

果树栽培生理学基础

F. 科貝尔

科学出版社

果树栽培生理学基础

F. 科貝尔

0.11

/

科学出版社

果树栽培生理学基础

F. 科 贝 尔 著

张嘉宝 支建文 周志培 译
李克勤 冯文池 王锡康

科学出版社

F. KOBEL
LEHRBUCH DES OBSTBAUS
AUF PHYSIOLOGISCHER GRUNDLAGE
Switzerland, Zweite Auflage, 1954

內 容 簡 介

本书是由瑞士 Wädenswil 果树、葡萄栽培及园艺学实验研究所所长 F. 科贝尔(FRITZ KOBEL) 编著的。在本书中著者不仅论述了仁果类及核果类果树栽培生理学方面的知识,而且也阐述了开花、传粉、受精、果实发育、栽培果树的起源及果树育种等方面的问题。著者特别扼要地叙述了将近二十五年以来世界上果树栽培业的成就,详细地探讨了果树结实的大小年问题及使果树每年结实的方法,阐明了由于果树缺乏矿物质和微量元素而罹患的各种病症以及果树花芽形成、树冠成形所必需的条件等问题,还讨论了果实在储藏期内的疾病及其预防方法;对防御春季晚霜也作了分析和研究;书中还介绍了果实在成熟期间、储藏期间其内部所进行的生物学过程及一些有关的研究成果;此外对修剪、嫁接、疏花疏果等问题也作了适当的论述。

本书系根据苏联农业书籍出版社 1957 年俄文版译成中文。原著的德文第二版是在 1954 年出版的。

本书主要供果树栽培工作者、农业科学工作者、农业院校教师、农业科学研究人员、植物生理学工作者参考之用。

果树栽培生理学基础

[瑞士] F. 科贝尔 著

张 嘉 宝 等 译

*

科学出版社出版

北京朝阳门内大街 137 号

北京市书刊出版业营业登记证出字第 061 号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1966 年 3 月第 一 版 开本: 787×1092 1/18

1966 年 3 月第一次印刷 印张: 19 1/3

印数: 0001—4,800 字数: 439,000

统一书号: 13031·2256

本社书号: 3418·13-10

定价: [科六] 2.40 元

初 版 序 言

近十年来的周密研究，使我们有可能更深入地来探讨仁果类及核果类果树的各種生活机能问题。读了大量著述后，使我得出结论，这些著述基本上已提供了以生理学观点来研究果树栽培学的可能性，因此本书尝试性地综述了我们在这一方面的一些看法。

我的这本简述不可能也没有给自己提出任务来代替现有的如 Gaucher-Hesdörfer、Boettner、Poenicke 等著的一些果树栽培方面的指南书。作者宁愿试图说明，这些书中所描述的方法和栽培措施为什么和在什么样的条件下才能实现。

因此，本书的任务就在于在生理学研究的基础上阐明有成效的果树栽培实践所必需的条件。当然，根据这样的见解，许多过去的观念都可能是不正确的，从而也就需要阐明某些概念。

当我们在植物栽培学的任何领域里仅仅拥有自己的及前辈的经验时，就不得不去执行既定的指示和方法，这些指示和方法可能在一定条件下是正确的；但在另外的条件下可能是完全不利的，而且我们也不可能了解前后两种情况的原因。反之，只要是我们了解了栽培作物（在其生活机能上）所从属的一些基本规律性，就可能看出各种方法在一定条件下所具有的价值，这样，也就可能在较为可靠的基础上选择所必需的措施。这里对生理学上某些已知的事实和规律性所作的修改企图，应当被看作是完善实践而提供理论根据的尝试。

F. Kobel

(1931 年 3 月)

再 版 序 言

自本书早已售完的第一版问世以来，许多国家的果树栽培业又获得了很大的发展。有关一些主要问题的研究又提供了许多实际上已被采用的新成果。首先是关于保证果树所需矿质营养供应和确定这些物质供应不足的症状以及果树花芽形成，果实形成所必需的条件等问题。另外还有一些关于果实在储藏期间，其内部进行的各种生活过程的有价值的研究成果。新的科学资料使我们有可能更好地了解果树学家们应当研究的复杂问题。例如：接穗和砧木间的关系问题及难于解决的结实周期性问题，所以，批判地查阅文献中现有的著作，就使我们有可能确定在果树栽培学中哪些方面需要再深入一步地进行研究工作。

把所有载于各种杂志上的文献无遗地综合编辑起来，将会远远超过本书篇幅所提供的可能性，要完成这样的任务大概需要编成多卷汇集才行。我们只想在查阅已发表的一些最重要的著作的基础上能清楚地阐述果树栽培学的某些本质问题，并指出有关这方面的知识现状或者对这些问题我们认识不足的地方。

本书内容基本上保留了初版的编排顺序，但我们又将涉及营养生长的一些问题列为单独的一章。这样就能较全面地叙述果树学家们认为是三类最重要的果树生命现象：生长、花芽的形成和果实的形成。

