

陕西省文冠果生态区划研究

韩蓓蓓¹, 刘建军¹, 康博文¹, 李东², 赵晓春¹

(1. 西北农林科技大学 林学院, 陕西, 杨陵 712100; 2. 渭南气象局, 陕西, 渭南 714000)

摘要: 根据引种的气候相似理论, 选择年平均气温、1 月平均气温、7 月平均气温、极端最高气温、极端最低气温、 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温、年降雨量、年日照时数 9 个生态因子作为分析因素, 采用欧氏距离模糊相先比法划分陕西省适宜栽种能源物种文冠果的区域。经分析得出陕北和渭北的黄土高原丘陵沟壑区是文冠果的最佳栽培气候区, 包括子长、富县、宜川、延长、甘泉、黄龙等 29 个县(市); 关中平原的大部分地区是文冠果适宜栽培的气候区, 包括泾阳、凤翔、乾县、三原、蒲城、兴平市等 37 个县(市)。同时, 阐明不同适宜区文冠果适宜的气候因子和限制因子。

关键词: 陕西省; 文冠果; 生态区划

中图分类号: S731.1; Q948.153

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2010)06-0252-05

The Ecological Regionalization of *Xanthoceras Sorbifolia* in Shaanxi Province

HAN Bei-bei¹, LIU Jian-jun¹, KANG Bo-wen¹, Li Dong², Zhao Xiao-chun¹

(1. College of Forestry, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China; 2. Weinan Bureau of Meteorological, Weinan, Shaanxi 74000, China)

Abstract: According to the theory of climatic analogues, main factors were chosen in the analysis for the introduction of *Xanthoceras sorbifolia* Bge., namely that annual average temperature, average temperature in January, average temperature in July, the maximum temperature, the minimum temperature, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ annual accumulated temperature, annual precipitation, annual sunshine hours. The suitable climatic and ecological regions for *Xanthoceras sorbifolia* Bge. in Shaanxi province were divided by applying euclidean fuzzy distance similitude priority ratio. Three regions were decided favorable area, less favorable area and unfavorable area, respectively. Through the analysis, it can be seen that the northern Shaanxi and hilly and gully region of the Loess Plateau in north of Weihe River are the most suitable climate area for *Xanthoceras sorbifolia*, including Zizhou, Fuxian, Yichuan, Yanchang, Ganquan and 29 counties (cities). Most areas of Guanzhong Plain are the secondary suitable climate area for *Xanthoceras sorbifolia*, including Jingyang, Fengxiang, Qianxian, Sanyuan, Pucheng, Xingping and 37 countries (cities). Meanwhile, the suitable climate factors and limiting factors of different areas for *Xanthoceras sorbifolia* are also illustrated.

Key words: Shaanxi province; *Xanthoceras sorbifolia*; ecological regionalization

林木生态区划是充分利用和发挥气候、土地资源以及树木生物学特性, 提高造林和生态建设的效益的主要基础工作和重要手段, 在区域面积较大、生态条件复杂多变的地区更是如此。近年来, 我国科技工作者在此方面进行了大量研究, 并取得了重要进展, 对指导植被恢复和经济林建设发挥了重大作用。黄寿波^[1]对浙江省宽皮柑桔、王景权等^[2]对黑龙江垦区林业、郑永光等^[3]对广东省火炬松引种栽培区气

候、王宪成^[4]对吉林省主要造林树种、宗炜等^[5]对海南桉树浆纸林、陈红星等^[6]对引种日本甜柿的生态适宜性都进行了研究。

文冠果(*Xanthoceras sorbifolia*)是我国特有的珍贵树种和北方地区主要生物质能源植物, 分布于 $28^{\circ}34' - 47^{\circ}20' \text{N}$, $73^{\circ}20' - 120^{\circ}25' \text{E}$ 的广大地区, 遍及华北、华东及西北地区等 14 个省区, 陕西黄土高原次生林区是其主要分布地域之一。自 20 世纪 60 年

收稿日期: 2010-06-19

资助项目: 国家十一五科技支撑项目(2006BAD03A0205)

