

果树集论

果树的环境与营养

孙云蔚 编 著

上海科学技术出版社

果 树 集 論

——果树的环境与营养——

孙云蔚編譯

上海科学技术出版社 ·

內 容 提 要

本书主要根据日本近年的有关书刊，并参考了其他有关资料編譯而成。书中第一部分果树与环境，論述了果树与温度、光照、水分、土壤等环境条件的辯証关系以及世界果树的原生分布和果树带的划分；第二部分果树营养，論述了肥料三要素、微量元素、植物生长素和赤霉素对果树生长、結果的理論和实际問題。

本书是果树集論之一，今后將繼續出版果树的授粉与結实、果树的整形与修剪等书。

本书主要供果树专业的学生、研究生、进修教师及技术干部参考。

果 树 集 論

——果树的环境与营养——

孙云蔚 編譯

上海科学技术出版社出版 (上海瑞金二路 450 号)

上海市书刊出版业营业許可証出 093 号

上海市印刷五厂印刷 新华书店上海发行所发行

开本 787×1092 1/25 印张 6 12/25 排版字数 148,000

1964年 10 月第 1 版 1964年 10 月第 1 次印刷

印数 1—8,000

統一书号 16119·517 定价(科六) 0.85 元

序 言

解放以来，我国的果树生产和果树科学研究工作，在党的领导下，也和其他事业一样，取得了很大成就。当然，还存在不少问题，有待于我们今后继续深入探讨。

为了对我国的果树生产和果树科学研究有所帮助，我们翻译和编辑了这部“集论”。本书取材，主要是摘要翻译了日本小林章的《果树园艺总论》一书中的有关章节，同时，还翻译并参考了其他有关资料，加以综合而编成。内容主要介绍果树环境和果树营养方面的问题，这是计划中的集论的一部分。将来，还要陆续翻译：果树的授粉与结实，果树繁殖，果树的整形与修剪，果园建立，以及果树寒害问题，病虫害问题，果树选种，加工、贮藏等等。

本书可供果树专业的研究生、进修教师及技术干部参考。同时，也可供果树专业的同学在学习“果树栽培学”时，作为课外参考资料。

在编写过程中，蒙西北农学院党、政领导大力支持，以及上海科学技术出版社的协助，在此敬致谢意。

最后，由于编写时间短促，又限于本人的翻译水平和业务水平，错误之处，在所难免，希望读者多加指正。

孙 云 蔚

1964年6月，于西北农学院

目 录

第一部分：果树与环境

第一节 温度	1
一、温度与果树分布.....	1
二、积算温度(生物学有效积温).....	3
三、日夜温差的效果.....	4
四、温度与各种生长现象的关系.....	6
(一) 同化作用,呼吸作用与温度.....	6
(二) 花芽分化与温度.....	7
(三) 开花期与温度.....	8
(四) 性器官发育与温度.....	10
(五) 花粉发芽与温度.....	10
(六) 根的生长与温度.....	12
(七) 种子的休眠与温度.....	13
(八) 种子的发芽与温度.....	15
五、温度与果实发育的关系.....	15
(一) 温度与成熟期.....	15
(二) 温度与果形和品质.....	16
六、温度与休眠的关系.....	18
(一) 自然休眠与被迫休眠.....	18
(二) 自然休眠与低温.....	19
(三) 自然休眠和被迫休眠的人工调节.....	21
七、寒害.....	22
第二节 日光	25
一、日光强度与碳素同化作用.....	25
二、日光与树体的营养生长.....	29

〔 2 〕 目 录

(一) 光度与枝梢的生长	29
(二) 光度与根系的生长	31
三、日光与果实的收量	31
(一) 光度与花芽的形成	31
(二) 光度与性器官的完全度	32
(三) 光度与果实肥大和生理落果	33
四、日光与果实的品质	34
(一) 光度与果实的着色	34
(二) 日照与果实的含糖量	36
(三) 光度与维生素C的含量关系	38
五、密植果园间伐的效果	40
第三节 水	41
一、果树栽培上水的重要性	41
(一) 树体内的水分和果实内的水	41
(二) 灌水与果实生长	44
二、要水量与降雨量	47
(一) 要水量	47
(二) 每亩地的必要水量与推算的所要降雨量	49
三、土壤湿度与果树生长	50
(一) 土壤空隙中的水与空气的关系	50
(二) 土壤的好适湿度	51
四、果树的耐水性	52
(一) 地下水位与果树生长	52
(二) 果树种类与耐水性	53
(三) 耐水性的机构	54
五、果树的耐旱性	55
(一) 果树种类与耐旱性	55
(二) 砧木种类与耐水性和耐旱性	56
第四节 土壤	58
一、土壤深度	58
(一) 深土壤的有利性	58
(二) 土壤中的氧气浓度与根的生长	59
二、土壤通气和有关要素	60
(一) 土壤粒子的大小和间隙	60

