

山西省文冠果种质资源的生态区划研究

张东旭^{1,2}, 张永芳¹, 刘文英¹, 段 颢^{2,3}, 马履一^{2,3}

(1. 山西大同大学 高寒区作物研究所, 山西 大同 037009; 2. 北京林业大学 林学院, 北京 100083;

3. 北京林业大学 国家能源非粮生物质原料研发中心, 北京 100083)

摘 要: 山西省是我国文冠果分布的核心地区, 为克服山西省文冠果引种或栽培的盲目性, 需要对文冠果在山西省可能的分布范围进行界定。依据气候相似原理, 选择年均温、1 月均温、7 月均温、极端最高温、极端最低温、 $>10^{\circ}\text{C}$ 积温、年降雨量、年日照时数等 9 个生态因子作为分析要素, 采用欧氏距离模糊相先比法划分山西省适宜栽培文冠果的区域。结果表明: 吕梁山、太行山、恒山、五台山、太岳以及中条等山脉中低海拔处的黄土沟壑区是文冠果的最适宜的分布区, 包括了全省 10 个地级市 102 个县(区); 左云、右玉、五寨、平陆、垣曲和陵川等 6 县是文冠果的次适宜区; 五台山以及山西省其他山脉海拔 1 500 m 以上的地区不适宜文冠果分布。大同盆地、忻定盆地、太原盆地、汾河平原、晋南黄土丘陵区以及上述适生区或次适生区的黄土地貌区比较适合文冠果引种或栽培。

关键词: 山西省; 文冠果; 生态区划

中图分类号: S 731. 1; Q 948. 153 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2014)20-0080-06

文冠果(*Xanthoceras sorbifolia* Bunge) 属无患子科(Sapindaceae) 文冠果属(*Xanthoceras* Bunge) 的落叶乔木或灌木^[1], 别名木瓜、木瓜瓜(运城)^[2]、文官果、文冠花和温旦革子, 是重要的木本油料树种^[3]。“十一五”期间, 科技部将野生油料植物(文冠果、麻风树、黄连木、油桐等) 开发和生物柴油技术发展列入国家“863”计划和科技攻关计划^[4]。在国家林业总局 2007 年颁布的《全国林业发展十一五和中长期规划》和 2012 年颁布的《全国林业发展“十二五”规划》中, 把建设文冠果等“生物质能源林”作为北方地区今后发展的重点。由此在国内产生新一轮文冠果的研究、引种和栽培的热潮, 文冠果被再次“发现”^[5]。

山西农学院的著名果树学家王中英先生是山西省文冠果研究的先驱, 1962 年首次指出汾阳、孝义有文冠果野生种群的分布^[1]。1997 年, 陈廷贵等^[6]在研究中条山山脉西段的雪花山的野生植物资源时, 发现永济县有文冠果野生种群分布。2000 年, 马晶等^[7]报道太原市的阳曲县和娄烦县有文冠果古树名木的存在。2011 年, 孙向宁^[8]对山西省文冠果分布现状及发展前景进行了研究, 指出山西省的文冠果主要分布在离石市、中阳县等 21 个市县, 在五台山、恒山、太行山也有零星分布, 高晓

欣等^[9]指出在山西省的孟县、隰县等 11 个县(区) 亦有文冠果野生种群分布。张东旭等^[10]根据文献统计并结合实地调查, 发现山西省全部 10 个地级市的 63 个县(区) 有文冠果分布。但是, 由于山西省的学者对文冠果的研究较少, 因此国内学者对山西省文冠果资源的分布情况知之甚少。

2011 年 5 月, 山西省省委书记袁纯清^[11]在武乡县考察时, 发表了《给全省领导干部的一封信》, 极大的推动了文冠果等经济林在山西省的发展。同年 8 月, 袁纯清在广灵县赵家坪村考察后, 进一步指出有关部门要加强文冠果的开发研究, 积极推广种植, 充分挖掘其价值^[12]。在良好的政策引导下, 山西省掀起了研究、引种、栽培文冠果的热潮。对山西省的文冠果进行生态区划分析, 有利于各县市发展文冠果产业之前, 对自身的气候条件、土地资源进行科学评价, 提高文冠果育苗、造林及生态修复等的实际效果, 也有利于国内其他地区对山西省的文冠果资源进行科学研究、引种栽培及开发利用。现依据气候相似原理, 选择年均温、1 月均温、7 月均温、极端最高温、极端最低温、 $>10^{\circ}\text{C}$ 积温、年降雨量、年日照时数等 9 个生态因子作为分析要素, 采用欧氏距离模糊相先比法划分山西省适宜栽培文冠果的区域。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

山西省位于黄河中游, 太行山以西, 黄河以东, 王屋山以北, 长城以南。外缘有山脉环绕, 很难受海洋暖湿

第一作者简介: 张东旭(1973-), 男, 博士, 副教授, 现主要从事生态学与资源植物学等研究工作。E-mail: zhangdongxu@sina.com.

