

世界主要桃产区气候条件模糊聚类分析与基因资源生态型的研究*

李载龙 罗卫红 庞振潮 (浙江农业大学, 杭州 310029)

【摘要】 选择影响桃树生长与分布的关键气候因子——越冬温度、生长期日照百分率和降水量,利用计算机对世界主要桃产区分别进行空间点之间的模糊聚类分析。结果表明,世界主要桃产区根据12—2月休眠期平均气温可分为冷冬区($<3.0^{\circ}\text{C}$)、温冬区($3.0-10^{\circ}\text{C}$)和暖冬区($>10^{\circ}\text{C}$);根据4—10月平均日照百分率和同期降水量可分为光照充足的干燥区($63-92\%$, $<400\text{mm}$)、光照较充足的半湿润区($55-71\%$, $432-1001\text{mm}$)和光照不足的湿润区($<55\%$, $717-1727\text{mm}$)。对桃的区域分布和区域间相互引种结果所作的分析表明,世界桃的主要产量集中在生长季阳光充足、少雨、冬季不很冷的地区。在温度条件适宜的范围内,桃的地区间引种向着夏季少雨、光照改善的方向进行,成功的把握性较大。

关键词 桃 气候因子 模糊聚类分析 生态型

Fuzzy cluster analysis on climatic conditions of world's major peach-growing areas and their relations to the ecotypes of peach genetic resources. Li Zailong, Luo Weihong and Pang Zhenchao (Zhejiang Agricultural University, Hangzhou 310029). - *Chin. J. Appl. Ecol.*, 1994, 5(3): 245—250.

Key climatic factors affecting peach-growth and its distribution, i. e., overwintering temperature, percentage of sunshine hour and rainfall during growing seasons, are selected to make fuzzy cluster analysis and to classify the regions of world's peach-growing areas. The results show that based on the average air temperature from December to February, world's major peach-growing areas can be classified into three types of regions characterized with cold ($<3.0^{\circ}\text{C}$), temperate ($3.0-10^{\circ}\text{C}$) and mild ($>10^{\circ}\text{C}$) winter. And, based on the percentage of sunshine hour and rainfall from April to October, they are classified into three regions characterized with sufficient sunshine and dry ($63-92\%$, $<400\text{mm}$), more sufficient sunshine and semi-humid ($55-71\%$, $432-1001\text{mm}$) and insufficient sunshine and humid ($<55\%$, $717-1727\text{mm}$). Most of world's peach yields are concentrated in the regions with sufficient sunshine and less rainfall during growing season and with not very cold winter. Within a range of suitable temperature, peach cultivars can be introduced from one region to another.

Key words Peach, Ecotype, Climatic index, Fuzzy cluster analysis.

1 引言

目前世界桃(*Prunus persica*)产量 $665 \times 10^4\text{t}$ 中 92% 以上分布在北半球,其中地中海和波斯湾地区约占 58%,北美 23%,远东 11%。中国是桃的原产地,栽培历史悠久,具有最广泛的遗传资源多样性。改良的鲜食品种以白肉、粘核为主,其中的水蜜

桃多为软溶质类型,不耐贮运是其主要缺点。波斯湾至地中海地区是桃沿丝绸之路的早期扩散地,许多黄肉桃和油桃在这里得到了发展,在长期栽培与选择的作用下,形成了适应地中海气候的生态型,这一类品种被称为波斯或欧洲系品种群。北美洲

* 国家自然科学基金资助项目。

1993年3月10日收到,10月13日改回。

特别是美国的桃,在中国上海水蜜的基础上发展成独具特色的红皮、黄肉、硬溶质、离核的现代品种^[1]. 3 个地区桃的遗传资源各具特色,它们对世界桃的生产发展和品种改良都有不可取代的重要价值.

菊池秋雄^[4]曾对世界范围果树生态条件作过基本的划分,中国学者将桃的品种划分为 3 个基本生态类群^[9,10]. 然而,对世界主要桃产区气候因子的比较分析却未见报道. 为了更深刻地认识气候条件与桃的区域分布,性状特性的分化和地区间引种的关系,本文采用模糊聚类分析方法,比较研究世界主要桃产区生态气候的异同点,以便在生产和育种实践中正确利用这些遗传资源提供理论依据.

