

文章编号:1000-5471(2011)01-0108-05

三峡库区青蒿种植基地的主成分分析^①

陈俊意, 张露, 王志虹, 黄晓可, 黄祖春,
邹万良, 张晓晖, 谭丽, 张包勇, 曾祥琼

重庆医药高等专科学校 培训部, 重庆 400030

摘要: 在自然生长条件下, 选取三峡库区 44 个青蒿生长地点, 对影响青蒿花蕾青蒿素含量的相关因素进行主成分分析. 结果表明: 前 3 个主成分累计百分率为 89.258 6%, 可以用来表述影响花蕾青蒿素含量相关因素的全部信息. 主成分 1 为青蒿的阳光土壤因子, 主成分 2 为青蒿的立体气候因子, 主成分 3 为青蒿的生物量因子. 将 44 个青蒿生长地点分为 4 类, 根据青蒿素种植需要进行集中选择, 筛选出阳光土壤因子和立体气候因子最佳的青蒿种植地点为三峡库区的酉阳县和秀山县, 与目前三峡库区青蒿原料的实际采集地点吻合.

关键词: 青蒿生长地点; 青蒿; 花蕾; 主成分分析

中图分类号: Q949.783.5

文献标志码: A

青蒿(*Artemisiae annie* L.), 正式中文名黄花蒿, 别名臭蒿、香蒿、苦蒿. 菊科, 艾属. 一年生草本. 生长于山坡、林缘及荒地, 民间用作消暑、退热、感冒等症状的治疗. 利用青蒿地上部分叶片及未开放的花蕾提取生产的有效生理活性成分青蒿素等系列产品, 是速效、安全的抗疟新药^[1-3]. 三峡库区青蒿种质资源丰富, 以该地区青蒿为原料生产的抗疟疾药物占全世界的 60%. 三峡库区有许多海拔 1 400 m 以上的大山, 立体气候明显, 具有独特的自然地理环境. 影响青蒿素含量的各个因素之间存在着一定的相关关系, 因而较难对青蒿素含量的影响因素做出简单明确的概括. 本实验利用主成分分析方法, 将影响青蒿素性状的海拔、株高、生物量、遮阴度、土壤中速效钾、速效磷和碱解氮进行准确的主成分分析, 初步筛选出适合青蒿种植的地点.

1 材料和方法

1.1 试验材料

在自然生长条件下, 选取三峡库区 44 个青蒿生长地点, 于 2009 年每个生长点采集 1 份供试, 合计 44 份(表 1).

1.2 试验方法

根系、地上部剪断分开, 105 °C 杀青 30 min, 80 °C 恒温烘干, 测定根系、地上部干物质量, 两部分相加即为生物量. 植株周围环境遮阴度分为 6 级, 取样点周围毫无树木遮挡为 0 级, 完全树木遮挡为 5 级, 中间

① 收稿日期: 2009-10-29

基金项目: 重庆市自然科学基金资助项目(CSTC, 2009BB5277); 重庆医药高等专科学校校级基金资助项目(2008104).

作者简介: 陈俊意(1973-), 男, 重庆开县人, 博士, 副教授, 主要从事分子生物学研究.

通信作者: 黄晓可, 副教授.

级分别为 1~4 级.

表 1 三峡库区野生青蒿生长地点简况

编号	采样地点	海拔 /m	株高 /cm	编号	采样地点	海拔 /m	株高 /cm
1	开县汉丰镇	200	90	23	江津滨江路	200	60
2	开县金峰乡	500	85	24	北碚缙云山	200	90
3	开县长沙镇	300	60	25	北碚缙云山	400	83
4	开县雪宝山	800	110	26	北碚缙云山	600	76
5	开县雪宝山	1 200	90	27	北碚缙云山	800	88
6	万州糖房	400	70	28	北碚缙云山	1 000	90
7	万州龙宝	200	85	29	北碚缙云山	1 200	123
8	万州大堰口	600	100	30	北碚缙云山	1 400	123
9	万州大堰口	1 000	125	31	沙坪坝大学城	200	70
10	云阳云安	300	75	32	南川金佛山	200	80
11	城口城厢镇	500	100	33	南川金佛山	600	90
12	巫溪白鹿镇	500	80	34	南川金佛山	1 200	90
13	巫山福田镇	500	110	35	酉阳县城附近	500	100
14	奉节白帝城	200	60	36	酉阳钟多	800	80
15	梁平梁山镇	200	85	37	酉阳龙潭	1 000	90
16	垫江县城附近	250	90	38	酉阳兴隆	1 200	100
17	长寿川维厂附近	250	85	39	酉阳龚滩	800	100
18	丰都鬼城	200	80	40	秀山县城附近	200	100
19	忠县石宝寨	200	100	41	秀山中和	500	800
20	涪陵农科所附近	300	90	42	秀山平凯	1 200	500
21	黔江城东	500	110	43	秀山清溪场	800	1 000
22	彭水县城附近	400	110	44	秀山兰桥	1 000	800