作者简介: 韩蓓蓓(1982-), 女, 陕西佳县人, 硕士, 从事森林生态研究。E-mail: hanbeibeie901@163.com

通信作者: 刘建军(1962-), 男, 山西夏县人, 博士生导师, 从事森林生态及森林经理研究。E-mail: bowenkang@sina.com

代开始, 青海、陕西、江苏、黑龙江等地区进行了引种、栽培试验和大规模栽植, 因适生条件限制等原因, 除内蒙古、陕西等地小面积栽培成功外, 普遍出现了树木生长势差、经济产量低、大面积引种失败等问题。近年来随着我国中长期能源发展战略的调整, 文冠果再次受到普遍重视和关注, 成为北方地区生物油料能源首选树种, 人工林面积不断扩大。为了给陕西省文冠果区域布局提供依据和指导, 以影响植物生长发育为主要因素的气候条件为指标, 对陕西省文冠果生态区划进行了研究。

1 研究地概况

陕西省位于中国西北地区东部的黄河中游, 地处北纬 $31^{\circ}42' - 39^{\circ}35'$, 东经 $105^{\circ}29' - 111^{\circ}15'$, 南北长约 880 km, 东西宽约 160~ 490 km。土地总面积 20.58 万 km^2 , 占全国土地面积的 2.1%。陕西境内山塬起伏, 河川纵横, 地形复杂。属大陆性季风气候, 自北向南, 跨中温、暖温、北亚热 3 个气候带和半干旱、半湿润、湿润 3 个水分区。年总辐射 $(36.8 \sim 62.8) \times 10^8 \text{ J/m}^2$, 日照 1 350~ 2 900 h, 平均气温在 $7 \sim 16^{\circ}\text{C}$, 无霜期为 136~ 256 d, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温 2 800~ 4 900 $^{\circ}\text{C}$, 降水量在 700~ 1 250 mm。陕西省冬季气温南北差异大, 夏季差异小。冬半年以纬向分布为主, 南北差异明显, 1 月气温, 南北差 13°C 多, 下半年

南北差异减小。东西差异大于南北差异。全省 7 月气温南北相差 $6 \sim 7^{\circ}\text{C}$, 比冬季减少一半。

2 研究方法

2.1 气候因子的选择

文冠果具有极强的生态适应性和抗旱、耐瘠薄的能力, 而主要影响文冠果生长和分布的是水、热、光 3 大气候因子, 文冠果生长需要一定的温度范围和温度持续期, 对持续期积温也有一定要求, 文冠果还能适应遇到的极端气候条件, 尤其是极端最低气温; 水分不同季节的分配与文冠果生长、分布有密切关系; 光照则是文冠果产量和质量的重要影响因素。故选取年均温度 $P_1(^{\circ}\text{C})$ 、1 月平均气温 $P_2(^{\circ}\text{C})$ 、7 月平均气温 $P_3(^{\circ}\text{C})$ 、极端最高气温 $P_4(^{\circ}\text{C})$ 、极端最低气温 $P_5(^{\circ}\text{C})$ 、 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的积温 $P_6(^{\circ}\text{C})$ 、全年无霜期 $P_7(\text{d})$ 、年降水量 $P_8(\text{mm})$ 、年日照时数 $P_9(\text{h})$ 9 个生态指标作为模糊优先比的因子。

2.2 资料收集与整理

按照全面、有代表性的原则, 在陕西省选取 97 个市(县)的台站进行排序分析。文冠果是多年生植物, 其生长发育受长期气候条件的影响, 因此, 各台站的气象资料数值均为 30 a 的平均值(表 1)。由于文冠果是我国北方的乡土树种, 故在我国选取文冠果主要分布地区的具有代表性地区相对应的 1971- 2000 年的气象资料的算数平均值为参考值(表 2)。

表 1 97 个台站的主要气象要素值(1971- 2000 年)

