

商品天冬等级与其活性物质含量的相关性分析

曹旭林, 徐昌艳, 邓强, 范菊娣, 覃容贵*
(贵州医科大学药学院, 贵阳 550025)

[摘要] **目的:**测定不同等级天冬药材中醇溶性浸出物和活性物质总皂苷、总多糖的含量,分析天冬商品等级与醇溶性浸出物、活性物质含量之间的相关性,考察商品天冬等级划分方法的合理性。**方法:**根据2015年版《中国药典》测定不同商品等级天冬药材醇溶性浸出物含量;采用紫外-可见分光光度法测定37份不同等级天冬中总皂苷含量,检测波长408 nm;采用苯酚-硫酸法测定总多糖含量,检测波长490 nm;运用相关分析和线性回归分析天冬药材醇溶性浸出物、总皂苷及总多糖含量与商品等级间的相关性。**结果:**不同等级天冬药材醇溶性浸出物和总皂苷含量有显著性差异($P < 0.05$),一等品与三等品比较天冬总多糖含量具显著性差异($P < 0.05$),其余各等级间总多糖含量差异无显著性。在相关性分析中,天冬商品等级与醇溶性浸出物、总皂苷含量呈极显著正相关关系($P < 0.01$),与总多糖含量呈显著正相关关系($P < 0.05$)。**结论:**商品天冬以药材中部直径为主要标准的分级方法能体现天冬醇溶性浸出物和内在活性物质总皂苷含量,传统等级划分方法仍具有合理性;天冬药材建议以测定总皂苷含量为主,醇溶性浸出物和总多糖含量作为辅助质量评价指标。

[关键词] 天冬; 总皂苷; 总多糖; 药材等级; 相关性; 薯蓣皂苷元; *D*-葡萄糖

[中图分类号] R283;R943.1;R284 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1005-9903(2017)22-0055-05

[doi] 10.13422/j.cnki.syfjx.2017220055

[网络出版地址] <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.3495.R.20170906.1333.012.html>

[网络出版时间] 2017-09-06 13:33

Correlation Analysis Between Contents of Active Ingredients and Grades of Asparagi Radix

CAO Xu-lin, XU Chang-yan, DENG Qiang, FAN Ju-di, QIN Rong-gui*
(School of Pharmacy, Guizhou Medical University, Guiyang 550025, China)

[Abstract] **Objective:** To determine the contents of alcohol-soluble extractive, total saponins and total polysaccharides in different grades of Asparagi Radix, and to explore the correlation between the effective components and their grades for investigating the rationality of grading method of Asparagi Radix. **Method:** The content of alcohol-soluble extraction of Asparagi Radix with different grade was determined according to the 2015 edition of *Chinese Pharmacopoeia*. Ultraviolet visible spectrophotometry was used to determine the content of total saponins in Asparagi Radix samples with detection wavelength at 408 nm. The content of total polysaccharides was quantified by phenol-sulfuric acid method. The correlation analysis and linear regression analysis were used to analyze the correlation between the grades and quantitative indexes. **Result:** The contents of alcohol-soluble extractive and total saponins existed significant difference ($P < 0.05$) in different grades of Asparagi Radix. The content of total polysaccharides was significantly different ($P < 0.05$) between the first and the third grade, but the difference was not significant between other grades. The correlation analysis indicated that the grades showed extremely significant positive correlation with alcohol-soluble extractive content and total saponins content ($P < 0.01$), and showed significant positive correlation with total polysaccharides content ($P < 0.05$). **Conclusion:** The contents of total saponins and alcohol-soluble extractive in Asparagi Radix are consistent with the classification

[收稿日期] 20170425(002)

[基金项目] 贵州省科技合作计划项目(黔科合LH字[2015]7329)

[第一作者] 曹旭林,在读硕士,从事中药资源与质量评价研究,Tel:18285142432,E-mail:2890148931@qq.com

[通讯作者] *覃容贵,博士,教授,从事中药资源与质量评价研究,Tel:18984114150,E-mail:1346812934@qq.com

method by taking diameter of the middle part of medicine as the main standard, which indicates that the grading method of Asparagi Radix is still reasonable. Quality evaluation of Asparagi Radix is recommended to determine the content of total saponins by taking contents of alcohol-soluble extractive and total polysaccharides as the secondary indicators.