土壤取青蒿植株周围 0~30 cm, 0~20 cm 深度混合样, 在每个样地取 3 个混合样, 土样室温风干. 土壤碱解氮含量测定采用碱解扩散法; 土壤速效磷含量测定采用钼锑抗比色法; 土壤速效钾测定采用火焰光度法. 以上土壤理化性质的测定均采用《土壤农业化学常规分析方法》^[5] 中的有关方法. 花蕾青蒿素含量采用李春莉^[6] 的紫外分光光度法测定.

1.3 数据处理

试验数据用 DPS 7.05 专业版数据处理系统进行分析.

2 结果与分析

2.1 影响花蕾青蒿素含量相关因素的主成分分析

2.1.1 计算花蕾青蒿素含量相关因素的相关系数矩阵(表 2).

表 2 影响花蕾青蒿素含量因素变量间的相关系数矩阵

相关系数	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7
X_1	1						
X_2	0.578 0	1					
X_3	0.244 1	0.194 1	1				
X_4	0.160 5	-0.018 2	0.443 2	1			
X_5	-0.192 8	-0.008 9	-0.591	-0.899 7	1		
X_6	-0.170 6	0.065 6	-0.410 2	-0.812 1	0.777 3	1	
X_7	-0.210 3	-0.006	-0.497 8	-0.897 0	0.843 5	0.964 2	1

注: 海拔(X_1)、株高(X_2)、生物量(X_3)、遮阴度(X_4)、速效钾(X_5)、速效磷(X_6)和碱解氮(X_7).

2.1.2 计算特征值、贡献率、累计贡献率以及相关矩阵的特征向量(表 3,4).

表 3 青蒿素性状的特征值和累计百分率

主成分	特征值	百分率/%	累计百分率/%
1	3.976 7	56.842	56.845 3
2	1.597 6	22.847	79.667 8
3	0.672 2	9.584 6	89.258 6
4	0.391 3	5.574 4	94.843 6
5	0.262 3	3.734 7	98.569 8
6	0.085 6	1.228 5	99.797 1
7	0.015 5	0.205 4	100

由表 3 可知,主成分 1、主成分 2 和主成分 3 的累计百分率已达 89.258%,它们的权重系数分别为 3.976 7,1.597 6 和 0.672 2.基本上保留了 7 个影响青蒿素相关因素的全部信息,因此选取前 3 个相关因素作为主成分分析的依据.

表 4 青蒿素相关矩阵的特征向量

项目	主成分 1	主成分 2	主成分 3	主成分 4	主成分 5	主成分 6	主成分 7
X_1	-0.146 5	0.646 7	-0.304 3	0.676 6	0.104 3	0.021 2	-0.002 6
X_2	-0.039 7	0.704 5	-0.046 7	-0.694 5	-0.075 9	-0.044 2	0.033 3
X_3	-0.315 6	0.186 7	0.874 3	0.169 1	-0.188 8	0.142 9	0.081 3
X_4	-0.467 8	-0.108 4	-0.145 5	-0.151 9	0.465 0	0.645 0	0.303 1
X_5	0.465 2	0.060 1	-0.091 2	0.064 3	-0.533 3	0.681 7	0.105 1
X_6	0.457 8	0.135 4	0.274 3	-0.009	0.574 1	0.253 1	-0.550 8
X_7	0.483 4	0.083 2	0.175 7	0.059 1	0.325 8	-0.180 2	0.766 4

2.1.3 根据特征值和特征向量计算出前 3 个主成分的主成分载荷(表 5).

