

# 柑桔的有性杂交和辐射育种技术

本 所 育 种 组

随着农业生产水平和人民消费水平的不断提高,对于柑桔品种不断提出高度复杂的要求。通过资源调查、选种和引种等方法来发掘利用自然界现有的原始材料已不能满足生产发展的需要。因此,开展柑桔育种,创造大量的变异类型,从中选出优良的新品种,已成为现代品种选育工作的重要手段。目前,柑桔育种的方法多种多样,有珠心胚实生、有性杂交、人工引变、组织培养等,但根据我国柑桔生产的特点,当前用得较多的是有性杂交和辐射育种。现将这两种柑桔育种手段的有关技术简要介绍如下,仅供参考。

## 一、有性杂交

有性杂交是指遗传性不同的两个亲本的雌雄配子交配受精而产生新的杂种有机体的过程和方法,是人为创造变异类型定向选育新品种的有效手段。由于柑桔类植物的遗传基础比较复杂,杂交后代的个体之间往往差异很大,其性状和特征可能与亲本或其祖先的某些性状和特性相似,也可以产生新的性状和特性,并且与个体发育过程中的环境条件有紧密的依存关系。因此,在柑桔有性杂交时必须注意掌握以下几个方面:

### (一) 杂交亲本的选择

“内因是变化的根据,外因是变化的条件,外因通过内因而起作用”。这说明根据柑桔的内因——遗传性来选择亲本是使杂交育种获得成功的首要条件。根据柑桔果树的特性和各地的育种实践,为使杂交获得成功,在选择亲本时,应注意掌握以下一些环节:

#### 1. 根据杂交目标选择亲本

杂交育种时希望获得具有双亲优良性状、特性的杂种,因此,根据育种目标选择的亲本应该具有最多的优良性状和特性,最少的不良性状和特性,而且通过杂交两个亲本之间能够取长补短,尽量避免某些重要缺点影响于后代,否则形成生产上有价值品种的机会较少。

许多实践已证明,通过种间或品种间的杂交,往往杂交后代的遗传性状表现得比较复杂。例如,甜的品种×酸的品种,子一代表现为酸或中间;但甜的品种×微酸品种,子一代常常表现为甜。早熟×晚熟,子一代为中熟或晚熟,但早熟×早熟,子一代则比双亲早熟或中熟。无核品种×有核品种,后代常常表现为1比1。矮化品种×乔化品种,子一代约有一半表现矮化等等。因此,在开展杂交育种时,必须根据育种目标,从现有的品种材料中,进行慎重严格的选择,以期获得比较理想的杂交后代。

#### 2. 尽可能选择单胚性的柑桔品种作母本

许多柑桔品种的种子都具有多胚性的特点,如以这类品种作母本进行杂交,获得杂种的

机会往往很少，这是柑桔育种上的一大障碍。为了排除这种多胚性的干扰，就应当尽可能选择单胚性的品种作母本，这样即可获得大量的有性杂种。根据对一些品种材料的观察，已知的单胚性品种有柚子、枸橼、南丰蜜桔、椪桔、光桔、欧柑、圆红香柑、红桔广柑、克里迈丁桔、韦尔金桔、罗浮金柑等。

### 3. 根据亲缘关系选择亲本

一般来说，采用远亲杂交容易得到杂种，柑桔的各个属之间杂交或者桔、柑、橙、柚之间的种间杂交，都容易得到优良杂种，例如湖北秭归县的九月黄甜橙就是甜橙与建柑的杂种，江西三湖化红可能是甜橙与朱桔的杂种，温州蜜柑与甜橙杂交，可以得到果形如温州蜜柑、肉质似甜橙的杂种。同时，采用远亲杂种作亲本，也容易得到优良杂种。例如：湖北的九月黄，江西的三湖化红，四川的夔柑，以及蕉柑、桔柚、桔橙、柚橙、香圆等，都是劳动人民保存下来的远亲天然杂种，可以利用作为亲本，缩短育种过程。

