

基于有效成分含量的黄芩种质资源评价

张红瑞¹, 张 燕², 高致明¹, 王文全³

(1. 河南农业大学 中药材工程技术研究中心, 河南 郑州 450002;

2. 中国中医科学院 中药研究所, 北京 100700; 3. 北京中医药大学 中药学院, 北京 100102)

摘要: 为了筛选出黄芩优良种质, 为优良品种的选育提供基础材料, 采用 TOPSIS 法与 RSR 法相结合的方法, 基于黄芩药材中总黄酮、黄芩苷、汉黄芩苷、黄芩素、汉黄芩素、木犀草素、白杨素、可溶性糖、粗多糖、总糖、醇溶性浸出物的含量对 54 个种源进行了评价。结果表明, TOPSIS 法和 RSR 法相结合可以用于黄芩种质资源的评价。筛选出了辽宁建昌、山东文登、辽宁北票、河北康保、内蒙古镶白旗、内蒙鄂温克旗、河北围场Ⅲ、内蒙卓资、吉林乾安、吉林双辽等 10 个优良种质。

关键词: 黄芩; 种质资源; 有效成分; 理想解法; 秩和比法

中图分类号: S567.23⁺9 **文献标志码:** A **文章编号:** 1004-3268(2013)07-0106-04

Evaluation of Germplasm Resources of *Scutellaria baicalensis* Based on Content of Effective Components

ZHANG Hong-rui¹, ZHANG Yan², GAO Zhi-ming¹, WANG Wen-quan³

(1. The Engineering Technology Research Center for Chinese Medicine, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China;

2. Institute of Chinese Materia Medica, China Academy of Chinese Medical Sciences, Beijing 100700, China;

3. School of Chinese Pharmacy, Beijing University of Chinese Medicine, Beijing 100102, China)

Abstract: Screening of excellent germplasms would provide basic materials for breeding excellent varieties of *Scutellaria baicalensis*. The contents of flavonoids, baicalin, wogonoside, baicalein, wogonin, luteolin, chrysin, dissolubility sugar, thick amylase, overall sugar, and alcohol dissolve lixiviate matter of medicinal materials *S. baicalensis* from 54 provenances were evaluated by using the method, combination of TOPSIS (technique for order preference by similarity to ideal solution) with RSR (rank sum ratio). The results showed that this method could be used for evaluating germplasm resources of *S. baicalensis*. Ten excellent germplasms, i. e., Liaoning Jianchang, Shandong Wendeng, Liaoning Beipiao, Hebei Kangbao, Inner Mongolia Zhengxiangbaiqi, Inner Mongolia Ewenkeqi, Hebei Weichang Ⅲ, Inner Mongolia Zhuozi, Jilin Qian'an, and Jilin Shuangliao, were screened out.

Key words: *Scutellaria baicalensis*; germplasm resources; content of effective components; TOPSIS; RSR

理想解法 (technique for order preference by similarity to ideal solution, TOPSIS) 是一种有效的多指标决策方法, 又称为多变量综合评价方法、多指标综合评估技术。综合评价不同于多个指标分析的简单相加, 是

在掌握有关历史资料的基础上, 将各种有关因素的信息集中, 依据其内在联系进行适当加工提炼, 用数理统计方法或生物数学方法制定出恰当的评价模型, 以谋求对评价对象的类别或优劣等级进行较为客观的判

收稿日期: 2012-12-10

基金项目: 河南省教育厅自然科学研究计划项目 (2011B360003)