表 5 青蒿素性状主成分载荷

项目	主成分 1	主成分 2	主成分 3
X_1	-0.289 821 602	0.821 174 54	-0.248 446 951
X_2	-0.076 594 284	0.895 137 143	-0.035 960 505
X_3	-0.634 695 347	0.238 829 67	0.719 455 841
X_4	-0.928 905 164	-0.138 316 389	-0.121 888 909
X_5	0.933 293 378	0.076 996 966	-0.075 361 423
X_6	0.907 761 95	0.171 820 816	0.222 643 855
X_7	0.963 213 02	0.105 696 985	0.142 203 728

由主成分载荷(表 5)得出主成分 1、主成分 2 和主成分 3 的表达式:

$$Z_1 = -0.289 8X_1 - 0.076 6X_2 - 0.634 7X_3 - 0.928 9X_4 + 0.933 3X_5 + 0.907 8X_6 + 0.963 2X_7$$

$$Z_2 = 0.821 2X_1 + 0.895 1X_2 + 0.238 8X_3 - 0.138 3X_4 + 0.077 0X_5 + 0.171 8X_6 + 0.105 7X_7$$

$$Z_3 = -0.248 4X_1 - 0.036 0X_2 + 0.7194 5X_3 - 0.121 9X_4 - 0.075 4X_5 + 0.222 6X_6 + 0.142 2X_7$$

1) 主成分 1 中,遮阴度(X_4)、土壤速效钾(X_5)、速效磷(X_6)和碱解氮(X_7)的权重系数均较大,表明主成分 1 主要反映了遮阴度、土壤速效钾、速效磷和碱解氮影响青蒿花蕾青蒿素含量的信息.同时生物量(X_3)的权重系数也不低,主成分 1 同时反映了生物量影响青蒿素含量的信息.可以认为主成分 1 为影响花蕾青蒿素含量的阳光和土壤因子.

2) 主成分 2 中,海拔(X_1)和株高(X_2)的权重系数较大,主成分 2 主要反映了海拔和株高影响青蒿花蕾青蒿素含量的信息.可以认为主成分 2 为影响花蕾青蒿素含量的海拔即立体气候因子.

3) 主成分 3 中,生物量(X_3)的权重系数最大,主成分 3 主要反映了生物量影响花蕾青蒿素的信息.可以认为主成分 3 为花蕾青蒿素的生物量因子.

2.2 利用花蕾青蒿素含量相关影响因素的主成分值选择青蒿生长的合适地点

以第一主成分值为横坐标, 第二主成分值为纵坐标(图 1), 根据第一主成分值和第二主成分值将 44 个青蒿生长地点分为 4 类:

第一类 阳光土壤因子和立体气候因子都较佳的青蒿生长地点有开县雪宝山(海拔 800 m)、开县雪宝山(海拔 1 200 m)、酉阳县城附近、巫山福田镇、秀山县城附近、黔江城东、彭水县城附近、北碚缙云山(海拔 800 m)和南川金佛山(海拔 600 m)。

第二类 阳光土壤因子较佳, 立体气候因子欠佳的青蒿生长地点有开县汉丰镇、万州糖房、巫溪白鹿镇、奉节白帝城、涪陵农科所附近、北碚缙云山(海拔 200 m)、北碚缙云山(海拔 600 m)、沙坪坝大学城和南川金佛山(海拔 200 m)。

第三类 阳光土壤因子欠佳, 立体气候因子较佳的青蒿生长地点有万州大垭口(海拔 600 m)、万州大垭口(海拔 1 000 m)、北碚缙云山(海拔 1 000~1 400 m)和南川金佛山(海拔 1 200 m)。

第四类 阳光土壤因子和立体气候因子都欠佳的青蒿生长地点有开县金峰乡、开县长沙镇、万州龙宝、云阳云安、梁平梁山镇、垫江县城附近、长寿川维厂附近、丰都鬼城、城口城厢镇、忠县石宝寨、江津滨江路和北碚缙云山(海拔 400 m)。

同样, 根据主成分分析因子得分, 分别以第一主成分值和第三主成分值、第二主成分值和第三主成分值为横纵坐标, 得到主成分分类直观图。可以将 44 个青蒿生长地点按照青蒿种植需要进行分类选择。