本书现有各章几乎都是重新编写的。

此外，作者还希望本书能提供实践方法的理论根据并帮助果树栽培工作者形成对果树的各生活过程的概念。只有形成了这样的概念的人，才能在需要的时候找到适当的方法去改善果树各种重要生活过程的进行，才能摆脱死板的方案和制度的约束。

本书主要是供果树栽培学方面的教师、学生及先进的果树栽培工作者之用。作者试图尽可能采取简单通俗的叙述。但是要完全避免较详细地叙述某些生理学问题以及运用植物学专门术语却是不可能的。

F. Kobel

(1954年3月)

目 录

初版序言	iii
再版序言	iv
第一章 果树生理学概论	1
第一节 从土壤中吸收水分	1
第二节 水分的运输和蒸腾作用	4
第三节 矿物质的吸收及其利用	7
第四节 碳素的同化作用	20
第五节 同化物质的利用	23
第六节 寒冷和温度的影响	32
第七节 果树的幼年型	43
参考文献	47
第二章 营养生长	54
第一节 营养生长与外界条件的关系	54
第二节 营养生长的周期性	58
第三节 果树修剪对营养生长的影响	60
第四节 根的生长	63
参考文献	69
第三章 花的形成	72
第一节 花形成的初期	72
第二节 冬季休眠前花的发育	76
第三节 关于花起因的理论	78
第四节 农业技术措施对花形成的影响	87
一. 施肥对花形成的影响	87
二. 砧木对花芽形成的影响	88
三. 碳素同化作用的强弱对花形成的影响	90
四. 环割和绞缢(包裹环带)对花形成的影响	93
五. 修剪对花芽形成的影响	97
参考文献	100
第四章 果实的形成	104
第一节 花的开放	104
第二节 结实是受精作用的结果	117
一. 正常受精过程	117
(一) 花粉的形成	117
(二) 雌性器官的形成	121

(三) 受精和种子的形成·····	121
二. 脱离正常受精过程的偏向·····	125
(一) 在形态学上受制约的不稳性·····	125
(二) 花粉的不稳性·····	126
(三) 雌性生殖细胞的不稳性·····	150
(四) 不饱满种子的形成·····	152
(五) 自花不稳性和类羣不稳性以及常用的术语和研究方法·····	157
三. 花粉的传递·····	182
四. 花粉异粉性问题·····	188
五. 保障果园内良好的受精条件·····	191
第三节 无受精结实·····	195
一. 单性结实·····	195
二. 无融合生殖·····	200
第四节 果实的发育·····	202
一. 花和幼果的脱落·····	202
(一) 概述·····	202
(二) 六月落果·····	204
二. 果实在采收成熟度之前的发育·····	208
(一) 成熟过程·····	208
(二) 外界因素对成熟果实的影响·····	216
(三) 种子的数量对果实的质与量的影响·····	220
(四) 秋天过早的落果·····	223
(五) 采收成熟度·····	227
三. 果实在贮藏期的继续发育·····	231
参考文献·····	244
第五章 营养生长、花芽形成和果实形成的相互关系·····	261
第一节 概述·····	261
第二节 砧木对生长、花芽形成和果实形成的影响·····	264
第三节 结实的周期性问题·····	283
第四节 在果树栽培实践中生长、花芽形成和结实之间的相互关系的应用·····	291
一. 按树木的生长和产量分类·····	291
二. 对生长过弱的果树的作用·····	293
三. 对生长适度果树的作用·····	296
四. 对生长过盛的果树的影响·····	298
参考文献·····	300
第六章 新品种的培育·····	303
第一节 品种培育的意义和方法·····	303
一. 品种的培育是改进果树栽培的途径·····	303
二. 嵌合体 and 芽突变·····	305

三. 用种内杂交的方法进行选种工作·····	311
四. 用种间杂种进行的选种工作·····	315
第二节 各种果树品种的育种问题·····	319
一. 苹果新品种的培育·····	319
二. 梨和榲桲新品种的培育·····	322
三. 欧洲甜樱桃和樱桃新品种的培育·····	323
四. 李和洋李新品种的培育·····	325
五. 杏树新品种的培育·····	327
六. 桃、蜜桃和扁桃新品种的培育·····	328
参考文献·····	329
索 引·····	333

第一章 果树生理学概論

第一节 从土壤中吸收水分

水分的意义——吸收水分的器官——土壤湿度——持水量及水分过多——土壤的
吸取力——根毛的吸取力——吸收水分的根(即吸收根)的数量——根的纵横伸展

植物对水分的利用方式是各种各样的。水分进入植物体内后,第一个功用就是运输植物从土壤中所吸收的溶在水中的矿物质。但水分也可作为许多有机化合物,首先是各种形式的糖、氨基酸及其他物质的溶剂和载体。它还可使组织保持弹性状态(即紧张状态),以及进行多种化学变化的介质。因此,合理地供给水分便成为果树顺利生长的最重要的条件。因为水分过多和不足很快就能引起不良的后果。

水分是由根的最边缘(即周边)分枝来吸收的。多数植物在离根尖不远处都有表皮细胞的纤毛状突起,即所谓根毛,根毛紧密地围着土壤微粒,并从土壤中吸收水分(图 1-1)。根据 Rogers 的论著,仁果类果树树种和核果类果树树种,其根毛是短乳突状的形成物。

