

果树施肥 新技术

苹果 梨 葡萄 桃 杏 李
甜樱桃 草莓 油桃

姜远茂 彭福田 巨晓棠 编著



中国农业出版社

前 言

果树作为经济作物历来受到广大农民的重视，是农民奔小康、农村产业结构调整的首选作物。党的十一届三中全会以来，落叶果树在广大农村得到迅猛发展，新技术在新老果区得到普及，果品产量迅速增加，果品销售形势由卖方市场变为买方市场。因此，果品生产的形势由原来产量效益型变为质量效益型，果树管理也由原来的粗放管理朝着精细管理的方向发展。

在新老果树产区，无论是果农还是技术推广人员历来有重视地上部管理、忽视地下部管理的不良倾向。在果树施肥上存在着重视无机肥施用、忽视有机肥施用，化肥施用上存在偏施氮肥，忽视磷、钾肥，施肥时期上存在基肥施用期偏晚，追肥时期随意进行，施肥量上偏多或偏少等不足。由于我国果树发展方向是上山下滩，不与粮食作物争夺粮田的政策，再加上果树所处立地条件较差等不利因素，要求我们必须正视地下管理和施肥。实践证明，凡是优质高产高效的果园，共同的特点都是重视地上管理，更重视地下管理。

近几年来，我们在山东果树产区推广精准施肥技术、平衡施肥技术、新型复合肥等，果农在采用这些新技术、新成果后尝到了甜头，很多果农已经认识到科学合理的施肥是实

现果树高效生产的基础。基于这一目的，我们编写这本书，以期达到指导果农施肥，实现果树优质、高效、低耗、无污染生产的目的。由于我们水平有限，错误之处在所难免，敬请读者批评指正。

本书在编写中，曾得到山东农业大学果树专家束怀瑞教授的亲切指导，并参考了国内外部分相关研究资料，在此一并致谢！

编 者

2000年2月

目 录

第一章 果树的根系及其与施肥的关系	1
一、果树根系的类型及演化	1
二、根系的分布和密度	2
三、根系的变化动态	6
四、影响果树根系发生及生长的因素	7
第二章 果树营养特性及对养分的吸收	13
一、果树施肥特点	13
二、果树对矿质养分的吸收	18
第三章 各种矿质元素的功能及营养失调的表现	24
一、树体中各元素的生理功能	25
二、主要果树缺素或过量的外部症状	32
第四章 土壤与果树营养关系及土壤改良措施	45
一、土壤对营养元素的供应	45
二、各种营养元素在土壤中的含量和形态	46
三、土壤的改良及管理	49

第五章 肥料种类和性质	59
一、有机肥料	59
二、化学肥料	66
三、化肥的质量指标及鉴别	77
四、肥料的混合	83
第六章 果树施肥原理及营养诊断	85
一、果树施肥原理	85
二、树相诊断	88
三、植物组织分析诊断	92
四、土壤诊断	100
第七章 果树施肥技术	102
一、果树施肥的原则	102
二、施肥量	104
三、施肥时期	106
四、施肥方法	108
五、施肥与水分管理	112
第八章 苹果施肥	113
一、根系生长发育特点和施肥关系	113
二、苹果对矿质营养的需要	114
三、主要营养元素对苹果生长结果的影响	119
四、施肥技术	124
第九章 梨树施肥	141
一、梨树根系特性与营养施肥的关系	141

二、梨树的矿质营养特点	142
三、梨树施肥技术	151
第十章 葡萄施肥	155
一、葡萄根系特点与施肥的关系	155
二、葡萄的营养特点	158
三、营养元素的作用及吸收	158
四、葡萄的施肥技术	166
第十一章 桃树施肥	172
一、桃树的根系特点与施肥的关系	172
二、桃树的需肥特点	173
三、各种营养元素对桃树生长发育的影响	176
四、施肥技术	179
第十二章 杏树施肥	183
一、根系的生长特性及对土壤条件的要求	183
二、杏树吸收营养物质的特点	184
三、施肥技术	184
第十三章 李树施肥	190
一、根系的分布特点与活动规律	190
二、李树吸收营养物质的特点	192
三、施肥技术	193
第十四章 甜樱桃的施肥	198
一、甜樱桃根系的特点及其与施肥关系	198
二、甜樱桃的需肥特性	199

