

· 药用矿物的本草考证及品质评价研究专题 ·

[编者按] 目前矿物药的品质评价标准尚不完善,在指导临床安全有效用药方面仍有大量可挖掘的信息,明确矿物药的基原并建立相应的品质评价体系是当前亟需解决的问题。矿物药材生长过程中常易伴生其他矿物,由于矿物药材在生长过程中常常伴随着其他矿物,导致其品质存在差异,传统的性状鉴别方法往往难以做到精确鉴定。而X射线衍射技术(XRD)则能够精确地检测矿物的物相,为矿物药的鉴定提供了一种可靠的手段。本草考证的核心在于系统地梳理和研究历代的文献典籍,以明确药物的基原,并继承矿物药的使用经验。但谢宗万先生认为“本草考证需要传统的野外药物调查知识,光靠古籍考证是做不好的”。研究团队在对矿物药的名称、基原、产地、品质、炮制、功效等进行系统梳理的基础上,进行市场和产地调研,结合矿物药物相分析和含量测定等,考证矿物药的基原和品质评价指标。本次专栏系列研究,通过本草考证、实地考察与市场调研,结合现代分析方法,对几种矿物药品质进行了综合评价,旨在为临床提供安全有效的用药指导。

赤石脂的本草考证、品质评价及物相分析

王晓飞, 王友邵, 陈代红, 孙书园, 曹艳, 郑国华, 李娟*
(湖北中医药大学, 武汉 430065)

[摘要] 该文通过查阅历代本草、医籍、方书及现代文献,对赤石脂的名称、基原、产地变迁、品质、功效、炮制加工进行系统整理与本草考证,结合性状鉴定、吸湿度和X射线衍射(XRD)检测等综合分析,以期对赤石脂正本清源提供依据。考证结果表明,其始载于《神农本草经》,不同时期均以“赤石脂”为正名,尚有赤符、红心石、吃油脂等别名。历代本草记载的赤石脂与现代硅酸盐类高岭石族多水高岭石相符,其伴生矿物主要为地开石、珍珠陶土、赤铁矿、三水铝石、云母等。古代赤石脂产地主要位于秦岭,山东,河南一带,现河南、湖北等全国大部分地区均有分布。历代品质评价包括“色鲜腻”“细腻粘舌缀唇”“滑如脂”等,现代本草多以颜色、光泽、质地、吸湿性等方面评价其品质,包括色红、光滑、细腻、质软、黏性强等特征。赤石脂味甘、酸、辛,性温,无毒,归心经和大肠经,属收涩固脱剂,为久痢泄瀉之要药。常用炮制方法包括火煅、水飞、醋淬等。对不同批次赤石脂药材的性状、XRD和吸湿度进行综合分析显示,市售赤石脂多以鲜红或棕红色为主,表面光滑如脂,质软滑润,断面纹理细腻,多具蜡样光泽,吸水性强;主要组成为高岭石中10 Å(1 Å=0.1 nm)多水高岭石,常与7 Å多水高岭石、珍珠陶土等共生;正品吸湿度整体高于伪品,可作为分辨真伪的关键指标。赤石脂的品质评价与本草考证结果一致,“色鲜理腻缀唇”可作为其品质评价的关键特征。

[关键词] 赤石脂; 本草考证; 物相分析; 基原; 品质评价; 吸湿性

[中图分类号] R22;R931;R28;O657 [文献标识码] A [文章编号] 1005-9903(2024)21-0176-09

[doi] 10.13422/j.cnki.syfjx.20241066 [增强出版附件] 内容详见<http://www.syfjxzz.com>或<http://cnki.net>

[网络出版地址] <https://link.cnki.net/urlid/11.3495.R.20240522.1450.003>

[网络出版日期] 2024-05-23 13:49:41

Herbal Textual Research, Quality Evaluation and Phase Analysis of Halloysitum Rubrum

WANG Xiaofei, WANG Youshao, CHEN Daihong, SUN Shuyuan, CAO Yan, ZHENG Guohua, LI Juan*
(Hubei University of Chinese Medicine, Wuhan 430065, China)

[Abstract] In this paper, we systematically sorted out and verified the name, origin, producing area change, quality, efficacy and processing of Halloysitum Rubrum by consulting materia medica, medical books,

[收稿日期] 2024-03-04

[基金项目] 湖北省中医药管理局药用矿物学重点学科建设项目(鄂中医通[2023]2号);国家中医药管理局高水平中医药重点学科建设项目(国中医药人教函[2022]226号)

[第一作者] 王晓飞,在读硕士,从事中药资源与开发研究,E-mail:874770242@qq.com

[通信作者] *李娟,博士,教授,从事中药资源及其品质评价研究,Tel:027-68890101,E-mail:lz198207@126.com

prescription books from past dynasties, and modern literature, and combined with the comprehensive analysis of trait identification, hygroscopicity measurement and X-ray diffraction (XRD) detection, in order to provide a basis for understanding the original source of the mineral medicine. The results indicated that Halloysitum Rubrum was first contained in the *Shennong Bencaojing*, it had been consistently named Chishizhi, there were also aliases such as Chifu, Hongxinshi and Chiyouzhi. The description of Halloysitum Rubrum in ancient materia medica aligns with modern findings, categorizing it under the silicate kaolinite family, specifically polyhydrous kaolinite, with associated minerals mainly being dickite, nacrite, hematite, gibbsite, mica, etc. Historically, the production area of Halloysitum Rubrum was mainly located in the Qinling Mountains, Shandong and Henan, and is now primarily distributed in most parts of China, including Henan, Hubei and other provinces. Quality evaluation in ancient times included descriptions like "fresh and greasy color", "delicately sticky tongue and lips" and "smooth as fat". Modern materia medica mostly evaluates its quality based on color, luster, texture and hygroscopicity, noting characteristics such as red color, smoothness, delicacy, softness and strong viscosity. Halloysitum Rubrum is sweet, sour and pungent in flavor, warm in nature, non-toxic, and belongs to the heart and large intestine meridians. It acts as an astringent and solidifying agent, particularly useful in the treatment of long-term dysentery and diarrhea, common processing methods include fire calcination, water flying, and vinegar quenching. Comprehensive analysis of the traits, XRD and humidity absorption of different batches of samples showed that the commercially available Halloysitum Rubrum is mainly bright red or brownish red, with a smooth surface like grease, soft and smooth texture, delicate cross-sectional texture, and some have waxy luster and strong water absorption. It is mainly composed of 10 Å (1 Å=0.1 nm) polyhydric kaolinite, and is often accompanied by 7 Å polyhydric kaolinite, nacrite, etc. Genuine products tend to have higher moisture absorption than counterfeit ones, which can be used as a key indicator to distinguish the authenticity. The quality evaluation of Halloysitum Rubrum aligns with historical materia medica, where "fresh color, delicate and greasy lips" could serve as a key feature for its quality evaluation.