作者简介: 张红瑞 (1978-), 女, 河南鄢陵人, 讲师, 博士, 主要从事药用植物资源与栽培方面的研究。

E-mail: zhanghongrui2003@126.com

断^[1]。RSR(rank sum ratio)法又称秩和比法^[2],是集古典参数估计与近代非参数统计各自优点于一体的统计分析方法。其中,秩和比(RSR)是一个非参数计量,具有 0—1 区间连续变量的特征。其基本思想是在 n 个评价对象 m 个评价指标矩阵中,通过秩转换,获得无量纲的统计量 RSR,以 RSR 值对评价对象的优劣进行排序或分档排序。TOPSIS 法结合 RSR 法在中药质量评价中的应用鲜见报道。本研究基于黄芩(*S. baicalensis* Georgi)54 个种源药材中总黄酮、黄芩苷、汉黄芩苷、黄芩素、汉黄芩素、木犀草素、白杨素、可溶性糖、粗多糖、总糖、醇溶性浸出物的含量等,采用 TOPSIS 法结合 RSR 法对不同种源进行评价,筛选优良种质,为黄芩优良品种的选育提供依据。

1 材料和方法

1.1 试验数据

试验数据为黄芩 54 个种源(种植于河北省承德市中国药材集团承德药材有限责任公司黄芩种质资源圃)药材中总黄酮、黄芩苷、汉黄芩苷、黄芩素、汉黄芩素、木犀草素、白杨素、可溶性糖、粗多糖、总糖、醇溶性浸出物的含量^[3]。总黄酮含量采用分光光度法测定,黄芩苷、汉黄芩苷、黄芩素、汉黄芩素、木犀草素、白杨素含量采用高效液相色谱法测定,可溶性糖、粗多糖、总糖含量参照文献^[4]测定,醇溶性浸出物含量参照《中华人民共和国药典》附录 X A 测定,种源来源见表 1。

表 1 黄芩种源来源

代码	地点	代码	地点	代码	地点
S1	河北省承德市双滦区	S19	河北省承德市隆化县 II	S37	山西省榆次市
S2	河北省承德市丰宁县 I	S20	河北省承德市隆化县 III	S38	山西省临汾市浮山县
S3	河北省承德市丰宁县 II	S21	河北省承德市隆化县 IV	S39	山西省汾阳市
S4	河北省承德市丰宁县 III	S22	河北省承德市围场县 I	S40	陕西省咸阳市淳化县
S5	河北省承德市丰宁县 IV	S23	河北省承德市围场县 II	S41	陕西省榆林市佳县
S6	河北省承德市丰宁县 V	S24	河北省承德市围场县 III	S42	陕西省宝鸡市太白县
S7	河北省承德市平泉县 I	S25	河北省承德市围场县 IV	S43	内蒙古赤峰市阿鲁科尔沁旗
S8	河北省承德市平泉县 II	S26	河北省承德市滦平县 I	S44	内蒙古呼伦贝尔市鄂温克旗
S9	河北省承德市宽城县 I	S27	河北省承德市滦平县 II	S45	内蒙古锡林浩特市正镶白旗
S10	河北省承德市宽城县 II	S28	河北省张家口市赤城县	S46	内蒙古乌兰察布市卓资县
S11	河北省承德市宽城县 III	S29	河北省张家口市康保县	S47	辽宁省朝阳市北票市
S12	河北省承德市承德县 I	S30	河北省唐山市迁安市	S48	辽宁省葫芦岛市建昌县
S13	河北省承德市承德县 II	S31	河北省保定市涞源县	S49	吉林省松原市乾安县
S14	河北省承德市承德县 III	S32	河北省石家庄市井陉县	S50	吉林省四平市双辽市
S15	河北省承德市承德县 IV	S33	河北省石家庄市平山县	S51	山东省烟台市福山区
S16	河北省承德市兴隆县 I	S34	山西省忻州市五台县	S52	山东省文登市
S17	河北省承德市兴隆县 II	S35	山西省阳泉市平定县	S53	山东省潍坊市临朐县
S18	河北省承德市隆化县 I	S36	山西省阳泉市	S54	山东省淄博市博山区

1.2 利用 TOPSIS 法评价黄芩种质资源

(1)构造原始数据矩阵:设待选种源有 m 个,对于每一个样本均进行 n 个指标的评价,则原始数据

可用矩阵表示: $A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \cdots & a_{mn} \end{bmatrix} m \times n, a_{ij}$ 为

