

黄花蒿的开花特性与繁育系统研究[△]

孙年喜*,李隆云#,崔广林(重庆市中药研究院中药种植研究所/重庆市中药良种选育与评价工程技术研究中心,重庆 400065)

中图分类号 R284.1;R282 文献标志码 A 文章编号 1001-0408(2013)27-2572-04
DOI 10.6039/j.issn.1001-0408.2013.27.28

摘要 目的:研究黄花蒿的开花特性,明确其繁育系统,为开展优良品种选育提供参考。方法:田间观察黄花蒿的开花进程和传粉特性,离体培养法测定花粉萌发率,联苯胺-过氧化氢法测定柱头可授性,套袋法研究授粉习性。结果:黄花蒿的花期在每年10月份,持续约1个月,单株花期约2周。黄花蒿整个开花期的花粉萌发率变化不大,盛花期的花粉萌发率约为44.2%。黄花蒿雌花柱头的可授性在散粉前最大,且雌花柱头的可授性高于两性花。花粉-胚珠比率值和套袋法结果判定黄花蒿繁育系统为专性异交。结论:黄花蒿的繁育系统类型为专性异交,且为风媒传粉。

关键词 黄花蒿;花粉萌发率;柱头可授性;杂交指数;繁育系统

Study on Flowering Characteristics and Breeding System of *Artemisia annua*

SUN Nian-xi, LI Long-yun, CUI Guang-lin (Institute of Materia Medica Planting, Chongqing Academy of Chinese Materia Medica, Chongqing Engineering Research Center for Fine Variety Breeding and Evaluation of Chinese Materia Medica, Chongqing 400065, China)

ABSTRACT OBJECTIVE: To study flowering characteristics of *Artemisia annua*, to confirm certain breeding system, and to provide reference for fine variety selection. METHODS: Flowering dynamics and pollination characteristic was studied by field observation, and pollen viability was determined by isolated culture. The stigmas receptivity was determined by the methods of benzidine-H₂O₂, and habit of pollination was studied by bagging test. RESULTS: The florescence span of *A. annua* was in October and continued for about one month, and the florescence span of the individual plant was about two weeks. The pollen viability had little change throughout flowering period and it was about 44.2% at full flowering stage. The stigmas receptivity of female flower was the highest before pollen scattering and higher than hermaphroditic flowers. The pollen-ovule ratio (P/O) and bagging test showed the breeding system was obligate xenogamy. CONCLUSIONS: The breeding system of *A. annua* belongs to obligate xenogamy and pollinated by wind.

KEY WORDS *Artemisia annua*; Pollen viability; Stigmas receptivity; Out-crossing index; Breeding system

黄花蒿(*Artemisia annua* L.),属菊科蒿属一年生草本植物,其提取物青蒿素被世界卫生组织确认为有效的疟疾治疗药物,目前栽培黄花蒿依然是商业化青蒿素的唯一可靠来源。大量栽培技术研究及应用结果表明^[1-4],改进黄花蒿栽培技术能提高其产量与青蒿素含量,但提高空间有限。黄花蒿的品种选育研究从20世纪80年代末就已开始,如今重庆、广西等地通过引种比较及集团选育的方法已选育出了青蒿素质量分数>1%的良种^[5-6]。但由于黄花蒿为异花授粉植物,高产株系的保持难度较大,因而黄花蒿优良品种选育及高产株系的保持工作仍是研究热点之一。目前,对黄花蒿的研究工作主要集中在资源、栽培技术、生物学特性、营养生理动态等

方面,黄花蒿种质资源丰富的遗传多样性可为新品种选育提供物质基础^[7],但黄花蒿繁殖生物学方面仅见到云南省开花物候及结实率方面的初步研究^[8]。因此,本课题组从花部形态、开花特性、繁育特性等方面对黄花蒿开花生物学进行研究,为了解黄花蒿繁育特性、开展优良品种杂交选育提供理论参考。

1 材料

实验材料的种子来源于重庆丰都通和制药有限公司,经重庆市中药研究院李隆云研究员鉴定其来源为菊科蒿属植物黄花蒿(*A. annua* L.)。实验经过3年栽培观察,观察地点设在重庆市中药研究院植物园内,每年3月初播种,之后移栽入大田进行常规管理。