2 材料与方法

2.1 材料来源与选择

本文所用气候资料主要取自联合国粮农组织(FAO)出版物^[5-7]. 根据桃的生物学特性,桃在冬季休眠期需要满足特定的低温要求,翌年才能正常发叶与开花,否则将出现一系列生理失调,然而,超出一定的低温范围,桃树则遭受冻害,甚至不能生存^[8]. 因此,选取 12—2 月平均气温作为分析桃树分布范围的气候指标. 桃在生长季节,既抽生枝叶,扩充树体,又进行果实发育和花芽分化. 所有这些生理活动都以光合产物的供应为基础. 温度作为影响光合作用进行的主要因子之一,在桃产区的生长季节一般来说都能够满足要求,而此时的光照和降水常常成为影响光合产物合成与分配的主导因子. 通常所称的“六月生理落果”就是由于这种营养生长与生殖生长争夺有机养分所造成的结果. 由于世界各地大多缺乏对太阳辐射强度或光照强度的直接观测,而日照百分率高可反映出太阳辐射的多少,且为每个气象站的常规观测项目. 没有常规太阳辐射观测的站点,其辐射资料是由日照资料(日照时数或百分率)和云状云量资料推算出来的. 因此,选择桃树生长季 4—10 月的平均日照百分率和同期降水量作为分析桃产区气候生态特性的另两

项指标.

根据桃的地域分布,选择具有代表性的 33 个站点,对休眠期温度和生长期日照百分率和降水量分别进行单因子和多因子模糊聚类分析.

2.2 数据处理

用计算机对 33 个站点的气候因子(表 1)进行模糊聚类分析. 因休眠期温度与生长期的气候条件可以认为是相互独立的,故对休眠期温度进行单因子聚类;而生长季的光照和降水量是相互关联的两个因子,因而采用多因子聚类. 其数据处理步骤如下^[2].

2.2.1 数据正规化 采用极值标准化公式

$$Y = \frac{X - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} \quad (1)$$

式中 Y 为正规化数据, X 为某点某项气候因子值, X_{\min} 为各站点中该项气候因子的极小值, X_{\max} 为各站点中该项气候因子的极大值. 对表 1 中各气候因子进行正规化处理后得正规化数据(表 2).

2.2.2 模糊关系矩阵 采用公式

$$r_{ij} = 1 - \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{k=1}^m (X_{ik} - X_{jk})^2} \quad (2)$$

计算第 i 点与第 j 点之间的相关关系. 式中

$\sqrt{\frac{1}{m} \sum_{k=1}^m (X_{ik} - X_{jk})^2}$ 为欧氏距离, 其中 $i, j=1, 2, \dots, 33, m$ 为气候因子数. 对休眠期温度进行单因子聚类时, $m=1$, 则公式(2)可写为:

$$r_{ij} = 1 - |X_i - X_j| \quad (3)$$

对生长期光照和降水进行多因子聚类时, $m=2$. 由公式(3)和(2)求得休眠期温度和生长期气候条件的两个关系矩阵(略).

2.2.3 模糊等价矩阵 根据等价矩阵中的数据进行分类(等价矩阵略), 得动态聚类过程图(图 1, 2).

3 结果与讨论

3.1 越冬温度

由图 1 可以看出, 当截取水平 $\lambda=0.8$ 时, 世界主要桃产区的越冬温度, 12—2 月的平均气温可分为 3 种类型, 即冷冬区($< 3.0^\circ\text{C}$)、温冬区($3.0-10.0^\circ\text{C}$)和暖冬区