[Key words] Asparagi Radix; total saponins; total polysaccharides; medicinal grade; correlation; diosgenin; D-glucose

天冬为百合科植物天冬的干燥块根,具有养阴润燥、清肺生津的功效,常用于治疗肺燥干咳、顿咳痰黏、内热消渴、热病津伤、肠燥便秘等^[1],主产于贵州、广西、云南等地,其中以贵州产量最大,品质最佳^[2]。天冬所含化学成分种类较多,主要有多糖类^[3],菝葜皂苷元、薯蓣皂苷元等皂苷类^[4],此外还含有丰富的氨基类、维生素、无机元素、甾醇、类脂等^[5]。现代药理研究表明天冬总多糖和总皂苷作为主要药用成分^[6],前者具有抗肿瘤、抗衰老、抗氧化等功效^[7],后者具有调节免疫、改善受损肾脏、抗病毒等作用^[8-9]。故本研究选取总皂苷与总多糖作为天冬活性物质进行测定。

目前,对天冬药材等级划分主要根据 1984 年颁布的《七十六种药材商品规格标准》,以中部直径、断面、颜色等外观性状为标准对天冬药材划分等级,标准仅依靠其外部特征,未涉及药材外观性状与活性物质指标间的内在联系,但药材活性物质含量是药材质量的重要体现^[10-11]。故本实验参照 2015 年版《中国药典》,测定不同商品等级天冬药材的醇溶性浸出物含量,并对其活性物质总皂苷与总多糖含量进行测定,分析不同等级天冬药材中醇溶性浸出物、总皂苷与总多糖含量的差异性,探讨天冬商品等级划分标准与醇溶性浸出物、活性物质含量之间的相关性,从活性物质含量角度探讨天冬药材商品等级划分的合理性。

1 材料

98-1-B 型数字控温电热套(天津市泰斯特仪器有限公司),AL-204 型电子分析天平[梅特勒-托利多仪器(上海)有限公司],UV-2401 型紫外-可见分光光度计(日本岛津公司),W3-100SP 型旋转蒸发器(上海申生科技有限公司)。25 批天冬药材分别购自贵阳市万东桥药材市场、贵阳市油榨街药材市场及贵阳市花果园药材市场,经贵州医科大学覃容贵教授鉴定为百合科植物天冬 *Asparagus cochinchinensis* 的干燥块根,参照《七十六种药材商品规格标准》,将所收集的天冬商品药材分为 3 个等级并编号;薯蓣皂苷元和 D-无水葡萄糖对照品

(中国食品药品检定研究院,批号分别为 11539-200001,110833-201506,纯度分别为 98%,99.9%),水为蒸馏水,试剂均为分析纯。

2 方法与结果

2.1 醇溶性浸出物含量的测定 按照 2015 年版《中国药典》四部(通则 2201)项下的热浸法测定不同商品等级天冬药材的醇溶性浸出物含量,见表 1。

2.2 总皂苷的含量测定^[12]

2.2.1 薯蓣皂苷元对照品溶液的制备 精密称取薯蓣皂苷元对照品 60.0 mg,置 50 mL 量瓶中,加甲醇溶解并定容至刻度,作为对照品储备液。

2.2.2 供试品溶液的制备^[13] 精密称取天冬药材粉末(过 3 号筛)2.0 g,置索氏提取器内,加三氯甲烷 100 mL 脱脂 2 h,残渣挥去溶剂,加甲醇 100 mL 在 80 °C 回流提取 1.5 h,减压回收甲醇至干,加水 10 mL 使溶解,用饱和正丁醇萃取 3 次(15, 10, 10 mL),合并正丁醇部分,用饱和正丁醇洗涤 1 次,减压回收至干,残渣用甲醇溶解并定容至 50 mL,即得。

2.2.3 标准曲线的绘制 精密量取 2.2.1 项下对照品储备液 0.4, 0.8, 1.2, 1.6, 2.0 mL,分别置于具塞试管中,精密加入高氯酸 10 mL,摇匀,置恒温水浴锅(45 °C)显色 15 min,取出,冰水冷却,以随行试剂为空白,于 408 nm 处测定吸光度 A。以 A 为纵坐标,质量浓度为横坐标,得回归方程 $Y = 35.546X + 0.001$ ($r = 0.9998$),线性范围 0.048 ~ 0.240 g·L⁻¹。