2 方法

2.1 花部形态及开花特性观察

对黄花蒿的开花物候期进行观察,记录初花期、盛花期和末花期。随机标记15株植株,从蕾期开始进行观察,其中蕾期每2~3天观察1次,开花期每天观察,以确定单花和单株的开花特性。花部细微形态指标(如花序花盘直径、小花长、花柱长、花药长、子房长、子房直径等)用显微镜观察并测量,每指

[△] 基金项目:国家科技支撑计划子课题(No.2006BAI09B01-04);国家中医药管理局行业专项(No.201107011);重庆市科技攻关计划项目(No.CSTC,2009AA5009)

* 副研究员,硕士。研究方向:药用植物生理及品种选育。电话:023-89029178。E-mail:sunnx2008@163.com

通信作者:研究员。研究方向:中药材栽培技术与品种选育。电话:023-89029118。E-mail:lilongyun8@163.com

标测定50个数据。

2.2 花粉萌发率及柱头可授性测定

选取花期一致的黄花蒿10株进行标记,分别于初花期、盛花期与末花期采集混合花粉进行萌发率测定,采集时间选择上午10:00左右的散粉高峰期。花粉萌发率用离体萌发法测定,方法参考张志良等^[9]对花粉管生长的测定法并有改进。将采集的花粉置于蔗糖质量分数为20%、硼酸质量浓度为50 mg/L、pH=5的培养基上,25℃下暗培养2 h后于显微镜下镜检。每次做6个重复,镜检时每个重复观察5个视野,每视野花粉粒在100粒左右。花粉萌发率(%)=花粉管长度大于花粉直径的花粉粒的数量/所观察花粉总数量×100%。

笔者对黄花蒿花粉贮藏方法进行了初步探索,进行了不同温度及干燥条件下6种贮藏方法的考察,即:常温常湿贮藏、常温+干燥剂中贮藏、0~5℃冰箱贮藏、0~5℃+干燥剂中贮藏、-40℃冰箱贮藏、-40℃+干燥剂中贮藏。于贮藏不同时间用上述离体萌发法测定花粉萌发率,每种方法重复测定4次。

从以上标记的10株黄花蒿中选取处于不同开花状态的花序,用联苯胺-过氧化氢法^[10]测定柱头可授性,测定时将采集的新鲜管状花的柱头浸入含有联苯胺-过氧化氢反应液(1%联苯胺:3%过氧化氢:水=4:11:22, V/V/V)凹面载片的凹陷处。用体视镜观察柱头染色的部位,将呈现蓝色并伴有大量气泡出现的柱头算作具有可授性,计算染色率。每次测定时取小花约100朵,重复3次。染色率(%)=(具有可授性的柱头数量/供检小花柱头总数)×100%。

2.3 花粉量及花粉-胚珠比率(P/O)测定

花粉量测定方法参考宋玉霞等^[11]的方法并有改进。取即将开放的小花3朵置于干净的指形瓶中,于烘箱中30℃干燥,待花药开裂、花粉散出后,加入8%的葡萄糖溶液1 ml,充分摇匀后取10 μl置于显微镜下数出花粉粒数(N),即可得每朵花的花粉量(33.33×N),重复计数5次;同时对应测定该朵花的胚珠数,即可得P/O。重复测定10次。

依据Cruden RW^[12]的标准:P/O为2.7~5.4时,其繁育系统为闭花受精;P/O为18.1~39.0时,繁育系统为专性自交;P/O为31.9~396.0时,繁育系统为兼性自交;P/O为244.7~2 588.0时,繁育系统为兼性异交;P/O为2 108.0~195 525.0时,繁育系统为专性异交。P/O值的降低意味着近交程度的升高,P/O值的上升意味着远交程度的升高。

2.4 杂交指数(OCI)估算

按照Dafni A^[13]的标准进行花序直径、花朵大小与开花行为的测量及繁育系统的评判。具体方法是:(1)花朵或花序直径<1 mm记为0;1~<2 mm记为1;2~6 mm记为2;>6 mm记为3。(2)花药开裂时间与柱头可授期之间的时间间隔,同时或雌蕊先熟记为0;雄蕊先熟记为1。(3)柱头与花药的空间位置,同一高度记为0;空间分离记为1。三者之和为OCI值。评判标准:OCI=0时,繁育系统为闭花受精;OCI=1时,繁育系统为专性自交;OCI=2时,繁育系统为兼性自交;OCI=3时,繁育系统为自交亲和,有时需要传粉者;OCI=4时,繁育系统为部分自交亲和,异交,需要传粉者。