表 1 世界主要产桃区气候条件

Table 1 Climatic data of world's major peach - growing areas

No.	地 点 Location	纬度(N) Latitude	经 度 Longitude	海拔(m) Elevation	T _{DJF} ℃	S _{A-O} (%)	R _{A-O} (mm)
1	北京 Beijing	39°48'	116°28'E	55	-3.3	61	635
2	郑州 Zhengzhou	34°43'	113°09'E	110	1.2	55	553
3	太原 Taiyuan	37°47'	112°33'E	778	-5.1	60	432
4	兰州 Lanzhou	36°03'	103°53'E	1518	-3.8	66	317
5	敦煌 Dunhuang	40°09'	94°41'E	1139	-6.8	74	31
6	喀什 Kashi	39°28'	75°59'E	1289	-4.1	66	45
7	南京 Nanjing	32°00'	118°48'E	8	3.4	51	717
8	武汉 Wuhan	30°37'	114°08'E	23	5.7	53	990
9	成都 Chengdu	30°40'	104°01'E	508	7.3	29	918
10	杭州 Hangzhou	30°14'	120°01'E	45	5.3	42	1081
11	昆明 Kunming	25°01'	102°41'E	1893	10.1	46	892
12	福州 Fuzhou	26°05'	119°17'E	85	11.7	45	1069
13	东京 Tokyo	35°41'	139°31'E	5	5.5	40	1144
14	鹿儿岛 Kogoshima	31°34'	130°33'E	5	7.8	47	1727
15	弗雷斯诺 Fresno	36°46'	119°42'W	100	8.5	92	53
16	孟菲斯 Memphis	35°03'	89°59'W	80	6.3	71	624
17	查尔斯顿 Charleston	32°54'	80°02'W	12	10.3	70	876
18	新奥尔良 New Orleans	29°57'	90°04'W	31	14.0	66	1001
19	纽约 New York	40°47'	73°58'W	40	1.2	63	649
20	阿什维尔 Asheville	35°36'	82°32'W	671	4.5	63	578
21	芝加哥 Chicago	41°47'	87°47'W	185	-2.4	64	581
22	圣路易斯 St. Louis	38°38'	90°12'W	142	1.1	67	667
23	罗马 Rome	41°48'	12°14'E	2	8.8	63	273
24	雅典 Athens	37°58'	23°43'E	106	10.1	71	139
25	里斯本 Lisbon	38°47'	09°08'W	114	11.2	74	196
26	伊斯坦布尔 Istanbul	40°58'	29°05'E	40	5.9	65	254
27	安塔基亚 Antakya	36°15'	36°07'E	100	9.2	81	331
28	贝鲁特 Beyrouth	33°54'	35°29'E	350	14.3	75	126
29	突尼斯 Tunis	36°50'	10°14'E	3	11.7	72	176
30	安卡拉 Ankara	39°57'	32°53'E	894	1.1	72	181
31	霍姆斯 Homs	34°45'	36°43'E	483	6.8	71	82
32	基尔库克 Kirkuk	35°28'	44°24'E	331	8.6	79	83
33	喀布尔 Kabul	34°33'	69°13'E	1791	-0.9	76	110

* 资料年代长为 30 年 Duration of climate data is thirty years.

T_{DJF} 为 12—2 月平均气温 Average temperature from December to February. S_{A-O} 为 4—10 月平均日照百分率 Average percentage of sunshine - hour from April to October. R_{A-O} 为 4—10 月降水量 Rainfall from April to October.

(>10.0℃). 冷冬区包括我国华北、西北、
中亚内陆高寒区,美国东北部的
新英格兰和大湖区. 这些地区大多位于高纬度或
高海拔地区,冬季低温常常使桃的树体和
花器官发生不同程度的冻害,成为当地桃
的生产限制因子^[8]. 在这一生态条件下形

成的遗传类型具有高度的抗寒性,例如我
国北部起源的珥春桃^[3],北美的蓓蕾(Bai-
ley), Boone County 等是抗寒育种的重要
资源. 温冬区包括我国秦岭和淮河以南的
长江流域一带,日本中南部,地中海中北部
沿岸,美国密西西比河中游, 加州中北部