2.2.4 精密度试验 精密量取同一对照品溶液 1.0 mL,共 6 份,按 2.2.3 项下方法操作,测定 A,计算 RSD 0.3%,表明仪器精密度良好。

2.2.5 重复性试验 精密称取天冬样品(编号 S19)2.0 g,共 6 份,按 2.2.2 项下方法制备供试品溶液,按 2.2.3 项下方法操作,测定 A,计算总皂苷平均质量分数 0.24%,RSD 2.0%,表明该方法重复性良好。

2.2.6 稳定性试验 取同一供试品溶液,按 2.2.3 项下方法操作,分别在 0, 0.25, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 h 测定 A,结果 RSD 1.0%,表明供试品溶液在 2 h 内

表 1 不同等级天冬药材的醇溶性浸出物、总皂苷和总多糖含量 (n=3)

| 编号 | 等级 | 醇溶性浸出物 | 总皂苷 | 总多糖 | 编号 | 等级 | 醇溶性浸出物 | 总皂苷 | 总多糖 |
|-----|-----|--------|------|-------|-----|-----|--------|------|-------|
| S01 | 二等品 | 91.3 | 0.32 | 5.67 | S20 | 一等品 | 90.5 | 0.46 | 29.38 |
| S02 | 三等品 | 84.3 | 0.26 | 10.86 | S21 | 二等品 | 86.0 | 0.21 | 23.87 |
| S03 | 三等品 | 80.3 | 0.34 | 14.08 | S22 | 二等品 | 83.8 | 0.27 | 6.55 |
| S04 | 三等品 | 83.5 | 0.59 | 22.51 | S23 | 三等品 | 88.5 | 0.37 | 15.64 |
| S05 | 三等品 | 93.4 | 0.48 | 8.99 | S24 | 一等品 | 76.7 | 0.53 | 14.58 |
| S06 | 二等品 | 87.7 | 0.27 | 15.46 | S25 | 二等品 | 71.3 | 0.31 | 18.34 |
| S07 | 三等品 | 94.4 | 0.20 | 15.37 | S26 | 二等品 | 83.7 | 0.38 | 6.31 |
| S08 | 三等品 | 88.8 | 0.19 | 19.75 | S27 | 二等品 | 89.0 | 0.60 | 28.28 |
| S09 | 三等品 | 89.9 | 0.45 | 20.22 | S28 | 三等品 | 71.6 | 0.19 | 13.56 |
| S10 | 一等品 | 90.9 | 0.63 | 28.92 | S29 | 一等品 | 76.6 | 0.54 | 12.91 |
| S11 | 二等品 | 82.7 | 0.53 | 15.82 | S30 | 二等品 | 81.2 | 0.33 | 9.40 |
| S12 | 三等品 | 77.7 | 0.46 | 11.32 | S31 | 一等品 | 77.3 | 0.68 | 20.47 |
| S13 | 二等品 | 84.4 | 0.40 | 19.11 | S32 | 二等品 | 79.7 | 0.57 | 16.96 |
| S14 | 三等品 | 90.1 | 0.30 | 15.84 | S33 | 一等品 | 82.7 | 0.61 | 26.30 |
| S15 | 三等品 | 79.6 | 0.23 | 7.84 | S34 | 二等品 | 91.7 | 0.38 | 21.70 |
| S16 | 一等品 | 84.0 | 0.63 | 18.90 | S35 | 一等品 | 82.6 | 0.67 | 23.75 |
| S17 | 二等品 | 85.9 | 0.61 | 28.47 | S36 | 一等品 | 84.8 | 0.71 | 21.45 |
| S18 | 二等品 | 80.6 | 0.39 | 22.06 | S37 | 一等品 | 63.2 | 0.57 | 18.73 |
| S19 | 三等品 | 87.4 | 0.24 | 16.52 | | | | | |

稳定。

2.2.7 加样回收率试验 取称 9 份已知总皂苷含量的天冬药材粉末 (编号 S19) 约 1.0 g, 均分为 3 组, 精密加入已知天冬总皂苷含量的 80%, 100%, 120% 的薯蓣皂苷元对照品, 按 2.2.2 项下方法制备供试品溶液, 按 2.2.3 项下方法操作, 测定 A, 计算回收率, 结果见表 2。

