

主
要
农
作
物
施
肥
丛
书

柑桔施肥

邓祖耀 韩为璨 编著



农 业 出 版 社

主要农作物施肥丛书

柑 桔 施 肥

邓祖耀 韩为瑞 编著

农业出版社出版 (北京朝内大街130号)

新华书店北京发行所发行 农业出版社印刷厂印刷

787×1092毫米32开本 2.25印张 46千字
1984年2月第1版 1984年2月北京第1次印刷
印数 1—33,000册

统一书号 16144·3766 定价 0.27元

出版说明

党的十一届三中全会以来，农村普遍建立和推行了各种形式的联产承包责任制，广大农民学科学、用科学的积极性空前高涨。我国农业进入了技术改造的新阶段。为了普及肥料知识，推广科学施肥技术，提高肥料经济效益，促进农业生产，我们组织编写了一套《主要农作物施肥丛书》，它包括《水稻施肥》、《小麦施肥》、《玉米施肥》、《棉花施肥》、《油菜施肥》、《大豆施肥》、《花生施肥》、《茶树施肥》、《甜菜施肥》、《柑桔施肥》、《果树施肥》（梨、苹果）、《蔬菜施肥》共12个分册。

这套丛书以实用技术为主，同时阐述各种作物的生物、营养特性和需肥规律以及缺素症状等科学知识。丛书系科学普及读物，内容文字力求通俗易懂，并配有插图。基本上具有科学性、知识性、实用性的特点。可供农村具有相当初中文化程度的农民技术员、专业农户和基层干部阅读应用。

前 言

本书结合我国柑桔生产发展的情况，阐述有关柑桔生产的施肥技术。主要介绍施肥对柑桔生长和结果的相互关系。促根与促梢，控梢与稳果，壮梢与壮果，协调营养从不平衡到平衡，以统一营养生长与生殖生长的矛盾。包括幼树、结果幼树、成龄树（盛产果树）、老树更新的促控施肥技术，以及缺素症状和矫治方法。使读者能够联系生产实际，提高柑桔产量和改善果实品质，为社会主义四化建设服务。由于我国幅员广大，各省自然条件和柑桔品种分布比较复杂，不可能一一详细叙述。各地可结合实际情况，参照应用。

由于本人科学水平低，实践经验不足，本书缺点和错误在所难免，诚恳希望广大读者批评指正。

编 者

1983.3.

目 录

一、施肥与植株地下部和地上部相互关系.....	1
(一) 根系生长条件.....	2
(二) 根系生长量.....	2
(三) 相互关系.....	3
二、根系是怎样吸收养分.....	5
三、促与控施肥技术.....	6
(一) 植株必需的矿质营养.....	7
(二) 促梢、控梢、保果施肥.....	10
1. 幼树施肥技术.....	11
2. 结果幼树施肥技术.....	12
3. 成龄树施肥技术.....	17
4. 老树更新施肥技术.....	20
5. 根外追肥.....	21
四、施肥种类及施肥方法.....	23
(一) 施肥种类.....	23
1. 农家肥料.....	24
2. 化学肥料.....	24
3. 微生物肥料.....	24
(二) 施肥方法.....	27
1. 绿肥压青.....	27
2. 人粪尿.....	27
3. 畜粪尿和厩肥.....	28
4. 饼肥.....	28

5. 骨粉	28
6. 草木灰	28
7. 尿素	28
8. 石灰氮	29
9. 硫酸铵	29
10. 硝酸铵	29
11. 过磷酸钙和重过磷酸钙	29
12. 钙镁磷肥	29
13. 硫酸钾和氯化钾	29
五、施肥用量及提高肥效	30
(一) 幼树施肥用量	31
(二) 结果树施肥用量	31
(三) 怎样提高肥效	32
六、缺素症状及矫治方法	35
(一) 氮	35
(二) 磷	37
(三) 钾	39
(四) 钙	40
(五) 镁	41
(六) 锌	42
(七) 硼	43
(八) 锰	44
(九) 铁	46
(十) 铜	48
(十一) 钼	50
(十二) 硫	52
主要参考文献	66

