

应用气候生态聚类指导脐橙引种*

张君圻 林绍生

(浙江省科学院亚热带作物研究所, 温州 325005)

摘要 选取与脐橙生长结果相关的14个气候生态因子, 应用聚类分析对浙江柑桔区和国内外脐橙产区的53个样点进行分区。选择气候生态最为近似的日本大分、静冈、和歌山、熊本和美国佛罗里达州作浙江脐橙引种种源地, 引入在那里业已栽培成功的脐橙品种供浙江栽培。引种实践证明: 应用气候生态聚类分析指导浙江脐橙引种, 选育的品种符合高产、优质、抗逆、高效等柑桔综合育种目标。最后, 讨论了聚类分析在引种上应用价值和局限, 强调了生态因子选择和权重确定在聚类分析应用中的关键作用。

关键词 脐橙; 生态气候; 聚类分析; 引种

中图分类号 S722.7

果树引种需时短, 投入少, 见效快, 是果树良种化的重要手段之一。品种在其生长发育环境的长期影响下, 通过遗传变异形成对某些生态因子的特定需求和适应能力, 构成了品种固有的生态遗传型^[1]。成功的引种或者是以引种地综合生态条件为依据, 对引选品种生态遗传型的成功选择, 或者是引种地生态环境和人工生态系统符合引入品种生态要求。只有品种反映规范与引种固有的或人工创造的生态环境一致, 品种方能表现其固有优良种性。

华盛顿脐橙以其优质名闻遐迩, 但我国引种60 a来, 因低产而少有规模经济栽培^[1~3]。它在世界各地的不同生产能力是引种地生态环境与其品种反映规范适应与否的结果。一些原不适应华盛顿脐橙栽培的地区只有通过芽变选种, 使其生态遗传型符合当地生态条件, 才能栽培成功。历史经验表明: 浙江不能重蹈60 a华脐引种覆辙, 必须以自身生态条件为依据, 寻求生态相似度最大的脐橙产地引种, 方可期望成功。

基于上述认识, 我们试图以脐橙气候生态条件为依据, 应用聚类分析, 将浙江省桔区和世界脐橙产区聚类, 寻求与浙江气候生态相似度最大的脐橙产地, 将其主栽脐橙品种作为浙江省引种脐橙品种, 以提高脐橙引种成功率。

1 应用聚类分析指导浙江省脐橙种源地的选择

本研究生态因子选择及权重赋值的依据有3个: 一是以浙江省台州市黄岩区1952~1980

收稿日期: 1995-05-02; 修改稿收到日期: 1995-09-30

*浙江省“七五”重点资助项目

年26 a 柑桔平均单产与相应年份13项气候因素进行多元线性回归,分析选取8个因素并进一步通径分析确定权重;二是考虑不同生态区温度和水分对柑桔品质影响^[6,9],同时兼顾国内外气象资料因子一致性,将高、低温因子各一分为三并均分权重;三是根据脐橙特殊生态需求^[1,6],突出了6~8月幼果期相对湿度和低温因子的权重赋值。综合考虑上述原则,选用的14个气候生态因子及其权重赋值如下:年平均气温0.045,年最高月平均气温0.027,年最低月平均气温0.089,极端最高气温0.027,极端最低气温0.089,大于等于10℃积温0.045,年降水量0.082,年日照时数0.101,年相对湿度0.074,6月份降水量0.103,11~12月份降水量0.066,6~8月份相对湿度0.136,年最高气温大于等于35℃日数0.027,年最低气温小于等于0℃日数0.089。

选用浙江省柑桔主产区、国内脐橙栽培点、国外不同气候生态类型脐橙名产区代表点共53个。各点气象要素资料来自国内外气象台站记载^[6,9]。将各代表点14个气候生态要素值在IBM计算机上进行数据标准化转换,以最短距离法定义距离进行聚类分析^[4],结果如附图所示。由附图可见,以平方距离12水平截取样点集合,53个样点可分成4个区。