(二) 深耕和施用堆肥	60
(三) 排水和填土	62
三、土壤水分和灌水	63
四、土壤反应	64
(一) 果树种类与最适的酸硷度	64
(二) 盐硷土壤与果树生长	65
五、氧化还原电位	66
(一) 土壤通气与氧化还原电位	66
(二) 氧化还原电位降低与果树的生产力	66
第五节 世界果树的原生分布和世界果树带的划分	68
一、世界果树的原生分布地带	68
二、世界果树带的划分	70
(一) 温带果树	70
(二) 亚热带和热带果树	80
(三) 亚寒带果树	81
第二部分：果树营养	
第一节 果树肥料	83
一、果树各器官中三要素含有量及其与季节的变化	84
二、果树一年中对三要素的吸收量	88
三、施肥浓度对树体的生长与结实作用	92
四、叶片分析	94
五、天然供给量与植物的利用度	98
六、合理的施肥量	100
七、施肥时期和方法对果树生长和结果的影响	102
(一) 施肥时期对果树生长和结果的影响	102
(二) 施肥方法对果树生长和结果的影响	108
八、三要素的叶面撒布(根外追肥)	111
(一) 叶面撒布的作用及养分的叶面吸收机构	111
(二) 氮素的叶面撒布	112
(三) 磷酸及钾质的叶面撒布	115
九、附录	117
(一) 钾肥的效果	117
(二) 磷、钾肥的施用时期、浓度对于葡萄收量和品质的影响	119

〔 4 〕 目 录

第二节 贮藏养分与翌春的生长和结果的关系	121
一、贮藏养分的多少与抗寒力.....	121
二、贮藏养分的多少与花粉发芽和新梢生长的关系.....	122
三、贮藏养分的多少与果实发育的关系.....	123
第三节 微量元素	125
一、微量元素对果树增产的意义.....	125
二、土壤中缺乏微量元素的原因.....	127
三、缺乏微量元素的征状.....	127
四、缺乏微量元素的防治方法.....	131
五、缺乏微量元素的诊断方法.....	132
六、关于微量元素的叶片分析成绩.....	132
第四节 植物生长素和赤霉素	135
一、植物生长素对于果树生长和结果的影响.....	135
二、赤霉素对于果树应用的成果.....	146

第一部分：果树与环境

第一节 温 度

一、温度与果树分布

各种果树,由于长期在不同自然环境的生存过程中,形成了对温度的一种适应性,也就是特性。因此,各种果树其所好的温度是不同的。例如柑桔类性喜高温,抗寒力弱,冬季温度降至零度以下就有寒害危险;但是,苹果能耐低温,有些抗寒力强的品种,在冬季零下 30~40°C 内外时,尚不致冻死。

正因为各种果树在生存过程中,各有所好的温度,所以各种果树的自然分布,也就有一定的界限(相对的大体界限)。也就是说,各地区由于温度的高低,主要是年平均温度的高低和冬季的低温,影响了果树分布。我国各地的年平均温度与主要果树的分布,大体如表 1 所示。

表 1 年平均温度与果树分布关系

地 方	年平均温度 (°C)	主 产 果 树
广 东, 广 州	22.2	柑桔、龙眼、荔枝、香蕉、凤梨(波蘿)
台 灣, 台 中	21.7	柑桔、香蕉、凤梨
福 建, 福 州	19.9	柑桔、龙眼、荔枝
浙 江, 温 州	18.6	柑桔、柿、梨(沙梨)、桃
湖 南, 长 沙	17.8	柑桔、柿、梨(沙梨)、桃
江 西, 南 昌	17.2	柑桔、柿、梨(沙梨)、桃
浙 江, 杭 州	16.9	枇杷、杨梅、桃、梅、柿、梨(沙梨)、枣
上 海	15.7	桃、李、中国樱桃
江 苏, 南 京	15.2	桃、李、中国樱桃
江 苏, 徐 州	13.5	梨(沙梨、白梨)、杏