柑桔植株的个体生育,经过幼龄、成龄和衰老三个阶段。在各个阶段中,所需矿质营养,有共性也有特殊性。植株在一年之中,各种新梢(春梢、夏梢和秋梢)生长,结果母枝形成,以及果实肥大的全过程,所需各种元素比例,吸收量也不完全相同。不看季节,不看树势,不看结果量和树龄,不看植株结果母枝形成时期,有肥就施,就会使新梢抽生不整齐,使能形成结果母枝的新梢,为营养生长所代替,枝序之间强者愈强,使树越长越旺。有时施肥错过季节,引起无经济价值的新梢生长(即夏梢抽发影响幼果脱落,晚秋梢或冬梢抽发,下一年花量小易减产),起着施肥的反效果。施肥是柑桔生长、开花、结果中不可缺少的营养物质。肥料是柑桔植株的“粮食”,要把柑桔生产搞上去,只有在植株根系生长期与植株新梢抽生季节,促什么、控什么,何时为促、何时为控,有目的地重点施肥,提高各种肥效,使有限的肥料发挥更大的作用,不断提高果实产量。

一、施肥与植株地下部和地上部相互关系

根系吸收养分合成有机化合物、生长素、促进枝叶和叶绿素等色素的形成,为枝叶所营养。在枝叶中形成的同化物

质、维生素、生长素，又促进了根系的生长。所以，根系的生长，必然影响树势和产量。

根系的生长，受土壤施肥、温度、雨量的影响很大，不同树势与根系分布土层、灌溉等，都影响着根系伸长。根据中国农业科学院柑桔研究所观察结果，在以肥培土生态环境相同条件下，不同砧木在各个时期生长量，有其明显的差异。

（一）根系生长条件

在正常气候条件下，根系开始萌发的气温为19—20℃，土温17—18℃之间，土壤含水量16—17%。根系迅速生长期的气温为26—28℃，土温24—26℃之间，土壤含水量18—20%。抑制根系生长的气温32—33℃，土温30—31℃之间。秋末冬初根系停止生长的气温18—20℃，土温17—18℃之间，土壤含水量16—17%。根系迅速生长期需要养分最多，土壤养分不足时，只有施肥补充，尤其是根系生长分布最多的土层，增施有机肥料，使土质疏松，有机质含量一般在1.5—2.0%，有的达到3%，根系生长迅速形成根群。要使根系生长保持活力，土温不宜变化太大，时高时低对根系生长不利，稳定的土温取决于施肥深度，深施肥引根深生，才能避免不良自然环境条件的影响。

（二）根系生长量

不同地区生产所用砧木不同，又受当地气候、土壤施肥所影响，不同砧木或同类砧木，不同地区，在一年之中，根系生长量也不一样。枳壳砧在重庆地区一条根生长81—85厘米，在广西柳州一条根生长130—140厘米；红桔砧在重庆地区一条根生长108—115厘米。从根系生长速度来看，两种砧

木在土、肥、气、热相同条件下，各时期根系生长量差异很大（表1）。造成这种差异，主要是砧木特性所决定。从全年各期生长百分数可以看出，6月红桔砧占38.42%，枳壳砧占49.38%；7月红桔砧占18.98%，枳砧占13.58%；9月红桔砧占28.70%，枳壳砧占11.11%。红桔砧的根系生长，以6月和9月两个时期生长最快，特别是6月中旬和9月中旬生长最多；枳壳砧则以6月和7月生长量最大，尤其6、7两月中

表1 不同砧木根系生长量比较（厘米）

（中国农业科学院柑桔研究所）

类 别 项 目 月 份	红 桔 砧			枳 砧		
	累 生 长 量	积 量	月 生 长 量	占 总 生 长 量 (%)	累 生 长 量	积 量
5	5.5	5.5	5.10	6.0	6.0	7.40
6	47.0	41.5	38.42	46.0	40.0	49.38
7	65.5	18.5	18.98	57.0	11.0	13.58
8	73.0	7.5	6.90	65.0	8.0	9.80
9	104.0	31.0	28.70	74.0	9.0	11.11
10	106.0	2.0	1.50	81.0	7.0	8.6
11	108.0	2.0	1.50	—	—	—