2.5 授粉习性研究

由于黄花蒿花小,去雄困难,故仅做黄花蒿开花前采用塑料网袋套袋与不套袋两种处理,于11月份种子成熟时统计结实率。

2.6 传粉距离测定

采用水平布片法:选取正开花的黄花蒿地块,在其周边设0.5、1.0、1.5、2.0、3.0 m的距离梯度,将涂有凡士林的载玻片按顺风、逆风及其两侧4个方位放置,每个点放置3个载玻片,接受散布在空气中的花粉,2 h后取回载玻片,在体视镜下检查接受花粉粒情况。

3 结果分析

3.1 黄花蒿花部特征

黄花蒿是由许多头状花序聚合成的带叶的圆锥花序,小花序(头状花序)的直径为2~3 mm,其上密集着生28~36朵管状小花,其中中间小花为两性花,18~27朵;外层(常为最外层)为雌花,8~11朵。头状花序最外面有萼片1~2层,5~10片,覆瓦状排列,绿色,边缘膜质。雌花开放后长1.6~2.4 mm,花冠2~3裂,柱头2裂,开放后伸长,多折向花序外,有助于接受外来花粉。两性花长1.5~2.0 mm,花冠开放时5裂,5枚聚药雄蕊,1枚雌蕊;柱头2裂或不分裂,在刚开放时为花药包围,开放几小时后会伸出花冠外,其上布满乳突细胞。黄花蒿为子房下位,子房直径0.2~0.3 mm,单室。黄花蒿花部特征见表1。

表1 黄花蒿花部特征(mm, $\bar{x} \pm s$, n=50)

Tab 1 Floral syndrome of *A. annua* (mm, $\bar{x} \pm s$, n=50)

小花	小花长	花柱长	花药长	子房长	子房直径
两性花	1.72±0.12	1.57±0.19	0.75±0.06	0.42±0.07	0.28±0.02
雌花	1.93±0.20	1.47±0.20		0.46±0.03	0.26±0.02

3.2 黄花蒿开花特性

3月初播种的黄花蒿,9月上旬现蕾,蕾期持续至10月上旬,花期10月初至10月底。其中,10月初为初花期,即从黄花蒿第1朵花开放至80%以上花序中最外层有雌花开放;盛花期在10月中旬,约1周时间,即从雌花开始开放至80%以上花序中80%以上雌花开放;之后进入末花期;至10月底花期全部结束进入种子生长期。11月中旬种子开始成熟,种皮仍为浅绿色,已具发芽能力;11月下旬至12月上旬种皮变为浅灰色时进行种子采收。

黄花蒿雌花为浅绿色;两性花蕾期为绿色,开花前花冠为浅黄色,开花后由浅黄色变为褐色;小花序则随着小花的开放由绿色变黄色,再转为褐色。黄花蒿开花时外层雌花先开,约1~3 d后两性花开放,同时散粉,两性花也由花序外向内开放,初开时每花序1次开3~5朵,盛开时1次开5~8朵。

黄花蒿单株以主茎中上部光照充足的分枝花蕾发育好,顶端花蕾发育最好,大而密。大多数主茎中上部分枝先开花,也有下部分枝先开花的。次级分枝开花顺序不是特别明显,顶端花蕾发育稍晚于中下部分枝。黄花蒿单株开花时间约2周,初次散粉时间在花序开放后1~3 d,盛粉在开花后3~6 d,每株的盛粉期持续3~6 d。大多数黄花蒿开花时花序下垂,有利于花粉散出。

黄花蒿开花时间晴天时主要在上午10:00左右,开花整齐,散粉量大,阴天则在上午10:30以后才开始陆续开放;散粉持续时间与天气变化关系密切,晴天持续时间短,阴雨天持续时间长。

3.3 黄花蒿花粉萌发率及柱头可授性

陈靖等^[14]在对不同种源黄花蒿花粉形态及生活力比较中发现,黄花蒿花粉生活力不适宜用TTC染色法进行测定,因此

笔者选用了离体萌发法进行黄花蒿花粉萌发率的测定。结果表明,黄花蒿花粉总体萌发率不高,初花期花粉平均萌发率为34.5%;盛花时花粉平均萌发率最高,达到44.2%;末花期花粉平均萌发率为41.8%。初花期时花粉萌发率稍低,盛花及末花期时花粉萌发率差异不显著。