3 个主成分值综合得分(为 3 个主成分值得分之和)前 2 位的青蒿生长地点有酉阳县和秀山县。

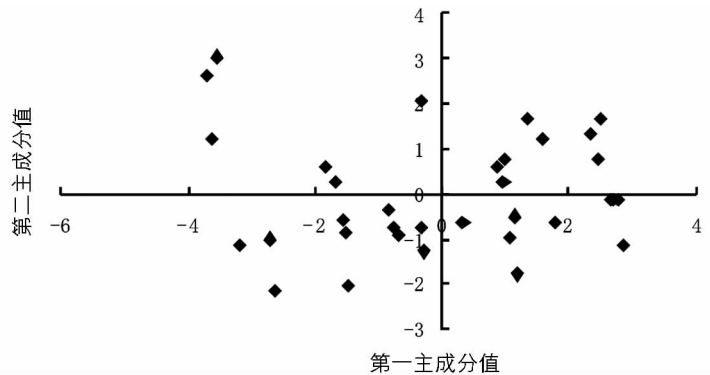


图 1 青蒿素的主成分分析

3 结 论

利用主成分分析法, 发现阳光和土壤因子对花蕾青蒿素含量起关键性的调控作用, 其次立体气候因子和生物量因子均对花蕾青蒿素含量起调控作用。

4 讨 论

在大田种植青蒿之前, 采用主成分分析对 44 个青蒿自然环境条件下的生长地点进行初步筛选, 选出青蒿种植较好的地点, 这样可以避免青蒿种植的盲目性, 节约人力和物力。通过青蒿相关影响因素的主成分分析, 找到了 3 个主成分, 这 3 个主成分的累计百分率为 89.258 6%。主成分 1 为青蒿的阳光土壤因子, 主成分 2 为青蒿的立体气候因子, 主成分 3 为青蒿的生物量因子。用主成分分析法选择最适青蒿种植地点, 较采用海拔、株高、生物量、遮阴度、速效钾、速效磷和碱解氮中一个或者几个性状的加权更为准确, 更为科学, 也优于系统聚类分析方法。利用主成分分析方法, 可以按照青蒿种植需要, 将 44 个种植地点进行分类选择。本试验选出土壤肥料因子和立体气候因子最佳的种植地点为酉阳县和秀山县, 与目前三峡库区青蒿原料的实际采集地点吻合。大多数研究表明, 酉阳县和秀山县出产的青蒿, 与三峡库区其它地方的青蒿原料比较, 其花蕾青蒿素含量高 1%~3%。酉阳县和秀山县出产的青蒿具有较高的青蒿素含量, 可能与其独特的土壤条件和气候条件有关, 也可能与当地青蒿种质资源有关。同时发现北碚缙云山和南川金佛山, 不同海拔高度其阳光土壤因子和立体气候因子变化很大, 其中北碚缙云山海拔 800 m 和南川金佛山海拔 600 m 为最适合种植青蒿的地点。

参考文献:

- [1] 中国药典委员会. 中国药典 [M]. 北京: 中国卫生出版社, 2005: 155 - 156.
- [2] 钟国跃, 周华蓉, 凌云, 等. 黄花蒿优质种质资源的研究 [J]. 中草药, 1998, 29(4): 264 - 266.
- [3] 王三根, 梁颖. 中药青蒿的生态生理及其综合利用 [J]. 中国野生植物资源, 2003(8): 47 - 49.
- [4] 邹琦. 植物生理学实验指导 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2000: 72 - 75.
- [5] 中国土壤学会农业化学专业委员会. 土壤农业化学常规分析方法 [M]. 北京: 科学出版社, 1983: 100 - 115.
- [6] 李春莉. 紫外分光光度法测定青蒿素的含量 [J]. 重庆医科大学学报, 2007, 32(4): 413 - 415.

The Principal Components Analysis on Planting Sites Conditions of *Artemisiae annie* Varieties in Three Gorges Reservoir Area

CHEN Jun-yi, ZHANG Lu, WANG Zhi-hong, HUANG Xiao-ke,
HUANG Zu-chun, ZOU Wan-liang, ZHANG Xiao-hui,
TAN Li, ZHANG Bao-yong, ZENG Xiang-qiong

Training Department, Chongqing Medical and Pharmaceutical College, Chongqing 400030, China

Abstract: 44 sites for *Artemisiae annie* L. growth were selected to study artemisinin content in bud with principal components analysis, the main results were summarized as follows: The contribution ratio of accumulated variance reached 89.2586%, the 3 principal components reflected the character of artemisinin content, the first principal component was a factor of sun and soil, the second principal component was a factor of spatial climate, the third principal component was a factor of biomass. The 44 sites for *Artemisiae annie* L. growth were divided into 4 kinds and selected according to planting objectives, the sites with high factor of sun and soil and spatial climate was Youyang county and Xiushan county, it is in agreement with supplying sites of *Artemisiae annie* L. raw material.

Key words: sites for growth; *Artemisiae annie* L.; bud; principal components analysis

责任编辑 夏娟