1区——该区有中国邵阳、开县、奉节,美国加州,西班牙和意大利脐橙产区。该区年平均气温 $(17.7 \pm 0.9)^\circ\text{C}$,冷月平均气温 $(9.1 \pm 2.9)^\circ\text{C}$,大于等于10℃积温达 $(6\ 400.0 \pm 997.9)^\circ\text{C}$,年降水量 $(834.0 \pm 340.5)\text{mm}$,年相对湿度偏低,仅 $(71.0 \pm 4.5)\%$,6~8月降水量 $(67.3 \pm 7.1)\text{mm}$,是典型地中海夏干型气候地区。

2区——包括中国金华、丽水,日本静冈、和歌山等地。年平均气温 $(16.9 \pm 1.6)^\circ\text{C}$,冷月平均气温 $(6.1 \pm 2.8)^\circ\text{C}$,大于等于10℃积温 $5\ 371^\circ\text{C}$,年降水量偏多,达 $(1\ 637.9 \pm 314.4)\text{mm}$,年相对湿度 $(74.3 \pm 3.4)\%$,果实发育期相对湿度74.7%,适宜脐橙栽培。日本诸地因冷月平均气温低,需保护地栽培。该区较1区湿度提高而年平均气温低。

3区——该区包括中国上海、毕节、吴县、玉溪、汉中。年平均气温较低,仅 $(15.0 \pm 1.4)^\circ\text{C}$,冷月平均气温 $(4.0 \pm 2.8)^\circ\text{C}$,大于等于10℃年积温 $(4\ 637.8 \pm 584.4)^\circ\text{C}$,年降水量 $(997.9 \pm 129.3)\text{mm}$,年相对湿度 $(78.8 \pm 3.0)\%$,果实发育期湿度仍达 $(80.7 \pm 2.0)\%$ 。气候特点为高湿低温。诸样点偶见有脐橙栽培报道,但结果寥寥。

4区——该区年平均气温达 $(18.5 \pm 2.3)^\circ\text{C}$,大于等于10℃年积温 $(6\ 053.1 \pm 240.76)^\circ\text{C}$,热月平均气温达 $(28.5 \pm 2.3)^\circ\text{C}$,冷月平均气温 $(8.0 \pm 4.6)^\circ\text{C}$,年相对湿度达 $(78.9 \pm 2.9)\%$,6~8月更达 $(81.0 \pm 3.0)\%$ 。本区气候特点是高温高湿。华盛顿脐橙在该区栽培少有成功。本区因样点多,以平方距离5水平截取各地集合,又分为3个亚区。

4-1亚区——包括日本千叶,中国全州、淑浦等地。年平均气温 $(16.8 \pm 1.3)^\circ\text{C}$,热月平均气温 $(28.1 \pm 0.95)^\circ\text{C}$,大于等于10℃年积温 $(5\ 312.7 \pm 396.7)^\circ\text{C}$,年相对湿度 $(76.5 \pm 5.0)\%$,6~8月更达 $(78.8 \pm 0.9)\%$ 。该区历史上引种华脐已出现一些芽变品系。

4-2亚区——包括中国衢州、建德、龙泉、黄岩、宁波、宜昌和日本大分等地。气候生态与4-1亚区相似,唯年相对湿度较高,达 $(79.3 \pm 2.0)\%$,6~8月更达 $(80.8 \pm 3.0)\%$ 。

4-3亚区——包括中国温州、桂林以南多数桔区,美国佛州,巴西圣多斯等。年平均气温高达 $(20.3 \pm 1.9)^\circ\text{C}$,最高月平均气温 28.2°C ,大于等于10℃年积温达 $6\ 972.0^\circ\text{C}$,年相对湿度 $(79.6 \pm 2.0)\%$,6~8月更达 $(82.4 \pm 3.0)\%$ 。该亚区为该区中温度最高亚区。