表 2 薯蓣皂苷元的加样回收试验

| 称样量 /g | 样品中量 /mg | 加入量 /mg | 测得量 /mg | 回收率 /% | 平均值 /% | RSD /% |
|---------|----------|---------|---------|--------|--------|--------|
| 1.000 2 | 2.400 5 | 1.94 | 4.227 6 | 94.18 | | |
| 1.000 1 | 2.400 2 | 1.93 | 4.305 7 | 98.73 | | |
| 1.000 2 | 2.400 5 | 1.95 | 4.227 6 | 93.70 | | |
| 1.000 4 | 2.410 0 | 2.43 | 4.713 6 | 94.80 | | |
| 1.000 2 | 2.400 5 | 2.41 | 4.755 8 | 97.73 | 97.34 | 2.5 |
| 1.000 3 | 2.400 7 | 2.44 | 4.812 1 | 98.83 | | |
| 1.000 1 | 2.400 2 | 2.90 | 5.290 3 | 99.66 | | |
| 1.000 2 | 2.400 5 | 2.91 | 5.318 5 | 100.27 | | |
| 1.000 2 | 2.400 5 | 2.90 | 5.248 1 | 98.19 | | |

2.2.8 样品测定 按 2.2.2 项下方法制备不同等级天冬样品的供试液, 按 2.2.3 项下方法操作并测定 A, 根据回归方程计算天冬样品中总皂苷含量, 结果见表 1。

2.3 硫酸-苯酚法测定不同等级天冬中总多糖的含量^[14]

2.3.1 D-无水葡萄糖对照品溶液的制备 精密称取 D-无水葡萄糖对照品适量, 置量瓶中, 加水溶解并定容至刻度, 得 0.964 g·L⁻¹ 对照品溶液。

2.3.2 供试品溶液的制备 精密称取天冬粉末 (过 60 目筛) 2.5 g, 置圆底烧瓶中, 加入 80% 乙醇 75 mL, 回流提取 1.5 h, 过滤, 挥干乙醇。将残渣置于烧瓶中, 加水 150 mL, 回流提取 1 h, 过滤, 合并滤液。冷却后转移至 250 mL 量瓶中, 加水定容至刻度, 摇匀。精密量取样品溶液 1 mL 于 10 mL 量瓶中, 加水定容, 摇匀, 即得。

2.3.3 标准曲线的绘制 分别精密吸取 2.3.1 项下对照品溶液 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0 mL, 分别置于 50 mL 量瓶中, 加水定容至刻度, 摇匀。精密量取上述各溶液 2 mL, 于具塞试管中, 加 4% 苯酚溶液 1 mL, 混匀, 迅速加入硫酸 7 mL, 摇匀, 置恒温水浴

锅(65 ℃)显色反应 15 min,取出,冷至室温,以随行试剂为空白,于 490 nm 处测定 A,以 A 为纵坐标,质量浓度为横坐标,得到回归方程 $Y = 8.625X + 0.077$ ($r = 0.9992$),线性范围 $0.0039 \sim 0.0193 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

2.3.4 样品测定 精密称取不同等级天冬样品粉末 2.5 g,按 2.3.2 项下方法制备样品溶液,按 2.3.3 项下方法操作并测定 A,根据回归方程计算样品中总多糖含量。按公式总多糖质量分数 = $(C \times D \times f) / (1000 \times W) \times 100\%$ 计算,式中 C 为样品溶液的葡萄糖质量浓度,D 为稀释倍数,W 为样品粉末的取样量,f=3.169 为换算因子,不同等级天冬样品的测定结果见表 1。

2.4 数据处理 运用 SPSS 17.0 统计软件对不同等级天冬药材醇溶性浸出物、总皂苷与总多糖含量测定数据进行 t 检验,并对天冬商品等级与药材醇溶性浸出物、总皂苷及总多糖含量进行相关性分析,见表 3。结果表明一等品天冬药材醇溶性浸出物含量显著高于二等品与三等品 ($P < 0.05$),二等品醇溶性浸出物含量显著高于三等品 ($P < 0.05$)。天冬总皂苷含量随着药材等级的升高呈上升趋势,且含量波动较大。一等品天冬总皂苷含量与其他各等级样品总皂苷含量具有显著性差异 ($P < 0.05$)。二等品总皂苷含量显著高于三等品 ($P < 0.05$)。天冬总多糖含量从高到低依次为一等品、二等品、三等品。统计分析结果显示一等品天冬总多糖含量与三等品总多糖含量具有显著性差异 ($P < 0.05$),与二等品比较无显著差异。二等品总多糖含量高于三等品,但无显著性差异。