站名	年平均气温/ $^{\circ}\text{C}$	1 月平均气温/ $^{\circ}\text{C}$	7 月平均气温/ $^{\circ}\text{C}$	极端最高气温/ $^{\circ}\text{C}$	极端最低气温/ $^{\circ}\text{C}$	$\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温/ $^{\circ}\text{C}$	无霜期/ d	年降水量/ mm	年日照时数/ h
西安城区 X_1	13.30	- 1.00	26.60	41.70	- 20.60	4349.0	208.00	584.90	2027.00
长安区 X_2	13.30	- 0.90	26.80	43.40	- 17.50	4310.0	213.00	654.00	2156.90
周至县 X_3	13.20	- 1.20	26.50	42.40	- 20.20	4310.0	221.00	674.30	1993.70
户县 X_4	13.50	- 0.50	26.80	43.00	- 19.00	4332.6	218.00	627.60	1983.40
高陵县 X_5	13.20	- 1.50	26.70	41.40	- 20.80	4343	210.00	538.00	2247.30
临潼区 X_6	13.50	- 0.90	26.90	41.90	- 17.00	4432	219.00	553.30	2154.70
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
绥德县 X_{92}	9.70	- 7.50	24.00	38.40	- 25.40	3499.2	164.00	486.00	2615.10
米脂县 X_{93}	8.40	- 8.60	23.50	38.20	- 24.80	3386.3	160.00	451.60	2761.00
佳县 X_{94}	10.00	- 7.20	24.70	38.90	- 21.70	3812.6	203.00	395.00	2754.50
吴堡县 X_{95}	11.30	- 5.50	25.40	40.10	- 19.60	4087.4	211.00	475.00	2738.00
清涧县 X_{96}	9.60	- 12.60	29.70	38.10	- 22.60	3400.2	177.00	500.00	2722.90
子洲县 X_{97}	9.20	- 8.10	23.70	38.00	- 24.80	3446.4	155.00	449.50	2613.10

2.3 数据分析与适宜性划分

本文采用相对欧式距离的模糊相似优先比法^[10], 以陕西的生境条件与文冠果主要分布区的生境条件作比较, 确定陕西省适合栽种文冠果的区域。主要应用 SPSS 软件对文冠果进行生态因子区划。

设有一个样品集 $X, X = \{X_1, X_2, X_3, \dots, X_n\}$, 每个样品具有 p 个因子, X_i, X_j 为任意两个样本, 即 $X_i = \{X_{i1}, X_{i2}, X_{i3}, \dots, X_{in}\}, X_j = \{X_{j1}, X_{j2}, X_{j3}, \dots, X_{jn}\}, i, j = 1, 2, \dots, n, n = 97; i, j \neq k; p = 1, 2, \dots, m, m = 9$ 。固定样品为 X_k 。

表 2 文冠果主要分布区气象要素值

站名	平均 温度/℃	1月平均 气温/℃	7月平均 气温/℃	极端最低 气温/℃	极端最高 气温/℃	≥10℃ 积温/℃	降雨量/ mm	日照 时数/h	无霜期/ d
河北怀来	9.6	- 7.4	24.4	- 21.7	39.7	3906.8	372.3	3030	149
山西太原	10	- 5.5	23.4	- 22.7	37.4	3793.5	431.2	2502	202
山东济南	14.7	- 0.4	27.5	- 14.9	40.5	4774.7	672.7	2547	170
河南郑州	14.3	0.1	27.0	- 17.9	42.3	4615.7	632.4	2182	213
辽宁沈阳	8.4	- 11.0	24.6	- 29.4	36.1	3509.2	690.3	2468	159
辽宁乌丹	7.5	- 11.7	24.0	- 31.2	37.4	3105.2	491.8	2673	125
陕西洛川	7.9	- 3.8	18.3	- 18.0	30.4	3026.1	491.8	2079	170
甘肃兰州	9.8	- 5.3	22.4	- 19.7	39.8	3339.5	311.7	2424	168
江苏淮阳	13.5	- 0.2	26.3	- 13.8	38.7	4412.5	905.9	2495	216
黑龙江乌兰浩特	4.2	- 16.4	21.9	- 32.5	37.6	2726.1	541.8	2565	134
内蒙古陕坝	6.7	- 11.6	22.6	- 30.5	38.5	2893.3	397.9	2862	141
平均值 X98	9.7	- 6.7	23.9	- 22.9	38	3645.7	541.5	2529	168

(1) 原始数据做归一化处理。由于在生态区划过程的指标体系表现形式不一样, 计量单位也不相同, 没有直接的可比性。为了避免给区划结果带来影响, 需要对原始数据进行不同计量单位的指标数据进行同度量的处理。本研究采用归一化方法进行处理, 求取归一化后的数据集合 X'_{ip} 。

$$X'_{ip} = \frac{X_{ip} - X_{imin}}{X_{imax} - X_{imin}} \quad (i = 1, 2, \dots, n; p = 1, 2, \dots, 9) \quad (1)$$