旬生长最旺盛。根系这种生长习性，为施肥管理根系，使根系大量生长时期所需要养分得到满足，就能保持幼果充足营养，使6月中、下旬第二次生理落果就会减少，起到稳果的作用，促梢壮果及时施肥，而获得高额产量。

（三）相互关系

根系生长与春梢抽生是相互交替的。在新梢转绿以后，新根大量生长。由于新梢大量形成，根系从土壤中吸收水分和养分增加，又促进了枝叶的生长。这种相互制约，相互促

进，是互为依赖平衡发展的有机联系，消费与积累矛盾的统一，确保植株正常生长。在相互关系中，不论红桔砧植株和枳壳砧植株，正常年景，长江流域根系生长开始于4月下旬，即春梢抽生开花末期，5月为夏梢生长期，6月则为根系生长最旺期，7月下旬为早秋梢抽发，根系生长势减弱，早秋梢转绿以后，壮果至9月中旬果实暂停肥大，又出现根系迅速生长，尤其是红桔砧植株根系生长快，生长量大，占全年生长量约三分之一(图1)。华南地区气温高，植株物候期早，根系无疑萌发早。根系周年生长习性，对新梢抽生、保花保果、

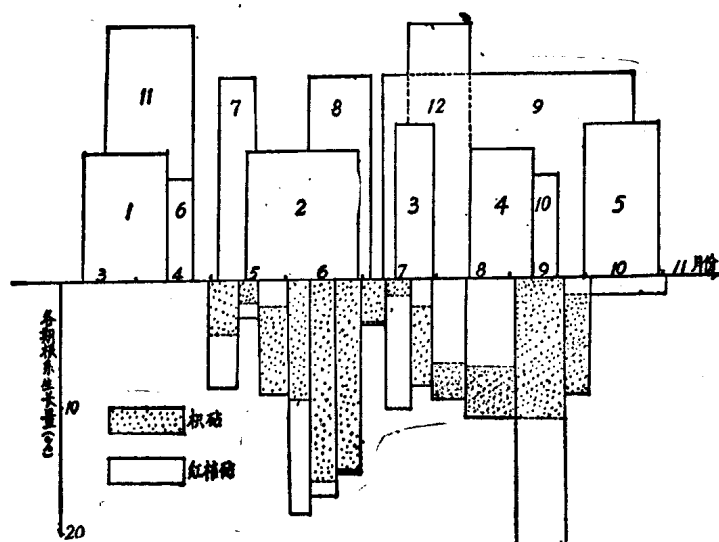


图1 甜橙根系生长习性与植株物候期相互关系

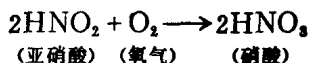
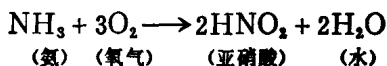
1. 春梢期 2. 夏梢期 3. 早秋梢期 4. 秋梢期
5. 晚秋梢期 6. 盛花期 7. 第一次生理落果
8. 第二次生理落果 9. 壮果期 10. 花芽开始分化期
11. 春早期 12. 伏早期

壮果以及花芽分化等，结合施肥促根而起到养叶的作用，根深才能叶茂。因此，促根与促梢，控肥与控梢，稳果与壮果，施肥是最为重要的。

二、根系是怎样吸收养分

植株根系吸收肥料，是以离子交换的形式吸收养分。其所谓交换，一方面土壤要存在有离子状态物质，另一方面根系表面要存在离子状态物质。土壤存在离子状态物质，除了土壤本身存在以外，主要靠施肥而获得。肥料施到土壤以后，有机肥通过土壤微生物的分解过程，释放出植株所需要的营养物质。如动物、植物肥料含有有机态氮、蛋白质，施入土壤中以后，其分解过程如下：

