

# 基于灰色聚类的新疆甜樱桃栽培气候区划探析

张春山<sup>1</sup>, 赵英<sup>1,2</sup>, 张开春<sup>2</sup>, 牛建新<sup>1</sup>, 张晓明<sup>2</sup>

(1. 石河子大学 农学院, 新疆 石河子 832003; 2. 北京市农林科学院 林业果树研究所, 北京 100093)

**摘要:**从甜樱桃适宜生长的气候条件出发, 结合新疆特殊的气候与地缘优势, 采用灰色定权聚类分析法对新疆地区目前的甜樱桃已栽培及未栽培地区进行气候区划分析, 初步划分为 3 种区域, 分别是甜樱桃的适宜栽培区、基本适宜栽培区、不适宜栽培区等 3 个类型区, 为新疆地区引种栽培及规模化发展提供了理论依据。

**关键词:**新疆; 甜樱桃; 灰色聚类; 栽培区

**中图分类号:**S 662.5 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2012)09-0032-03

甜樱桃 [*Cerasus avium* (L.) Moench] 原产欧洲与西亚<sup>[1]</sup>, 又称“大樱桃”, 因果实成熟早、果色鲜亮、晶莹剔透、果个大而味美, 价格高, 成为果中佼佼者, 被称为“宝石水果”, 甜樱桃产业也被称为“黄金种植业”<sup>[2]</sup>。世界甜樱桃经济栽培始于 16 世纪, 1871 年引入中国, 我国甜樱桃栽培始于 19 世纪 70 年代, 20 世纪 70 年代末期以后, 从欧美国家大量引进适于鲜食的欧洲甜樱桃品种, 商业栽培区逐步扩展到多个省份, 近 30 a 来因其良好的品质和经济效益在国内得到了快速的发展, 成为一些适栽地区的优势果树产业。早在 20 世纪 50 年代新疆就已经从前苏联乌兹别克斯坦引入了甜樱桃, 栽培已有 50 a, 仅分布于喀什市、疏附县, 浩罕樱桃、伯什克拉木樱桃、乌帕尔樱桃最为著名。甜樱桃性喜冷凉干燥, 日照充足, 对生态条件要求严格, 独特的生物习性决定了国内甜樱桃适宜栽培的区域狭小, 而新疆地区占我国国土面积的六分之一, 地域辽阔、环境多样, 各地气候条件差别很大, 小气候资源丰富, 同时又具有丰富多样的果树种质资源和地理资源优势, 拓展甜樱桃适栽区域的潜力巨大。

## 1 材料与方法

### 1.1 区划数据整理

该试验的气象数据为中国气象数据科学共享网<sup>[3]</sup>提供, 选取地域及气候代表性较强的 21 个地区作为区划研究的点样本, 分析整理 21 个地区 30 a (1971~2000 年) 的气象资料作为研究的基础数据, 主要包括  $\geq 10^{\circ}\text{C}$  活动积温、年平均气温、历史极端最低气温、无霜期、4 月