不同贮藏方式下黄花蒿花粉萌发率见表2。由表2可知,黄花蒿较适宜的贮藏温度为0~5℃,此温度下贮藏24 h萌发率变化不大,仍达39.7%,72 h后萌发率降为10%;-40℃贮藏24 h后萌发率为0;常温下48 h后萌发率为1.9%;将黄花蒿花粉置于干燥剂中萌发率下降很快,常温和-40℃下24 h内萌发率即降为0。

表2 不同贮藏方式下黄花蒿花粉萌发率(% , $\bar{x} \pm s$, n=4)

Tab 2 Pollen vitality of *A. annua* under different conditions (% , $\bar{x} \pm s$, n=4)

贮藏方式	新采花粉	采后24 h	采后48 h	采后72 h
常温常湿	40.8±2.3	19.8±2.2	1.9±0.7	0
常温+干燥剂	40.8±2.3	0	0	0
0~5℃	40.8±2.3	39.7±4.8	16.2±2.1	10.0±0.9
0~5℃+干燥剂	40.8±2.3	18.3±2.0	12.9±1.3	0
-40℃	40.8±2.3	0	0	0
-40℃+干燥剂	40.8±2.3	0	0	0

黄花蒿雌花柱头开放后呈浅绿色,透明状,5~7 d后脱水萎蔫,呈浅褐色。雌花柱头在开花前即具可授性,经联苯胺-过氧化氢处理后平均染色率为60.4%;刚开放时平均染色率达88.4%;两性花散粉前雌花平均染色率达89.8%,且此时染色最深,气泡量大,散粉1 d后降为69.1%;盛粉时雌花平均染色率为63.9%,散粉末期为32.0%。

两性花在散粉时柱头经联苯胺-过氧化氢处理后有气泡出现,但没有被染色,盛粉时气泡量大,但染色仍较雌花柱头浅,染色率为53.2%。

两性花柱头可授性较差,且两性花花冠开放的同时花药开裂,花粉掉到柱头上,不利于异花授粉。

3.4 黄花蒿繁育系统

黄花蒿的OCI与P/O值见表3。由表3可知,黄花蒿的P/O值为2 983.3。依据Cruden RW^[12]的标准,P/O为2 108.0~195 525.0时,繁育系统为专性异交。

黄花蒿小花序直径为2~3 mm,小花分雌花和两性花,雌花先开放且具可授性,雌蕊先熟,雌雄蕊空间分离。故黄花蒿的OCI为3,繁育系统为自交亲和,有时需要传粉者。

授粉习性研究结果表明,黄花蒿自然传粉结实率约37.24%,套袋自交结实率在0.6%左右,繁育系统为专性异交。

表3 黄花蒿的OCI与P/O值($\bar{x} \pm s$, n=10)

Tab 3 The out-crossing index and pollen-ovule ratio of *A. annua* ($\bar{x} \pm s$, n=10)

项目	记录值	繁育系统类型
花冠直径	2	
雌雄蕊时间分离	0	
雌雄蕊空间分离	1	
OCI	3	自交亲和,有时需要传粉者
每花花粉粒数,粒	2 983.3±337.1	
每花胚珠数,粒	1	
P/O	2 983.3±337.1	专性异交

3.5 黄花蒿传粉距离

黄花蒿平均株高2.2 m,散粉集中在0.7 m以上。测定传粉

距离时发现除顺风方向,其他方向仅在单株冠幅附近即0.5 m处检测到花粉粒,在顺风方向,微风时检测到0.5、1.0 m处花粉量大,1.5 m处花粉量较少,2.0 m之外几乎检测不到花粉。

4 讨论

在有性生殖中,植物花的生物学特征与其传粉机制相适应,有效的传粉是以大量的花粉、有效的传媒和处于可授期的柱头为前提。黄花蒿小花分雌花和两性花,开花时雌蕊先熟且雌雄蕊空间分离,是传统上阻止自花传粉的有效机制;而花小、多、密集,没有艳丽的色彩及强烈的气味,花粉量大,花粉粒小,且大多植株开花时花序下垂,均有利于花粉散出与传播;其柱头多2裂且上面布满乳突细胞,便于接受花粉,是黄花蒿适应风媒传粉的生物学特征。