[Keywords] Halloysitum Rubrum; herbal textual research; physical phase analysis; origin; quality evaluation; hygroscopicity

赤石脂始载于《神农本草经》^[1],列为上品,历代本草对其均有记载,主要功效为固胃涩肠,涩精止崩,敛疮生肌,镇脏安神。临床主要用于治疗腹痛,泄瀉,下痢赤白,小便利,及痈疽疮痔,女子崩中漏下,难产,胞衣不出等^[2]。赤石脂的临床常用方剂包括赤石脂禹余粮汤、桃花汤、紫石寒石散和乌头赤石脂丸等^[3-4]。

1975年版《全国中草药汇编》^[5]记载赤石脂为天然产的一种红色多水高岭土,主含硅酸铝。其中含氧化铝 34.7%,氧化硅 40.8%,水 24.5%,并含有微量的氧化铁,氧化铬,氧化镁等。历版《中华人民共和国药典》(以下简称《中国药典》)^[6-15]均将其收录其中,2020年版《中国药典》^[15]记载赤石脂为硅酸盐类矿物多水高岭石族多水高岭石,主含四水硅酸铝 $\text{Al}_4(\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{OH})_8 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$,但未对其主要成分含量进行明确规定。高岭石族矿物根据相邻结构单元层的构成不同,分为高岭石、地开石、珍珠陶土、b轴无序高岭石、多水高岭石^[16]。其中多水高岭石又分为

10Å多水高岭石(埃洛石)和7Å多水高岭石(变埃洛石),其分子式分别为 $\text{Al}_4(\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{OH})_8 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 和 $\text{Al}_4(\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{OH})_8$,化学成分相近,仅层间含水量和结构单元层叠置方式稍有不同,7Å埃洛石是10Å埃洛石脱水后的产物,结构与高岭石类似^[17],其中10Å多水高岭石分子式与2020年新《中国药典》中记载一致。

研究表明,不同产地赤石脂中化学元素的全含量存在差异^[18],可能是其药效不同的原因之一。调研发现,市售矿物类中药真伪混杂^[19-21],质量良莠不齐,且现有质量标准对赤石脂品质评价缺乏具体指标^[22]。本文通过查阅历代本草、医籍等,对赤石脂的命名、基原、产地变迁、品质评价、功效、炮制加工等进行系统整理与本草考证,并对不同批次的赤石脂的性状、X射线衍射(XRD)结果和吸湿度测定结果进行比较,综合评价赤石脂的真伪及品质,为进一步挖掘其药用价值,指导临床用药提供更多科学依据。

1 材料

SmartLab SE型XRD仪(日本理学株式会社),XRD采集由苏州德优博测新材料有限公司完成。AL204型十万分之一电子天平(梅特勒-托利多仪器有限公司),DGG-9203A电热恒温鼓风干燥箱(上海森信实验仪器有限公司),SHZ-82A数显气浴恒温振荡器(常州恩培仪器制造有限公司)。15批样品分别购自安徽亳州、江西樟树、河北安国及河南南阳等,并经湖北中医药大学陈科力教授依据性状方法进行初步鉴定。15批赤石脂样品具体信息见表1,外观性状见增强出版附加材料。

表1 赤石脂样品信息

Table 1 Sample information of Halloysitum Rubrum

编号	批号	采购地	鉴定结果
S1	20230615	陕西西安	赤石脂
S2	20230619	河北保定	赤石脂
S3	20230629	河南禹州	赤石脂
S4	20230630	河南禹州	赤石脂
S5	20230503	安徽亳州	赤石脂
S6	20230622	江西樟树	赤石脂
S7	20230505	安徽亳州	赤石脂
S8	20230625	山东泰安	赤石脂
S9	20230618	福建泉州	赤石脂
S10	20230506	安徽亳州	赤石脂
S11	20230504	安徽亳州	多硅白云母
S12	20230708	河南南阳	多硅白云母
S13	20230509	福建泉州	地开石
S14	20230616	山西阳泉	白云母
S15	20230620	河北安国	地开石

2 方法

2.1 赤石脂的本草考证

2.1.1 文献数据来源 以“赤石脂”为关键词,基于现有的如药智数据库、中国古籍文献知识库等中医古籍数据库与知识库进行文献检索,必要时查阅古籍原版内容进行资料收集与内容审校,并结合其他相关古籍资料 and 标准进行对比。

2.1.2 纳入与排除标准 纳入标准:①内容涉及赤石脂的释名及别名、基原、产地、功效配伍、炮制方法等信息;②以经典古籍优先,同一出处者以较早版本为准,不重复录入;③同一古籍的不同版本只纳入较早版本。排除标准:只检索到“药名”,既没有论述其相关基原、产地,也没有功效配伍和炮制相关文献信息者。

2.1.3 数据范围 ①录入的内容与原古籍记载完全相同。②录入采用的字段信息,包括药名、出处、版本、成书年代、主题段落;别名、基原、产地、炮制方法等。

2.2 赤石脂的吸湿度测定 称取适量烘干至恒重的样品粉末于具塞玻璃称量瓶,置于恒温恒湿培养箱,设定温度(26±1)℃内24 h,精密称定质量(M1)。取各样品2.0 g于称量瓶,平铺为2 mm厚度,精密称定质量(M2)。称量瓶敞口并与瓶盖同置于上述恒温恒湿条件下24 h。盖好称量瓶盖,精密称定质量(M3),吸湿度=(M3-M2)/(M2-M1)×100%计算吸湿增重率^[23]。

2.3 XRD光谱采集与分析 将15批药材粉碎并过200目筛,取适量用玻璃板压平于样品板的凹槽中,关闭主机盖,10 s后进行测量。设置角度范围3°~65°,X管电压40 kV,管电流50 mA,步长0.01,扫描速率8°·min⁻¹。将XRD原始图谱导入MDI JADE 6.5软件,利用JADE 6.5数字信号处理技术对样品的图谱进行寻峰,所得XRD数据与粉末衍射标准联合委员会(JCPDS)标准卡片匹配,确定各样品的物相组成。使用Origin 2021分析软件作图,并标注各物质的特征峰。