### 4. 选择系统发育年幼的品种作亲本

目前在生产上推广发展的锦橙、脐橙、夏橙、温州蜜柑以及湖北的桃叶橙、福建的改良橙等，都是系统发育比较年幼的品种，利用这些品种作亲本比用栽培历史悠久的古老品种作亲本，容易得到优良杂种。

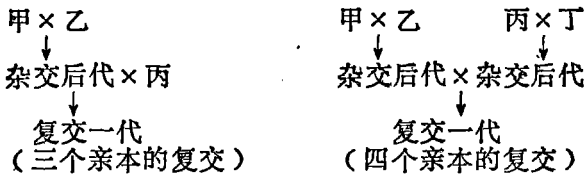
## (二) 有性杂交的方式

有性杂交的方式有多种，根据育种目标和亲本选择的不同可以灵活运用。

1. 简单杂交：这是最常用的方式。就是将选定的两个亲本品种进行杂交，而后对杂种进行培育选择，从中产生新的品种。

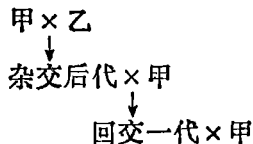
2. 复式杂交：是指二个以上的品种经过二次以上的杂交。一般是在对新品种有复杂要求，能综合多数亲本优良性状、特性时用之。

复式杂交的图式如下：



3. 正交和反交：当两个品种杂交时，如甲品种为母本，乙品种为父本的杂交称为正交，把父、母本反过来杂交即为反交，柑桔的正、反交结果往往不同，所以原则上应以具备多数优良性状并对后代能产生良好影响的品种为母本。

4. 回交：由两个亲本产生的杂种，再与其中的一个亲本杂交的方式称为回交。其图式如下：



当回交亲本（甲）具有多数优良性状尚存在个别缺点有待改进提高时就可采用回交，通过回交，可以使杂种在获得了非回交亲本（乙）的个别优良特性后，能加强回交亲本（甲）

优良特性的表现，成为我们所需要的类型。

### (三) 有性杂交的方法

#### 1. 杂交前的准备：

根据育种目标拟订杂交计划，确定杂交亲本，选配杂交组合和杂交方式，选定母树，了解亲本的花器构造、开花习性、座果率、结籽率，从而确定杂交花数和杂交时期。准备好杂交时所用的工具如镊子、毛笔、贮粉瓶、干燥器、标签、铅笔等。

#### 2. 父本花粉的采集和贮藏：

通常是在上午露水干后采取即将开放的花朵，用镊子取下花药，摊放 3—4 小时，待花粉露出则置于培养皿内，放到干燥器中贮存，花药干燥后花粉即散出而收集之，如不直接使用，可贮藏于干燥器中。没有干燥器时，可以用盛有石灰的带盖的玻璃器皿或其它容器代替，尽量放在低温、干燥、黑暗的条件下贮藏。

#### 3. 母本杂交用花的选择：

在已选定的亲本母树上，选择树冠外围或顶部光照、通风和营养条件较好的花作杂交之用。在杂交时，凡是同一花枝或花序上已经开放的花及不作杂交用的花蕾都应除去，其余枝条上的花也应适当删疏，以提高杂交结果率。

#### 4. 去雄、授粉、隔离和挂牌：

去雄、授粉、隔离和挂牌可一次进行。在授粉前，选取柱头有充分沾液即将开放的花朵，将母本两性花的花药用镊子除去，然后将父本的花粉用毛笔或其它授粉工具涂在柱头上，套上纸袋或用棉花包裹，防止天然杂交，最后挂牌登记，便于今后调查与收获。

授粉时间以上午露水干后到中午前为好，宜选择晴朗温暖无风的天气进行。

#### 5. 杂交后的管理：

授粉后，当柱头沾液已干，花瓣凋萎时即可除去隔离袋。（如用棉花包裹可以不管）对杂交母株应加强培育管理，适当疏去一些未杂交的果实，以保证杂交果的良好发育，并要定期进行检查。