对水分的吸收取决于土壤中的含水量,土壤的持水力,根的吸取力及根毛的数量。

土壤中的含水量是在解决某一地区能否进行果树栽培问题中的最重要的因素之一。当建立新果园或更新长得不好的老果园时,在任何情况下首先必须解决,现有的土壤条件能否满足果树最低需要的问题,特别是关于土壤内含水量的问题。假若条件不适合的话,那么继之应当解决的问题便是:从经济观点出发,用灌溉设备或者排水设备的形式进行土壤改良,能否证明是有效的呢?为解决这个问题,是不可能根据某种现成的方案来解答的。因为,果树栽培在什么样的年降水量、土层深度或土壤含水量以及地下水位高度等条件下才是可能的问题,又和其他象一年内降水量的分布,空气的湿度,云雾构成的频率等一系列的因素有着复杂的相互联系。因此,单纯去解决果树栽培区的供水问题是不可能的。在肥沃的细粒土壤种植的果树之所以能很好地生长,是因为降雨相当经常,并且均匀分布于整个生长期內;或者是因为具有实行人工灌溉的有利条件。尽管年降水量已够果树栽培的需要,若不求助于人工灌溉,其变化范围亦是很大的。例如,根据 Gardner、Bradford 和 Hooker (1922) 的资料,在俄勒冈州达拉斯的杏、李和樱桃在平均年降水量为 16—17 吋的情况下获得了很好的收成。在瑞士,还可在降水量为 1500 毫米的地区看到茂盛的果树。仁果类和核果类果树品种一般说来都是对土壤水分不足具有较强抗性的树种,但对水分过多而形成沼泽现象的抗性却较弱。

通过采用各种管理的方法,也能够影响土壤含水量。例如:在干旱地区曾进行过多次观察,证明在果园栽培区内,如果使土壤保持秋耕休闲,并在一年内进行数次中耕的话,土壤湿度就会高于种植牧草的果园。在这种情况下,无论是能减少水分蒸

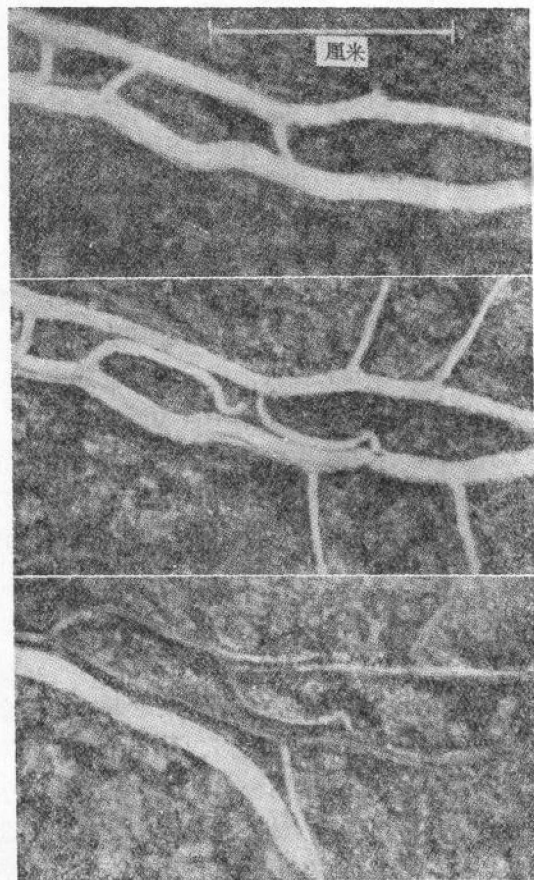


图 1-1 上: 1931 年 7 月 18 日拍摄的苹果树根的照片。两个粗的幼根是在 7 月 10—16 日期间长起来的,并可以看到开始扎下细小的根;中:这两个根又过了 19 天以后(8 月 5 日)的情况。开始木栓化;下:接着,29 天后(9 月 3 日)。老根完全变成褐色。顺着起皱纹的老根长出幼小根。(根据 C. Rogers)

发的土壤表层的团粒结构,或者是草皮在蒸腾过程中的蒸发现象均能起着重大的作用。因此在土壤水分经常不足的地区,秋耕休闲就有助于改善果园的水分状况,但这必须在良好的土壤耕作和清除消耗水分的杂草的条件下进行。假若年降水量低于 700—800 毫米时,果树栽培通常就适宜于保持土壤的秋耕休闲,若年降水量较高,则适于播种覆盖作物——牧草。在果园里栽培牧草作为覆盖作物,根据实际经验,这对高树干类及半高树干类果树来说,较之低树干类果树更为适宜,所以上述降水量的限度在生产上对选择适当的主干高度问题也是具有决定性意义的。若年降水量略微高于 600 毫米,就有可能采用地面覆盖的方法,即整年或短期种植牧草或作绿肥用的作物,同时在树干周围覆盖已割下的作物,来调节土壤水分状况和改善土壤管理。