三、施肥技术	203
第十五章 设施栽培果树施肥	209
一、设施栽培果树营养及需肥特点	209
二、葡萄保护地的施肥	214
三、草莓保护地施肥	218
四、油桃保护地施肥	221

第一章 果树的根系及其 与施肥的关系

果树正常生长发育所需要的矿质营养与水分主要是通过根系来吸收的。除此以外，果树的根系还是重要的贮藏器官，果树落叶之前，叶内的养分回流到枝干，很大一部分再从枝干回流到根系中，这一特性对于多年生的果树具有重要的意义，果树第二年生长发育所需的养分多来源于此。果树的根系还是重要的合成器官，其新根中合成的细胞分裂素等活性物质对果树正常生长发育起着不可替代的作用。果树根系还具有运输作用和固定作用，这有利于养分上下交换和抗倒伏。因此，果树根系在果树正常生长过程中起着重要作用，加强根系管理对于优质丰产、提高养分利用率、减少污染和降低成本，实现高产、优质、高效、低耗果树生产具有重大现实意义。

一、果树根系的类型及演化

果树的根系从功能上可分为两大类：一类是具有次生结构的褐色或黄褐色的根系，称为次生根；另一类根是只具有初生结构的白色根，称为初生根。

次生根起运输作用和贮藏作用。初生根按其功能和形态等又可分为吸收根和生长根。吸收根数量多而密，寿命较

短，只有 15~20 天，不断被新的吸收根所取代，起短期增加吸收面积、增强吸收功能及同化合成作用。生长根起着吸收根、大量分生侧根和迅速扩大根系等作用。

不同树体类型其生长根和吸收根的数量和比例差异很大。长势较强的旺长树和幼旺树其迅速生长根的数量和比例远远高于生长势弱的衰弱树和小老树。生长根和吸收根的数量和比例与地上部长梢和短梢的数量和比例呈显著对应。迅速生长根促进长梢发生，有增强树势的作用；缓慢生长根和吸收根对中、短梢发生有利，并有助于芽的发育和花芽的形成。这三种新根发生的早晚、数量及比例对地上部新梢的类型、数量及比例，停长早晚，花芽的数量和质量有着微妙的影响。同样，地上部由于整形修剪等技术措施带来的枝类组成的变化也对新根的类型和比例产生较大影响。通过调节根类来调节枝类组成和通过调节枝类组成来制约根系类型的效果是一致的。

土壤条件对根类有很大的影响，如氮多、水足、透气相对较差、磷钾缺乏的条件下，易产生迅速生长根，而缓慢生长根和吸收根数量较少。反之，磷多、钾足、缺氮、干旱、透气好的条件下易产生大量缓慢生长根，结果形成大量网状须根，而迅速生长根数量减少。由于果园土壤管理措施和土壤不同层次间差异较大，造成根类的差异。如在覆草果园中，地表水、肥、气、热条件适宜，表层须根量很大，最大可占到总根量的 85%，对果树生长发育起着重要的作用，有利于提早结果，并且可改善果实品质。

二、根系的分布和密度

1. 树种和品种对根系分布的影响 从果树种类来看，

葡萄、桃、枣和櫻桃的根系分布较浅，而苹果、梨、柿和核桃等的根系分布较深。繁殖方式对根系分布也有较大影响，种子繁殖的实生苗或作为砧木的嫁接苗，其主根发达，分布较深，对根际环境适应性较强；扦插、压条和分株等无性繁殖苗或作为砧木的嫁接苗，其主根不发达，分布较浅，对外界环境的适应性较差。同一树种不同品种间根系分布深度也存在着差异，长势强、树体高大的乔化品种，其根系分布较深；而长势弱、树体矮小的矮化、半矮化品种，根系分布较浅。不同砧木对根系分布也有较大影响，乔化砧根系分布较深而矮化砧根系分布较浅。研究表明，果树根系垂直分布范围主要在0~100厘米的土层内。虽然根系在土壤结构较好的果园中可深达1米以上，但80%左右的根系集中分布在40厘米以内的土层中，特别是在20厘米以内的表层土中分布更加集中。因此，加强表层土壤的管理至关重要，在果园施肥时，我们也要密切注意这一点。