表 2 表 1 中气候资料正规化数据*

Table 2 Standardized climatic data in table 1

No.	X ₁	X ₂	X ₃
1	0.17	0.51	0.37
2	0.38	0.41	0.31
3	0.08	0.49	0.24
4	0.14	0.59	0.17
5	0.00	0.71	0.00
6	0.11	0.59	0.01
7	0.48	0.35	0.40
8	0.59	0.38	0.57
9	0.67	0.00	0.52
10	0.57	0.21	0.62
11	0.80	0.27	0.51
12	0.88	0.25	0.61
13	0.58	0.17	0.66
14	0.69	0.29	1.00
15	0.73	1.00	0.01
16	0.62	0.67	0.35
17	0.81	0.65	0.50
18	0.99	0.59	0.57
19	0.38	0.54	0.36
20	0.54	0.54	0.32
21	0.21	0.56	0.32
22	0.37	0.60	0.38
23	0.74	0.54	0.14
24	0.80	0.67	0.06
25	0.85	0.71	0.10
26	0.60	0.57	0.13
27	0.76	0.83	0.18
28	1.00	0.73	0.06
29	0.88	0.68	0.09
30	0.37	0.68	0.09
31	0.64	0.67	0.03
32	0.73	0.79	0.03
33	0.28	0.75	0.05

* X₁ 为 12—2 月平均气温正规化数据 Standardized data of average temperature from December to February (T_{DJF}), X₂ 为 4—10 月平均日照百分率正规化数据 Standardized data of average percentage of sunshine - hour from April to October (S_{A-O}), X₃ 为 4—10 月降水量正规化数据 Standardized data of rainfall from April to October (R_{A-O}).

等. 这些地区冬季不太冷, 少有冻害发生, 又能满足大多数品种对休眠的低温要求, 是桃的理想越冬区. 但某些早花品种则有可能遭受春季晚霜对花和幼果的伤害. 暖冬地区包括我国南岭以南的华南地区, 美国东南部大西洋滨海区和墨西哥湾沿岸,

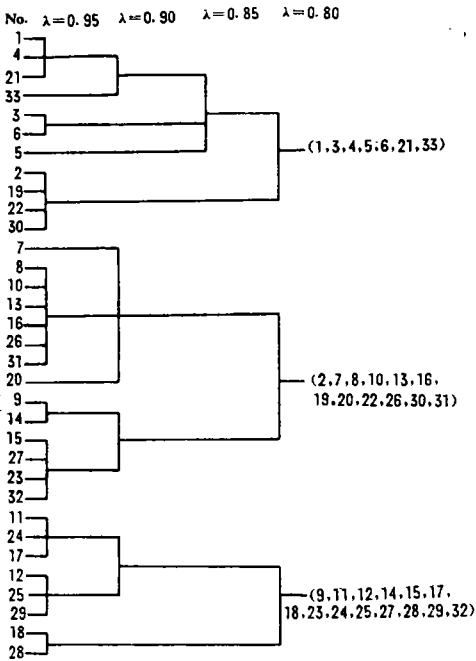


图 1 12—2 月平均气温空间聚类动态过程图
Fig. 1 Dynamic cluster procedure for average temperature from December to February.

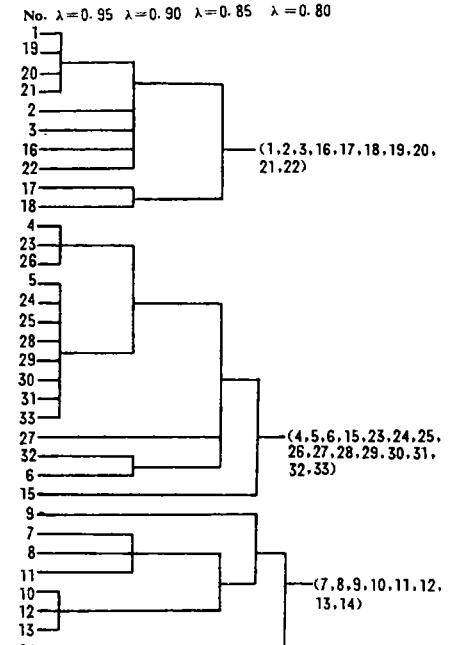


图 2 4—10 月平均日照百分率和降水量空间聚类动态过程图
Fig. 2 Dynamic cluster procedure for average percent age of sunshine - hour and rainfall from April to October.