式中: X_{imax}, X_{imin} ——第 p 个因子在样品中的极大值和极小值。当 $X_{ip} = X_{imax}$ 时, 则 $X'_{ip} = 1$; 当 $X_{ip} = X_{imin}$ 时, 则 $X'_{ip} = 0, X'_{ip} \in [0, 1]$ 。

(2) 指标权重 (W_p) 的确定。采用层次分析法计算各指标的权重^[9], 并对其一致性进行检验。经计算各气候因子权重如表 3 所示。

经计算, 其最大特征根 $\lambda_{max} = 9.1517$, 一致性指标 $CI = 0.0190$, 平均随机一致性指标 $RI = 1.45$, 随机一致性比率 $CR = 0.0131 < 0.1$, 通过一致性检验。

(3) 对标准化后的值进行加权计算, 用标准化后的各个生态因子值 X'_{ip} 与对应的权数 W_p 相乘, 得

$$X''_{ip}。即: X''_{ip} = X'_{ip} \cdot W_p$$

(4) 用相对欧几里得距离计算被选样品 X''_i 与固定样品 X''_k 之间的距离 (D_{ik})。

$$D_{ik} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{m=1}^n (X''_{ip} - X''_{kp})^2} \quad (2)$$

(5) 计算相似优先比 (r_{ij})。

$$r_{ij} = \frac{D_{jk}}{D_{ik} - D_{jk}} \quad (i \neq j, j \neq k) \quad (3)$$

求得模糊相似优先比矩阵 $R, R = [r_{ij}] n \times n。$

(表 4)

(6) 适宜性划分。取 λ 水平截集, 选出被选样品相似程度的次序。即从矩阵中的元素, 由大到小选取 λ 值, 以首先达到全行为 1 的那一行所属样品与固定样品最为相似, 并记序号为 1。然后消除该样品的影响, 划掉该行及对应的列, 降低 λ 值, 再依次求取相似样品, 序号为 2, 3, 4 等。依 λ 大小划分文冠果在不同区域的适宜性: 当 $\lambda \geq 0.55$ 时划分为适宜区; 当 $0.45 \leq \lambda < 0.55$ 时为次适宜区; 当 $\lambda < 0.55$ 时为不适宜区。根据计算结果将各站按序号值排列, 因篇幅有限, 仅列出适宜区和次适宜区的排序。

表 3 文冠果生态因子判断矩阵

项目	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P_8	P_9	W_p
P_1	1	1/3	2	2	1/2	2	2	1/4	3	0.0918
P_2	3	1	4	4	2	4	4	1/2	5	0.2152
P_3	1/2	1/4	1	1	1/3	1	1	1/5	2	0.0535
P_4	1/2	1/4	1	1	1/3	1	1	1/5	2	0.0535
P_5	2	1/2	3	3	1	4	4	1/2	4	0.1605
P_6	1/2	1/4	1	1	1/4	1	1	1/5	2	0.0520
P_7	1/2	1/4	1	1	1/4	1	1	1/5	2	0.0520
P_8	4	2	5	5	2	5	5	1	5	0.2875
P_9	1/3	1/5	1/2	2	1/4	1/2	1/2	1/5	1	0.0340

表4 文冠果模糊相似优先比矩阵

项目	1	2	3	4	5	6	...	92	93	94	95	96	97
1	1	0.52	0.50	0.53	0.48	0.52	...	0.18	0.27	0.22	0.30	0.48	0.22
2	0.48	1	0.48	0.51	0.46	0.50	...	0.17	0.25	0.21	0.29	0.46	0.21
3	0.50	0.52	1	0.53	0.48	0.52	...	0.18	0.27	0.22	0.30	0.48	0.22
4	0.47	0.49	0.47	1	0.45	0.49	...	0.16	0.25	0.21	0.28	0.45	0.20
5	0.52	0.54	0.52	0.56	1	0.54	...	0.18	0.28	0.24	0.32	0.50	0.23
6	0.48	0.50	0.48	0.51	0.46	1	...	0.16	0.25	0.21	0.28	0.47	0.21
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
92	0.82	0.83	0.82	0.84	0.81	0.85	...	1	0.63	0.57	0.67	0.81	0.57
93	0.73	0.75	0.73	0.75	0.72	0.75	...	0.37	1	0.44	0.54	0.71	0.43
94	0.76	0.79	0.78	0.79	0.76	0.79	...	0.43	0.56	1	0.50	0.68	0.39
95	0.70	0.71	0.70	0.72	0.68	0.72	...	0.33	0.46	0.50	1	0.68	0.39
96	0.52	0.54	0.52	0.55	0.50	0.54	...	0.19	0.29	0.32	0.32	1	0.24
97	0.78	0.79	0.78	0.80	0.77	0.79	...	0.43	0.57	0.61	0.61	0.76	1