表 3 不同等级天冬药材的醇溶性浸出物、总皂苷和总多糖含量的比较 ($\bar{x} \pm s$)

Table 3 Comparison of contents of alcohol-soluble extractive, total saponins and total polysaccharides in different grades of Asparagi Radix ($\bar{x} \pm s$) %

| 等级 | n | 总皂苷 | 总多糖 | 醇溶性浸出物 |
|-----|----|-----------------------------|----------------------------|------------------------------|
| 一等品 | 10 | 0.60 ± 0.08 ^{1,2)} | 21.54 ± 5.61 ¹⁾ | 88.45 ± 4.53 ^{1,2)} |
| 二等品 | 14 | 0.39 ± 0.13 ¹⁾ | 17.00 ± 7.71 | 84.14 ± 4.34 ¹⁾ |
| 三等品 | 13 | 0.34 ± 0.13 | 14.81 ± 4.38 | 79.65 ± 7.72 |

注:与三等品比较¹⁾ $P < 0.05$;与二等品比较²⁾ $P < 0.05$ 。

天冬药材商品等级与活性物质的相关性分析见表 4。结果发现天冬商品等级与醇溶性浸出物、总皂苷及总多糖含量的相关系数分别为 0.421,0.521 和 0.303,表明天冬药材等级与醇溶性浸出物及总皂苷含量呈极显著的正相关关系 ($P < 0.01$),与总多糖含量呈显著相关性 ($P < 0.05$),但线性相关性

不显著。运用 SPSS 17.0 统计软件线性回归方法分析,得药材商品等级(Y)与醇溶性浸出物、总皂苷含量(X)的回归方程分别为 $Y = 0.063X - 3.37$, $Y = 3.286X + 0.498$ 。

表 4 天冬等级与醇溶性浸出物、总皂苷和总多糖含量的相关性分析

Table 4 Correlation analysis between alcohol-soluble extractive content, total saponins content, total polysaccharides content and grade of Asparagi Radix

| 评价指标 | r | P |
|--------|-------|-------|
| 总皂苷 | 0.521 | 0 |
| 总多糖 | 0.303 | 0.020 |
| 醇溶性浸出物 | 0.421 | 0.001 |

3 讨论

药材的商品特征是目前对药材商品进行鉴定最常用的宏观指标,在药材商品流通领域,规格等级的鉴别要根据国家或地方颁布的有关标准进行评定。根及根茎类药材商品等级划分主要依据药材性状特征^[15]进行质量评价,其等级高低常代表药材质量的优劣。本研究按照 1984 年颁布的《七十六种药材商品规格标准》,以天冬药材中部直径、色泽等性状特征评价天冬商品药材质量,划分其等级。药材商品特征中的大小常作为等级划分的重要指标。对于野生药材来说,植物在自然生长过程中,生长年限越长,植株就长得越大,活性物质的积累越丰富。近年来,由于天冬野生药材资源日渐匮乏,目前市场流通主要以栽培品为主。在药材种植过程中,种植管理改善了药用植物的生长环境,因而生长状态良好,植株和药用部位都快速增大,因此以天冬药材中部直径为主要指标划分商品天冬等级的合理性有待验证。

本文通过对不同商品等级天冬药材醇溶性浸出物及活性物质总皂苷和总多糖含量进行测定,结果表明不同商品等级天冬药材醇溶性浸出物和总皂苷含量差异极显著,醇溶性浸出物和总皂苷含量越高的药材其等级也越高,表征药材质量越好,说明不同等级商品天冬总皂苷含量差异明显,块根越粗,药材中总皂苷含量越高,质量越好,也间接说明本研究以天冬总皂苷活性物质作为质量检测指标是可行的,且 2015 年版《中国药典》以测定天冬醇溶性浸出物含量用于初步评价天冬药材的质量是合理的。作为天冬活性物质的总多糖在药材中含量普遍较高,一等品天冬显著高于三等品,一等品与二等品、二等品