蛋白质 → 氨基酸或酰胺 → 氨 $\xrightarrow{\text{好气}}$ 亚硝酸盐 → 硝酸盐
这种分解过程称为氨化过程和消化过程。如在嫌气条件下（积水或土壤板结），不但氨化作用进行缓慢，而且分解到氨阶段就不再继续分解，最后形成 NH_4^+ 形态存在于土壤溶液，或形成铵盐，如硫酸铵等被土壤胶体吸附。如在土壤通气条件下，氨进一步氧化为硝酸态氮，称为硝化过程，其分解过程如下：



最后，硝酸在溶液中形成 NO_3^- 。因此，不论是 NH_4^+ 或 NO_3^-

都能为植株根系所吸收。

施入土壤中的有机肥料，含有有机态磷如核蛋白，磷脂等，被土壤中微生物分解为磷酸 (H_2PO_4)，在土壤溶液中呈 H_2PO_4^- 或 HPO_4^{2-} ，能为根系所吸收。因为有机肥料要通过微生物分解，肥效较迟，称为迟效肥料。化学肥料在土壤溶液中直接溶解为氨态氮，如碳酸氢氨 (NH_4HCO_3)，分解为带正电荷的 NH_4^+ 和带负电荷的 HCO_3^- 。所以能直接为植株根系所吸收，称为速效肥料。

根系表面的离子是通过根呼吸作用产生的二氧化碳 (CO_2)，二氧化碳和水形成碳酸 (H_2CO_3)，再离解成 H^+ 和 HCO_3^- 。由于根尖与菌根表面细胞的原生质是两性胶体，可以吸附 H^+ ，也可以吸附 HCO_3^- 。但在一般情况下，原生质表面带负电荷多于带正电荷，所以根细胞吸附的 H^+ 较多。根细胞吸附的 H^+ 与土壤溶液中的氨 (NH_4^+)、钙 (Ca^{++})、钾 (K^+) 等正离子起交换作用。根细胞吸附的少量 HCO_3^- 与土壤溶液中的 NO_3^- 、 H_2PO_4^- 等起负离子交换作用。这些有选择性的进入果树体内，如浙江、福建滨海盐碱地的柑桔枯枝落叶，是与氯离子 (Cl^-) 的吸收过多而毒害有关。

三、促与控施肥技术

从根系生长习性结合植株物候期来看，不同树龄都需要保持树势。使幼树加速形成树冠，结果幼树不断提高果品产

量，成龄树高产稳产，老树更新以老还童恢复生产，这与施肥和植株营养元素有着密切的关系。

在柑桔树体内不同组织中含有 50—90% 的水分，它由氢(H)和氧(O)组成，其余大部分是碳水化合物，由碳(C)、氧、氢组成，这三种元素几乎占全鲜体组成的 96% 以上，都是来自空气中的二氧化碳和土壤、水，其他元素，植株均从土壤中吸收。大量元素有氮、磷、钾、钙、镁、硫，微量元素有铁、锌、锰、铜、硼、钼等。此外，柑桔树体中还含有其他元素 21 种。

(一) 植株必需的矿质营养

氮素：氮是植株生命基础的蛋白质中不可缺少的一种元素，其含量为 16—18%。从幼苗期到开花结果，都需要氮素营养。氮素需要最大的是用形成新细胞原生质的蛋白质，叶绿素中也含有氮。在植株体内，氮素通常以有机态氮合成为蛋白质、叶绿素、生物碱等重要营养物质。氮在叶中含量有干物重的 3% 左右，1—6 周的嫩叶含氮量最高(表 2)。枝梢和根系约含 0.7—0.8% 左右(表 3)。大部分的氮素存在于叶中，约含全树的 40%，枝干中约含有 30%，根系中约含有 10%，果

表 2 甜橙叶在不同生长期的营养成分
(综合资料)