(續表 1)

地 方	年平均温度 (°C)	主 产 果 树
河南, 开封	14.4	枣、柿、梨(白梨)、杏、葡萄
陕西, 西安	14.1	苹果、杏、枣、梨、柿、桃
陕西, 榆林	8.8	葡萄
山东, 青岛	11.9	苹果、葡萄、杏、梨、西洋櫻桃
山东, 济南	14.6	苹果、杏、梨、桃
山东, 烟台	12.1	苹果、梨、葡萄、西洋櫻桃
甘肃, 兰州	9.6	苹果、梨、葡萄、杏、枣
甘肃, 酒泉	9.4	苹果、梨、葡萄、杏
甘肃, 敦煌	11.85	苹果、梨、杏、枣
青海, 民和	約 8~9	苹果、梨、核桃、桃、杏
青海, 乐都	7.5	苹果、梨、杏、桃
青海, 貴德	7.3	梨、桃、杏
宁夏, 銀川	8.5	苹果、梨、枣、杏
山西, 太原	10.3	苹果、梨、枣、杏
河北, 保定	12.3	苹果、梨、枣、桃
河北, 昌黎	11.2	苹果、梨、葡萄、桃
北京	12.0	苹果、梨、葡萄、杏、枣、桃
辽宁, 大連	10.2	苹果、葡萄、西洋櫻桃
辽宁, 熊岳	10.6	苹果、葡萄
新疆, 烏魯木齐	6.5	杏、梨、苹果(匍匐栽培)
新疆, 吐魯番	14.1	葡萄
新疆, 和田	11.2	葡萄、核桃、桃
新疆, 喀什	12.0	苹果、葡萄、桃、梨
黑龙江, 哈尔滨	3.0	海棠果、醋栗、树莓类

从表 1 中, 也可以看出我国主要果树主产地区的年平均温度, 大体如下:

柑桔——17~23°C

枇杷——16~17°C

桃(华中品种群)——12~17°C

桃(华北品种群)——8~14°C

柿(南方品种群)——16~20°C

柿(北方品种群)——10~15°C

苹果——8~14°C

梨(沙梨系統)——14~20°C

梨(白梨及秋子梨系統)——7~15°C

- 葡萄——8~14°C
- 杏——6~14°C
- 梅——16~20°C
- 中国樱桃——15~16°C
- 西洋樱桃——10~12°C

日本主要果树主产地区的年平均温度,大体如下:

- 苹果——7~11°C
- 日本梨(沙梨系统)——12~15°C
- 西洋樱桃——7~12°C
- 葡萄——11~15°C
- 柿——11~15°C
- 桃——12~15°C
- 栗——12~15°C
- 梅——12~15°C
- 温州蜜柑——15~16°C
- 枇杷——15~17°C

二、积算温度(生物学有效积温)

各种果树,由于种类和品种的特性不同,它在一年的生长期間,从萌芽、开花到落叶,特别是从萌芽到果实成熟,需要一定的温度。温度过高,或是温度不足,都要影响生长和结果的正常进行;特别对于果实的肥大、熟期、品质、着色等等影响更大。为了探索不同种类和品种所需要的最适气温,以便选择决定各地区最适的种类和品种,就需要“积算温度”作为有计划地发展果树,进行适地栽培的参考依据。

果树早春开始萌芽生长,要有适宜的温度。引起果树萌芽的平均温度,称为“生物学有效温度的起点”,或称为“生物学零度”。一般果树的生物学有效温度的起点,大体在10°C内外(落叶果树大体在6~10°C,常绿果树在10°C以上开始生长)。因此,计算的标准,一般就以每日的平均气温10°C以上作为起点。把1日平均温度在10°C以上的每日平均气温,加算一起,就是积算温度,或称为生物学有效积温。简称“积温”。例如葡萄从萌芽到果实成熟,所需要的积温(表2),大体如下:

极早熟品种——2,100°C

[4] 第一节 温 度

早熟品种——2,500°C

中熟品种——2,900°C

晚熟品种——3,300°C

表 2 葡萄品种与积温关系

(日本,大阪农试场,1958)