与三等品差异较小,说明较近等级间总多糖含量差异不明显,虽然总多糖含量与药材等级呈显著正相关关系,但是不宜作为天冬药材质量评价的主要指标。

为进一步验证药材质量指标与等级之间的关系,本文对天冬商品等级与醇溶性浸出物、总皂苷和总多糖含量进行相关性分析,结果表明天冬商品等级与醇溶性浸出物、总皂苷含量呈极显著正相关关系,与总多糖含量呈显著正相关,进一步说明天冬个头越大,等级越高,其醇溶性浸出物、活性物质总皂苷和总多糖含量越高,药材质量越好。研究结果表明尽管天冬人工栽培品较多,但是人为影响有限,以天冬药材中部直径为主要指标划分商品天冬等级仍然是可行的,具有一定的合理性。

综上所述,天冬醇溶性浸出物和总皂苷含量均与药材等级密切相关,但总皂苷含量比醇溶性浸出物含量的相关性更为显著。2015年版《中国药典》以测定醇溶性浸出物含量来评价天冬药材质量,醇溶性浸出物含量测定主要用于有效成分含量或主成分尚不十分清楚,或其成分明确但无成熟的测定方法的药材,且仅用于初步评价药材的品质。本研究通过对天冬商品药材进行分级,并结合醇溶性浸出物含量、与功效相关的总皂苷和总多糖作为天冬质量评价指标,验证了商品天冬等级划分依据的合理性,且天冬商品药材等级与总皂苷含量有极显著相关性,故建议以测定总皂苷含量为主,辅以醇溶性浸出物、总多糖含量作为天冬药材质量评价指标,这样更能客观准确地反映天冬药材质量的优劣。

[参考文献]

[1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典. 一部[M]. 北京:中国医药科技出版社,2015:55-56.
[2] 沈阳,陈海生,王琼. 天冬化学成分的研究[J]. 第二军医大学学报,2007,28(11):1241-1244.

[3] 张部昌,吴东儒,陶乐平. 天门冬多糖的分离纯化及其部分理化性质[J]. 安徽大学学报:自然科学版,1994(2):88-93.
[4] 林钰文. 中药天冬研究进展[J]. 海峡药学,2008,20(6):90-93.
[5] 国家中医药管理局. 中医病症诊断疗效标准[M]. 南京:南京大学出版社,1994:36-37.
[6] 熊大胜,唐登浩,许云香,等. 不同产地天冬块根与茎藤内药用成分比较研究[J]. 时珍国医国药,2011,22(2):322-324.
[7] 张明发,沈雅琴. 天冬药理作用研究进展[J]. 上海医药,2007,28(6):266-269.
[8] 李艳菊,李琴山,刘洋. 贵州产天冬水提液对氧自由基的作用[J]. 安徽农业科学,2011,39(28):17230-17231.
[9] 黄懿,杜浩,王季石,等. 贵州产天冬总皂苷提取物对人早幼粒白血病细胞株 HL-60 的影响[J]. 中国实验方剂学杂志,2014,20(2):137-139.
[10] 杜伟锋,胡淑珍,吴芳,等. 不同等级杭白芍中3个有效成分的考察[J]. 中成药,2014,36(2):358-362.
[11] 翁德会,刘先琼,许腊英,等. 不同等级厚朴饮片质量评价指标的系统聚类分析[J]. 中国实验方剂学杂志,2016,22(23):6-10.
[12] 魏明. 紫外分光光度法测定麦冬提取物中总皂苷的含量[J]. 中国西部科技,2015,14(1):71-72.
[13] 李敏,费曜,李丽霞,等. 天冬中总皂苷含量测定方法的探讨[J]. 成都中医药大学学报,2004,27(4):46-48.
[14] 雷有成,李建蕊,肖佳佳,等. 天麻商品等级与天麻素和天麻多糖的相关性研究[J]. 中草药,2015,46(3):418-423.
[15] 康传志,周涛,郭兰萍,等. 根及根茎类中药材商品规格及等级标准的划分现状分析[J]. 贵州农业科学,2014,42(8):217-220.

[责任编辑 刘德文]