第 i 个种源的第 j 个评价指标原始数据,规定 $a_{ij} > 0, i = 1, 2, \cdots, m; j = 1, 2, \cdots, n$ 。

(2)评价指标的同趋势化:评价指标可分为高优指标和低优指标,高优指标是指指标数值越高越优,低优指标反之。评价前,一般将低优指标转化为高

优指标,使所有指标趋势相同。对于绝对数指标,利用取倒数的方法转化;对于相对数指标,则可采用差值法。将矩阵 A 中的所有原始数据 a_{ij} 同趋化后,得到矩阵: $B = (b_{ij}) m \times n$ 。

(3)矩阵数据的归一处理:对矩阵 B 中的数据进行归一处理,得到新矩阵 $D = (d_{ij}) m \times n$,其中:

$$d_{ij} = b_{ij} / \sqrt{\sum_{i=1}^m b_{ij}^2}, i = 1, 2, \cdots, m; j = 1, 2, \cdots, n。$$

(4)计算理想解 E 和负理想解 F : $E = (E_1, E_2, \cdots, E_n); F = (F_1, F_2, \cdots, F_n)$,其中, $E_j = \max(d_{1j}, d_{2j}, \cdots, d_{mj}), F_j = \min(d_{1j}, d_{2j}, \cdots, d_{mj}), j = 1, 2, \cdots, n$ 。确定待选种源与理想解的距离(G_i)和负理想解的距

离(H_i), $G_i = \sqrt{\sum_{j=1}^m (d_{ij} - E_j)^2}$, $H_i = \sqrt{\sum_{j=1}^n (d_{ij} - F_j)^2}$, $i=1, 2, \dots, m$ 。

(5) 计算待选种源与理想解的相对接近度: $C_i = H_i / (G_i + H_i)$, $i=1, 2, \dots, m$ 。

(6) 进行待选种源排序: 对待选种源进行排序, 相对接近度越大, 则该种源越优。

1.3 利用 RSR 法评价黄芩种质资源

① 编秩: 按照指标的大小分别编排秩次(R), 同时, 予以平均秩次。② 计算 RSR 值: $RSR_i = \sum_{j=1}^m (R_{ij} / mn)$, 式中 R_{ij} 为以列为准各行的秩次, m 为指标数, n 为种源数。③ 确定 RSR 分布: TOPSIS 法用于排序的相对接近度取值在 0 与 1 之间, 分布同秩和比法中的 RSR 值, 可进一步进行 RSR 法分析。根据 C_i 值大小排序, 列出频数 f , 计算累计频数 $f \downarrow$, 得出平均秩次 R/n 值, 求出其所对应的概率单位 Y 。

2 结果与分析

2.1 黄芩种质资源的 TOPSIS 法评价结果

将总黄酮含量、黄芩苷含量、汉黄芩苷含量、黄芩素含量、汉黄芩素含量、木犀草素含量、白杨素含量、可溶性糖含量、粗多糖含量、总糖含量、醇溶性浸出物含量原始数据标准化, 求出各种源 G_i 、 H_i 和 C_i 。由表 2 可以看出, 对黄芩 11 种药用成分含量综合评价, 黄芩 54 个种源排在前 10 位的是 S50(吉林双辽种源)、S49(吉林乾安种源)、S46(内蒙卓资种源)、S24(河北围场Ⅲ种源)、S44(内蒙鄂温克旗种源)、S45(内蒙正镶白旗种源)、S29(河北康保种源)、S47(辽宁北票种源)、S52(山东文登种源)、S48(辽宁建昌种源)。

表 2 基于药用成分 TOPSIS 法评价排前 10 位的黄芩种源

种源	G_i	H_i	C_i	质量排序
S50	0.226 341	0.545 070	0.706 588	1
S49	0.349 223	0.437 139	0.555 900	2
S46	0.356 539	0.416 941	0.539 045	3
S24	0.316 920	0.365 366	0.535 503	4
S44	0.365 145	0.395 838	0.520 167	5
S45	0.360 532	0.363 381	0.501 967	6
S29	0.378 357	0.364 532	0.490 695	7
S47	0.352 918	0.336 259	0.487 914	8
S52	0.364 605	0.339 682	0.482 306	9
S48	0.373 286	0.328 224	0.467 882	10