6. 杂交果的采收和贮藏：当果实达到生理成熟时，即可连同挂牌一起采收，待果实充分成熟后取出种子，按不同组合或单果分别检出贮藏，并进行登记，以便今后播种。

### (四) 杂交后代的培育

培育条件对于杂种优良性状的形成具有重要意义，为了创造符合于育种要求的新品种，必须对杂种进行定向培育，有意识地控制某种性状的表现。培育杂种首先应该以农业“八字宪法”为综合措施，根据对杂种的不同要求，有重点、有目标地进行培育。

#### 1. 播种育苗：

杂交种子的播种地应选择地势平坦，土壤肥沃，土质疏松，排灌良好的地方，切忌连作，以减少病虫害。苗地应先经深翻，除去杂草，施足基肥，并按每亩 4—6 斤的用量撒上 6% 可湿性六六六粉，以防治地下害虫，然后碎土耙平，开畦播种。露地一般在春季 2—3 月份播种。一定要按杂交组合分行播种，并画好播种图，切勿搞乱。播后覆上稻草，以保持土壤湿度，提高发芽率。

#### 2. 播种后的管理：

首先要给予杂种实生苗以足够的养分和水分，使其健壮生长，同时要十分注意防治病虫害，特别是对苗期炭疽病、蚜虫、地老虎等更要严加防备，以保证齐苗、壮苗。

为便于集中管理，可于幼苗长至2—3片真叶时移栽一次。

要经常注意松土、除草。夏季要注意遮荫和抗旱保苗。

当苗木长至2尺以上时，就可出圃定植。育种材料的栽植密度不可过密或过稀，从经济利用土地及良好的结果两方面考虑，一般以每亩70—90株左右较好。也可将育种材料利用已有的成年树进行高接，以加速结果鉴定。

### 3. 杂交苗定植或高接后的管理：

为了使杂交实生苗加速生长，提早结果，尽快形成结果所需的骨架，一定要比一般的栽培品种更加精细地管理，供应更充足的营养条件，否则甜橙一般要到7—8年后才能开始结果，这就不能达到多快好省培育新品种的目的。

高接杂交苗还需及时做好除萌、去砧、扶直等工作，加强日常的田间管理，以尽量使其提早结果，提早鉴定。

### (五) 杂交后代的选择

柑桔杂种从播种到结果需要好多年，在这整个过程中都应注意详细地调查、观察、记载和不断地选择建立单株田间档案。尽管到目前为止，国内外都还没有找到杂种在结果以前进行预先选择的有效依据，但是，我们必须破除迷信，解放思想，努力实践，探索对柑桔杂种进行预先选择的有效方法。

当杂种进入结果年龄后，就必须抓紧鉴定，根据我们的要求，从产量、品质、成熟期、抗逆性、外观、贮藏性等性状特性方面加以综合鉴定。对经过连续2—3年以上鉴定，凡是综合经济性状表现优良而且稳定的单株，就可以采取遗传性测定和繁育相结合的方法，进一步加以鉴定、试验，以加速新品种的鉴定推广。

## 二、辐射育种

到了近代，人工引变已在果树育种中广为应用。所谓人工引变，就是人们利用各种外界因素，促使果树作物的遗传性发生变异，从而根据需要选择有益变异创造新品种的一种育种手段。当前，生产上用得最多的是辐射育种。

辐射育种是利用电磁波（包括 $\alpha$ -射线、 $\gamma$ -射线、中子、激光、微波、高频电场等）辐射对生物有机体的作用，引起作物遗传性的改变，产生各种各样的变异，再经过选择，培育出新品种的一种方法。

柑桔辐射育种具有：（1）增加变异频率，扩大变异范围；（2）有利于改良品种的某一性状；（3）容易诱发产生芽变；（4）可以处理接穗等无性器官，嫁接或高接结果鉴定快；（5）取材容易，方法简便，适于开展群众性育种活动等优点；因此，可以在柑桔育种中大力应用。