叶 龄	干 物 质 含 量 (%)				
	氮 (N)	磷 (P)	钾 (K)	钙 (Ca)	镁 (Mg)
1 周嫩叶	3.10	0.36	1.30	1.36	0.26
6 周幼叶	2.45	0.21	0.95	2.62	0.30
成叶	2.39	0.13	0.96	5.63	0.37
老叶 (3 年以上)	1.31	0.14	0.36	7.36	0.36

实中约含有20%。所以,氮素在其他良好条件下,使植株枝叶茂盛,是营养生长和生殖生长的基础。

表3 甜橙树体内营养成分
(综合资料)

器 官	干 物 质 含 量 (%)				
	氮 (N)	磷 (P)	钾 (K)	钙 (Ca)	镁 (Mg)
叶	2.24	0.16	0.71	5.81	0.26
新 梢	0.79	0.14	0.55	1.58	0.17
主 干	0.40	0.07	0.22	0.51	0.07
木质部	0.28	0.10	0.54	3.22	0.11
根	0.82	0.12	0.28	0.70	0.05

磷素:磷酸是植株进行重要生理机能的核酸、酶类、卵磷脂等物质的主要成分,也是呼吸代谢中能量转换物质。磷酸聚积在植株新梢和新根的生长点和细胞分裂活跃的部分。温州蜜柑叶、枝梢、根约含有0.12%的磷酸,果实内含有0.04%。有种子的果实中,种子内含有大量的磷酸。植株正常生长所必须的磷酸最低也应该在叶干物质量中占0.08%,温州蜜柑约需0.15%。磷肥的施用,可以降低果实中柠檬酸含量,早熟优质。

钾素:钾肥对于植株枝梢细胞分裂生长有促进作用,对于碳素同化作用,蛋白质和脂肪的合成有关。钾能增加叶绿素的合成,促进光合作用,使组织充实粗壮。在植株体内,叶内钾的含量在0.35—2.0%范围之内,生长正常,枝叶强健,抗寒能力增强。在含量0.35%以下表现不足,在含量3.5%以上时,对枝叶生长有抑制作用,使果皮加厚,果实增大,果汁含酸量增加,延迟着色。

钙：钙具有磷酸酶的激化作用。钙是果实细胞果胶的主要成分，使细胞凝结不散。钙在细胞汁液中还可中和有机酸，使之成为无害。植株吸收钙离子较多，但大部分存在于叶中和其他树体内不太移动，约有80%的钙存在于木质部，实际利用的只有少量。在甜橙叶片中，钙的含量比钾大4—12倍，其中一半以可溶性形态存在于汁液中。铵离子对钙离子的吸收有拮抗作用，钙离子与钾离子也有拮抗作用。在石灰岩分化土壤中，常常引起缺铁、锌的花叶征状。钙施用过量，土壤pH值达到7.3以上，就会引起严重的花叶征状。

镁：植株从土壤中吸收置换性镁离子。镁是叶绿素的组成部分，也是某些酸的激化物质。温州蜜柑的叶片含镁约0.2%，枝梢中约0.1%，果实中约0.03%，根中约0.12%。

硫：硫是胱氨酸、半胱氨酸和其他氨基酸合成的组成部分，并以硫氨基状态存在于植株体内。缺硫会引起缺绿和不能合成蛋白质，结果引起氨基酸的游离状态累积。

高产稳产的主要元素在树体内含量指标，都有一定适宜比例范围，低含量者不足，树势生长弱，高含量者营养生长

表 4 甜橙叶中主要元素含量（干物质%）

主 要 元 素	含量不足	最低含量	适宜含量	最高含量	超过量
氮 (N)	小于2.2	22—2.3	24—2.6	27—2.8	大于2.8
磷 (P)	小于0.09	0.09—0.11	0.12—0.16	0.17—0.29	大于0.3
钾 (K)	小于0.40	0.4 —0.69	0.70—1.09	1.1 —2.0	大于2.3
钙 (Ca)	小于1.60	1.6 —2.9	3.0 —5.5	5.6 —6.9	大于7.0
镁 (Mg)	小于0.16	0.16—0.25	0.26—0.6	0.7 —1.1	大于1.2
硫 (S)	小于0.14	0.14—0.19	0.2 —0.3	0.4 —0.5	大于0.6