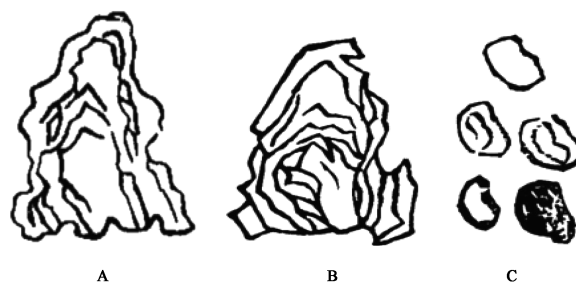
3 结果

3.1 赤石脂的本草考证

3.1.1 名称考证 赤石脂始载于东汉《神农本草经》^[1]:“五色石脂,分别为青石,赤石,黄石,白石,黑石脂”,取其颜色鲜红可爱,质地如脂之意。《吴普本草》^[24]作“赤符”之名。南北朝时期《雷公药对》^[25]亦云:“赤符,一名赤石脂”,“符”与“附”同音,有附着之义,谓其有黏附之功。明《本草蒙筌》^[26]有言:“种有五色,实共一名”;《医学入门》^[27]记载:“赤以色言,脂乃石之膏粘也”。《本草纲目》^[28]称:“膏之凝者曰脂,此物性粘固,滑卢鼎甚良。盖兼体用而言也”,“脂”为其药材质地,李时珍认为其是做卢鼎之器物的好材料,是因为其膏凝如脂,滑利而性黏,《本草原始》^[29]与之记载一致。明代《本草崇原》^[30]记述:“赤中有白,白中有赤,总名赤石脂”,提出赤石脂的颜色与以往记载不同,为红白相间,总称赤石脂,与2020年版《中国药典》记载其或有红白相间花纹一致。《晶珠本草》^[31]记载:“又名格格若嘎,都木亚”(藏语音译)。近代《石雅》^[32]曰:“赤者殆即所谓红高岭也”。1961年版《中药志》^[33]中记载别名“吃油脂(陕西)”。《中华本草:维吾尔药卷》^[34]中异名有“提而阿而马尼、吉里也儿麦你、亦儿麦你泥、

阿而麦你泥、阿而马尼泥、阿而马泥泥、阿麦你泥、格力艾尔美尼”(维吾尔语音译)。同时,2020年版《中国药典》^[15]言其为多水高岭石,多水高岭石又称“埃洛石”或“叙永石”。综上所述,以“赤石脂”为正名,别名众多,以颜色命名为“赤石”;以功效命名为“赤符”,本土方言命名的有“吃油脂”;藏药记载命名为“格格若嘎”“都木亚”;以成分命名的有“埃洛石”“叙永石”。

3.1.2 基原及品质考证 《神农本草经》^[1]以“赤石脂”之名列上品,称其为五色石脂之一,并未对其形态做出描述。魏晋《吴普本草》^[24]记载:“赤符,色绛,滑如脂”。《本草经集注》^[35]云:“此五石脂……今俗用赤石、白石二脂尔”。唐代以前本草描述了赤石脂的颜色绛红、质地滑腻,结合其所载产地在山东一带,与含铁矿物色红及滑石质地滑软的特征相似。至唐代,《新修本草》^[36]记载:“此五石脂中,又有石骨,似骨,如玉坚润”,首次提到石骨,与之前记载的赤石脂质地滑如脂有所差异,不为同一矿物。《日华子本草》^[37]曰:“文理腻,缀唇者为上也”,认为其纹理细腻,舐之粘唇为上品,记载了赤石脂表面纹理细腻,具有粘舌的特征。北宋《本草图经》^[38]中描述赤石脂“以理色鲜腻者为胜”并附图(图1A),形如块状,层纹明显、细腻。《大观本草》^[39]、《绍兴本草》^[40]、《本草衍义》^[41]等古籍均沿用“鲜腻缀唇者为胜”。唐宋时期,更细致地描述了赤石脂的质地、表面纹理,以及粘舌的特征,与层状硅酸盐类矿物多呈片状,具有吸附性的特征相符;以“色赤鲜艳,纹理细腻,缀唇者”为上。明代《本草蒙筌》^[26]言“形赤粘舌为良”,并转绘《本草图经》示图(图1B)。《本草纲目》^[28]言:“状如豚脑,赤者鲜红可爱”,如图1C所示,色鲜红,形状与猪脑相似,呈稍圆滑块状,并有清晰纹理。《本草原始》^[29]曰:“形如滑石,色赤”描述赤石脂与硅酸盐类滑石形状相似,而色不同,且“以细腻粘舌缀唇者为上”。《本草雅乘半偈》^[42]记载:“皆揭两石中取之”。《本草崇原》^[30]谓:“此石中之脂,如骨之髓,故揭石取之”,指出赤石脂多与其他矿物伴生的特征,“如骨之髓”更是体现出赤石脂与其他矿物结合之紧密,突出其“黏合”之特性。《本草述钩元》^[43]言:“赤者色如绛,滑如脂者良”。清代《本草思辨录》^[44]记载:“两石必同根歧出而相并,脂者粘合雨石之胶”。《本经疏证》^[45]有:“似此体贴物情,固已最为精密……则是脂者,即黏合两石之胶矣”的记载,同时期《本草崇原集说》^[46]谓:“石脂为山之血脉凝结而成”,均指出赤石脂常伴生于两石



注:A.《本草图经》潞州赤石脂^[38];B.《本草蒙筌》潞州赤石脂(转绘)^[26];C.《本草纲目》五色石脂^[28]

图1 历代本草所附赤石脂

Fig. 1 Halloysitum Rubrum in ancient literature

之间,且紧密相连,这与现代研究发现其原矿物多水高岭石为长期风化形成,常与母岩中稳定矿物伴生一致。明清时期,更细致地指出了赤石脂的生境和黏合两石的特性,与现硅酸盐类高岭石常与母岩中其他稳定矿物伴生的特征相符,以“色赤鲜艳,细腻粘舌,滑如脂者”者为佳。