品 种	萌芽期 (月/日)	开 花 期 (月/日)	开 花 期 平均气温 (°C)	收 获 期 (月/日)	成熟 天数	成熟积温 (°C)
Campbell's Early	4/2	5/22~27	17.2	7/28~8/3	68	1,542
Delaware	4/4	5/23~29	17.5	8/5~10	75	1,748
Muscat Bailey A	4/2	5/28~6/1	19.1	9/2~10	99	2,462
甲洲三尺	4/5	6/1~8	21.2	9/5~15	98	2,460
甲 洲	4/8	5/30~6/5	20.4	9/28~10/5	122	3,021
Muscat of Alexandria (白玫瑰香)(温室栽培)	3/25	5/14~20	25.4	9/5~10	115	3,505

[注] 成熟积温指从开花期到收获期的积算温度。

又如柑桔,需要积温大体在3,000~3,500°C。早熟的枣椰子需要积温5,000°C。由于种类和品种的不同,所需要的积温也不同。同时,根据各地区的积温情况,也可大体推知这一地区能栽培的适宜种类和品种。当然,还要考虑其它环境因素,例如日照、雨量等等。

此外,也有根据1日平均温度10°C以上的日数,作为计算标准的。例如日本主要果树的主产地,1日平均温度10°C以上的日数,大体如下:

柑桔类、枇杷——290~240日

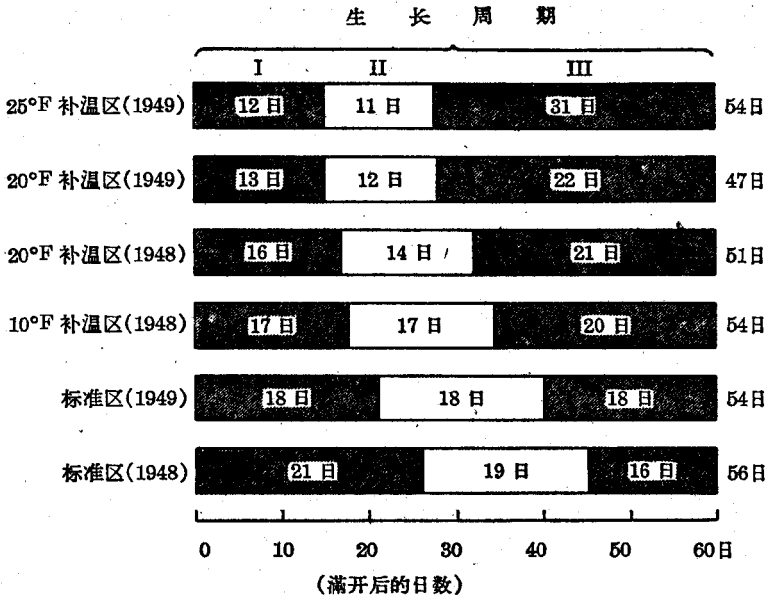
葡萄、柿、桃、梨——240~215日

苹果、樱桃——200~150日

三、日夜温差的效果

在积算温度范围以内,日夜温差比较显著的地区,特别在果实成熟期间夜间气温在一定限度内较低的地区,对果实的着色、品质有良好影响。例如:陕北、兰州、宁夏、灵武等地区所产的国光、红玉苹果,一般着色浓、味甜,其品质较华北和东北产的为优;这些地区的日夜温差大,是原因之一。根据 Tukey (1952)把酸果樱桃(8年生,品种为 Montmorency)的一部分结有果实的枝条,从开花前起放入能调节夜间(下午7时至次日

午7~8时)温度的玻璃箱内,夜间温度较无处理的夜间平均温度高 10°F (5.6°C), 20°F (11°C), 25°F (13°C), 观察对果实发育影响如图所示。



試驗結果, 平均夜间温度增加后, 第一生长周期(开花后的第一次生长迅速期)及第二生长周期(生长抑制期)的日数都有縮短; 第三次生长周期(第二次生长迅速期)的日数有延长。全生长周期的成熟日数, 各区大体相同, 只有 20°F 补温区稍有早熟现象。

根据試驗結果, 认为果实发育在第一及第二生长周期的夜温要高, 第三生长周期的夜温要低。这样, 果实发育生长期最短, 可以早熟。如表 3 所示, 第一生长周期的夜温为 79.5°F, 第二生长周期的夜温为 87.8°F, 第三生长周期的夜温为 91.2°F。前二次的夜温均較日温高, 后一次較日温低。