基金项目: 山西省科技厅高校科技开发资助项目(2010121)。

收稿日期: 2014-06-10

气流影响,易受来自西伯利亚与蒙古高原冬季冷气团的袭击,形成典型的温带大陆性气候,具有春季风沙大气候干燥、夏季雨水多气温高、秋季凉爽和冬季寒冷干燥的气候特点^[13]。

1.2 试验方法

1.2.1 气候因子的选择 文冠果具有耐寒、耐旱、耐瘠薄、耐盐碱、不耐涝等特点,对温度范围、温度持续期、积温、极端温度等也有一定的要求。文冠果生长、分布与水平的季节性分配也有密切关系;文冠果的产量与品质也受光照条件的影响。韩蓓蓓等^[14]在对陕西省文冠果进行生态区划时,提出年均温 $P_1(^{\circ}\text{C})$ 、1月均温 $P_2(^{\circ}\text{C})$ 、7月均温 $P_3(^{\circ}\text{C})$ 、极端最高温 $P_4(^{\circ}\text{C})$ 、极端最低温

$P_5(^{\circ}\text{C})$ 、 $>10^{\circ}\text{C}$ 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 $P_9(\text{h})$ 等9个气候指标适宜作为模糊优先比的因子。该研究采用与之相同的气候指标体系。

1.2.2 资料收集与整理 该研究对山西省的全部109个市(县)的台站的气象数据进行了收集。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年的平均值(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 山西省109个气象台站的主要气象要素值(1971—2000)

Table 1 The main meteorological elements value of 109 meteorological stations in Shanxi province (1971—2000)

| 站名 Station | 年均温 Annual average temperature/ $^{\circ}\text{C}$ | 1月均温 January average temperature/ $^{\circ}\text{C}$ | 7月均温 July average temperature/ $^{\circ}\text{C}$ | 极端最高温 Extreme maximum temperature/ $^{\circ}\text{C}$ | 极端最低温 Extreme minimum temperature/ $^{\circ}\text{C}$ | $>10^{\circ}\text{C}$ 积温 $>10^{\circ}\text{C}$ Accumulated temperature/ $^{\circ}\text{C}$ | 无霜期 Frost-free period/d | 年降水量 Annual precipitation /mm | 年日照时数 Average annual sunshine hours/h |
|---------------|--|--|---|---|---|--|-------------------------------|-------------------------------------|---|
| 太原 X1 | 9.5 | -6.8 | 23.5 | 39.4 | -25.5 | 3 417.0 | 170.0 | 464.0 | 2 714.5 |
| 阳曲 X2 | 8.9 | -7.7 | 24.0 | 39.6 | -25.7 | 3 300.0 | 164.0 | 441.2 | 2 627.2 |
| 清徐 X3 | 10.0 | -8.0 | 21.0 | 40.4 | -18.0 | 3 680.0 | 183.0 | 462.0 | 2 577.5 |
| 古交 X4 | 9.5 | -6.2 | 23.0 | 39.2 | -20.3 | 3 382.0 | 150.0 | 460.0 | 2 808.0 |
| 娄烦 X5 | 7.6 | -7.6 | 21.7 | 37.1 | -26.8 | 2 942.0 | 145.0 | 428.0 | 2 877.6 |
| 尖草坪 X6 | 8.5 | -6.5 | 23.5 | 39.6 | -23.7 | 3 251.0 | 190.0 | 450.0 | 2 500.0 |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ |
| 晋城 X105 | 11.5 | -4.0 | 23.3 | 35.0 | -14.0 | 3 500.0 | 192.6 | 550.0 | 2 392.8 |
| 沁水 X106 | 10.6 | -4.1 | 23.0 | 38.0 | -16.0 | 2 955.0 | 195.0 | 640.0 | 2 610.0 |
| 陵川 X107 | 7.8 | -6.0 | 20.9 | 39.0 | -17.0 | 2 755.0 | 165.0 | 826.0 | 2 970.0 |
| 高平 X108 | 9.8 | -6.5 | 23.7 | 38.6 | -24.0 | 3 000.0 | 180.0 | 589.4 | 2 532.5 |
| 阳城 X109 | 11.7 | -3.0 | 24.6 | 36.0 | -13.0 | 3 750.0 | 180.0 | 627.0 | 2 571.3 |