3 结果分析

采用欧氏距离模糊相似优先比法对陕西文冠果的生态适宜区划后,表6的排序表示陕西各个站点的综合气候生态条件与文冠果的主要产区的相似程度的大小。序号越小,表示相似程度越高。根据气候相似理论,将文冠果在陕西省的气候生态区划分为适宜区、次适宜区和不适宜区。

3.1 适宜区

本区位于陕北黄土高原丘陵沟壑区。包括榆林市的绥德、米脂、佳县、府谷、米脂和延安市的绝大部分地区的子长、富县、安塞、洛川、宜川、延长、甘泉、子洲、黄龙、黄陵、吴起、志丹等共29个县(市)。这些地区以暖温带半干旱季风气候为主,光资源十分丰富,但水热资源较差;年均温度7.8~13.3℃,年日照时数2300~2750h,极端最低温度-31.5~-28.5℃,无霜期较短在140~180d,昼夜温差较大,12~17℃,本区年均降水量330~610mm,冬春季容易出现长时间的干旱,适合耐干旱、耐寒的树种生长。在本区引种文冠果幼苗时应注意冬季的保护措施,由于文冠果幼苗对低温的抵抗能力比成年树木差。

3.2 次适宜区

本区是各适宜区进一步扩展的区域,是文冠果在陕西省扩大引种栽培地区。共计37个县(市)分为:(1)长城沿线风沙区:包括定边、靖边、榆林市、神木等。本区属于温带半干旱大陆性季风气候,光照资源十分丰富,但水热条件极差,年平均温度7.9~8.5℃,无霜期为134~150d,降雨量仅为316~433

mm,蒸发量为降雨量的2.8~4.1倍。尤其是此区无霜期低于140d,对树木生长所需的热量条件供应不足,在本区野生文冠果树种多表现为灌木状。(2)渭北黄土台塬和关中平原区:包括泾阳、麟游、凤翔、高陵、乾县、陇县、千阳、宜君、白水、岐山、澄城、扶风、富平等地区,本区自然资源匹配较好,土地平坦,土壤肥沃,光照充足,水热条件较好,属于暖温带半湿润半干旱气候,年日照时数1900~2536h,年均温度7~13.3℃,年降水量为550~730mm。本区气候条件对文冠果的生长不存在制约因素,是文冠果在陕西省扩大栽种的优先选择区域。

3.3 不适宜区

本区位于位于陕南秦巴山地和秦岭南坡地区,属于亚热带湿润气候,与文冠果适生区的气候条件相差较大,对文冠果的生长不利,包括适宜区和次适宜区以外的区域。本区的水热资源丰富,适宜多种亚热带和暖温带植物生长,在此区应该选取亚热带经济林树种为宜。

4 结论与讨论

本研究将陕西省文冠果生态区域划分为,适宜区位于陕北北部、渭北以北部的黄土高原丘陵沟壑区,包括延川、吴堡、佳县、子长、延长等29个县(市);次适宜区位于长城沿线风沙区、渭北黄土台塬、关中平原区,包括泾阳、乾县、靖边、凤翔、高陵等37个县(市);不适宜区位于秦巴山地,包括洋县、佛坪、留坝等31个县(区)。大面积栽植文冠果时,可参考此结果进行区域布局。