地中海中南部沿岸, 葡萄牙西南沿海等. 这些地区冬季温和, 桃树休眠所需的 7.2℃

以下低温时数较少。起源于冷冬区和温冬区的品种引入该地区后,常因冬季低温休眠不足而在春季延迟发叶,引起异常落花落果,成为桃在暖冬地区栽培的限制因子。美国佛罗里达州和得克萨斯州利用我国华南等地的基因资源培育出许多短低温类型的桃和油桃品种,改善并扩大了桃在暖冬地区的生产栽培。

3.2 生长期光照和降水

图2表明,根据4—10月的平均日照百分率和同期降水量,当截取水平 $\lambda=0.8$ 时,世界主要桃产区可分为三大类型,即光照充足的干燥区(63—92%, $<400\text{mm}$),光照较足的半湿润区(55—71%, $432-1001\text{mm}$),和光照不足的湿润区($<55\%$, $717-1727\text{mm}$)。中国西北,地中海沿岸地区,中西亚大部分地区和美国西海岸属光照充足的干燥区。这些地区4—10月日照百分率大多在70%以上,其中的某些地区如加州的弗雷斯诺甚至高达92%,而同期降水量多在300mm以下。由于生长季很少下雨,所以天空中云量少,阳光强烈,蓝紫光成分相对较高,并且土壤含水量低,通气性好。桃性喜光,不耐湿。它在这种生态条件下生长稳定,不徒长,病害少,树体寿命较长,而且果实大,着色好,品质优良,丰产。这些地区只要有灌溉供水,桃便能获得良好的栽培效果。我国华北和美国东部属光照较足的半湿润区。这些地区4—10月日照百分率多在60—70%之间,同期降水量也多在500—800mm之间,且以阵性降水为主,少有长期的连阴雨,这些条件对桃的生长结果也是有利的。我国长江流域及其以南地区和日本中南部同属光照不足的湿润区。该区4—10月的日照百分率多在50%以下,有的甚至只有29%(如成都),同期降水多在800mm以上,在春末夏初有为期20天至1个月的连阴雨(梅雨)天

气。生长季大量降水,不但减少了日照时数和光照强度,影响叶的光合效率,而且过量的雨水助长枝叶徒长,使相对少的光合产物大量转向营养生长,引起严重落果。树体果实负荷减轻,反过来进一步加剧营养生长,影响了构成第2年产量基础的花芽数量和质量。此外,大气湿度高还促使病害发生,所以桃在这一气候条件下栽培难度相对较大。然而,由于长期自然和人工选择的结果,使得形成于这一生态条件下的华中系品种群大大发展了对阴湿天气的忍受能力,因而成为一种独具特色的基因资源。

3.3 桃的生态分布和引种

从综合的气候生态类型角度剖析世界桃的产量分布发现,大多数的桃位于生长季阳光充足的少雨地区,尤其是这一气候条件下的温冬区。其冬季温度既可满足桃的休眠要求,又无冬季冻害之虞。总产量中大约60%的桃集中在地中海沿岸一带和美国的加州,充分反映了它的喜光习性。产量分布上第2个重要的气候类型为生长季阳光较充足的半湿润区,如我国华北和美国东部地区。值得注意的是中国长江流域和日本的桃区属于生长季多雨、光照不足的气候生态类型。尽管这一生态区的桃在世界总产量中所占比例不大,然而却是一种很有利用价值的生态类型。据考古挖掘发现,桃在长江下游一带的存在至少已有近7000年的历史。由于长期选择的结果,华中系品种群对生长期低光照多湿的气候具有良好的适应性。它们表现花量大,特别是复花芽比例高,产量综合形成能力好。这对本性喜光的桃来说是一种难能可贵的特性。作为这一生态型的代表品种之一上海水蜜,能够成为日本和美国现今栽培桃的祖先,并对世界桃的生产发展作出重大贡献,除了其优良的果实品质之外,还与它具有更广泛的气候适应性也是分不开的。