平均气温、4 月极端最低气温、4 月极端最高气温、年降水量等 (表 1)。

表 1 新疆 21 个代表地区的气候条件

	区站号	≥10℃ 活动 积温 /℃	年平 均气 温 /℃	历史极 端最低 气温 /℃	无霜 期 /d	4月 平均 气温 /℃	4月极 端最低 气温 /℃	年降 水量 /mm	年平均 相对湿 度/%
阿勒泰	51076	3 303.4	4.5	-41.6	144.5	7.9	-15.5	191.3	59
富蕴	51087	3 233.4	3.0	-46.0	122.6	7.5	-14.9	189.6	59
塔城	51133	3 598.4	7.1	-37.1	146.4	9.7	-12.3	282.4	60
和布克赛尔	51156	2 738.5	3.8	-31.6	136.4	5.5	-18.4	136.3	53
克拉玛依	51243	4 495.3	8.6	-34.3	232.5	13.0	-10.4	105.7	48
温泉	51330	2 865.4	3.9	-33.7	140.0	6.9	-16.4	231.7	64
精河	51334	4 111.4	7.8	-33.8	178.5	12.2	-10.1	102.0	62
石河子	51356	4 046.5	7.4	-36.5	162.7	12.1	-19.4	206.0	64
奇台	51379	3 548.0	5.2	-40.1	159.1	9.7	-13.7	192.0	61
伊宁	51431	3 982.3	9.0	-36.0	141.5	12.7	-8.6	268.9	65
昭苏	51437	2 366.9	3.3	-32.0	159.1	5.9	-17.9	192.0	67
乌鲁木齐	51463	3 778.1	6.9	-32.8	164.9	10.0	-14.9	286.3	58
吐鲁番	51573	5 776.8	14.4	-25.2	251.2	19.3	0.2	15.6	42
阿克苏	51628	5 139.9	10.3	-25.2	200.9	14.7	-3.1	74.5	59
库车	51644	4 596.2	11.3	-23.4	223.2	15.2	-2.0	74.5	47
库尔勒	51656	4 738.9	11.7	-25.3	231.8	15.5	-3.0	57.4	46
喀什	51709	4 675.9	11.8	-23.6	204.7	15.5	-3.6	64.0	52
莎车	51811	4 628.6	11.7	-22.1	210.5	15.8	-0.7	53.3	55
和田	51828	4 871.5	12.5	-20.1	230.8	16.7	0.2	36.4	43
且末	51855	4 396.0	10.5	-24.8	199.8	14.5	-4.5	24.5	41
哈密	52203	4 407.6	10.0	-28.6	216.3	13.6	-11.7	39.1	44

### 1.2 试验方法

灰色定权聚类分析法是区分聚类元素在聚类指标下所属类别的灰色决策方法<sup>[4]</sup>。首先对影响甜樱桃栽培的环境因子进行筛选、排序并确定其权重系数; 把我国及新疆地区引种成功的适宜情况视为白类并确定栽培指标范围, 而把待分类地区的适宜情况视为黑类, 然后采用聚类方法通过对白类的分析而对黑类进行判别。

### 1.3 数据分析

1.3.1 筛选聚类指标与确定灰类聚类权值 选择与甜樱桃生长关系密切的年均温、历史极端最低气温、无霜期、4 月份极端最低温度、4 月份均温等 5 个气象因子作

**第一作者简介:**张春山(1987-), 男, 在读硕士, 现主要从事果树学研究工作。E-mail: springhill1987@qq.com。

**责任作者:**赵英(1977-), 女, 博士, 现主要从事果树育种研究工作。E-mail: zy2665353@126.com。

**基金项目:**北京市农林科学院博士后基金资助项目。

**收稿日期:**2012-02-22

为参考指标。按其甜樱桃栽培影响的重要性程度而由大到小排列:年均温直接影响甜樱桃的正常生长,排序第1,历史极端最低温关系到树体的存活,排序第2,无霜期的长短能直接决定该地生长季节的早晚和热量资源的利用价值,与植物的生长和发育有极其紧密的联系,排序第3,4月份极端最低温度与平均气温直接影响甜樱桃发芽与开花,分别排序第4和5。指标聚类权(权重系数)的确定采用指标排序法<sup>[6]</sup>,以指标所占重要性成数(即倒排序号值)为载荷值( $\alpha_j$ ),按公式: $\eta_j = \alpha_j / \sum_{j=1}^m \alpha_j$  ( $m=5$ )计算出指标贡献率即聚类权(表2)。

表2 指标排序及权重系数

因子	年均温 ( $j=1$ )	历史极端最低温 ( $j=2$ )	无霜期 ( $j=3$ )	4月份极端最低温 ( $j=4$ )	4月份均温 ( $j=5$ )	$\Sigma$
排序	1	2	3	4	5	—
载荷量	5	4	3	2	1	15
权重系数	0.333	0.267	0.200	0.133	0.067	1

1.3.2 确定灰类阈值与指标等级 根据甜樱桃对环境因子的适应性,参考我国甜樱桃老产区及新疆传统栽培区的气候环境条件,确定灰类阈值,划分指标等级(灰类)<sup>[6]</sup>(表3)。