水分过多和水分不足同样都有不良的作用。的确,在这种情况下起决定作用的并不是水分本身,而是与水分渗入过多有关的土壤中氧

气的逸失和二氧化碳的聚集现象。Harris (1926) 证明,如果是细心管理并每三天换一次水的话,幼龄的果树也可以进行水培。

显然,这些因水分过多所引起的损害,首先表现在重粘土及地下水位高的地方,尤其是地下水位升降不定的地方。重粘土由于能长久保持降下的雨水,所以不能充足地供给氧气且会大量聚集根在呼吸过程中及土壤内细菌活动所产生的二氧化碳。

与柳树、杨树及其他野生乔木树种相反,在积水多的地方,果树的根不能继续生存。地下水位升高对果树根所发生的损害现象是极为常见的。在这种情况下往往可

以看到一种古怪的现象,即当地下水位提高后在果树叶上发现有水分不足的症状。[?]

要想弄清楚水分平衡的问题,必须先清楚地了解,水是怎样保持在土壤中的?一般认为,土壤里的孔隙因其具有毛细管作用而参与水分聚集的。同时土壤中所见的水分是以薄膜状态吸着在土壤微粒上的。不同类型的土壤具有不同的保水能力。一般说来,土壤粒子愈细,其保水能力也愈大;例如:含腐殖质多的土壤和粘土的保水力可达田间最大持水量总水量的 50% 以上;而粗砂土和砾质土却相反,其含水量仅 10% 左右。

土壤保水力的变化不仅取决于土壤质地,而且也取决于土壤中含水量的本身。土壤愈干燥,其保水力也愈强。对我们来说重要的是弄清楚,在一定的土壤中含水量降到何等程度也不致使果树受害。由于这种损害首先表现于叶的萎蔫上,所以 Briggs 和 Shantz (1912) 才把萎蔫系数这一概念当作重要的测定指标。他们用这个术语来表示这样的土壤含水量(以土壤干燥重量百分率表示),即具有这样含水量,植株就会开始萎蔫,若不进行灌溉,就仍然保持萎蔫状态。这样一来,土壤中现存含水量和萎蔫系数的差额便能表明植株可吸收的水量。但在任何情况下都用这种方法进行计算实际上是困难的。关于这个问题我们介绍读者阅读现有的土壤学的专门论述的文献。当植株的根从土壤中吸收水分时,根毛的吸取力必须大于土壤的保水能力。植株应当在一定的时间内及时地吸收到其生活所必需的水量。因此,如: Ursprung 和 Mitarbeiter (1925, 1926) 所作的结论,根尖表皮细胞的吸取力可作为土壤保持水分所产生阻力的标准。假若这种阻力大于根毛吸取力,植株就要萎蔫;然而若阻力较小时,根毛吸取力必须在调节过程中发生变化,直到两者大小相等。因此植株细胞吸水力并不是一个常数;相反,应当根据土壤中占优势的水分状况来进行调节。

果树根毛吸取力的变化范围如何,尚未确定。

关于果树根系极其细密的分枝的数量,我们还很难了解,一般说来,这个数量是巨大的。在挖树时我们看到的只是少部分的分枝,因为根的分枝伸展得非常远。我们看到的部分主要是木质化了的主根和侧根,主根和侧根本身是不能吸收水分的,而只能用来运输水分和固定树木于土壤中。

按照美国一些研究者的测定,全部根系占植株总重量的 25—30%。通常认为,根系能吸收水分的部分的分布范围多半相当于树冠的外围。但应当慎重对待这种看法,因为我们要根据这种看法给植物浇水和施肥。实际上在水肥充足的土壤里,根的许多末端是不越出树冠范围的,而仅处于树冠范围之内。但在干燥瘦瘠的土壤里根部却能伸展到树冠范围外很远的地方。例如,美国的 Bailey 证实了霍维尔 (Howell) 品种梨的树冠直径总共为 2 米,但在距树干 6 米以外的地方还有根。

关于根向深处伸展方面也有类似的观察。在土层较浅或地下水位高的情况下,根的末端多半分布在土壤的表层,反之,在土层深厚的土壤里根能深入到极深处。树木生在这样的土壤中,其根可达 3 米之深,根据某些研究者的观察,这种情况甚多。幼龄果树扎根深度的极限值,认为是在加利福尼亚州(美国)的某些干旱地区。根据

Chandler (1925) 的断定, 樱桃树的根可在 6 米深处发现, 而李树的根甚至可在 7 米深处发现。不过, 很多情况下果树的大量的根部可以在离地面 10—15 厘米深处发现到。

根向土壤内的深入不仅取决于土壤的性质, 而且还取决于土壤营养状况。当叶器官损坏而碳水化合物的制造受到阻碍时, 或者合成的糖为丰产的果实所消耗时, 植物的根系也要同样受到损害。因此, Hatton、Grubb 和 Amos (1923) 证实 Chandler 的下垂生长的树冠在重修剪时, 对根的生长肯定会引起危害作用的现象, 也就不足为奇了。这种相互关系首先应在果树二重嫁接时加以考虑。因为此时不损伤树冠的老枝愈多, 二重嫁接处理引起的损害也愈小。