此外, Tukey 氏的試驗結果(表 4), 夜温越高, 果肉直径越小, 果实色泽越差, 全可溶性固形物含量越低(但胚的长度例外)。

Tukey 氏认为, 要想获得成熟期短而品质优良的櫻桃果实, 第一和第二生长周期的夜温宜高, 第三生长周期的夜温宜低, 至少要有 79.5~

[6] 第一节 温 度

87.8°F → 62.0°F 的变温, 那么, 47~56 天的成熟日数, 可以缩短为 39 天。

表 3 夜温对于酸果櫻桃果实生长周期的影响
(Tukey, 1952)

試驗区	試驗期	第一生长周期		第二生长周期		第三生长周期		合 計	
		日数	平均夜温(°F)	日数	平均夜温(°F)	日数	平均夜温(°F)	日数	平均夜温(°F)
标准区	1948	21	54.5	19	53.7	16	62.0	56	56.4
标准区	1949	18	54.9	18	56.5	18	66.9	54	59.4
10°F 补温区	1948	17	58.5	17	66.6	20	69.4	54	65.1
20°F 补温区	1948	16	65.6	14	74.9	21	76.5	51	72.6
20°F 补温区	1949	13	74.6	12	79.9	22	84.9	47	80.8
25°F 补温区	1949	12	79.5	11	87.8	31	91.2	54	87.7

表 4 夜温对酸果櫻桃果肉直径和品质的影响
(Tukey, 1952)

試驗区	試驗期	果肉平均直径(mm)			胚长度(mm)	全可溶性固形物(%)
		第一生长周期的末期	第二生长周期的末期	第三生长周期的末期	第二生长周期的末期	开花后 58~59日
标准区	1948	11.0	11.9	17.7	6.0	—
标准区	1949	10.9	11.5	17.4	6.5	13.41
10°F 补温区	1948	10.7	11.4	18.4	6.3	—
20°F 补温区	1948	11.3	12.0	19.3	6.2	—
20°F 补温区	1949	10.0	11.0	17.0	6.2	11.01
52°F 补温区	1949	9.7	11.0	15.8	6.5	9.71

四、温度与各种生长现象的关系

(一) 同化作用, 呼吸作用与温度

同化作用和呼吸作用对于温度的要求是不同的。一般同化作用的最适温度为 25~30°C, 同化作用的气温超过了最适温度, 叶片同化物质就要减少。例如 Pickett(1937) 观察苹果在 6~8 月間每日的最高气温与叶片的同化量(干物增加量)关系: 最高气温高, 同化量少; 最高气温低, 同化量增多。在 24°C 时, 同化量最多。又如日本小林章(1938), 在温室内处理白玫瑰香葡萄, 于 6 月 20 日(晴天)上午 10 时, 把温室的玻璃窗关闭, 从

上午10时半到正午之間,人工加温达40~42°C的异常高温,然后测定叶片同化量如表5所示。

表5 温室葡萄异常加温对叶的同化量及干物重的影响

(小林,1938)

项 目	平时晴天(6月13日)	异常加温(6月20日)
叶的干物增加量(g _r /m ²)	0.0073	0.0004
叶的真同化量(g _r /m ²)	0.0113	0.0005

[注] 1. 系上午10时到正午間測定的数字。2. 真同化量是在叶柄上环状剥皮的叶片的干物增重量。

(二) 花芽分化与温度

一般落叶果树的花芽分化最多时期,多在6、7、8月的高温时期。由此,花芽分化大概与一定限度內的高温,以及充分的日照和适度干燥,有着密切关系。

早在1877年,Askenasy氏发表論文,认为果树花芽分化期是在一年中的最高气温期間。日本的松岡(1910)在北海道研究花芽分化,也同样认为与高温有关系。其后在1925年Elssmann氏认为4~7月間,多日照、高温、少雨的年份,果树花芽分化早。同时,日本的江口(1927,1928,1930)研究桃、梅、梨等果树,在花芽分化期間(4~7月間)的日照、温度、雨量与該年的最高温度到来时期,有着密切关系。此外,日本的須佐和村元(1934)在日本青森县观察苹果(祝、紅玉、国光)的花芽分化期,认为6月下旬的高温、干燥和日照的多少,与苹果花芽分化有密切关系。日本的后泽、福島(1950),也有同样的看法。

1952年,日本的小寺正史,把3年生的梅树栽植在盆內,于5月15日至6月20日,以及6月1日至7月5日間放置于温室內,观察对花芽分化的影响。試驗結果表明处理区均較无处理的花芽分化期約早一个月(表6)。