近现代,《晶珠本草》^[31]记载:“产自土下的红色赤石脂如同彩木者,即为此石”。《石雅》^[32]记载:“具五色,今以赤白二种验之亦高岭之类其赤者殆即所谓红高岭也”。同时期《药物图考》^[47]记载其属氧化矿类。《矿物药与丹药》^[48]描述:“置水中能逐渐濡湿崩融而不溶解,能溶于酸类”。《全国中草药汇编》^[5]记载赤石脂产于岩石的风化壳和黏土层中,主含硅酸铝。其中含氧化铝 34.7%,氧化硅 40.8%,水 24.5%;并含有微量的氧化铁,氧化铬,氧化镁等。1998年版《中药志》^[49]记载其为:“层状硅酸盐类多水高岭石族矿物多水高岭石(又名埃洛石,叙永石)”,并指出“变多水高岭石”亦作赤石脂药用。《500味常用中药材的经验鉴别》^[50]记载:“老式者色红光滑细腻且粘舌力强;新式为红色土”。1963年版《中国药典》记载赤石脂为天然产的一种红色的多水高岭土,以色红,光滑细腻,易碎,舌舐之黏性强者为佳。1977年版《中国药典》^[7]记载赤石脂为三斜晶系多水高岭土,主含含水硅酸铝。1985—2020年版《中国药典》指出来源于多水高岭石,主含四水硅酸铝。此后各地中药炮制规范也与药典来源相同。近现代,赤石脂基原逐渐明确为多水高岭石,以“色赤鲜艳,细腻滑润,质软易碎及黏舌性强”者为佳。

综上所述,唐代及以前,赤石脂主要记载以“颜色绛红、质地滑腻、纹理细腻及缀唇”为主要特点,与含铁矿物色红及滑石质地滑软的特征及硅酸盐类矿物特征描述均相似。明清时期,其粘合两石的

特征与硅酸盐类高岭石族矿物具有吸附性基本符合,但尚不明确具体基原。近现代文献资料显示,赤石脂为硅酸盐类多水高岭石族多水高岭石,并规定其层间水含量,但未明确指出其属10 Å多水高岭石。综上,本草所述的赤石脂与现代硅酸盐类矿物多水高岭石族多水高岭石相符合,主含四水硅酸铝 $\text{Al}_4(\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{OH})_8 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 。色赤红,质腻滑润,纹理细腻,粘舌者为佳品。

3.1.3 产地变迁考证 东汉《神农本草经》^[1]记载:“生南山之阳山谷中”,“南山”即今秦岭终南山。魏晋《吴普本草》^[24]曰:“或生少室,或生太山”,“少室”即今河南登封市西北地区少室山,“太山”为今山东泰山。《名医别录》^[51]曰:“生济南,射阳,及太山之阴,采无时”,“济南”即今山东历城,“射阳”即今江苏淮安。东汉至魏晋时期,主要分布在陕西、河南、山东及江苏一带。唐代《新修本草》^[36]云:“此石济南太山不闻出者,今虢州(今河南灵宝)卢氏县、泽州陵川县(今山西晋城陵川县)及慈州(今山西吉县)吕乡县(今山西乡宁)并有,色理鲜腻,宜州(今广西宜州市)诸山亦有”,明确指出此时山东泰山已无赤石脂产出。《蜀本草》^[52]中亦有记载“今义阳山甚有之,一本南阳山谷中也”,“义阳”在今信阳西和南阳部分地区;“南阳”即今河南南阳。北宋《本草图经》^[38]“今出潞州”,“潞州”即今山西长治。《本草衍义》^[41]言:“今四方皆有”。南宋《绍兴本草》^[42]记载:“生南山之阳”,并指出《神农本草经》所载性味皆甘平,是由于产地均在一处,而后世由于产地不同,性味亦发生了变化,可见其品质差异具有地域性。唐宋时期,赤石脂的产地主要分布于河南、山西及广西等地。明代《本草蒙筌》^[26]记载:“多产泰山”,与唐代《新修本草》^[36]记载:“此石济南太山不闻出者”不同,此时泰山亦有赤石脂产出。《本草原始》^[29]与《名医别录》记载一致,《本草汇言》^[53]亦有:“生少室,或太山延州”的记载。《本草崇原》^[30]记载:“始出南山之阳,及延州、潞州、吴郡山谷中,今四方皆有”,指出产地逐渐变得广泛。明清时期,主产地从陕西、山东等地逐渐延伸到全国各地均有。至现代,《全国中草药汇编》^[5]中记载:“主产于山西、河南、江苏等地”。1998年版《中药志》^[49]记载:“山西,河南,江苏,安徽,四川,云南等省”。《500味常用中药材的经验鉴别》^[50]记载:“主产于福建永春、德山、连城;河南禹县、济源;江苏镇江、无锡、苏州;陕西延安;湖北孝感等地以及安徽、山西均产”。《中华本草》^[54]指出主产地包括湖北、陕西、河北等地十多个

省份。可见,近现代产地逐渐扩大,全国范围内均有。综上所述,赤石脂最早记载产于陕西秦岭,而后河南,江苏,山西,广西等地亦有产出;明清时期产地逐渐广泛,现全国范围内均有。

3.1.4 炮制考证 南北朝时期《雷公炮炙论》^[55]言其“须研如粉,新汲水飞过三度,晒干用”,新汲水即清晨时第一次打的井水,又称井泉水、井花水。《本草备要》^[56]沿用“研粉,水飞用”。清代《修事指南》^[57]与雷公同法炮制。《本草蒙筌》^[26]记载:“形赤粘舌为良,火煅醋淬才研”,始载火煅醋淬的方法。火煅可使质地酥脆,利于粉碎和煎出,而醋淬可引药入肝经,增强其收敛之功效。《医学入门》^[27]补充煅至通体红透。《本草原始》^[29]亦有“火煨水飞”的记载。《全国中草药汇编》^[5]记载:“碾成细粉,用醋和匀,搓条切段,晒干。再放无烟的炉火或坩埚内煅烧,至红透时取出,晾凉即可”。1992年版《江苏省中药饮片炮制规范》^[58]对醋淬时醋的用量进行补充:“每赤石脂100 kg,用醋30 kg”。2002年版《江苏省中药饮片炮制规范》^[59]收录另一种炮制方法:“放入炒锅中用文火微炒”。2008年版《北京市中药饮片炮制规范》^[60]记载煅制温度和时间:“再置炉或适宜容器内,(550℃,1 h)至红透,取出,晾凉”。后多省炮制规范沿用此炮制方法。

炮制工艺对赤石脂中元素含量影响较大,据报道,赤石脂煅制后挥发性金属元素Hg能得到有效的去除,Cu炮制后含量增加,Pb、Cd、As有不同程度的下降^[61]。高慧慧等^[62]研究发现,赤石脂煅制后水溶物含量比生品增加2~10倍,重金属元素Ga、Sb、Ba、Pb含量明显下降,可见赤石脂传统火煅醋淬的炮制方法是具有一定科学性的。综上,赤石脂的炮制方法包括“水飞”“火煅”“文火微炒”及“用醋搓条再煅”。