第二节 水分的运输和蒸腾作用

输导组织及水分的转运——水分的蒸发(蒸腾作用)及其与水分供应状况和空气湿度的关系——导管外面水分的分布——叶子及其他组织的吸取力

水分经根毛首先进入根的输导组织。自从 Ursprung 的论文发表后, 人们皆知水分在根内横向运输是可能的, 这是由于根周边向内生出的细胞具有吸取力的缘故。水分在木质部导管中自下而上转运着(图 1-2 和图 1-3)。因此可在树干和树枝上作出两个邻近的环割切口, 深达木质部, 并在两个环割切口之间剥除树皮, 而不致破坏环割处以上部分的水分供应。水分的直向供应并非借助于木质部薄壁细胞或细胞壁。这一点一方面可从水分运输的速度来阐明, 另一方面, 从切掉的树枝(树枝末梢)置于有色溶液中来直接观察水在导管中输送状况也可看出。水在导管中运输的速度是令人惊奇的。根据 B. Huber (1932) 在栎树中的观察, 每一分钟可达 40 厘米。

边材最外层年轮的特点是水分的传导率最高, 而心材不能保证植株完成这一任务。根压在果树开花期起着水分动力的作用。葡萄蔓、胡桃树及其他果树的伤流就

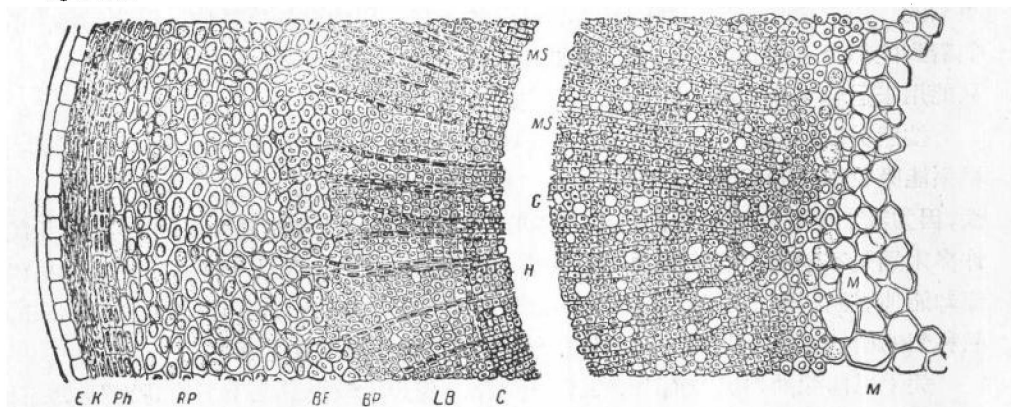


图 1-2 欧洲甜樱桃一年生树枝的横切面。木质部没有完全绘出。M. 髓; MS. 髓射线; G. 导管(输水道); H. 木质纤维(支持组织); C. 形成层; LB. 输导韧皮部; BP. 韧皮薄壁组织; BF. 韧皮纤维; RP. 皮层薄壁组织; Ph. 木栓形成层; K. 木栓层; E. 带有角质层的表皮。放大至 60 倍。(引自 P. Steinegger)

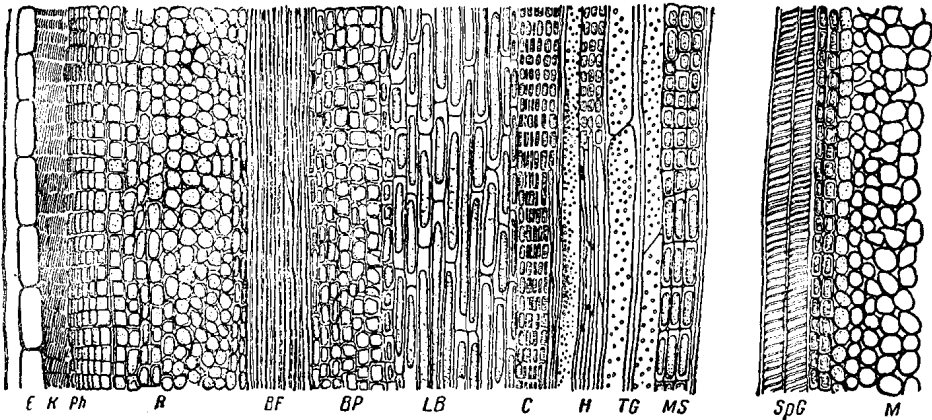


图 1-3 一年生欧洲甜樱桃的纵切面。树枝木质部的一段绘图。符号与图 1-2 相同。SpG. 螺纹导管；TG. 孔纹导管。导管后面辐射方向的髓射线未绘出。放大约 60 倍。（引自 P. Steinegger）

是由根压所引起的。然而在长满新生叶片的果树的木质部导管中却出现相反的压力，因此，在水分的向上运输中，必定还有另外一种动力在起作用。这就牵涉到水分内聚力的问题，正是由于内聚力的缘故，新的水分子才能不断被吸引到已蒸发的水分子的平面上，因而在导管中细长的水流才不致中断。犹如 Strugger (1939) 所证明的，水分在离开叶脉导管后就不再在细胞液中继续运输，而在细胞壁的细孔中流动。水分及含于其中的营养液充满着叶片和其他器官的细胞。