表2 文冠果主要分布区气象要素值

Table 2 The meteorological elements values of the main distribution area of *Xanthoceras sorbifolia*

| 站名 Station | 年均温 Annual average temperature/ $^{\circ}\text{C}$ | 1月均温 January average temperature/ $^{\circ}\text{C}$ | 7月均温 July average temperature/ $^{\circ}\text{C}$ | 极端最高温 Extreme maximum temperature/ $^{\circ}\text{C}$ | 极端最低温 Extreme minimum temperature/ $^{\circ}\text{C}$ | $>10^{\circ}\text{C}$ 积温 $>10^{\circ}\text{C}$ Accumulated temperature/ $^{\circ}\text{C}$ | 无霜期 Frost-free period/d | 年降水量 Annual precipitation/mm | 年日照时数 Average annual sunshine hours/h |
|---------------|--|--|---|---|---|--|-------------------------------|------------------------------------|---|
| 河北怀来 R1 | 9.6 | -7.4 | 24.4 | 39.7 | -21.7 | 3 906.8 | 149.0 | 372.3 | 3 030.0 |
| 山东济南 R2 | 14.7 | -0.4 | 27.5 | 40.5 | -14.9 | 4 774.7 | 170.0 | 672.7 | 2 547.0 |
| 河南郑州 R3 | 14.3 | 0.1 | 27.0 | 42.3 | -17.9 | 4 615.7 | 213.0 | 632.4 | 2 182.0 |
| 辽宁沈阳 R4 | 8.4 | -11.0 | 24.6 | 36.1 | -29.4 | 3 509.2 | 159.0 | 690.3 | 2 468.0 |
| 内蒙古乌丹 R5 | 7.5 | -11.7 | 24.0 | 37.4 | -31.2 | 3 105.2 | 125.0 | 491.8 | 2 673.0 |
| 陕西洛川 R6 | 7.9 | -3.8 | 18.3 | 30.4 | -18.0 | 3 026.1 | 170.0 | 491.8 | 2 079.0 |
| 甘肃兰州 R7 | 9.8 | -5.3 | 22.4 | 39.8 | -19.7 | 3 339.5 | 168.0 | 311.7 | 2 424.0 |
| 江苏淮安 R8 | 13.5 | -0.2 | 26.3 | 38.7 | -13.8 | 4 412.5 | 216.0 | 905.9 | 2 495.0 |
| 内蒙古乌兰浩特 R9 | 4.2 | -16.4 | 21.9 | 37.6 | -32.5 | 2 726.1 | 134.0 | 541.8 | 2 565.0 |
| 内蒙古陕坝 R10 | 6.7 | -11.6 | 22.6 | 38.5 | -30.5 | 2 893.7 | 141.0 | 397.9 | 2 862.0 |
| 山西蒲县 R11 | 7.0 | -6.8 | 25.0 | 38.5 | -21.0 | 3 462.5 | 2557.2 | 171.0 | 586.0 |
| 山西原平 R12 | 9.0 | -12.0 | 25.0 | 39.8 | -25.2 | 3 250.0 | 2719.1 | 180.0 | 417.0 |
| 平均值 X110 | 9.4 | -7.2 | 24.1 | 38.3 | -23.0 | 3 585.2 | 576.8 | 488.3 | 2 194.0 |

1.2.3 数据分析与生态适宜性划分 采用相对欧式距离的模糊相似优先比法^[15],以山西省的气候条件与文冠果典型分布区的气候进行比较,确定山西省适合栽种文冠果的生态区域。主要应用 Matlab 6.5 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2个样本,即 $X_i=\{X_{i1}, X_{i2}, X_{i3}, \dots, X_{in}\}, X_j=\{X_{j1}, X_{j2}, X_{j3}, \dots, X_{jn}\}, i, j=1, 2, \dots, n, n=109; i, j \neq k; p=1, 2, \dots, m, m=9$ 。固定样品为 X_k 。原始数据的标准化处理:由于在生态区划过程的不同指标的单位、表现形式不

相同,没有直接的可比性。为了避免给区划结果带来不利影响,需要对原始数据进行标准化的处理。该研究采用归一化方法进行处理,求取归一化后的数据集 X'_{ip} 。

$$X'_{ip} = (X_{ip} - X_{imin}) / (X_{imax} - X_{imin})$$

$$(i = 1, 2, \dots, n; p = 1, 2, \dots, 9) \quad (1)。$$

式中: X_{imax} , X_{imin} 分别表示第 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 $X'_{ip} = 0$, $X'_{ip} \in [0, 1]$ 。指标权重 (W_p) 的确定: 采用层次分析法 (求和法) 计算各指标的权重, 并对其一致性进行检验^[9]。经计算各气候因子权重如表 3 所示, 最大特征根 $\lambda_{max} = 9.1512$, 一致性指标 $CI = 0.0189$, 平均随机一致性指标 $RI = 1.46$, 随机一致性比率 $CR = 0.0129 < 0.1$, 通过一致性检验。对标准化后的值进行加权计算: 用归一化后的被选样品的各个气候因子值 X'_{ip} 与对应的权数 W_p 相乘, 得 X''_{ip} 。即: $X''_{ip} = X'_{ip} \times W_p$; 同理, 用归一化后的固定样品的 X'_{kp} 与对应的权数 W_p 相乘, 得 X''_{kp} 。用欧几里得距离计算被选样品 X''_{ip} 与固定样品 X''_{kp} 之间的距离 D_k :