黄花蒿P/O为2 983.3,得出其繁育系统为专性异交^[12]。套袋结果表明,黄花蒿自然结实率较高,自交结实率极低,远小于5%,也表明其为专性异交,存在自交不亲和。套袋实验与P/O研究结果一致,且与杨丽英等^[8]研究结果相同。OCI检测结果表明,黄花蒿繁育系统为自交亲和,有时需要传粉者,这与黄花蒿真实的繁育系统不相符。虽然OCI测试数据为传粉结果的依据较为可靠,但OCI检测是从植物的表现形态进行判断,更适应于虫媒传粉的植物类型^[15],对风媒传粉植物的检测可能会出现偏差。

风媒植物种群能否进行有效地繁殖,传粉效率至关重要。花粉从花药中释放至被雌花接受,其中绝大部分因环境的选择作用而损失在传粉过程中。本研究结果显示,黄花蒿的花粉传播距离较小,且常温条件下存活期仅1 d左右,但花期可长达2周,在栽培密度较大时,开花期异株间枝条相互重叠,虽为短距离传粉,但异花授粉容易。同时,黄花蒿雌花先开,比两性花开花散粉提前1~3 d,且雌花开放时即具可授性,可授期持续5~7 d,柱头可授期与散粉高峰有很大的重叠,表明黄花蒿具有有效的传粉。

本研究发现,黄花蒿两性花柱头可授性较差,且两性花花冠开放的同时花药开裂,花粉掉到柱头上,不利于异花授粉。因此,两性花的结实率及自花花粉对黄花蒿结实率的影响有待进一步研究。

参考文献

- [1] 元四辉.不同产地栽培青蒿中青蒿素的含量测定[J].中药材,2007,30(10):1 257.
- [2] 韦霄,李锋,许成琼,等.不同栽培措施对黄花蒿产量和青蒿素含量的影响[J].广西科学院学报,1999,15(3):132.
- [3] 蒋运生,漆小雪,韦记青,等.播种期对黄花蒿生长、产量及青蒿素含量的影响[J].种子,2008,27(10):14.
- [4] 杨水平,杨宪,黄建国,等.氮磷钾肥和密度对青蒿生长和青蒿素产量的影响[J].中国中药杂志,2009,34(18):2 290.
- [5] 韦霄,李锋,傅秀红,等.黄花蒿类型引种试验[J].广西科学院学报,1998,14(1):28.
- [6] 李隆云,吴叶宽,马鹏,等.青蒿新品种“渝青1号”的选育及其示范推广[J].中国中药杂志,2010,35(19):2 516.
- [7] 陈大霞,李隆云,彭锐,等.青蒿素高含量地区黄花蒿种质资源的简单重复序列区间分析[J].中国药房,2011,22(11):1 026.
- [8] 杨丽英,李绍平,谷安宇,等.黄花蒿繁殖生物学初步研究

巴戟天的炮制历史沿革[△]

景海漪*, 史 辑#, 贾天柱(辽宁中医药大学药学院, 辽宁 大连 116600)

中图分类号 R283;R282 文献标志码 A 文章编号 1001-0408(2013)27-2575-03

DOI 10.6039/j.issn.1001-0408.2013.27.29

摘要 目的:为科学、合理应用巴戟天提供参考。方法:查阅古籍和现代文献,总结巴戟天历代炮制方法、炮制理论和现代炮制工艺研究成果。结果与结论:在古代,巴戟天炮制方法有净制、炒制、盐制、药汁制、酒制等;在现代,运用先进的科学技术和试验条件,巴戟天的炮制工艺、炮制前后化学成分变化及炮制对药效学的影响被深入、系统地研究。这可为科学地制订巴戟天的炮制工艺及质量标准提供参考,进而为临床合理用药提供科学依据。

关键词 巴戟天;炮制方法;历史沿革

巴戟天为茜草科植物巴戟天 *Morinda officinalis* How. 的干燥根,始载于《神农本草经》,列为上品。其味甘、辛,性微温,具有补肾阳、强筋骨、祛风湿的功效,临床常用炮制品种为盐制巴戟天和甘草水制巴戟天。笔者系统查阅了我国历代炮制文献中关于巴戟天的记载,按照不同炮制方法分类,罗列了巴戟天的炮制方法以及炮制目的;同时阐明了巴戟天现代炮制研究的历史基础和亟待解决的问题,为今后巴戟天的炮制研究提供理论依据。