2.2 黄芩种质资源的 RSR 法评价结果

用 RSR 法对 C_i 值做进一步分析, 排前 10 位的

黄芩种源 C_i 值的频数分布及概率单位见表 3。 C_i 与概率单位 Y 之间的线性回归方程为 $C_i = 0.093\ 6Y - 0.101\ 6$ ($r=0.975\ 8$), C_i 与 Y 具有高度的线性相关关系。

表 3 排前 10 位的黄芩种源 C_i 值的频数分布及概率单位

C_i 值	f	$f \downarrow$	R/n 值	概率单位 Y
0.467 882	1	45	83.333 33	5.967 421 57
0.482 306	1	46	85.185 19	6.044 408 79
0.487 914	1	47	87.037 04	6.128 143 65
0.490 695	1	48	88.888 89	6.220 640 35
0.501 967	1	49	90.740 74	6.324 957 69
0.520 167	1	50	92.592 59	6.446 103 59
0.535 503	1	51	94.444 44	6.593 218 82
0.539 045	1	52	96.296 30	6.786 155 56
0.555 900	1	53	98.148 15	7.085 355 57
0.706 588	1	54	99.537 04*	7.602 330 43

注: R/n 值 = $(1 - 1/4n) \times 100\%$ 。

根据最佳分档准则和计算结果, 将黄芩 54 个种源分为优、良、一般 3 档。由表 4 可知, 档次为优的种源有 S48(辽宁建昌种源)、S52(山东文登种源)、S47(辽宁北票种源)、S29(河北康保种源)、S45(内蒙正镶白旗种源)、S44(内蒙鄂温克旗种源)、S24(河北围场Ⅲ种源)、S46(内蒙卓资种源)、S49(吉林乾安种源)、S50(吉林双辽种源), 这与采用 TOPSIS 法排序的前 10 个种源一致。

表 4 C_i 值的排序与分档

分档	百分位数/ (P)	概率单位	C_i	排序及分档
一般	15.86 以下	4 以下	0.272 6 以下	S17、S10、S14、S18、S7、S11、S19
良	15.86 ~	4 ~	0.272 6 ~	S20、S3、S13、S39、S9、S37、S12、S26、S1、S27、S16、S6、S35、S8、S30、S15、S33、S23、S21、S25、S38、S5、S28、S31、S54、S51、S2、S42、S40、S22、S36、S32、S53、S34、S4、S43、S41
优	84.13 ~	6 ~	0.459 8 ~	S48、S52、S47、S29、S45、S44、S24、S46、S49、S50

2.3 TOPSIS 法和 RSR 法评价结果的相关性

对 TOPSIS 法和 RSR 法评价结果的 C_i 值和 Y 值进行相关分析, 结果表明, 2 种方法评价结果呈正相关关系 ($r=0.976$, $P<0.01$)。

3 结论与讨论

本试验应用 TOPSIS 法和 RSR 法对黄芩 54 个种源从 11 种有效成分含量方面进行 (下转第 111 页)

3 小结与讨论

如何通过施肥来提高板蓝根产量和质量一直是人们关注的焦点。王康才等^[7]研究表明,氮肥、磷肥能显著影响板蓝根的产量水平和质量。本研究结果表明,施肥对菘蓝地下部和地上部均有显著影响,化肥、有机肥和沼气渣均能促使主根伸长、增粗,质量增加,其中 T2 和 T3 施肥处理优于其他处理;板蓝根产量以处理 T3 最高,T2 次之。各施肥处理大青叶叶片数量和单株鲜、干质量均提高,其中施化肥的 T1 处理最高;大青叶产量以处理 T1 最高,T3 次之。说明有机肥和沼气渣与氮肥配施对板蓝根的增产效果明显,其中沼气渣与尿素配施效果优于常规有机肥;施用化肥对大青叶的增产效果优于常规有机肥和沼气渣。因此,考虑到获得板蓝根种植最大经济利益及安全绿色药材的需要,在实际生产中建议最佳施肥处理为沼气渣 3 万 kg/hm² 和尿素 112.5 kg/hm²。