$$D_k = \sqrt{\sum_{m=1}^p (X''_{ip} - X''_{kp})^2} \quad (2)。$$

然后计算相似优先比 r_{ij} :

$$r_{ij} = D_k / (D_k + D_{jk}) \quad (i \neq j, j \neq k) \quad (3)。$$

表 3 文冠果生态因子判断矩阵

Table 3 The judgment matrix of ecological factors of *Xanthoceras sorbifolia*

| 项目 Item | 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 | 0.0926 |
| P_2 | 3 | 1 | 4 | 4 | 2 | 4 | 4 | 1/2 | 5 | 0.2133 |
| P_3 | 1/2 | 1/4 | 1 | 1 | 1/3 | 1 | 1 | 1/5 | 2 | 0.0542 |
| P_4 | 1/2 | 1/4 | 1 | 1 | 1/3 | 1 | 1 | 1/5 | 2 | 0.0542 |
| P_5 | 2 | 1/2 | 3 | 3 | 1 | 4 | 4 | 1/2 | 4 | 0.1609 |
| P_6 | 1/2 | 1/4 | 1 | 1 | 1/4 | 1 | 1 | 1/5 | 2 | 0.0528 |
| P_7 | 1/2 | 1/4 | 1 | 1 | 1/4 | 1 | 1 | 1/5 | 2 | 0.0528 |
| P_8 | 4 | 2 | 5 | 5 | 2 | 5 | 5 | 1 | 5 | 0.2849 |
| P_9 | 1/3 | 1/5 | 1/2 | 1/2 | 1/4 | 1/2 | 1/2 | 1/5 | 1 | 0.0342 |

表 4 山西省文冠果适生气候条件的模糊相似比矩阵

Table 4 The fuzzy similar ratio matrix of suitable weather conditions of *Xanthoceras sorbifolia* in Shanxi province

| 项目 Item | X1 | X2 | X3 | X4 | X5 | X6 | ... | X105 | X106 | X107 | X108 | X109 |
|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|
| X1 | 1.0000 | 0.5428 | 0.5666 | 0.5329 | 0.5578 | 0.5401 | ... | 0.5940 | 0.6004 | 0.7299 | 0.3944 | 0.6388 |
| X2 | 0.4572 | 1.0000 | 0.5241 | 0.4901 | 0.5152 | 0.4973 | ... | 0.5520 | 0.5586 | 0.6948 | 0.3543 | 0.5984 |
| X3 | 0.4334 | 0.4759 | 1.0000 | 0.4660 | 0.4911 | 0.4732 | ... | 0.5280 | 0.5347 | 0.6739 | 0.3325 | 0.5750 |
| X4 | 0.4671 | 0.5099 | 0.5340 | 1.0000 | 0.5251 | 0.5072 | ... | 0.5618 | 0.5683 | 0.7031 | 0.3634 | 0.6078 |
| X5 | 0.4422 | 0.4848 | 0.5089 | 0.4749 | 1.0000 | 0.4821 | ... | 0.5369 | 0.5436 | 0.6817 | 0.3405 | 0.5837 |
| X6 | 0.4599 | 0.5027 | 0.5268 | 0.4928 | 0.5179 | 1.0000 | ... | 0.5547 | 0.5613 | 0.6971 | 0.3568 | 0.6010 |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ |
| X105 | 0.4060 | 0.4480 | 0.4720 | 0.4382 | 0.4631 | 0.4453 | ... | 1.0000 | 0.5067 | 0.6488 | 0.3081 | 0.5473 |
| X106 | 0.3996 | 0.4414 | 0.4653 | 0.4317 | 0.4564 | 0.4387 | ... | 0.4933 | 1.0000 | 0.6427 | 0.3024 | 0.5407 |
| X107 | 0.2701 | 0.3052 | 0.3261 | 0.2969 | 0.3183 | 0.3029 | ... | 0.3512 | 0.3573 | 1.0000 | 0.1942 | 0.3956 |
| X108 | 0.6056 | 0.6457 | 0.6675 | 0.6366 | 0.6595 | 0.6432 | ... | 0.6919 | 0.6976 | 0.8058 | 1.0000 | 0.7308 |
| X109 | 0.3612 | 0.4016 | 0.4250 | 0.3922 | 0.4163 | 0.3990 | ... | 0.4527 | 0.4593 | 0.6044 | 0.2692 | 1.0000 |