3.1.5 性味归经及功效配伍考证 魏晋时期《吴普本草》^[24]首次记载赤石脂味甘,无毒,性小寒。南北朝《名医别录》^[51]及《本草经集注》^[35]均言:“味甘、酸、辛,大温,无毒。主养心气,明目,益精”“治腹痛,女子崩中漏下,难产,胞衣不出”之功效。唐代以前,赤石脂主要功效是固胃涩肠,敛疮生肌及涩精止崩。唐代《药性论》曰:“补五脏虚乏”^[63]。《日华子本草》^[37]谓:“治吐血衄血,安心,镇五脏,除烦,疗惊悸”,描述其安心神,镇五脏及除烦疗惊悸之功效。南宋《绍兴本草》^[40]解读其功效:“阳中之阴,固胃肠有收敛之能,下胎衣无推荡之峻”。唐宋时期,补充赤石脂的安神镇脏、疗惊悸等功效。明代《药性歌括四百味》^[64]概括为“赤石脂温,保固肠胃,溃

疡生肌,涩精泄痢”。《神农本草经疏》^[65]从象思维及归经阐述其功效:“主养心气,明目益精,疗腹痛泄瀉……久服补髓好颜色,益智不饥,轻身延年。禀土金之气而色赤,则象火,故其味甘酸辛,气大温,无毒。气薄味厚,降而能收,阳中之阴也。入手阳明大肠,兼入手足少阴经”。清代《本草汇笺》^[66]记载:“其他固涩之药,性多轻浮,不能达下,惟石脂体重而涩,直入下焦阴分,为久利泄瀉之要药”,指出其体重而涩,为久痢泄瀉之要药。同时期《本草备要》^[56]曰:“益气生肌而调中,酸而涩,故收湿,止血而固下”,从性味阐释赤石脂功效,酸而收,指出其益气生肌、收涩止血的功效。《本草经解》^[67]记载其:“入足厥阴肝经、手厥阴心包络经……入足阳明燥金胃土、手阳明燥金大肠”,指出亦入肝及心经。《本草诗笺》^[68]亦记载:“养心止血功堪数……痢出初行总不宜”,指出初有积热者不宜使用。《长沙药解》^[69]有“敛肠胃而断泄利,护心主而止痛楚”的记载,描述其除固胃止泻的功效外尚有护心止痛之功。《本草求真》^[70]记载:“专入大肠,与禹余、栗壳,皆属收涩固脱之剂”,将赤石脂列入收涩固脱剂。《本草便读》^[71]总结“其治能入心、肾、大肠血分,其功不外乎固涩重镇,足以尽之”。明清时期对赤石脂性味归经解释赤石脂的功效进行了补充,并记载其属收涩固脱剂,为久痢泄瀉之要药。

赤石脂配伍禁忌始见于南北朝《名医别录》^[51]:“恶大黄,畏芫花”。同时期《雷公药对》^[25]补充其“恶松脂”。唐代《日华子本草》^[37]曰:“畏黄芩,大黄”。明代《炮炙大法》^[72]言其:“恶豉汁,畏黄芩,大黄,官桂”,将豉汁,官桂列入其配伍禁忌。同时期《本草纲目》^[28]记载:“畏芫花,恶大黄、松脂。”1963年版《中国药典》^[6]记载其“畏肉桂,桂枝”。2020年版《中国药典》^[15]记载其“不宜与肉桂同用”。综上,赤石脂味甘、酸、辛,无毒,性大温,入心、肝、肾及大肠经,有固胃涩肠、涩精止崩、敛疮生肌、镇脏安神之功,不宜与大黄、芫花、松脂、黄芩、豉汁、肉桂和桂枝同用。

3.2 15批市售赤石脂样品的XRD图谱及物相分析

15批市售赤石脂样品的XRD图谱见增强出版附加材料。其中S1~S10样品的主要特征谱线为 $d=9.963\sim 10.018\text{ \AA}$ 、(d 为晶面间距, $1\text{ \AA}=0.1\text{ nm}$),与国际衍射数据中心10 Å多水高岭石粉晶衍射中的主要吸收峰10.1 Å接近,表明S1~S10号样品中的主要物相组成为10 Å多水高岭石;同时XRD图中主要特征峰形尖锐,对称性好,表明10 Å多水高岭石质

量分数较高。此外,S1~S10号样品均在 2θ 为 $19^\circ\sim 24^\circ$ ($d=4.48\sim 4.18\text{ \AA}$)区域内有4条衍射峰;在 $34^\circ\sim 37^\circ$ ($d=2.48\sim 2.59\text{ \AA}$)和 $37^\circ\sim 40^\circ$ ($d=2.24\sim 2.40\text{ \AA}$)两个区域内各有3条衍射峰,与国际衍射数据中心结晶完好的高岭石粉晶衍射在 2θ 为 $19^\circ\sim 24^\circ$ ($d=4.5\sim 4.1\text{ \AA}$)区域内有4条衍射峰;在 $34^\circ\sim 37^\circ$ ($d=2.4\sim 2.6\text{ \AA}$)和 $37^\circ\sim 40^\circ$ ($d=2.20\sim 2.40\text{ \AA}$)2个区域内各有3条衍射峰接近,表明S1~S10号样品中均含有结晶完好的高岭石,与10 Å多水高岭石伴生矿物为高岭石一致。由S11~S15的XRD图经物相检索可知,S15主要特征峰峰形尖锐与地开石($d=7.16、3.58、4.27\text{ \AA}$)接近,表明S15中地开石的质量分数较高,同时还伴生白云母;S11~S14图谱相似,物相检索表明,4个样品均含有石英和白云母。

3.3 赤石脂样品的性状、吸湿度 结果显示,市售15批赤石脂样品中S1~S10的10 Å多水高岭石质量分数均较高,其中S1和S7中另含有7 Å多水高岭石,吸湿度也相对较高。S1~S10样品大部分呈不规则块状或颗粒状,表面大都呈鲜红色或棕红色,质软滑润,断面不整齐,部分具有蜡样光泽和层纹,均有吸舌性。而S2和S6号样品表面和断面均呈淡黄色或白色,间附红色斑点,物相分析结果显示,两样品均含有较高比例的呈无色或黄色的珍珠陶土。S5和S10号样品断面呈微弱的玻璃样光泽且吸湿度较高,分别含有斜方晶系麦钾沸石和斜方钙沸石,此类矿石常呈玻璃样光泽,且具有较高吸附性。S11~S15不含10 Å多水高岭石或占比低,主要组成为地开石、白云母、石英等,颜色以红色为主,大部分样品呈颗粒状,间附白色颗粒,吸舌性差。结合性状及XRD分析,S1~S10为正品,S11~S15为伪品。除S3外,正品吸湿度相对较高($>1.05\%$);除S15外,伪品吸湿度相对较低($<1.05\%$)。见表2。