表 6 各站点文冠果生态适宜区排序

区划	站名	序号	区划	站名	序号	区划	站名	序号
适宜区	延川县 X75	1	次适宜区	礼泉县 X28	30	次适宜区	华阴市 X37	60
	吴堡县 X95	2		横山县 X89	31		宜君县 X10	61
	佳县 X94	3		泾阳县 X26	32		榆林城区 X86	62
	子长县 X76	4		靖边县 X90	33		户县 X4	63
	延长县 X74	5		凤翔县 X13	34		清涧县 X96	64
	绥德县 X92	6		高陵县 X5	35		周至县 X3	65
	府谷县 X88	7		乾县 X27	36		长安区 X2	66
	子洲县 X97	8		大荔县 X39	37		宝鸡城区 X12	67
	安塞县 X77	9		麟游县 X19	38		蓝田县 X7	68
	合阳县 X42	10		三原县 X25	39		洛南县 X67	69
	宜川县 X83	11		耀州区 X9	40		太白县 X21	70
	宝塔区 X73	12		陈仓区 X11	41	镇安县 X71	71	
	米脂县 X93	13		扶风县 X15	42	商州区 X66	72	
	彬县 X30	14		黄陵县 X85	43	山阳县 X70	73	
	富县 X81	15		神木县 X87	44	柞水县 X72	74	
	淳化县 X33	16		千阳县 X18	45	丹凤县 X68	75	
	铜川城区 X8	17		定边县 X91	46	商南县 X69	76	
	甘泉县 X80	18		岐山县 X14	47	留坝县 X54	77	
	长武县 X31	19		富平县 X43	48	宁陕县 X59	78	
	旬邑县 X32	20		蒲城县 X40	49	洋县 X48	79	
	吴旗县 X79	21		西安城区 X1	50	城固县 X47	80	
	澄城县 X44	22		兴平市 X23	51	略阳县 X52	81	
	永寿县 X29	23		临潼区 X6	52	旬阳县 X63	82	
	黄龙县 X84	24		凤县 X20	53	勉县 X50	83	
	白水县 X41	25		眉县 X16	54	佛坪县 X55	84	
	洛川县 X82	26		潼关县 X38	55	汉中市 X45	85	
	陇县 X17	27		渭南城区 X34	56	白河县 X64	86	
	志丹县 X78	28		华县 X36	57	安康城区 X56	87	
	临渭区 X22	29		武功县 X24	58	石泉县 X58	88	
		韩城市 X35	59	西乡县 X49	89			

本区划是以气候条件为根据的,而植物生长发育除受气候影响外,还与土地等生境有关,而陕西省自南向北地形地貌一次分为:秦巴山地、关中平原和陕北(渭北)黄土高原和陕北毛乌素沙地。地形地势对土壤水分、光照等进行再分配,同时文冠果生长对土壤也有一定要求,在黄土区优于沙土区。因此,进行大面积文冠果栽植时,还需要根据具体土地资源状况作下一步规划。这也是今后文冠果生态区划需要更深入的方面。

参考文献:

- [1] 黄寿波. 浙江省宽皮柑桔生态适宜性区划的研究[J]. 浙江农业大学学报, 1981(10): 1-4.
- [2] 王景权, 赵亚森. 黑龙江垦区林业生态区划[J]. 现代农业, 1995(9): 1-2.
- [3] 郑永光. 我省火炬松引种栽培气候生态区划的研究[J].

广东林业科技, 1995, 11(2): 1-4.

- [4] 梁万军, 王完成. 吉林省主要造林树种生态区划[J]. 吉林林业科技, 1997(5): 1-5.
- [5] 冯宗炜, 王效科, 欧阳志云. 海南省桉树林分布及浆纸林生态区划[J]. 土壤与环境, 1999, 8(3): 168-173.
- [6] 陈红星, 王劲风, 龚榜初, 等. 我国引种日本甜柿气候生态适生区初步分析[J]. 林业科学研究, 2000(3): 323-327.
- [7] 廖礼科, 雷开寿. 文冠果早期选优的初步探讨[J]. 陕西林业科技, 1981(6): 31-32.
- [8] 马利萍, 王力华, 阴黎明, 等. 乌丹地区文冠果生物学特性及物候观测[J]. 应用生态学报, 2008, 19(12): 2583-2587.
- [9] Satty T L. Multicriteria Decion making[J]. The AHP, 1983, 3(2): 102.
- [10] 陆鼎煌, 袁嘉祖. 应用模糊相似优先比区划中国油橄榄引种分布[J]. 北京林业学院学报, 1982(4): 1-12.