根据本生态聚类分析分区,浙江各桔区分别座落在2区、4-2亚区和4-3亚区。研究表明,

浙江省脐橙引种种源地选择,国内以江西赣州,湖南零陵,湖北宜昌,广西桂林、钦州,福建漳州、福州为宜,国外则着眼于日本大分、静冈、和歌山、熊本,美国迈阿密,巴西圣多斯为佳。上述日美脐橙产地,华盛顿脐橙栽培虽遭失败,但近年来选育或引进华盛顿脐橙芽变新品种(系)栽培却获成功^[1,9,11]。

2 对气候生态聚类在浙江脐橙引种中应用的评价

根据气候生态聚类研究结果,我们于1988年将浙江脐橙发展品种引种地着眼于日本和美国佛州。引入在日本和歌山、静冈以南桔区栽培成功的大三岛、丹下、吉田、铃木、清家、白柳和美国佛州栽培成功的朋那、纽荷尔、纳维林那等脐橙品种^[3,9,11],先在温州、衢州试种,结果性能明显优于华盛顿脐橙,很快扩散到浙江桔区。经多点多年区试证实,这一品种群,尤其是大三岛、丹下、吉田、清家、朋那和纽荷尔6品种,品质上乘,高产稳产,可作推广品种,参与浙江柑桔品种结构调整。

以柑桔育种的高产、优质、抗逆和高经济价值目标^[2]来评价气候生态聚类在浙江脐橙引种上应用效果,温湿地区脐橙引种成功标准重在产量。将温州、衢州、宁海、黄岩和丽水5地以枳砧温州蜜柑或甜橙为中间砧高接脐橙4~6年生树的单株结果量的品比试验结果列于表1。

试验表明,依靠聚类分析指导引种的新品种,结果能力与华盛顿脐橙存在着极显著差异,尤其是大三岛、丹下、吉田和朋那株产都在15 kg以上。枳砧3年生树始果,4年生朋那株产2.8 kg、吉田2.5 kg。林大盛等在宁波引种,6年生树产量与同龄温州蜜柑持平^[7]。这些都表明脐橙引入浙江经济栽培的价值。

脐橙作为良种栽培在于它独特的果实鲜食经济性状。我们将改良橙、卡特尼拉、香水橙、哈姆林、广橙1号和暗柳橙作为普通甜橙组群,将上述引种脐橙品种作为脐橙品种群,进行成组法平均数差数差异测定。统计分析结果如表2所示。

表2说明,脐橙从日本、美国引入生态相似度近似的浙江栽培,依然保持原有种性,尤其是单果重和无籽两性状,与普通甜橙有着极本质差异,固酸比提高1.8,鲜食更感糖酸适口,兼之可食率、出汁率稍有提高,鲜食的适口性使新品种比普通甜橙经济价值高。

浙江从夏湿区引进的这一品种群,不似华盛顿脐橙对花期、幼果期的大气湿度那样敏感,即使在1993年花期至7月上旬,浙江连续阴雨,大气湿度超过80%情况下,新品种依然在各地取得经济产量,表明对浙江夏湿气候良好的适应性。

1991~1992年,我国柑桔遭受了解放以来第4次冻害。我们以浙江主栽柑桔品种温州蜜

表1 不同脐橙品种单株结果量差异
(4a, 5点汇总)

Table 1 Single-tree fruiting differential in different navel orange varieties (4 years, Data from 5 districts)

品 种	果 数/ 个·株 ⁻¹	显 著 性	
		$P=0.01$	$P=0.05$
大三岛	60.31	A	a
丹下	47.39	AB	ab
吉田	40.87	ABC	abc
朋那	36.20	ABC	bc
铃木	35.66	BC	bc
森田	29.75	BCD	bcd
纽荷尔	28.50	BCD	cd
清家	25.10	CD	cd
白柳	9.33	CD	de
华脐	1.03	D	de