求得模糊相似优先比矩阵 $R, R = [r_{ij}]_{n \times n}$, 见表 4。文冠果适宜区的划分: 首先取模糊相似比的 λ 水平截集, 根据相似程度对所有样品进行排序。即从表 4 矩阵的元素中, 找出每行中最小的 λ 值, 最小值之中最大的那个值所对应的其它值, 都大于该值, 即所谓的首先达到全行为 1, 也就是说该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, 去掉该行及其对应的列, 在下一个矩阵中如上所述, 找出各行最小值中最大值所在的行与列, 将其标记排序为 2。以此类推, 将所有的样品进行排序, 记序号为 3, 4, ..., 109。例如, 表 4 中, 当 $\lambda = r_{39,51} = 0.5728$ 时, 第 39 行首先达到全行为 1, 该行样品排序为 1; 当 $\lambda = r_{51,39} = 0.4272$ 时, 第 51 行其次达到全行为 1, 该行样品排序为 2; 根据计算结果将各站按序号值排列。

2 结果与分析

采用欧氏距离模糊相似优先比法对山西省文冠果的生态适宜区进行了划分 (表 5)。排序的先后表示山西省各个站点的综合气候条件与文冠果的主产区的相似程度大小。序号越小, 表示相似程度越高。根据气候相似理论, 可以把山西省文冠果的气候生态区划分为适宜区、次适宜区和不适宜区。

表 5 山西省各市县(区)文冠果生态适宜区排序

Table 5 The sort of meteorological stations of ecological suitable area to *Xanthoceras sorbifolia* in Shanxi province

| 区划 | 站名 | 序号 | 区划 | 站名 | 序号 | 区划 | 站名 | 序号 |
|------------------------|---------|-----|------------------------|---------|-----|----------------------------------|---------|-----|
| Regionalization | Station | No. | Regionalization | Station | No. | Regionalization | Station | No. |
| 适宜区 Suitable region | 孟县 X39 | 1 | 适宜区 Suitable region | 吉县 X74 | 38 | 适宜区 Suitable region | 定襄 X24 | 75 |
| | 离石 X51 | 2 | | 孝义 X55 | 39 | | 翼城 X78 | 76 |
| | 方山 X60 | 3 | | 潞城 X95 | 40 | | 临汾 X64 | 77 |
| | 岚县 X59 | 4 | | 保德 X29 | 41 | | 闻喜 X90 | 78 |
| | 石楼 X63 | 5 | | 襄汾 X67 | 42 | | 平鲁区 X19 | 79 |
| | 襄垣 X96 | 6 | | 古交 X4 | 43 | | 寿阳 X41 | 80 |
| | 临县 X56 | 7 | | 太谷 X46 | 44 | | 新绛 X93 | 81 |
| | 武乡 X97 | 8 | | 忻府区 X22 | 45 | | 永济 X83 | 82 |
| | 高平 X108 | 9 | | 古县 X69 | 46 | | 怀仁 X21 | 83 |
| | 壶关 X102 | 10 | | 尖草坪 X6 | 47 | | 河津 X88 | 84 |
| | 屯留 X100 | 11 | | 宁武 X26 | 48 | | 山阴 X17 | 85 |
| | 沁县 X98 | 12 | | 交口 X62 | 49 | | 阳城 X109 | 86 |
| | 安泽 X76 | 13 | | 阳曲 X2 | 50 | | 大同县 X15 | 87 |
| | 左权 X44 | 14 | | 榆次 X40 | 51 | | 稷山 X89 | 88 |
| | 蒲县 X73 | 15 | | 霍州 X66 | 52 | | 阳高 X9 | 89 |
| | 昔阳 X42 | 16 | | 平遥 X48 | 53 | | 广灵 X13 | 90 |
| | 长子 X101 | 17 | | 洪洞 X65 | 54 | | 神池 X35 | 91 |
| | 介休 X49 | 18 | | 柳林 X61 | 55 | | 原平 X25 | 92 |
| | 交城 X52 | 19 | | 五台 X36 | 56 | | 临猗 X82 | 93 |
| | 平顺 X104 | 20 | | 静乐 X32 | 57 | | 运城 X81 | 94 |
| | 隰县 X70 | 21 | | 娄烦 X5 | 58 | | 天镇 X10 | 95 |
| | 小店区 X7 | 22 | | 灵石 X50 | 59 | | 大同市 X8 | 96 |
| | 长治 X94 | 23 | | 清徐 X3 | 60 | | 朔城区 X16 | 97 |
| | 大宁 X71 | 24 | | 文水 X53 | 61 | | 芮城 X85 | 98 |
| | 沁源 X99 | 25 | | 祁县 X47 | 62 | | 浑源 X12 | 99 |
| | 兴县 X58 | 26 | | 夏县 X91 | 63 | | 岢岚 X34 | 100 |
| | 中阳 X57 | 27 | | 代县 X27 | 64 | | 应县 X18 | 101 |
| | 平定 X38 | 28 | | 浮山 X77 | 65 | | 繁峙 X33 | 102 |
| | 汾阳 X54 | 29 | | 灵丘 X14 | 66 | 次适宜区 Inferior suitable region | 左云 X11 | 103 |
| | 黎城 X103 | 30 | | 晋城 X105 | 67 | | 五寨 X31 | 104 |
| | 乡宁 X75 | 31 | | 河曲 X28 | 68 | | 垣曲 X86 | 105 |
| | 榆社 X45 | 32 | | 沁水 X106 | 69 | 不适宜区 Unsuitable region | 平陆 X84 | 106 |
| | 太原 X1 | 33 | | 曲沃 X80 | 70 | | 右玉 X20 | 107 |
| | 和顺 X43 | 34 | | 万荣 X87 | 71 | | 陵川 X107 | 108 |
| | 永和 X72 | 35 | | 绛县 X92 | 72 | | 五台山 X23 | 109 |
| | 阳泉 X37 | 36 | | 偏关 X30 | 73 | | | |
| | 汾西 X68 | 37 | | 侯马 X79 | 74 | | | |