大量引种实践表明,不同生态地理起源的桃具有特定的气候适应范围.在我国,华北系品种群特别是西北干旱地区的桃引种到长江流域,表现容易徒长,结实不良,很难充分发挥其原有果实品质,但华中系品种引种到北部黄河流域大多表现良好,且果形增大.日本品种引入我国,无论南北方基本都能成功,栽培效果甚佳.许多日本品种如白凤、大久保、岗山白、砂子早生、布目早生等成为我国各地重要栽培品种便是极好的例证.波斯系品种,如菲力普(Phillips)、塔什干(Tuscan)、西姆士(Sims)等,引入多雨的长江流域和日本,由于结实不良,而且易生炭疽病,无法生产.在美国,东部地区选育的品种可在西部的加州应用,但西部起源的品种原则上不能在东部多雨地区生产.我国和美国的东南部,地理纬度,温度条件,降水量大体相似,但雨量的分布和光照条件有差异,这一点在两国东南部之间表现尤为明显.近年来,我校从美国东部地区引入不少品种,试种表明,从总体上看,它们比欧洲和美国西部起源的品种引种效果好得多,但仍不及从日本的引种,也比本地品种稍逊一筹.这些引种实践表明一个基本趋势,即当生态条件存在差异的地区间进行引种,在一定温度范围内,桃从生长期雨量多,光照差的地区向着雨量减少,光照改善的地区引种,成功的可能性大,反之难度增加.

4 结 论

4.1 根据模糊聚类分析所得的结果,世界主要桃产区从越冬温度(T_{DJF})方面可分为冷冬区($<3^{\circ}\text{C}$)、温冬区($3-10^{\circ}\text{C}$)和暖冬区($>10^{\circ}\text{C}$).从生长期的日照百分率(S_{A-0})和降水(R_{A-0})方面可分为光照充足

的干燥区($63-92\%$, $<400\text{mm}$),光照较足的半湿润区($55-71\%$, $432-1001\text{mm}$)和光照不足的湿润区($<55\%$, $717-1727\text{mm}$).

4.2 世界桃的主要产量集中分布在生长季光照充足、少雨,休眠期温度适中的温冬区.在温度条件合适的范围内,不同地区间桃的引种通常是向着夏季少雨、光照改善的方向进行,成功的可能性大.

4.3 不同生态气候条件下形成的桃树种质资源在生理特性上有明显分化.起源于冷冬地区的桃具有良好的抗寒性,而暖冬地区形成的桃资源拥有对短低温环境的适应性.对本性喜光的桃来说,从生长季光照不足、雨水多的长江流域发展起来的华中系品种群,在桃的遗传资源利用上有着特殊重要的地位.

参考文献

- [1] 李载龙. 1989. 现代化与桃的品种改良. 今日科技, 112(4): 7-8.
- [2] 冯定原. 1985. 农业气象预报和情报方法. 气象出版社, 北京, 298-315.
- [3] 顾 模. 1983. 珙春桃起源历史的考查. 园艺学报, 10(1): 9-12.
- [4] 小林 章. 1975. 果树环境论. 养贤堂, 东京, 303-304.
- [5] Bryson, R. A. & Hare, F. K. 1974. Climates of North America. World Survey of Climatology, Vol. 11. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam-London-New York.
- [6] FAO. 1987. Agroclimatological Data. Vol. 1 & Vol. 2. Rome, Italy.
- [7] Landsberg, H. E. 1972. Climates of Africa. World Survey of Climatology, Vol. 10. Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam London-New York.
- [8] Layne, R. E. C. 1984. Breeding peaches in North America for cold hardiness and perennial canker (*Leucostoma* spp.) resistance——review and outlook. Fruit Var. J., 38: 130-136.
- [9] Li, Z. 1984. Peach germplasm and breeding in China. Hort. Science, 19(3): 348-351.
- [10] Wang, Y. 1985. Peach growing and germplasm in China. Acta Hort., 173: 51-55.