旺，只有在适宜营养比例范围内，植株营养生长与生殖生长趋于平衡，才能获得高产（表4）。

植株在生长发育过程中，微量元素直接参与碳水化合物、蛋白质及脂肪的新陈代谢过程，不仅影响树势和产量，而且还影响果实品质。

硼：硼能提高叶片含氮量和淀粉的积累，改善叶片氮、磷营养，促进氮、磷代谢的作用。植株叶内含硼约为20—200ppm，其实叶内有31—100ppm就足够了，过多反而有害。

铜：植株体中的氧化酶含有铜，而氧化酶是加速植株机体氧化过程的物质。提高叶绿素含量，增强叶绿素的稳定性。

铁：铁在土壤中含量虽多，但能被植株吸收利用可溶性铁的化合物往往不足，铁是叶绿素所不可缺少的元素。

锰：锰影响植株体中的氧化——还原作用，在植株体中，有时起催化剂的作用，有时起还原剂的作用。因而锰在吸收硝态氮和氨态氮的过程中占重要的地位。

锌：锌也是植株生长发育不可缺少的一种微量元素。植株缺少锌时，生长就会受到影响，产生叶小花叶征状，甚至停止生长。

钼：钼有助于叶绿素的形成和促进光合作用的进行，提高氮、磷含量，在植株的蛋白质的合成过程中起很大的作用。

这些微量元素，在植株体内含量虽然不多，需要量也少，但幅度过低或过高，都会影响植株正常生长，所含适宜比例的，则有助植株生长和结果（表5）。

（二）促梢、控梢、保果施肥

在柑桔生产上不同产量水平与施肥用量的相关性，国外

表 5 甜橙叶中微量元素含量 (干物质, ppm)

微 量 元 素	不足含量	低 含 量	适宜含量	高含量	超 过 量
硼 (B)	小于 21	21—30	31—100	101—260	大于 260
铁 (Fe)	小于 36	36—59	60—120	130—206	大于 250 ?
铜 (Cu)	小于 3.6	3.6—4.9	5—16	17—22	大于 22
锰 (Mn)	小于 16	16—24	25—200	200—500	大于 1000 ?
锌 (Zn)	小于 16	16—24	25—100	110—200	大于 300
钼 (Mo)	小于 0.06	0.06—0.09	0.1—0.29	0.3—0.4	—

多通过叶片分析来指导柑桔生产施肥, 分析叶片缺啥补啥, 而获得大面积高产。我国柑桔栽培, 丘陵山地面积比例大, 土壤有机质含量一般在1%左右, 土质瘠瘦, 保肥保水力差, 大面积生产施肥用量低, 株年施肥水平一般为人畜粪 400 斤左右, 低肥用量获高产, 应着重从根系生长习性与植株物候期的相互关系, 作为指导施肥技术, 是用肥量低的主要施肥方法。促什么, 控什么, 何时为促, 何时为控, 促控结合, 仅管年施肥水平低, 但在突出重点施用情况下, 就能够发挥经济施肥的效果。

1. 幼树施肥技术 柑桔幼树, 习于扩大树冠的营养生长, 新梢生长旺盛, 促发新梢迅速形成多枝多叶的小树冠, 是幼树施肥和管理主要内容。在不同土质条件下, 施肥时期也不完全相同, 砂性重的土壤, 保肥保水力差, 以勤施薄施肥效最好; 粘性重的土壤, 保水保肥力较强, 施肥次数减少而用肥量多的肥效也高。由于各地气候、雨量、品种特性不同, 植株新梢抽生时期和生长量也有差异。

长江流域植株每年一般抽生 3 次新梢。如重庆北碚紫色土栽培的锦橙幼树, 每年抽生 3 次新梢, 以施 3 次重肥为主,