4 讨论

唐代及以前,对赤石脂的质地、表面纹理,以及粘舌特征的描述,与层状硅酸盐类矿物多呈片状,具有吸附性的特征相似;明清时期,更细致地指出了赤石脂的生境和粘合两石的特性,与现硅酸盐类高岭石常与母岩中其他稳定矿物伴生的特征相符;近现代,赤石脂基原逐渐明确为多水高岭石,以“色赤鲜艳,细腻滑润,质软易碎及粘舌性强”者为佳。结合物相分析及吸湿度测定结果显示,赤石脂主要成分应为黏土矿中的10 Å多水高岭石,自然状态存在的粘土均含有一定数量的水分,以吸湿水和结构水(层间吸附水)两种状态存在。S1~S10主要组成

表2 赤石脂及其相似品的性状、吸湿度和组成

Table 2 Characteristics, humidity absorption and composition of Halloysitum Rubrum and its similar products

编号	形状	色泽	质地	断面	吸湿度/%	组成
S1	块状	鲜红色,黄色及白色相间	质滑腻	紫红色,不规则突起,明显层纹,具蜡样光泽	2.37	7 Å/10 Å多水高岭石,白云母,地开石,水钙沸石,方氟硅铈石
S2	块状	棕色与白色相间	质软	淡黄色,有少量红色,明显层纹,具蜡样光泽	1.56	石英,珍珠陶土,10 Å多水高岭石
S3	颗粒状	棕红	质较硬	红棕相间,具明显层纹	0.96	高岭石,10 Å多水高岭石,氧化钛铁(钛铁矿),白云母,片沸石
S4	颗粒状	棕红色和白色相间	质松软	红白相间,具明显层纹,具蜡样光泽	1.06	高岭石,10 Å多水高岭石,斜铝矾,锐钛矿,碲化铜
S5	块状	红白相间	滑润	红白相间,具蜡样光泽和微弱玻璃样光泽	1.83	10 Å多水高岭石,高岭石,麦钾沸石
S6	块状	黄白相间	质细腻	黄色,白色,淡红色相间,层纹明显,具蜡样光泽	1.89	珍珠陶土,10 Å多水高岭石,铜泡石,白云母
S7	块状	粗糙,深红与黄白色相间	质粗糙,较硬	红黄相间,呈颗粒感,明显层纹	2.21	7 Å/10 Å多水高岭石,高岭石,白云母,红闪石
S8	块状	红色,覆有淡黄色粉末	质软	绛红色,棕褐色,具蜡样光泽	1.68	高岭石,10 Å多水高岭石,三水铝石
S9	块状	棕红色,灰白色相间	质软、滑	红黄白相间,明显层纹,具蜡样光泽	2.40	10 Å多水高岭石,赤铅矿,硅锂钠石
S10	块状	红白相间	质较硬	红白棕色相间,具蜡样光泽,微弱玻璃样光泽	1.70	10 Å多水高岭石,高岭石,斜方钙沸石
S11	颗粒状	暗红色	质疏松	暗红色,颗粒性	1.04	石英,黑云母,多硅白云母,赤铁矿
S12	颗粒状	深红色,附有白色斑点	质松软	深红色,间有白色颗粒	0.61	石英,多硅白云母,磷钙镁石
S13	颗粒状	暗红色,间附白点	质硬	红色,颗粒性	0.68	石英,白云母,地开石
S14	颗粒状	红色	质较硬	暗红色,间有花瓣状粉色斑点	0.47	白云母,石英,赤铁矿
S15	块状	红色,覆有棕黄色粉末	质较硬	棕红色,黄色相间	1.98	地开石,白云母,水砷锌矿,块铜矾

为10 Å多水高岭石,与2020年版《中国药典》记载主含四水硅酸铝[Al₄(Si₄O₁₀)(OH)₈·4H₂O]一致。高岭石族矿物中高岭石,地开石和珍珠陶土均不含层间水,多水高岭石和b轴无序高岭石含有一定量的水分,这是因为多水高岭石与b轴无序高岭石的结构单元层间没有氢键连结,水分子更易进入^[16]。多水高岭石包括10Å多水高岭石和7 Å多水高岭石两种,10 Å多水高岭石较不稳定,其层间水大部分在储存过程中容易失掉而形成较稳定的7 Å多水高岭石。吸湿度测定发现S1和S7吸湿性较高,这可能与其长期储存导致部分10 Å多水高岭石在自然空间脱水而形成较稳定的7 Å多水高岭石有关,而S3吸湿度相对较低,具体原因有待进一步研究。现代吸湿度测定实验一定程度上与本草考证结果中赤石脂“粘舌”的特性相佐证,正品吸湿度均>1.0%,因此,为了更好地控制赤石脂质量,建议在其质量标准中应增加吸湿度检测项,以期为相关研究提供参考。

结合性状鉴定与物相分析结果发现,样品主要呈鲜红色或棕红色,这可能与其铁元素有关^[62]。现代研究表明,铁元素参与血红蛋白合成,有助于红细胞形成,改善细胞携氧能力,加速伤口愈合^[73-74]。

而颜色鲜腻可能与铁元素含量较高有关,与本草考证中赤石脂具有收涩止血,敛疮生肌之功,“理色鲜腻者为胜”相一致。珍珠陶土和麦钾沸石和斜方钙沸石为10 Å多水高岭石常见伴生矿物,S2和S6号样品含有较高比例的珍珠陶土,断面呈黄色或白色;S5和S10号样品分别含有麦钾沸石和斜方钙沸石,断面稍具蜡样光泽,吸湿度较高。