表3 各指标阈值及范围

指标	不适宜( $k=1$ )	基本适宜( $k=2$ )	适宜( $k=3$ )
年均温/ $^{\circ}\text{C}$	$\leq 9$	10	$\geq 11$
历史极端最低气温/ $^{\circ}\text{C}$	$\leq -25$	-22.5	$\geq -20$
无霜期/d	$\leq 190$	200	$\geq 210$
4月份极端最低气温/ $^{\circ}\text{C}$	$\leq -5.5$	-3.3	$\geq -1.1$
4月份均温/ $^{\circ}\text{C}$	$\leq 11$	12	$\geq 13$

1.3.3 确定灰类的白化函数 对于21个地区的样本值 $x_{ij}$  ( $i=1,2,\dots,21; j=1,2,\dots,5$ ),  $x_{ij}$  ( $i=1,2,\dots,21; j=$

$$1,2,\dots,5) = \begin{cases} \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{15} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{25} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ x_{i1} & x_{i2} & \cdots & x_{i5} \end{bmatrix} & \begin{matrix} \text{地区1} \\ \text{地区2} \\ \vdots \\ \text{地区}i \end{matrix} \\ \begin{bmatrix} 4.5 & 144.5 & -41.6 & 7.9 & -15.5 \\ 3.0 & 122.6 & -46.0 & 7.5 & -15.9 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 10.0 & 216.3 & -28.6 & 13.6 & -11.7 \end{bmatrix} & \end{cases}$$

确定 $j$ 指标第 $k$ 个灰类的白化权函数 $f_{jk}(x)$  ( $j=1,2,\dots,5; k=1,2,3$ ),根据聚类对象的条件参照图1所示的3种白化权函数确定 $f_{jk}(x)$ <sup>[7]</sup>。

其中图1(a)为下限测度白化权函数(Low measure whitenization weight function),

定义为

$$f_{jk}(x) = \begin{cases} 1 & x \leq x_{jk}(3) \\ \frac{x_{jk}(4) - x}{x_{jk}(4) - x_{jk}(3)} & x_{jk}(3) < x < x_{jk}(4) \\ 0 & x > x_{jk}(4) \end{cases} \quad (1);$$

图1(b)为适中测度白化权函数(Moderate measure whitenization weight function),

定义为

$$f_{jk}(x) = \begin{cases} 0 & x \leq x_{jk}(1), x > x_{jk}(4) \\ \frac{x - x_{jk}(1)}{x_{jk}(2) - x_{jk}(1)} & x_{jk}(1) < x < x_{jk}(2) \\ \frac{x_{jk}(4) - x}{x_{jk}(4) - x_{jk}(2)} & x_{jk}(2) < x < x_{jk}(4) \end{cases} \quad (2);$$

图1(c)为上限测度白化权函数(Upper measure whitenization weight function),

定义为

$$f_{jk}(x) = \begin{cases} 0 & x \leq x_{jk}(1) \\ \frac{x - x_{jk}(1)}{x_{jk}(2) - x_{jk}(1)} & x_{jk}(1) < x < x_{jk}(2) \\ 1 & x \geq x_{jk}(2) \end{cases} \quad (3)。$$

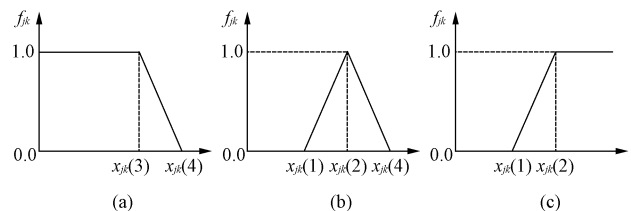


图1 灰色定权聚类中的白化权函数

1.3.4 计算定权聚类系数 将新疆21个地区的指标因子分别代入白化权函数 $f_{jk}(x)$  ( $j=1,2,\dots,5; k=1,2,3$ ),计算得出第 $i$ 个地区属于 $k$ 灰类的聚类系数 $f_{jk}$ ,再由聚类权值 $\eta_j$  ( $j=1,2,\dots,5$ )算出灰色定权聚类系数

$\sigma_k = \sum_{j=1}^5 f_{jk}(x_{ij}) \eta_j$  ( $i=1,2,\dots,21; k=1,2,3$ ),得到新疆各地区不同灰类的判别矩阵,利用公式 $k^* = \max\{\sigma_k\}$ ,取各灰类中的最大值即为所判别地区的类型( $k$ 类型)<sup>[8]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 聚类系数及判定