表 2 不同甜橙组群果实理化成分比较

Table 2 Physical and chemical composition comparison between fruits from different sweet orange groups

项 目	单果重/g	可食率/%	种子数/粒	出汁率/%	Vc 含量 /mg·L ⁻¹	固 酸 比
脐橙组群平均数	218.97	76.74	0	45.97	436.4	11.97
普通甜橙平均数	116.27	71.25	18.08	40.88	476.2	10.17
平均数差数	102.70	4.80	18.08	5.09	39.8	1.80
t值及显著性	5.995	3.49	3.438	1.33	8.5	1.23
95%置信区间	42.79~162.10		3.20~22.77			
99%置信区间	76.69~171.71		0~28.31			

柑、椪柑与引进的脐橙品种群进行抗寒力比较，浙东、浙南沿海、浙西南内陆和金衢盆地 5 样点调查方差分析，品种间冻害率、冻害指数都存在极显著差异，表明品种间抗寒力存在本质差异(表 3)。引种的脐橙抗寒力介于温州蜜柑与椪柑之间而接近椪柑，显示了良好的推广前景。更值得一提的是，脐橙在宁海、衢州诸地虽受到 2~3 级冻害，部分大枝受冻，但在 1993 年 3 月冻害调查时已见 2 年生枝条基部春芽萌动。新梢展叶早，能及时地为抽穗开花结果提供营养。衢州柑桔研究所统计当年受冻植株产，脐橙为 15.2 kg，宫川温州蜜柑为 7.3 kg，而椪柑完全失收，表明了脐橙良好的冻后恢复力。

表 3 柑桔品种抗寒性差异

Table 3 The difference of cold resistance for citrus varieties

品 种	冻 害 率			冻 害 指 数		
	均 数	显 著 性		均 数	显 著 性	
		P = 0.01	P = 0.05		P = 0.01	P = 0.05
椪 柑	82.96	A	a	0.505 8	A	a
脐 橙	77.43	A	a	0.394 0	AB	a
温州蜜柑	57.03	A	b	0.251 8	A	b

*冻害率均数经 $\sin^{-1} x$ 处理

我们应用气候生态聚类方法，以浙江气候综合生态为依据，对脐橙品种的生态遗传型进行了成功的选择，使引进脐橙既保持了优良的种性，又表现一定抗逆能力，获得了经济产量。目前浙江已从 1986 年试验引种，进入发展阶段，全省已有脐橙基地 3 000 hm²。

3 聚类分析在引种上应用的思索

3.1 传统果树引种应用“适者生存”选种，带有一定盲目性。本研究将园艺学与应用数学有机结合，根据脐橙生态学要求，将庞杂的 53 个地区 14 项气候生态指标通过聚类分析变成 52 组距离判断，使气候生态条件近似的若干地区聚集成类，对脐橙种源地选择一目了然，保证了引进品种的反映规范与浙江生态环境取得最大限度的一致，满足了脐橙生态遗传型的生长发育要求，因之提高了引种成功率，有效减少了引种过程中人力、物力的消费，缩短引种周期。

3.2 聚类分析在引种上应用,关键在于各生态因子选择及其权重确定。在研究果树生态型和引种关系时,既要注意到各种生态因子对果树的综合作用,更要注意某些生态因子的主导作用^[2]。本研究既以黄岩26 a 柑桔单产与13个气候因子进行线性回归分析和通径分析,选择了影响柑桔产量的8个气候生态因子,又考虑了温度、降水量对不同生态区柑桔品质的影响,突出了6~8月果实发育期相对湿度对脐橙的特殊意义,因之增加6个生态因子并突出了大气湿度的权重赋值。既考虑了柑桔气候生态共性,又突出脐橙特性。