(上接第 108 页) 了综合评价,得到优、良到一般的排序结果,辽宁建昌、山东文登、辽宁北票、河北康保、内蒙正镶白旗、内蒙鄂温克旗、河北围场Ⅲ、内蒙卓资、吉林乾安、吉林双辽等 10 份种质排在前 10 位。结合形态性状及生理生化研究结果发现,优的种源具有植株较矮、叶片较小等适应干旱环境的特征,并且对光环境的适应性较强,可以作为高光效品种选育的材料,证明采用 TOPSIS 法和 RSR 法对黄芩种质资源评价的结果具有较好的准确性和稳定性。TOPSIS 法和 RSR 法的评价结果虽然略有差异,但如 TOPSIS 法和 RSR 法的 C_i 值和 Y 值相关分析的结果所示,各种源的 C_i 值和 Y 值之间均有统计学意义的正相关关系,表明 2 种方法评价结果的总体趋势是一致的。

TOPSIS 法和 RSR 法 2 种方法均能定量地评价被评价对象的相对优劣。TOPSIS 法可得出评价排序结果,但不能对评价对象进行优劣分档。RSR 法能够对被评价对象进行合理分档,它利用评价指标的秩和比进行统计、分析、评价。秩和比

参考文献:

- [1] 孙秀霞,张丽莉,孙翠兰. 板蓝根抗病毒有效部位研究[J]. 中国药理学通报,2007,23(6):835-836.
- [2] 杨海霞,李晓眠. 板蓝根提取液体内抗流感病毒作用的研究[J]. 天津医科大学学报,2007,13(1):19-22.
- [3] 胡淑平,丁涛,张殿文,等. 复方板蓝根含片的抗菌作用及对免疫功能的影响[J]. 中药药理与临床,2007,23(5):188-190.
- [4] 周丽娜,袁波,苏昕,等. 复方大青叶注射液体外抑菌作用及抗内毒素作用的研究[J]. 沈阳药科大学学报,2006,23(4):247-251.
- [5] 陈宇航,田汉卿,郭巧生,等. 种植密度对菘蓝生长动态及产量的影响[J]. 中国中药杂志,2008,33(22):2599-2605.
- [6] 叶青,梁宗锁,董娟娥. 不同播期菘蓝的生长及结籽差异性研究[J]. 中草药,2006,37(7):1089-1094.
- [7] 王康才,唐晓清,吴健,等. 配方施肥对板蓝根产量和含糖含量的影响[J]. 中国中药杂志,2007,32(24):2588-2591.

统计量(RSR 值)是反映被评价对象相对优劣程度的指标,RSR 值越大,说明被评价对象综合水平越高。该法作为一种非参数统计评价方法,广泛地应用于综合评价、鉴别分类、因素与关联分析中。中药是多成分的协同效用,药典以黄芩苷作为黄芩的指标性成分,但选择优良种源不是单一指标能解决的问题,而是综合评判的过程。运用 TOPSIS 法和 RSR 法综合评判是值得推广的方法,将在实践中得到检验。

参考文献:

- [1] 孙振球. 医学综合评价方法及其应用[M]. 北京:化学工业出版社,2006.
- [2] 田凤调. 秩和比法及其应用[M]. 北京:中国统计出版社,1993.
- [3] 张红瑞. 黄芩种质多样性分析及育种途径探讨[D]. 北京:北京中医药大学,2009.
- [4] 石俊英,于昊峰,张会敏,等. 不同产地黄芩药材中黄芩多糖、浸出物含量的研究[J]. 山东中医药大学学报,2006,30(6):144-147.