计算得到21个地区的聚类系数见表4。由判别矩阵得各地区所属灰类。判别矩阵中同一列聚类系数的最大值所属灰类即为各地区所属类型。由表4可知,甜樱桃栽培适宜区为吐鲁番、库车、莎车、和田,基本适宜区为阿克苏、库尔勒、喀什、且末,其它地区都是不适宜区。

### 2.2 甜樱桃适宜栽培区的气候因素分析

由表5可知,吐鲁番地区全年 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温在5300 $^{\circ}\text{C}$ 以上,无霜期可达250d,开春早,温度上升快,4月极端最低气温为 $0.2^{\circ}\text{C}$ ,花期霜冻频率最低,年均温较高,是北疆冬季冻害程度最轻的地区,但由于该地区年降水量较低,空气干燥,4、5月份平均气温偏高,不利于果实的生长发育,所以此地区并不适宜发展甜樱桃,属于不适宜区。

表 4 不同地区的聚类系数及所属类型

地区	$\sigma(k=1)$	$\sigma(k=2)$	$\sigma(k=3)$	$k^*$	地区	$\sigma(k=1)$	$\sigma(k=2)$	$\sigma(k=3)$	$k^*$
阿勒泰	1.0000	0.3863	0.3214	1	乌鲁木齐	1.0000	0.6037	0.5213	1
富蕴	1.0000	0.2707	0.2520	1	吐鲁番	0.5251	0.5830	0.9307	3
塔城	1.0000	0.5383	0.4500	1	阿克苏	0.8359	0.9234	0.7761	2
和布克赛尔	1.0000	0.4596	0.3918	1	库车	0.7273	0.8407	0.8456	3
克拉玛依	0.9174	0.6299	0.6033	1	库尔勒	0.7424	0.8346	0.7960	2
温泉	1.0000	0.4496	0.3776	1	喀什	0.7685	0.8799	0.8187	2
精河	0.9806	0.6462	0.5601	1	莎车	0.6776	0.7909	0.9720	3
石河子	0.9812	0.5848	0.4957	1	和田	0.5817	0.6858	0.9987	3
奇台	1.0000	0.4528	0.3664	1	且末	0.8627	0.8834	0.7873	2
伊宁	0.9776	0.6184	0.5327	1	哈密	0.8948	0.7578	0.7217	1
昭苏	1.0000	0.4643	0.3960	1					

表 5 新疆甜樱桃适宜栽培地区的气象条件

区域	$\geq 10^{\circ}\text{C}$ 活动积 温/ $^{\circ}\text{C}$	年平均 气温 / $^{\circ}\text{C}$	历史极端 最低气温 / $^{\circ}\text{C}$	无霜 期/d	4月平 均气温 / $^{\circ}\text{C}$	4月极端 最低气 温/ $^{\circ}\text{C}$	4月极端 最高气 温/ $^{\circ}\text{C}$	年降 水量 /mm
吐鲁番	5 776.8	14.4	-25.2	251.2	19.3	0.2	39.4	15.6
阿克苏	5 139.9	10.3	-25.2	200.9	14.7	-3.1	34.5	74.5
库车	4 596.2	11.3	-23.4	223.2	15.2	-2.0	33.2	74.5
库尔勒	4 738.9	11.7	-25.3	231.8	15.5	-3.0	34.6	57.4
喀什	4 675.9	11.8	-23.6	204.7	15.5	-3.6	32.8	64.0
莎车	4 628.6	11.7	-22.1	210.5	15.8	-0.7	33.4	53.3
和田	4 871.5	12.5	-20.1	230.8	16.7	0.2	34.6	36.4
且末	4 396.0	10.5	-24.8	199.8	14.5	-4.5	36.7	24.5