赤石脂有固胃涩肠、涩精止崩、敛疮生肌、镇脏安神之功,属收涩固脱剂,为久痢泄瀉之要药。现代药理研究认为赤石脂的“涩”与其具有吸附性有关^[75],内服能吸附消化道内的毒物,可保护消化道黏膜^[76]。赤石脂主要成分Al₄(Si₄O₁₀)(OH)₈·4H₂O,其中铝元素可能是其固胃涩肠的主要成分之一。铝制剂常用于胃酸过多、胃及十二指肠溃疡、反流性食管炎及上消化道出血等,但长期大量应用铝制剂也可容易诱发肠梗阻与便秘等症状^[77]。研究表明,高岭土通过电化学法可以分解为铝酸盐和硅酸盐,可用于制备氢氧化铝^[78]。此外,研究发现,赤石脂煅品水溶物微量元素的含有量比生品增加2~10倍,Al元素含有量大幅增加,而对人体有害的重金属元素Ga、Sb、Ba、Pb下降,这种变化与其止泻、

止血、黏膜保护作用可能有关^[62]。但是,赤石脂炮制的方法能否降低赤石脂的不良反应,以及其微量元素对药效的具体影响等仍待进一步探索。

综上所述,通过对赤石脂的名称、基原、产地、品质、功效、炮制进行系统整理与本草考证,历代本草多以“赤石脂”“赤符”之名记载,现代多以赤石脂为正名;本草记载的赤石脂与现代硅酸盐类矿物多水高岭石族10 Å多水高岭石相符;产地范围遍布全国各地;历代品质评价包括“色赤鲜艳,细腻滑润,质软易碎及黏舌性强”等,现代评价包括“多以鲜红或棕红色为主,表面光滑如脂,质软滑润,断面纹理细腻,有的具蜡样光泽,吸水性强,具黏土气,味淡,嚼之无沙粒感”等特征;味甘,酸,辛,大温,无毒,归心、肝、肾及大肠经;现代描述赤石脂的功效“涩肠,止血,生肌敛疮”,结合历代描述,还包括固胃,涩精止崩,镇脏安神等功效;古代炮制方法,以“研”为主,另有火煨,醋淬等,现代大多亦沿用此方法。通过不同批次的赤石脂的性状、XRD检测和吸湿度测定等,赤石脂的品质与本草考证结果一致,“鲜腻缀唇者为胜”可作为其品质评价的关键指标。

〔利益冲突〕 本文不存在任何利益冲突。

〔参考文献〕

- [1] 佚名. 神农本草经[M]. 吴普,叙. 孙星衍,孙冯翼,辑. 尚志钧,校注. 北京:学苑出版社,2008:106.
- [2] 肖朕平. 仲景矿物药运用规律研究[D]. 长沙:湖南中医药大学,2023:14.
- [3] 甘霞,赵新芳,林红,等. 加味赤石脂禹余粮汤对脾肾阳虚证肝硬化腹水患者的影响及疗效分析[J]. 中国实验方剂学杂志,2016,22(6):172-176.
- [4] 朱美香,吴小明. 张仲景赤石脂配伍规律研究[J]. 中国中医基础医学杂志,2017,23(7):1001-1002.
- [5] 《全国中草药汇编》编写组. 全国中草药汇编:上[M]. 北京:人民卫生出版社,1975:405.
- [6] 中华人民共和国卫生部药典委员会. 中华人民共和国药典:一部[M]. 北京:人民卫生出版社,1963:124.
- [7] 中华人民共和国卫生部药典委员会. 中华人民共和国药典:一部[M]. 北京:人民卫生出版社,1977:268.
- [8] 中华人民共和国卫生部药典委员会. 中华人民共和国药典:一部[M]. 北京:人民卫生出版社,化学工业出版社,1985:138.
- [9] 中华人民共和国卫生部药典委员会. 中华人民共和国药典:一部[M]. 北京:人民卫生出版社,化学工业出版社,1990:140.
- [10] 中华人民共和国卫生部药典委员会. 中华人民共和国药典:一部[M]. 广州:广东科技出版社,北京:化

学工业出版社,1995:141.

- [11] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典:一部[M]. 北京:化学工业出版社,2000:124.
- [12] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典:一部[M]. 北京:化学工业出版社,2005:108.
- [13] 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,2010:124.
- [14] 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,2015:158.
- [15] 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,2020:2.
- [16] 张锡秋,方邳森,胡立勋. 高岭土[M]. 北京:轻工业出版社,1988:9-13.
- [17] 牛继南,强颖怀,王春阳,等. 埃洛石的命名、结构、地貌和卷曲机制[J]. 矿物学报,2014,34(1):13-22.
- [18] 王小平,谢伟容,陈育青,等. 不同产地的炮制辅料土中化学元素及水溶性盐含量测定[J]. 中国现代中药,2020,22(10):1719-1725.
- [19] 魏健雄,孙媛,陈代红,等. 钟乳石的本草考证、品质评价及物相分析[J]. 中国实验方剂学杂志,2024,30(21),203-211.
- [20] 王友邵,孙媛,王云云,等. 阳起石品质评价的本草考证及物相分析[J]. 中国实验方剂学杂志,2024,30(21),194-202.
- [21] 魏健雄,袁明洋,崔红娇,等. 花蕊石品质评价的本草考证及物相分析[J]. 中国实验方剂学杂志,2024,30(21),185-193.
- [22] 陈文慧,朱仁愿,杜锐浒,等. 赤石脂的生药学鉴别研究[J]. 甘肃科技,2019,35(24):86-88.
- [23] 秦春娟,闫明,王振中,等. 基于多品种水-醇双提物的中药粉体性质影响颗粒吸湿性的研究[J]. 中草药,2023,54(4):1120-1126.
- [24] 吴普. 吴普本草[M]. 北京:人民卫生出版社,1987:6.
- [25] 徐之才. 雷公药对[M]. 尚志钧,尚元胜,辑校. 合肥:安徽科学技术出版社,1994:72.
- [26] 陈嘉谟. 本草蒙筌[M]. 陆拯,赵法新,校点. 北京:中国中医药出版社,2013:209.
- [27] 李梴. 医学入门[M]. 金嫣莉,校注. 北京:中国中医药出版社,1995:201.
- [28] 李时珍. 本草纲目:上[M]. 刘衡如,刘山永,校注. 北京:华夏出版社,1998:393.
- [29] 李中立. 本草原始:下[M]. 存诚堂刻本,1612:365.
- [30] 张志聪. 本草崇原[M]. 刘小平,点校. 北京:中国中医药出版社,1992:45.
- [31] 帝玛尔·丹增彭措. 晶珠本草[M]. 毛继祖,重译. 上海:上海科学技术出版社,2012:82.
- [32] 章鸿钊. 石雅[M]. 天津:百花文艺出版社,2010:167.
- [33] 中国医学科学院药用植物资源开发研究所,中国医学