植物把吸收来的少量水分用来建造新的组织或形成其他合成的物质，而大部分水蒸腾掉了。由于细胞表皮外面包着角质膜，而角质膜很不容易透水，因此它的蒸腾量就十分微小 (Gäumann, 1942)，通过气孔蒸腾水分，即气孔的蒸腾作用具有很大的意义 (Gäumann 和 Jaag, 1938)。这些细小的叶隙(即气孔)长度不超过 20,000—35,000 毫米。它们都分布在果树叶片的下表皮上 (图 1-4、1-5)。根据 Daniels 和 Cowart (1944) 的资料，苹果每片叶气孔的数目达到 200—700，在大多数情况下，每平方毫米叶面上为 350—400 个。这些气孔具有开关的机制，在机能正常的情况下是白天开放，黑暗中关闭。而植物体水量的平衡也能对这种白天的节律发生影响。当水分不足时，气孔就能阻碍水汽的外出及 CO_2 的进入。

我们在 A. H. Hendrickson (1926) 的报导中可找到关于果树蒸腾作用有相当价值的详细资料。这位作者观察到桃树、李树、杏树的气孔多半在上午 9—12 点开放得最大，然后开始关闭。在 20—22 点之间气孔开放得最小。这时发现果树在水分充足时其气孔开放度要比水分供应不足时大得多。在遮荫下的桃树其气孔开放的最大限度比起不在遮荫下的要迟几小时。

根据 Hendrickson 的意见，叶片内含水量也直接与气孔的开闭有关。早晨 6 点后不久含水量下降，而到 9 点时在果树各部分看到含水量都明显降低了。在 15—18 点之间水分亏缺部分又重新充满了水分。

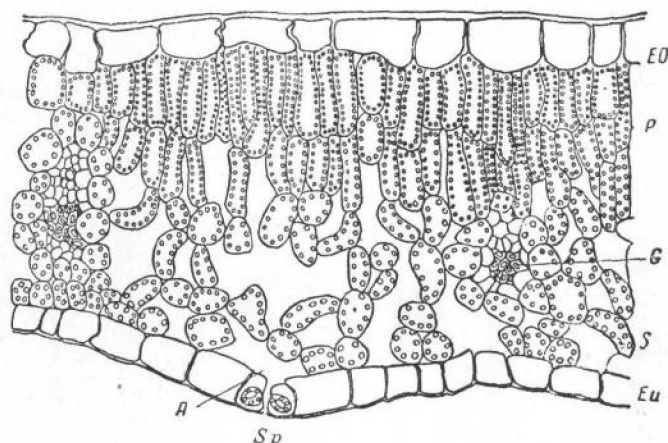


图1-4 酸樱桃叶子横切面。EO. 具有加厚外壁(角质层)的上表皮; P. 栅栏组织; G. 横切面上小维管束(叶脉); S. 海绵薄壁组织; Eu. 下表皮; Sp. 具有二个保卫细胞的气孔; A. 气腔。在各个细胞里都绘有叶绿体。放大约有500倍。(引自 P. Steinegger)

空气湿度是对蒸腾作用有重大影响的另一因素。空气湿度越低,水分的散失就越大。热空气比冷空气能吸收更多的水分,因此蒸腾作用还与温度有关。空气流动时叶片散发水分比气流稳定时要多一些。

果树盆栽的试验证明,植物体内的无机物质对蒸腾的强弱也有影响。例如,有些

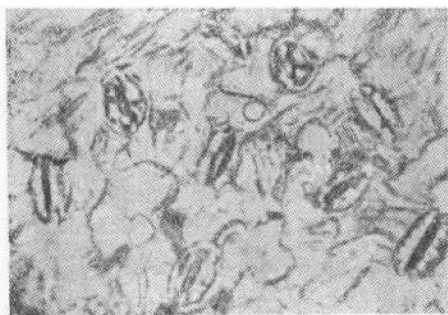


图1-5 具有气孔的酸樱桃叶下表皮(平面观)
放大约450倍。

缺乏钾的果树在漫散光下水分蒸腾较弱,但在充足的阳光照射下,果树的水分蒸腾就要比对照植株快得多。

果树消耗的水量是很大的。一棵较大的果树每年至少要消耗500—1000升水。

在水分不足的情况下,果树的叶子能从果实中吸取水分。如果切下带有未成熟果实的树枝,把它放在适当湿度的环境中,那么树枝上的果实就起绉纹,而且要比叶片萎蔫得更早。在这个试验中果实起绉纹

的性状并不是由于果实本身大量的蒸腾所造成的。因为,假如在果实表面涂上很薄的一层石蜡,而果实在试验过程中仍起绉纹。如果我们考虑到,由于水分内聚力的关系,气孔蒸腾很大,而通过细胞壁细孔的角质层蒸腾较小,因而果实仍然能不断吸取水分,那么果实的起绉现象就不难理解了。