在果园中，果树根系在水平分布上约有60%分布在滴水线以内，尤其骨干根更是如此。在土壤管理和施肥上，我们应该重视树盘的管理，加强和维持盘内根系的功能，增强肥效，减少不必要的浪费。

2. 果树根系间的相互影响 不同种类或不同植株间根系的相互影响十分复杂，既存在着相互竞争，也存在相互协同。同种果树的根系分布更多的表现为相互竞争和抑制，这种现象已在苹果、葡萄和一些核果类果树上得到证实。当根系相临时，它们力避相接，或改变方向，或向下延伸。栽植密度对根系分布有很大影响，密植园根系水平分布范围较小，而垂直分布相对较深（图1）。

同种果树根系间相互抑制的原因主要有：

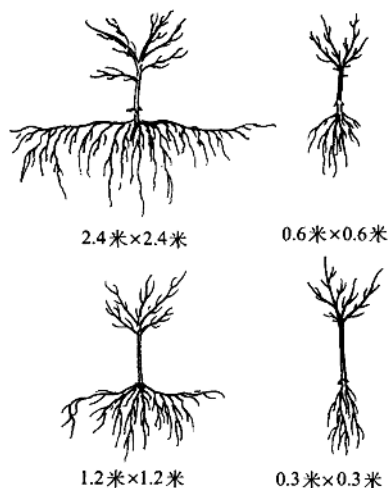


图1 5年生金冠、红星(M₉砧)根系的垂直分布(行距×株距)
(Atrinson, 1978)

(1) 根系对水分和矿质养分的竞争，特别是氮和磷的竞争。

(2) 根系分泌物中有一些抑制根系生长的物质。

(3) 死亡脱落的根系腐烂产生一些有毒物质如疖类等。

同种果树根系间相互抑制的现象要求我们在确定栽植密度时，要满足树体正常生长发育的需要。在密植园改造时，不仅要注重地上部的改造，更重要的是要从地下部根系管理着手。如莱西市星河庄富士/海棠密植园，5年生时开始隔行隔年进行壕沟法秋施基肥，沟宽40厘米，深50厘米，有效防止树体早衰，取得连年丰产稳产的效果。

3. 不同树体类型根系密度及分布特征 果树根系密度分布有以下几个特点：0~20 厘米土层中细根（直径小于 1 毫米）密度明显高于 20~40 厘米土层，40 厘米以下土层很少有细根分布，这种现象称为“表层效应”；直径 1~3 毫米的根也与细根分布相似，但不如细根明显；直径大于 3 毫米的粗根 20 厘米以下土层中密度明显高于表层土；在水平分布上，以冠径一半处的中区其细根的密度最大。离中干近的根系，运输距离较短，可迅速补充树体的消耗，而水平分布较远和垂直分布较深的根系，扩大了根系的吸收空间，可满足果树长期的需要，施肥时要兼顾这两种根的培养。

弱树其细根密度少而分布集中；3~5 毫米根多集中于树冠投影边缘处，而内中两区密度很少，这种根短截后发生迅速生长根的能力很强。因此，弱树根系生长势力外移，内部光秃可能是影响树势的原因。

旺长树细根量比弱树略多，但分布较分散。3~5 毫米粗根的数量较多，且分布较均匀，根系扩大迅速，极性生长强，是其旺长的原因。

丰产稳产树细根数量最多，且分布比较集中、稳定，在水平和垂直方向上的分布特点明显，但各土壤空间上的差异较弱树和旺长树少，有利于养分的稳定供应和适应不同的环境条件。这是果树根系管理的目标，即要求有一定数量的细根，且分布均匀、稳定。

果树是低密度根系植物，一年生作物根密度是其 50~60 倍。在我国目前的管理条件下，果树根系（特别细根）密度不是太大，而是太小，增加根系密度（即使局部）都是好的管理措施。例如在山东果园中普遍运用的覆膜、覆草、穴贮肥水和沟草养根等技术措施，均起到了养根壮树、提高

肥料利用率、优质高产的作用。

根系的密度和分布与施肥关系密切。各种养分在土壤中主要是通过扩散到达根系表面，养分（尤其磷等难移动元素）在土壤中扩散速度很慢，扩散有效距离很短，在干旱的山丘地问题更突出。因此，增大根系密度对于提高养分利用率有重要意义，把肥料施在根系（特别是细根）集中分布层是确定施肥方法的重要依据。