3.3 果树的简单引种及品种是否能在引入地区经济栽培成功,取决于品种遗传基础和生态条件。本研究立足浙江生态条件,对生态环境相近似的种源地进行选择,再从种源地引种业已栽培成功的脐橙品种,这是一种成功的尝试。但果树简单引种,是品种在其遗传性适应范围内迁移,有些反映规范较宽的品种,能适应不同生态环境要求。这已超出本研究方法的范畴,所以在使用中切忌以偏概全。

参 考 文 献

- 1 浙江农业大学主编. 果树育种学. 上海: 上海科学技术出版社, 1980. 34, 366
- 2 江之鉴. 脐橙的生态分类. 中国柑桔, 1980, (3), 12~14
- 3 吴耕民. 中国温带果树分类学. 北京: 农业出版社, 1984. 432~435
- 4 张全德, 胡秉民. 农业试验统计模型和 BASIC 程序. 杭州: 浙江科学技术出版社, 1985. 505~520
- 5 吴光林. 柑桔栽培与加工. 杭州: 浙江科学技术出版社, 1986. 46~50
- 6 中国农业百科全书编委会. 中国农业百科全书(农业气象卷). 北京: 农业出版社, 1987. 422~456
- 7 林大盛, 徐子龙, 唐伟英等. 美国、西班牙脐橙引种试验初报. 浙江柑桔, 1988, (3): 41~45
- 8 沈兆敏主编. 中国柑桔区划与柑桔良种. 北京: 农业出版社, 1988. 12~17
- 9 Webber H J. *The citrus industry*. Riverside: University of California Press, 1948. 477~489
- 10 Meteorological Office. *Tables of temperature, relative humidity, precipitation and sunshine for the world*. London: Her majesty's Stationary Office, 1958
- 11 农林水产省果树试验场. 国立研究机构果树保存品种名录. 1982. 120~171

Zhang Junqi (Institute of Subtropical Crops, Zhejiang Academy, Wenzhou 325005, PRC) and Lin Shaoshen. **On Navel Orange Introduction by Cluster Analysis of Ecoclimate in Zhejiang.** *J. Zhejiang For Coll*, 1996, 13(1): 41~47

Abstract: By 14 ecological factors related to growth of navel orange, the cluster analysis of 53 plots was carried out in Zhejiang's citrus areas and in domestic and foreign navel orange areas. Difa, Shizuoka and Waka-yama in Japan and Florida in America, similar to Zhejiang in China in ecoclimate conditions, were selected as the provenance places for navel orange introduction into Zhejiang. The navel orange varieties cultivated successfully in

the places could be introduced into Zhejiang. The introduction practice for more than ten years proved that breeding improved varieties by the cluster analysis of ecoclimate, with the characters of adverse resistance, high yield and high quality, accorded with the breeding objective. In the last paragraph, this paper discussed the application values and the limitation of the cluster analysis method in the introduction, and emphasized the critical function of selecting ecological factors and of determining the weight factors in the cluster analysis.

Key words: navel orange; ecoclimate; cluster analysis; introduction

“黄山松良种选育技术研究”课题通过省级鉴定

此课题由我院范义荣副教授主持，是浙江省“八五”科技攻关项目“一杉三松工业用材良种选育技术研究”子课题之一。课题组经过多年的研究，完成了包括黄山松种子园营建技术、种子园早实丰产配套技术、优良种源和优良家系选择、黄山松群体遗传规律研究等任务。1995年12月27日，在浙江省科委主持的研究成果鉴定会上，课题组提交了研究总报告、工作报告、7篇论文、完整的技术档案和照片。10多位来自江西、福建、浙江、南京4省市的专家经过现场验收、听取汇报、调阅资料和认真审议，一致认为该课题应用研究和基础研究相结合，群体选择和个体选择相结合，大田试验和室内分析相结合，整个试验设计合理，调查研究系统，技术资料翔实，数据可靠，结论正确，对我国黄山松良种选育及主要分布区的群体遗传规律进行了全面深入的研究，填补了黄山松良种选育研究的空白。成果属国内领先水平。

(毛迎春)