根据 Chandler (1914) 所发表的用冰点下降法测定的结果中也同样证明了叶片细胞液渗透压比果汁渗透压高得多。这可由下页表1-1中所引证的对照数字看出。

在这些观测的基础上我们很容易地了解这些经常发生的现象,如干旱年头果实因缺乏水分而脱落的现象,要早于叶片上出现干枯的症状。同时,在果柄固着的地方

表 1-1 苹果和酸樱桃果实和叶子细胞液的冰点下降情况

(引自 Chandler 的记录)

品 种	测 定 时 间	叶 汁	果 汁
加诺苹果	1911年 7 月 2 日	1.880	1.465
倭锦苹果	1911年 7 月 27 日	1.917	1.230
英国摩瑞洛(未成熟)	1911年 7 月 5 日	2.708	1.425
英国摩瑞洛(半成熟)	1911年 7 月 5 日	2.708	2.243
英国摩瑞洛(已成熟)	1911年 7 月 5 日	2.708	2.375

形成正常的离层,就象成熟的果实所形成的离层完全一样。从这里可以看出,当我们在叶片上观察到水分不足的症状和干旱现象时,实际上水分不足所引起的严重后果早已发生了。在这种情况下可以说,一般萎蔫是由于大量缺乏水分而引起的。例如,田鼠咬伤了植物的根部或主干部,我们就能看到由于不断缺乏水分而在叶上出现萎蔫部分。此时,首先多半是叶片尖端和叶片边缘先萎蔫,以后萎蔫部分就由叶片边缘扩及到叶脉之间的部分。但第一排的主脉和侧脉终究能与变为褐色的叶片部分相区分。根据这些特点,在大多数情况下能将由于缺乏水分而引起的坏死部分和由于缺乏钾、磷酸和镁所引起的坏死部分区分开。应当指出,在任何情况下,这些症状之所以经常出现,是由于矿物质不足和水分不足同时引起的,因为植株吸收水分愈少,矿物质的供应就愈困难。

第三节 矿物质的吸收及其利用

果树生活所必需的元素——矿物质的吸收——矿物质在导管内外的运输——过量矿物质的排出——个别元素的作用——所需矿物质的数量

自从 Julius Sacks 时期起,已发现绿色植物在生活中大量地需要 10 种基本化学元素。其中除了含于水中氢氧元素以及叶片由空气中吸收二氧化碳以外,还有非金属元素氮、磷、硫以及金属元素钾、钙、镁、铁。根据多次研究确定,除上述元素外植物生活中所必需的元素还有锰、锌、硼、钼和铝。因为植物对这些元素的需要量十分小,故定名为“微量元素”。此外在植物体内钠和氯这两个元素的作用是否相同这一点尚未得到确切的阐明。

除了二氧化碳以外,植物都是从土壤中吸取所有其他元素的。在土壤里这些元素溶于水中的量很少,而是大量地被粘土和腐殖质的微粒吸附着。由于在土壤微粒上的集聚,就能够使果树生活中的重要物质在土壤中大量地储藏起来。我们必须观察的是:果树的根是用什么方式从土壤中吸取这些物质的,果树为什么要利用这些物质,以及能得到多少?

土壤吸取化学元素的机制问题还不完全清楚。为了详细了解它,我们介绍读者看一些专门文献。众所周知,阳离子(金属)进入根系是借助于与氢离子的交换,交换中所需的氢根是在呼吸过程中得到的。在解释非金属元素的吸收过程时就产生了

困难。毫无疑问,在此时须要消耗的能量正是在呼吸过程中植物应得的能量。在了解了这些相互关系之后,我们就会明了,只有在根内貯有大量氧气的情况下,根才能完成自己的功能;从而也就了解到土壤通气良好的作用。

根具有选择性吸收土壤中各种元素的一定能力。例如,若我们在营养液中放入同等数量的钠盐和钾盐,那么即可发现植物的根能更多地吸取植物生活中必需的重要元素——钾。而这种选择性吸收能力远非是无限的,由于偏重吸取某一种元素,对其他元素的吸取就可能受到影响。因此植物吸取钾元素的量在很大程度上取决于植物对钙离子的可吸收量,对镁的吸收取决于土壤中钾的含量。Cain (1948) 研究了一些沙培的一年生苹果幼苗,他对每一棵幼苗都供应钾、钙和镁 3 种元素(各按少量、中量、大量),并且设计了各种形式的组合处理。以后测定了以上三种元素在叶片和树干中的含量。在这实验中很明显地发现到植株对每一种元素的吸收都取决于营养液中其他两种元素的含量。

Wädenswil 研究所里所进行的盆栽果树试验中这种离子竞争现象正如以上所得出的结论一样,很可能比以前所预料到的起着更大的作用。对果树的良好生长起着重大作用的不仅是吸附在粘土和腐殖质微粒上的或溶于土壤溶液中的一定元素的绝对数量,而且主要是个别元素间数量的比值。因此在对果树施肥时,必需特别注意这个问题。Batjer、Baynes 和 Regeimbal (1939) 在苹果幼株的砂培研究中进一步发现了,当施入少量氮时,就可看到叶片里钾元素的量在增长。在土壤溶液中氮的含量越少,吸收到的磷就会越多。由此可见,在阴、阳离子之间,以及各阴离子之间都存在着拮抗作用。其次对于个别元素的选择性吸收在颇大程度上是取决于土壤的酸碱度。应当指出,仁果类和核果类树种在弱酸性或中性的土壤里(pH 6—7) 生长得较好。