三、根系的变化动态

1. 根系的生命周期 每种类型的根系都经过发生、发展、衰老、更新和死亡的过程。寿命最短的根是吸收根，寿命最长的是骨干根，贯穿整个生命周期。从果树的整个生命周期来看，果树定植后先从伤口和根颈上发出新根，幼树阶段垂直根生长旺盛，到初果期时即达到最大深度，因此定植时要求大穴栽植，结果以后开始扩穴；初果期以后的树以水平根为主，同时在水平骨干根上发生垂直根和斜生根；到盛果期根系占有的空间达到最大，此时，根系的发生量也达到最大；盛果后期时，骨干根开始更新死亡，地上部也开始更新衰老。

2. 年周期变化动态 果树的根系没有自然休眠，只要条件适宜根系全年都可发生及生长。但由于地上部供应养分的状况及外界环境条件的影响，果树根系大量发生及生长呈周期性变化。总的来看，果树根系年周期变化动态模式主要有两种，一种是“双峰曲线”，另一种是“三峰曲线”。

“双峰曲线”指果树新根的发生在一年中有两次高峰，一次在5~6月份，一般为新梢停长期；另一次是在秋季。梨、葡萄和苹果幼树的根系年动态多为“双峰曲线”。

“三峰曲线”指果树新根一年中有三次发生高峰，第一次高峰出现在萌芽前后，果树贮藏养分和温度等外界条件对其有较大影响；第二次高峰出现在春梢停长后的6月份，此时果实尚未进入迅速膨大期，座果的数量、新梢能否及时停长、果实的膨大期等因素可影响此次高峰的大小；第三次是在果实采收之后，随着贮藏养分的回流，根系发生出现一个小高峰，果实采收早晚，叶片保护的如何是影响高峰的因素。盛果期苹果及桃等果树的年动态多为“三峰曲线”。

落叶果树根系与地上部生长发育之间的相互关系是复杂的。一般情况下，根系发生高峰与枝叶生长高峰及果实膨大高峰是错开的，是地上部与地下部争夺有机养分的结果，也是二者交替建造、互相促进的结果。了解果树根系发生的动态，对于确定速效肥料的施用期特别重要。在果树发根高峰来临之前施肥不仅可提高养分利用效率，而且可增加根系对养分的吸收，为果树地上部下一个生长高峰提供充足的养分，保证其正常的生长发育。

果树根系年周期生长动态与施肥关系密切，因为肥料主要通过吸收根来吸收，对速效肥料来说，其最大效益期是新根发生期，为了提高肥料利用率，速效肥料应在新根发生前施于根系周围。因此，了解各种果树根系的年周期动态对于确定其最适施肥期有重要意义。

四、影响果树根系发生及生长的因素

1. 树体内部因素对根系的影响 果树的发生及生长、养分及水分的吸收运输和合成所需的能量物质都依赖于地上部有机营养的供应。近年来在田间条件下研究结果表明，超过50%的光合产物用于果树根系的发生及生长。光合产物

不足首先影响的是对根系的供应。维持较高水平碳水化合物积累，保证碳水化合物有节奏分配利用，是保证根系生长的先决条件。

早春根系生长所需的养分主要是贮藏营养，上一年秋季的管理水平及当年开花的多少，对早春根系生长也有很大影响。上年秋季管理较差造成贮藏营养不足或开花过多造成消耗太大，均可减少春季发根高峰，对果树当年后期生长发育极为不利。

果树萌芽后，随着开花坐果和新梢的迅速生长，养分消耗中心主要在地上部，此时根系相对缓慢，当地上部新梢和果实处于缓慢生长和停长期，大量碳水化合物开始积累并运到根系中，促进根系的发生和生长，产生了第二次生长高峰。研究表明，运输到根系的养分大多数来自果树的中长梢。因此，有节奏和适度的新梢生长对维持果树根系正常生长是必不可少的。

生殖器官对养分竞争能力最强，开花、坐果及果实膨大均为各个时期果树生长中心，养分优先供应其生长。因此，疏花疏果、合理负荷、减少无效消耗是保证根系正常生长的有效措施。