库尔勒、库车、阿克苏、喀什、莎车、和田、且末分布在南疆塔里木盆地的北部、西部、南部的边缘绿洲一带,依托天山山脉南麓,昆仑山北麓,全年 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温高于4 500 $^{\circ}\text{C}$ ,无霜期200~230 d,年平均气温10~12 $^{\circ}\text{C}$ ,4月份平均气温14~16 $^{\circ}\text{C}$ 。主要特点是冬季温暖,一般不会发生冻害。多数地区90%以上的年份不会遇春季霜冻危害,95%年份日最高气温 $\geq 35^{\circ}\text{C}$ 的日数少于30 d<sup>[9]</sup>,生长期热量丰富,仅春季干旱和大风对樱桃的生长有一定影响。其中且末县实地生长着大量的樱桃,是新疆甜樱桃适宜栽培地区。

### 3 讨论与结论

选择与甜樱桃生长关系密切的年均温、历史极端最

低气温、无霜期、4月份极端最低温度、4月份均温等5个气象因子作为参考指标,通过定权灰色聚类分析以及依据各地区实地情况,得出最终的区划结果是,新疆地区甜樱桃栽培适宜区域主要分布于南疆塔里木盆地的北部、西部、南部的边缘绿洲一带,库车、莎车、和田、且末为适宜区,阿克苏、库尔勒、喀什为基本适宜区。

从区划结果可以得出,整个新疆地区只有南疆相对较少的部分地区适宜栽培甜樱桃,北疆大部分区域由于无霜期较长、冬季冻害程度高,不适合甜樱桃生长。新疆地区春夏日照充足,冬季寒冷,有效积温和需冷量单位均充分满足,无霜期、年均温和冬季与花期冻害程度是决定甜樱桃栽培适应性的主要因素,虽然年降水量较低,空气干燥,但是可以发展节水灌溉技术来弥补。另外新疆地理资源丰富,气候复杂多样,很多地区处于盆地边缘的山麓绿洲,依托天山、昆仑山脉地理资源复杂多样,具有丰富的逆温资源,可以利用这些小气候条件发展小地域栽培。

### 参考文献

- [1] 戴桂林,杨晓华,聂国伟. 山西省甜樱桃的栽培现状及发展建议[J]. 山西果树,2004(4):25.
- [2] 黄贞光,赵改荣,韩礼星,等. 入世后我国甜樱桃面临的机遇与挑战及发展对策[J]. 果树学报,2002,19(6):411-415.
- [3] 中国气象科学数据共享服务网[EB/OL]. <http://new-cdc.cma.gov.cn:8081/home.do>.
- [4] 邓聚龙. 灰色预测与决策[M]. 武昌:华中理工大学出版社,1986.
- [5] 席万鹏,王有科. 扁桃在甘肃适宜栽培区的灰色区划研究[J]. 西北林学院学报,2006,21(1):93-95.
- [6] 李鸿杰,王召明. 甘肃甜樱桃适地区划分析[J]. 经济林研究,2009,27(4):57-60.
- [7] 李艳军,左洪福,陈果. 基于灰色聚类的磨粒自动识别[J]. 航空学报,2003,24(4):373-376.
- [8] 雷学文,葛书明. 矿岩稳定性分级的灰色聚类方法及其应用[J]. 金属矿山,1994(10):22-25.
- [9] 王润之,任水莲. 新疆苹果产地气候适宜性的综合评判[J]. 新疆气象,1987(9):16-20.

## Analysis of the Grown Climatic Zoning of Sweet Cherry in Xinjiang Based on Grey Clustering

ZHANG Chun-shan<sup>1</sup>, ZHAO Ying<sup>1,2</sup>, ZHANG Kai-chun<sup>2</sup>, NIU Jian-xin<sup>1</sup>, ZHANG Xiao-ming<sup>2</sup>

(1. College of Agronomy, Shihezi University, Shihezi, Xinjiang 832003; 2. Institute of Forestry and Pomology, Beijing Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Beijing 100093)

**Abstract:** Based on the climatic conditions for the growth of sweet cherry, combined with the Xinjiang's special climate and geographical advantage, regional division analysis of climate in the already cultivation and not cultivation areas was done by using grey clustering analysis method. The areas could be initially divided into three kinds, suitable, basal suitable and unsuitable area, which could provide guidance for introduction, cultivation and scale development of sweet cherry.

**Key words:** Xinjiang; sweet cherry; grey clustering; cultivation area