- 科学院药物研究所,中国科学院南京中山植物园,等.
中药志:第4册[M]. 北京:人民卫生出版社,1961:249.
- [34] 国家中医药管理局《中华本草》编委会. 中华本草:维吾尔药卷[M]. 上海:上海科学技术出版社,2005:25.
- [35] 陶弘景. 本草经集注[M]. 尚志钧,尚元胜,辑校. 北京:人民卫生出版社,1994:143.
- [36] 苏敬. 新修本草[M]. 上海:上海科学技术出版社,1959:30.
- [37] 日华子. 日华子本草[M]. 常敏毅,辑注. 北京:中国医药科技出版社,2016:10.
- [38] 苏颂. 本草图经[M]. 尚志钧,辑校. 合肥:安徽科学技术出版社,1994:21.
- [39] 唐慎微. 大观本草[M]. 艾晟,刊订. 尚志钧,点校. 合肥:安徽科学技术出版社,2002:93.
- [40] 王继先. 绍兴本草[M]. 北京:北京科学技术出版社,1991:45.
- [41] 寇宗奭. 本草衍义[M]. 颜正华,点校. 北京:人民卫生出版社,1990:25.
- [42] 卢之颐. 本草乘雅半偈[M]. 刘更生,校注. 北京:中国中医药出版社,2016:71.
- [43] 杨时泰. 本草述钩元[M]. 上海:科技卫生出版社,1958:47.
- [44] 周岩. 本草思辨录[M]. 北京:中国书店,1987:54.
- [45] 邹澍. 本经疏证[M]. 北京:中国中医药出版社,2015:18,80.
- [46] 仲昂庭. 本草崇原集说[M]. 孙多善,点校. 北京:人民卫生出版社,1997:60.
- [47] 杨华亭. 药物图考:下册[M]. 南京:中央国医书馆,1935:71.
- [48] 刘友梁. 矿物药与丹药[M]. 上海:上海科学技术出版社,1962:72.
- [49] 中国医学科学院药用植物资源开发研究所,中国医学科学院药物研究所,中国科学院南京中山植物园,等.
中药志:第6册[M]. 北京:人民卫生出版社,1998:335.
- [50] 卢赣鹏. 500味常用中药材的经验鉴别[M]. 北京:中国中医药出版社,1999:737.
- [51] 陶弘景. 名医别录[M]. 尚志钧,辑校. 北京:人民卫生出版社,1986:10.
- [52] 日华子,韩保升. 日华子本草·蜀本草[M]. 尚志钧,辑复. 合肥:安徽科学技术出版社,2005:345.
- [53] 倪朱谟. 本草汇言[M]. 郑金生,甄雪燕,杨梅香,校点. 北京:中医古籍出版社,2005:483.
- [54] 国家中医药管理局《中华本草》编委会. 中华本草:第1册[M]. 上海:上海科学技术出版社,1999:332.
- [55] 雷斅. 雷公炮炙论[M]. 施仲安,校注. 南京:江苏科学技术出版社,1985:16.
- [56] 汪昂. 本草备要[M]. 北京:人民卫生出版社,1965:222.
- [57] 张志国,曹臣.《修事指南》释义[M]. 太原:山西科学技术出版社,2014:112.
- [58] 江苏省卫生厅. 江苏省中药饮片炮制规范[M]. 南京:江苏科学技术出版社,1992:509.
- [59] 江苏省药品监督管理局. 江苏省中药饮片炮制规范[M]. 南京:江苏科学技术出版社,2002:487.
- [60] 北京市药品监督管理局. 北京市中药饮片炮制规范[M]. 北京:化学工业出版社,2010:320.
- [61] 吴旭,欧阳楠. 炮制工艺对矿物药赤石脂有害重金属元素的影响考察[J]. 中国药师,2022,25(2):364-368.
- [62] 高慧慧,杨立梅,张超,等. ICP-MS法测定赤石脂煅制前后21种可溶性无机元素[J]. 中成药,2016,38(6):1346-1350.
- [63] 甄权. 药性论·药性趋向分类论[M]. 尚志钧,辑释. 合肥:安徽科学技术出版社,2006:5.
- [64] 龚廷贤. 药性歌括四百味[M]. 上海:第二军医大学出版社,2005:512.
- [65] 缪希雍. 神农本草经疏[M]. 夏魁周,赵瑗,校注. 北京:中国中医药出版社,1997:62.
- [66] 顾元交. 本草汇笺[M]. 刘更生,郭栋,张蕾,等,校注. 北京:中国中医药出版社,2015:269.
- [67] 叶天士. 本草经解[M]. 上海:上海卫生出版社,1957:98.
- [68] 朱钥. 本草诗笺:上[M]. 乾隆27年刻本:34.
- [69] 黄元御. 长沙药解[M]. 北京:中国医药科技出版社,2017:41.
- [70] 黄宫绣. 本草求真[M]. 赵贵铭,点校. 太原:山西科学技术出版社,2012:74.
- [71] 张秉成. 本草便读[M]. 太原:山西科学技术出版社,2015:145.
- [72] 缪希雍. 炮炙大法[M]. 庄继光,录校. 胡晓峰,校注. 北京:中国书店,1992:9.
- [73] 赵楠,王慧玲,叶海云. 健脾生血颗粒联合琥珀酸亚铁治疗妊娠期缺铁性贫血的效果及对铁代谢指标的影响[J]. 临床医学研究与实践,2024,9(4):131-134.
- [74] 朱娜娜. 改良处理自体血对糖尿病小鼠红细胞携氧能力及伤口愈合的影响[D]. 芜湖:皖南医学院,2019.
- [75] 杨再巧,传秀云,苏双青. 高岭石作为矿物药的功效及机理[J]. 时珍国医国药,2016,27(11):2725-2727.
- [76] 马瑜璐,房方,刘圣金,等. 矿物类中药止泻药理作用及临床应用研究进展[J]. 中国现代中药,2022,24(11):2260-2268.
- [77] MOYLAN F M. Aluminum hydroxide in the symptomatic treatment of infants with chronic diarrhea[J]. J Pediatr Gastroenterol Nutr,1983,2(2):295-298.
- [78] ERANSKAYA T Y, RIMKEVICH V S. Electrochemical production of aluminum hydroxide from kaolins[J]. Theor Found Chem Eng, 2016, 50(5):806-811.

[责任编辑 李嘉麟]