2.1 适宜区

山西省的吕梁山、太行山、恒山、五台山、太岳以及中条等山脉中低海拔处的黄土沟壑区都是文冠果的最适分布区,包括了全省全部 10 个地级市的 102 个县(区),占 109 个气象台站覆盖区的 93.58%。

2.2 次适宜区

该区仅有 6 个县,大同市的左云县、朔州市的右玉县、忻州市的五寨县、运城市的平陆县、垣曲县,以及晋城市的陵川县等。

左云县位于晋北边缘,全县海拔在 1 020~2 013 m,主要有 4 种地貌类型区,即石山区、土石山区、黄土丘陵区、河川阶地区。其中,仅黄土丘陵区较适宜文冠果生长,占该县总面积的 36%。右玉县境内属晋北黄土高原组成部分,地势南高北低,中间平缓,周围群山环抱。

右玉县的西部山地、南部洪涛山脉、东部山地平均海拔在 1 500 m 以上,不适合文冠果生长,只有北部诸山海拔在 1 600 m 上下,以及中部的平川区海拔在 1 250~1 350 m,较适宜文冠果生长。

五寨县位于吕梁山脉北段,全县地势东南高,西北低,南部荷叶坪山海拔 2 783 m,西北部韩家楼村海拔 1 300 m。东、西、北部为黄土丘陵区,南部为石山区。其中,位于吕梁山脉与管涔山山脉之间的黄土丘陵沟壑区,海拔在 1 300~1 500 m,可能有文冠果的分布。

平陆县位于山西省南端,北靠中条山与河东盆地相依,南临黄河与河南省三门峡市相望。在全国气候区划上,平陆县属于北温带亚湿润气候区中的渭河气候区,属暖温带大陆性气候。平陆县最高海拔仅有 800 m,大部分地区海拔较低,不在文冠果的适宜生长的海拔范

围。垣曲县位于山西省南部,运城市东端,主要有2种地貌类型:东部、北部与西部都属于的中条山脉的石山区,平均海拔在1500 m以上,被森林覆盖。只有中部的山间盆地,海拔在600~800 m,较适宜文冠果分布。

陵川县位于晋城市东北部,全县北部、东部和南部均为石山区,属于太行山主脉,海拔1000 m以上基本被森林覆盖。陵川县的中部土石丘陵区,西南部的平川区海拔在800~1400 m,较适宜文冠果生长。总之,上述6个县在地质、地貌、海拔、气候特点等方面皆存在一些对文冠果的生长不利因素,如果以经济林为目标发展文冠果,应慎重决策,精细规划布局。

2.3 不适宜区

该区主要是五台山。五台山是华北屋脊,最高海拔3500 m,平均海拔在1500 m。气候寒冷,年均温为-4℃,7~8月最热,分别为9.5℃和8.5℃,1月份最冷,均温-18.8℃。五台山与北京处于大致相同的纬度,但气候特征却与大兴安岭地区相似。因此,仅仅在五台山边缘低海拔处的黄土沟壑区或忻定盆地,如繁峙县、代县、定襄县与五台县有文冠果分布,也适宜发展文冠果产业,而五台山山脉大部分地区不适合文冠果生长与栽培。