叶片是光合作用的主要场所，保护叶片，提高叶片光合效能是提高树体碳水化合物水平的关键措施。因此，一定要加强叶片管理，特别是对秋季叶片的保护，保叶养根，提高贮藏营养的水平。

2. 外界环境条件对根系的影响 与地上部相比较，果树根系对不良的外界环境条件更敏感。根类中最敏感的是吸收根，在良好的条件下，其寿命仅为1~2周。改良土壤（或局部改良土壤）为根系发生、生长创造良好土壤环境，

是促进根系发生、生长，增强根系功能的有效措施。

根系的发生、生长及根系功能的发挥均为需要能量的过程，因而需要大量的氧气。土壤中氧气的含量成为影响根系生命活动的限制性因子。研究表明，果树根系要正常发生、生长，土壤空气中氧气的含量要在 10%~15% 以上；土壤空气中氧气含量低于 5% 时，根系不发生，生长也受阻；当氧气含量低于 3% 时，根系生长也停止，并且开始自疏死亡。土壤由固相、液相和气相三相组成，在保证果树需水的前提下，适当增加气相比比例（15%~37%），有利于根系的生长。在生产上，黏土地上建园时，要注意对土壤进行改良；灌水方式上要克服大水漫灌，采用对土壤透气性影响较少的灌溉方式；大雨过后要及时排水；要经常采取深翻、深刨等疏松土壤的措施，保证根系对氧气的需要。

土壤水分也是制约根系生长的环境因素之一，当土壤可利用水分下降时，短期内根毛增多，然后停止生长，并开始自疏死亡。当土壤水分过多，则影响土壤透气性，根系处于厌氧环境，引起生理干旱，严重时也造成根系死亡。果树根系要正常生长需田间最大持水量的 60%~80%，在此范围内，越接近 60%，越有利于吸收根发生，越接近 80%，越有利于生长根发生。在水分管理上，应区别对待，对幼旺树应适当偏旱，促进吸收根发生，抑旺促花；对老弱树应适当增加水分供应，促进生长根发生，恢复树势。一般情况下，果树正常生长发育，要求土壤水分相对稳定。

每种果树的根系生长都有最适宜的生长温度。不同树种或同一树种不同品种的果树，其根系生长要求的最适温度也不一样。对多数落叶果树来说，根系生长的最适温度一般为 14~25℃。根系开始生长的温度在 7℃ 以上，正常生长的最

高温为 30°C 以下。在栽培中，要求土温在最适范围内相对稳定。年周期中，早春温度太低和夏季地表温度太高是制约根系生长的两个不利因素，可以通过覆膜和覆草等措施来解决。

土壤养分含量不像通气、水分和温度条件那样，成为根系生长的限制性因子。果树根系生长有明显的趋肥性。瘠薄的土壤虽然有利于根系的建造，但根系的功能差，吸收效率低。肥沃的土壤根系发育良好，吸收根多，持续活动时间长。有机质含量是影响根系的重要因素之一，在沙滩地果园尤为重要。优质丰产果园要求有机质含量在 1% 以上，最少在 0.6%~0.8% 以上才能发展果园。氮和磷可刺激根系的生长，缺氮或缺磷均可限制根系的生长。

水、肥、气、热是对根系生长影响最大的四个环境因子。综合来看，在一定土壤范围内，从地表越向下，温度和水分越适合根系生长，而通气和养分状况越不适合根系生长；反之，越靠近地表，通气和养分状况越好，更适合根系生长，而温度和水分状况恶化，不适合根系生长（图 2）。因此，果树根系既不可能分布在地表，也不可能集中分布于较深土壤层次中，而主要分布在 10~50 厘米土层中，这一土壤层次称为根系集中分布层。土壤管理的核心是扩大适合根系生长的土壤层次。在促进根系向地表分布时，地表温度、水分状况变化剧烈是主要限制因素，可采取覆膜、覆草和生草等措施来克服。在促进根系向较深土层分布时，透气不良和养分不足是主要限制因素，深翻结合施有机肥可改善这一不良状况，促进根系向下生长。

作为果树根系生长基质的土壤，是一个非常复杂的多相体系，例如组成土壤基本骨架的团体颗粒构成土壤的固相，