1 古代炮制方法

1.1 净制

东汉·华佗《华氏中藏经》和晋《肘后备急方》中最早见有巴戟天“去心”的记载;《太平圣惠方》中有“去苗”的记载;“去心”的方法在《本草经集注》《备急千金要方》《新修本草》中均被记载为“锤破”;《证类本草》中有“槌破去心”的记载;《太平惠民和剂局方》中也有“锉”的记载;《本经逢原》中有“酒浸去心”的记载;《得配本草》中有“滚水去心”的记载;《圣济总录》中有“米泔浸去心”的记载;《冯氏锦囊秘录》中有“水煮去心”“酒洗去心”的记载;《炮炙大法》中有“若急用只以温水浸软去心也”的记载;《胎产心法》中有“酒洗去骨”“酒浸去骨”的记载。

1.2 炒制

宋·寇宗奭《图经衍义本草》中有“有人嗜酒,日须五七杯,后患脚气甚危,或教以巴戟半两,糯米同炒,米微转色,不用米”的记载;《博济方》中有“糯米炒,候赤黄色,米不用”“去心,以陈粟米同炒令黄色”的记载;《圣济总录》中有“米泔浸一宿,焙一两”“去心,糯米炒,候米赤黄,去米不用”的记载;《古方医统大全》记载巴戟天炮制方法为“炒”;《医学纲目》对巴戟天有“去心炒”的记载;《圣济总录》中有“去心,麸炒黑”“去心微炒”“糯米同炒”“去心炒黄”的记载;《笔花医镜》提及巴戟天的炮制方法为“炒”;《外科大成》中有“汤泡去心微焙”的记载。

1.3 盐制

包括盐浸、盐煮、盐泡、盐炒等。在《太平惠民和剂局方》中有“盐汤浸打去心”的记载,这是首次将盐制用于巴戟天炮制的记载,且一直沿用至今;在《奇效良方》中有“去心,青盐酒煮”的记载;明·李梴《医学入门》有“盐水煮,去心”的记载;明·王肯堂《证治准绳》中有“巴戟肉,盐汤浸”的记载;明·龚廷贤《寿世保元》中有“盐水泡,去心”的记载;《傅青主女科歌括》以及《竹泉生女科集要》中有“巴戟天盐水浸”的记载;《王旭高临证医案》中有“巴戟肉,盐水炒”的记载。巴戟天是补肾壮阳药,而盐性寒,有补肾、软坚、凉血解毒的作用,用盐制巴戟天可引药入肾,达到助阳补肾之功。目前,盐制巴戟天应用较广泛。

[J].西南农业学报,2008,21(4):1 036.

[9] 张志良,瞿伟菁.植物生理学实验指导[M].3版.北京:高等教育出版社,2003:226-228.

[10] Dafni A, Maues MM. A rapid and simple procedure to determine stigma receptivity[J]. *Sex Plant Reprod*, 1998, 11(3):177.

[11] 宋玉霞,郭生虎,牛东玲,等.濒危植物肉苁蓉(*Cistanche deserticola*)繁育系统研究[J].植物研究,2008,28(3):278.

[12] Cruden RW. Intraspecific variation in pollen-ovule ratios and nectar secretion-preliminary evidence of ecotypic adaptation[J]. *Ann Mo Bot Gar*, 1976, 63(2):277.

[13] Dafni A. *Pollination Ecology*[M]. New York: Oxford Univ Press, 1992:1.

[14] 陈靖,董志恒,赵文倩,等.不同种源黄花蒿花粉形态及生活力比较[J].中国现代中药,2008,10(1):15.

[15] 王翠翠,刘文哲,张莹.喜树开花特性及繁育系统的研究[J].热带亚热带植物学报,2009,17(3):275.

(收稿日期:2012-07-15 修回日期:2012-10-16)

△ 基金项目:国家自然科学基金青年科学基金资助项目(No.81001635);国家中医药管理局中医药行业科研专项(No.20110700716)

* 硕士研究生。研究方向:中药炮制化学成分。电话:0411-87586001。E-mail:jinghaiyi@sina.com

通信作者:副教授。研究方向:天然药物化学。电话:0411-87586011。E-mail:lnshiji@163.com