3 结论与讨论

山西省是中国文冠果资源的核心分布区,全省93%以上的县市均属于文冠果的适宜分布区。在吕梁山脉、太行山脉、采凉山脉、洪涛山脉、恒山山脉、太岳山脉和中条山脉等的边缘,海拔在800~1500 m的黄土丘陵沟壑区,是山西省文冠果的集中分布地带。平原区与盆地,基本为农垦区,文冠果分布很少,但属于文冠果的适宜栽培区。文冠果在山西省的次适宜分布区仅包括左云、右玉、五寨、平陆、垣曲、陵川等6县,在这些地区栽培文冠果需慎重。五台山海拔1500 m以上的广大地区均不适宜文冠果生长,其它山脉海拔高于1500 m的地区,也不适宜文冠果栽培。

牟洪香等^[16]发现文冠果主要分布在我国暖温带气候区内,无疑包括山西省的全境。但是,山西省多山地,海拔较高,在分析文冠果资源的分布范围时,除了考虑

气候、土壤、地形、地貌等因素外,必须考虑到垂直气候梯度的影响。虽然,牟洪香等^[16]发现文冠果的垂直分布多在2000 m以下,以海拔800~1800 m的黄土丘陵沟壑区分布最多,海拔最低只有几十米甚至几米,最高可达2300 m。但是,根据调查,在山西省境内,文冠果的垂直分布主要集中于海拔600~1500 m的黄土沟壑区。韩蓓蓓等^[14]发现文冠果在黄土区要优于沙土区,但是在排水较差的平原与盆地,沙土较黄土有利于排水,可能更适合文冠果栽培。因此,各地在引种栽培文冠果时,需要进行科学论证,切忌盲从盲动。

参考文献

- [1] 王中英. 几种新发现的野生果树及其利用[J]. 山西农业科学, 1962(7): 29-31, 36.
- [2] 山西省林科所. 文冠果[J]. 山西林业科技, 1976(2): 8-11.
- [3] 田建保, 陈双健, 王占和, 等. 文冠果生长结果习性及其主要栽培技术[J]. 山西果树, 2002(4): 19-20.
- [4] 刘丽, 何勇, 田建保. 文冠果的利用价值与开发前景[J]. 安徽农学通报(上半月刊), 2009(1): 111-112, 93.
- [5] 宫永红, 李连茹. 文冠果一个复兴的经济林树种[J]. 北方果树, 2008(4): 61-62.
- [6] 陈廷贵, 张健彪, 张金屯, 等. 山西雪花山野生植物资源研究[J]. 山西大学学报(自然科学版), 1997(2): 118-122.
- [7] 马晶, 杨惠玲, 李进军. 太原地区古大珍稀奇树木的分布及保护[J]. 太原科技, 2000(1): 35-37.
- [8] 孙向宁. 山西省文冠果分布现状及发展前景[J]. 山西林业科技, 2011(1): 53-54.
- [9] 高晓欣, 张芸香, 郭晋平. 文冠果 DNA 提取及 RAPD 反应体系的优化[J]. 山西农业大学学报(自然科学版), 2011(4): 315-320.
- [10] 张东旭, 敖妍, 马履一. 山西省文冠果的研究、栽培历史及现状[J]. 北方园艺, 2014(9): 192-195.
- [11] 袁纯清. 给全省领导干部的一封信[J]. 领导决策信息, 2011(25): 7.
- [12] 赵向南. 发挥当地资源优势 加快发展县域经济[N]. 山西日报, 2011-08-11.
- [13] 米晶晶, 武冬梅, 韩锦涛. 山西省生态地理区域研究[J]. 科技导报, 2007(8): 40-43.
- [14] 韩蓓蓓, 刘建军, 康博文, 等. 陕西省文冠果生态区划研究[J]. 水土保持研究, 2010(6): 252-256.
- [15] 赵益新, 陈巨东. 生态因子相似度优先比的模糊决策分析[J]. 西南民族大学学报(自然科学版), 2005(3): 399-401.
- [16] 牟洪香, 于海燕, 侯新村. 木本能源植物文冠果在我国的分布规律研究[J]. 安徽农业科学, 2008(9): 3626-3628.

Research on Ecological Regionalization of *Xanthoceras sorbifolia* in Shanxi Province

ZHANG Dong-xu^{1,2}, ZHANG Yong-fang¹, LIU Wen-ying¹, DUAN Jie^{2,3}, MA Lyu-yi^{2,3}

(1. Crops Institute of Alpine Region, Shanxi Datong University, Datong, Shanxi 037009; 2. College of Forestry, Beijing Forestry University, Beijing 100083; 3. National Energy R&D Center for Nonfood Biomass, Beijing Forestry University, Beijing 100083)

Abstract: Shanxi Province is the core distribution area of *Xanthoceras sorbifolia* in China. In order to overcome the blindness in introduction or cultivated of *Xanthoceras sorbifolia*, defining the possible distribution range of it in Shanxi province should be done. According to the theory of climatic analogues, main factors were chosen in the analysis for the

