利于氨基酸水解的最佳条件。并参考已有文献报道, 增加了天冬酰胺、色氨酸和谷氨酰胺的含量测定<sup>[19-21]</sup>。

**3.3 女贞子中氨基酸的种类及含量** 本研究对女贞子中 21 种游离氨基酸的含量进行了测定, 结果显示女贞子中含有所测定的全部氨基酸, 游离氨基酸的总质量分数为 2.90  $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ , 水解后的总质量分数可达到 99.14  $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ , 表明女贞子中有大量的氨基酸成分, 其中包括人体所必需的全部氨基酸; 半必需氨基酸中, 精氨酸含量最高, 其对高氨血症, 肝脏机能障碍等均有功效<sup>[22-25]</sup>; 非必需氨基酸中的谷氨酸是生物机体内氮代谢的基本氨基酸之一, 可以参与氨的去毒作用<sup>[8, 26]</sup>; 本试验为女贞子中氨基酸资

源的进一步开发和利用奠定了理论基础。

[参考文献]

[1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典. 一部[S]. 北京: 中国医药科技出版社, 2010: 43.

[2] 张明发, 沈雅琴. 红景天苷及其苷元酪醇的抗炎、抗肿瘤和免疫调节作用[J]. 药物评价研究, 2013, 36(3): 228-234.

[3] 高大威, 李青旺. 女贞子中齐墩果酸抗糖尿病效果研究[J]. 中成药, 2009, 31(10): 1619-1621.

[4] 张明发, 沈雅琴. 齐墩果酸和熊果酸保肝药理作用的研究进展[J]. 抗感染药学, 2012, 9(1): 13-19.

[5] 蔡曦光, 张振明, 许爱霞, 等. 女贞子多糖与菟丝子多糖清除氧自由基及抗衰协同作用实验研究[J]. 医药研究杂志, 2007, 8(36): 74-75.

[6] 吴林蔚, 蒲蕾, 陈晓珍, 等. 齐墩果酸对卵巢癌细胞 IGROV1 和乳腺癌细胞 MDA-MB-231 生长的抑制作用[J]. 应用与环境生物学报, 2010, 16(2): 202-204.

[7] 李曼玲, 刘美兰. 女贞子及炮制品中游离及水解氨基酸的分离测定[J]. 中药材, 1995, 18(1): 28-30.

[8] 欧金秀, 谷陟欣, 张妮瑜, 等. 柱前衍生 HPLC 同时测定驴胶补血颗粒中 6 种水解氨基酸[J]. 中国实验方剂学杂志, 2012, 18(16): 93-96.

[9] Zhang H, Wang Z Y, Yang X, et al. Determination of free amino acids and 18 elements in freeze-dried strawberry and blueberry fruit using an amino acid analyzer and ICP-MS with micro-wave digestion[J]. Food Chem, 2014, 147C(4): 189-194.

[10] 李玉玲, 李卫华, 杨秀清. 反相高效液相色谱法检测奶粉中含硫氨基酸[J]. 食品科学, 2012, 33(8): 167-170.

[11] Sandoval W N, Pham V C, Lill J R. Recent developments in microwave assisted protein chemistries—can this be integrated into the drug discovery and validation process[J]. Drug Discovery Today, 2008, 13(13): 1075-1081.

[12] 张嵩, 李峰. 不同规格鹿茸商品药材中氨基酸含量分析[J]. 中国中药杂志, 2013, 38(12): 1919-1923.

[13] 张波, 刘红燕, 李洪芹, 等. 柱前衍生高效液相色谱法测定鬼针草属药用植物氨基酸的含量[J]. 食品与药品, 2013, 15(2): 98-100.

[14] 辛敏通, 傅欣彤, 陈有根, 等. 柱前衍生化 UPLC 测定板蓝根颗粒中主要游离氨基酸的含量[J]. 中国中药杂志, 2011, 36(23): 3306-3308.

[15] 赵雅静. 微波衍生毛细管电泳法测定金银花和奶粉中的氨基酸[D]. 长春: 吉林大学, 2013.

- [16] 杜雪莉, 张凤枰, 刘耀敏. 微波辅助蛋白质水解效果稳定性研究[J]. 食品科学, 2011, 32(8): 121-124.
- [17] 赵岩, 郭帅, 郜玉钢, 等. 柱前衍生 HPLC 测定穿山龙中氨基酸含量[J]. 中国新药杂志, 2015, 24(19): 2245-2250.
- [18] 赵岩, 候莹莹, 唐国胜, 等. 柱前衍生 RP-HPLC 测定淫羊藿中氨基酸含量[J]. 药物分析杂志, 2014, 34(8): 1412-1416.
- [19] 刘利娥, 常爱武, 韩萍, 等. 反相高效液相色谱法测定野生四叶参中氨基酸[J]. 郑州大学学报: 医学版, 2008, 43(1): 101-104.
- [20] 白玉静, 高晓燕, 张宏桂, 等. HPLC-ELSD 法测定清开灵注射液中 19 种氨基酸含量[J]. 中国中药杂志, 2009, 34(24): 3301-3303.
- [21] 王薇, 周正礼, 李健, 等. 高效液相色谱柱前衍生法测定金银花中氨基酸的含量[J]. 辽宁中医杂志, 2010, 37(11): 2212-2213.
- [22] 陈亚军, 齐玉梅, 项琦, 等. 谷氨酰胺和精氨酸对创伤后大鼠血浆蛋白和抗氧化能力的影响[J]. 天津医科大学学报, 2008, 14(2): 229-231.
- [23] 袁中彪, 陈代文. 精氨酸的免疫作用[J]. 中国饲料, 2003, 24(3): 35-36.
- [24] 姜丽丽, 王安, 李珍珍, 等. 精氨酸对笼养育雏期蛋鸭生产性能及抗氧化功能的影响[J]. 饲料工业, 2013, 34(12): 30-33.
- [25] 王琤. 精氨酸对仔猪宫内发育及 *N*-氨甲酰谷氨酸对断奶仔猪生长的影响[D]. 南昌: 江西农业大学, 2012.
- [26] 邓毛程, 梁世中. 二次接种叠加生物素的谷氨酸发酵工艺研究[J]. 食品与发酵工业, 2007, 33(7): 1-5.
- [责任编辑 顾雪竹]

## 《中国实验方剂学杂志》入选 2015—2016 年度 CSCD(E)

经过中国科学院“中国科学引文数据库(Chinese Science Citation Database, 简称 CSCD)”定量遴选、专家定性评估,《中国实验方剂学杂志》入选 2015—2016 年度 CSCD(E)。

2015—2016 年度 CSCD 收录来源期刊 1200 种, 其中中国出版的英文期刊 194 种, 中文期刊 1006 种。CSCD 来源期刊分为核心库和扩展库两部分, 其中核心库 872 种(以备注栏中 C 为标记); 扩展库 328 种(以备注栏中 E 为标记)。

CSCD 具有建库历史最为悠久、专业性强、数据准确规范、检索方式多样、完整、方便等特点, 自提供使用以来, 深受用户好评, 被誉为“中国的 SCI”。CSCD 是我国第一个引文数据库, 曾获中国科学院科技进步二等奖。该数据库已在我国科研院所、高等学校的课题查新、基金资助、项目评估、成果申报、人才选拔以及文献计量与评价研究等多方面作为权威文献检索工具获得广泛应用。