如果我们注意到吸收物质的能量来源——呼吸作用,那末,我们就很容易理解,土壤的湿度条件及与其有关的土壤通气性同样都起着很大的作用。例如,降雨量大的地区往往能观察到苹果、梨及桃树的一种缺绿病是由于铁的吸收受到障碍而引起的。如果在果树间栽培草皮的话,这种病才能消除。显然,在这样的条件下,草依靠它强烈的蒸腾作用使土壤湿度降低,从而就造成果树根的良好生长条件。

由根毛吸收的营养物质以渗透的方式进入了根的输导组织。这些物质变成溶于水中的盐类,由输导组织又转送到植物各个器官,以后仍以渗透的方式分配到各器官的细胞里。

多余的矿物质是随着落叶及脱落的树皮而排出的。此外,这些物质还有一部分是在根毛更新及小根死亡时又返回土壤中的。

Auchter (1923) 证明,一部分根所吸收的无机物质几乎只输送到与该部分根相联系的树枝中,而从未发生过把无机物质横向运输到与其他部分根相联系的树枝中。这样一来,以前 Knowlton (1921) 所确定果树“半面施肥”法便得到明显的证明。这位研究者对 25 株苹果树的每棵树干周围的半面施上智利硝石。经过 5—8 天后,在每一株树的施肥和不施肥的两部分用化学分析法测定时,未能发现芽和叶内的含氮

量有任何差别。相反,在第12—21天后就发现相当大的差别,起初表现为施肥半面上的枝条顶端生长增强。然而,由于土壤中离子运输情况,树干和树枝螺旋式地交互生长(这在梨树中特别明显),以及随时都在进行的内部调整,故不必要用这种方法进行更精确的研究。

这样一种方法是十分有价值的,即它能在每一个别情况下,都能精确地确定果树对个别元素的需要。例如,在土壤中非常缺乏各种元素时,土壤的化学分析对解决这个问题就能提供出很有价值的材料。但是由于植物吸收个别元素是决定于土壤中可吸收的其他的一些无机物质,因此上述的方法也只能提供试验性的资料。由于这种原因,因此曾多次试图根据叶片灰分的含量来对此问题作出结论。但是,灰分的含量对所有的元素来说,变化范围很大。正如 Boynton 和 Compton (1945) 所证明的那样,叶片内每个无机元素的含量在颇大程度上不仅与该元素在土壤中的含量有关,而且与土壤中所含的其他物质有关。另外经常从对照的树枝(通常采用长生长枝)上取下叶片来进行试验时,无机物质的含量也是随着季节变动的,例如,氮和钾的含量主要是随着季节的推移而降低的。考虑到上述的各种规律性,那么所提到的美国诸研究者的意见,分析叶片的灰分必然能提供宝贵的试验资料。

果树生命活动所必需的金属和非金属元素是以无机化合物的形式被根所吸收的,有一部分金属和非金属元素在活细胞内被同化,而构成有机化合物。为了详细了解这一过程请读者看一下关于植物生理的专著,例如 Frey-Wyssling (1945) 的著作。

在其他元素中需要特别注意的是氮。就如我们在本书的其他各章看到的那样,氮首先能调节生长及结实。当其他的任何一种元素缺乏时也不会和缺氮一样很快地

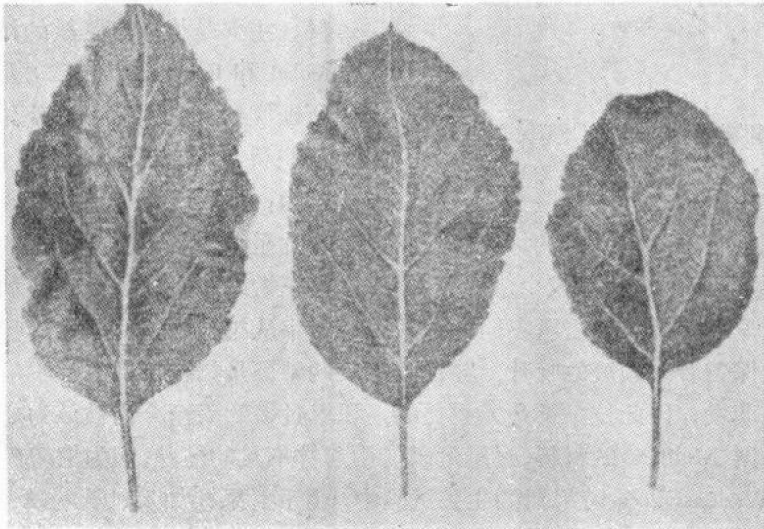


图 1-6 具有缺磷症状的苹果树叶。注意叶缘上半月形的坏死部分
(引自 Kobel, Fritzsche 及其同事们的合著)。(R. Isler 摄影)