“红灯”大樱桃的组织培养与快速繁殖

李晓玲¹, 边震², 卢绪志¹, 张金龙¹

(1. 长春工业大学 化学与生命科学学院, 吉林 长春 130012; 2. 长春工业大学 图书馆, 吉林 长春 130012)

摘要:以经引种驯化后的“红灯”大樱桃(*Cerasus avium* ‘Hongdeng’)耐寒植株的茎尖、腋芽和带腋芽的幼嫩茎段为外植体,对其组培快繁体系进行了比较系统的研究。结果表明:“红灯”大樱桃茎尖及茎段外植体在 MS+6-BA 0.8 mg/L+NAA 0.02 mg/L+3% Sucrose+AC 0.5 g/L+0.7% Agar(pH 5.8)培养基上,芽萌发、生长状况较好,萌发率高达 90.0%;其组培苗在 MS+6-BA 0.6 mg/L+NAA 0.02 mg/L+GA₃ 0.1 mg/L+维生素 C 40 mg/L+3% Sucrose+0.7% Agar(pH 5.8)培养基上继代培养 25 d 左右,继代增殖系数均可达到 3.0 左右;将其中长势良好的组培苗在 1/2MS+NAA 0.8 mg/L+1.5% Sucrose+0.7% Agar(pH 5.8)培养基上生根壮苗培养后,移栽成活率可达 86.7%。

关键词:“红灯”大樱桃;组织培养;快速繁殖

中图分类号:S 662.5 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)20-0085-05

大樱桃是我国北方成熟最早的落叶果树,素有“春果第一枝”的美誉,在调节鲜果淡季和均衡周年供应方面有着特殊作用^[1],在我国栽培已有 200 多年的历史。“红灯”大樱桃(*Cerasus avium* ‘Hongdeng’)系大连市农业科学院果树研究所育成的早熟、优质大樱桃品种^[2]。该品种果实个大,色泽艳丽,果肉肥厚,多汁味甜,成熟期较早,较耐储运,市场竞争力强,颇受果农及消费者欢迎。在辽宁大连及山东各地均有栽培,为甜樱桃的主栽品种之一。但由于气候等多方面的原因,在吉林省等寒冷地区露地栽培繁殖“红灯”大樱桃尚鲜见报道,规模栽培和繁殖大樱桃尚属空白。

课题组根据《环境影响》和《定向培育》的引种驯化理论,将生长在大连南部的大樱桃优良品种“红灯”逐步北移,现已培育出能适应吉林省通化、辉南及长春等地气候和生态环境、可露地栽培、无特殊防寒措施即可安全越冬的大樱桃优良植株,并摸索采用嫁接和扦插等常规繁殖方法对其进行快繁。但由于受到良种基数和技术成熟度的限制,这些方法繁殖速度较慢,难于规模栽培和工厂化生产,因而在一定程度上限制了该优良果树资源的推广和进一步开发利用。因此,研究建立比较成熟高效的耐寒大樱桃植株组培快繁体系,对该优良品系的保存、扩增、改良和品种选育等均具有重要意义。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料“红灯”大樱桃(*Cerasus avium* ‘Hongdeng’)采自吉林省通化金山农场,该研究分别于 2011 年 10 月初、2012 年 5 月初、2012 年 6 月中旬共取材 3 次。

第一作者简介:李晓玲(1971-),女,吉林舒兰人,博士,副教授,现主要从事植物生物技术与分子生物学等研究工作。E-mail:lixia-ling@mail.ccit.edu.cn.

基金项目:吉林省教育厅资助项目(2012121)。

收稿日期:2014-03-29

introduction of *Xanthoceras sorbifolia*, namely that annual average temperature, average temperature in January, average temperature in July, the maximum temperature, the minimum temperature, $>10^{\circ}\text{C}$ annual accumulated temperature, annual precipitation, annual sunshine hours. The results showed that the most suitable distribution regions were the Loess Gully Region at low altitude of Lyuliang Mountains, Taihang Mountains, Hengshan Mountain, Taiyueshan Mountains and Zhongtiao Mountains, including 102 counties (districts) of the 10 prefecture-level cities of Shanxi province; the less suitable distribution regions of *Xanthoceras sorbifolia* were Zuoyun county, Youyu county and Wuzhai county in the northern, and Pinglu county and Yuanqu county in the southern and Lingchuan county in the southeastern of Shanxi province. The unsuitable distribution regions of *Xanthoceras sorbifolia* were Wutai Mountains and other mountains were the areas above an altitude of 1 500 meters in Shanxi province of China.

Keywords: Shanxi province; *Xanthoceras sorbifolia*; ecological regionalization