总之,果树花芽分化是一个比較复杂的问题,外界要素中的气温、雨量、日照三者之間,都有关系。同时,还由于品种特性以及各地区的环境条件而有所不同。有些地方温度起着主要作用,有些地方雨量起着主要作用。例如在南方多雨地区,在花芽分化期間需要有充分的日照和干燥;但是,北方干燥地区,在花芽分化期間,有适当的降雨,增加土中湿度,反而可以促进花芽分化。根据許明宪(1956~1962)几年来研究陕西武功地区

表 6 温度对于梅的花芽分化影响

(小寺, 1952)

試驗区	放入溫室內的 期間(月/日)	溫室內的溫度(°C)		花芽分化 開始期(月/日)	萼片形成 開始期(月/日)
		平均最高溫度	平均最低溫度		
第一区	5/15~6/20	35.8	17.6	6/25	7/5
第二区	6/1~7/5	37.1	20.2	7/5	7/10
第三区	无处理	29.8	18.1	7/30	8/5

苹果花芽分化的結果,认为在花芽分化開始期和旺盛期中,必須要 (1)有良好的日照, (2)有高溫,平均在 20~27°C, (3)土壤中要有足够的水分。

所以,我們必須根据各地区的具體情况,采用不同的技術措施,促进花芽分化,达到年年丰产。

(三) 开花期与温度

一般在温帶南部,冬季比較温暖地区的落叶果树,其早春萌芽和开花的迟早和“自然休眠期”的长短有密切关系。在温帶北部冬季寒冷地区的落叶果树,其早春发芽及开花的迟早和“被迫休眠期”的长短有密切关系。也就是早春气温的高低,对于开花迟早有很大影响。

从理論来讲,落叶果树经过了自然休眠期以后,遇到适宜温度,就能开花;而温度愈高,愈能促进开花。例如 Price(1909~1910)剪取各种果树枝条,放入定温器中,观察温度与促进开花的關係。試驗結果表明温度越高,达到盛開期的日数越短(表 7)。

表 7 加温与开花所需日数

(Price, 1909~1910)

种 类	处理开始期 (月/日)	达到盛開期所需的日数		
		70°F(21°C)	79°F(26°C)	88°F(31°C)
李 (Abundance)	1/28(1908)	10	8	7
李 (Hale)	12/3 (1909)	12	6	4
桃 (Luster)	2/2 (1909)	13	9	8
梨 (Kieffer)	3/7 (1910)	13	9	7
苹果 (Oldenburg)	4/1 (1909)	12	11	7
苹果 (RomeBeauty)	4/22(1909)	8	6	4

各种果树开花期的早晚,除了温度关系以外,水分以及树体的貯藏养

分等等,也都有相互关系。当然,早春的温度起着主要作用。所以,同一种类,同一品种的开花期,由各地区而有不同。同一品种,同一地区,又由于各年份早春气温的高低而有所不同。为了参考,把我国陕西武功地区以及日本各主产地的果树开花期温度,列如表 8、表 9。

表 8 陕西、武功地区果树开花期温度
(西北农学院,1955)

种 类	开 花 期 (月/旬)	平 均 气 温 (°C)
山 桃	3/中	9.5
杏	3/中、下	9.5~10.3
李	3/下~4/上	10.3~12.7
櫻 桃	3/下	10.3
桃	4/上	12.7
山 定 子	4/上、中	12.7~14.5
海 棠 果	4/上、中	12.7~14.5
梨	4/上、中	12.7~14.5
楡 梓	4/下~5/上	16.3~18.4
苹 果	4/中	14.5
沙 果	4/上	12.7
胡 桃	5/中	20
柿	5/下	21.1
葡 萄	5/下	21.1
枣	5/中~6/上	21.1~23.5
石 榴	6/上、中	23.5~23.7

表 9 日本主产地区的果树开花和成熟期温度
(中原,1948)

种 类	开 花 期 温 度 (°C)	成 熟 期 温 度 (°C)
枇 杷	13.3	19.4
温 州 蜜 柑	17.6	13.4
夏 橙	16.5	11.8
苹 果	11.8	20.4
櫻 桃	11.8	17.8
葡 萄	17.0	25.5
桃	10.3	24.5
柿	18.1	20.7
梨	11.4	20.2