### （一）辐射处理材料的选择

首先，引变目标应当主要是针对某些优良品种的个别缺点加以改良。因此，处理用的品种必须是具有多数优良性状，缺点较少且有产生优变可能的优良品种，经过辐射后，就可以

从后代的不同突变中，有目的地选择能弥补原有缺点的突变。

其次，可以结合引种来进行。一般引进的品种，在其原产地表现相当好，但引进本地区后，可能在某一方面不适合，通过试种观察，对需要改良的缺点比较清楚，可以应用辐射育种有针对性地克服这些缺点。

第三，选择材料时应注意到对辐射反应的敏感性。一般来说，杂种和新品种比古老品种敏感。对于同一品种也因生长年龄和器官而不同，如从敏感性来说，性细胞高于体细胞；卵细胞高于精细胞；幼嫩植株高于成年树；萌动种子高于休眠种子，湿种子高于干种子等。通常敏感性较高的材料，常易获得较多的变异。

第四，对于有性杂交的后代杂种，也可辅之以辐射育种。通过辐射处理来破坏某些不良性状，巩固提高和利用优良性状。此外，为了提高育种效果，根据一些地方的经验，最好能把辐射和杂交结合起来，选用杂交当代的种子或杂交子一代材料作为辐射处理的原始材料，这样可以扩大变异范围，提高变异率，为选育新品种提供有利条件。

第五，选择的试材必须生长健壮，组织充实，无病虫害，生活力强，发芽率高。

## （二）辐射处理的剂量和方法

辐射剂量是指单位质量中吸收射线的能量，用x—射线或r—射线处理的剂量单位常以伦琴来表示。目前辐射育种中一般认为最合适的剂量是半致死剂量，即经过照射过的材料，成活率占50%左右的剂量叫半致死剂量。也有的用临界剂量表示合适的辐射剂量，即经过照射的材料，成活率为30%的剂量。

一般说来，变异率随剂量的增加而增加，但是剂量过大，试材死亡率高，往往失掉选择的机会，而剂量过小，则几乎看不到变异，达不到辐射育种的目的。因此，要使辐射育种取得成功，必须摸准柑桔适宜的处理剂量。

目前柑桔辐射育种中用得最多的是钴60r—射线处理，根据各地试验结果，大致上认为辐射柑桔的枝条或发芽种子，以3000—5000伦琴较合适，而辐射未发芽的干种子以5000—10000伦琴左右较好。但是因品种及照射部位的不同，辐射的合适剂量也有差异，例如有的认为照射花粉的合适剂量应该在12000伦琴以上。中国农科院柑桔所用15000伦琴处理脐橙种子，其苗木也生长正常。因此辐射处理的最佳剂量各地应根据品种，辐射源的大小和照射部位等因素，通过实践加以确定。

辐射处理的方法有内照射和外照射两种，目前普遍采用的是外照射。

外照射是指被照射的种子或枝条所受的辐射来自外部某一辐射源。如用钴60为放射源进行r—射线照射，就在有防护设备的照射室内进行；激光处理就在专门的激光器械上进行。经过这种方法处理的材料，播种或嫁接均很安全，适于开展群众性的辐射育种。

柑桔植物可供辐射处理的部位很多，花粉、枝条、种子、植株等均可进行辐射处理。目前最常用的是种子和接穗照射。

柑桔辐射育种最适用的是处理接穗，因为取材容易，数量多，繁殖后结果早，鉴定快，有了优良变异即可进行无性繁殖保纯，而且适于嫁接和高接，便于开展群众性育种活动。选用的枝条应是阶段性高，组织充实，芽眼饱满，繁殖后成活容易，发芽好，生长快，结果早。枝条最好是在剪取后随即进行辐射处理和嫁接繁殖，如不能及时进行，必须很好沙藏，尽量

# 由摩洛哥引进柑桔品种试种情况简报

## 本所资源组

1965年2月农业部外联局收到一批摩洛哥赠送的七个柑桔品种嫁接苗966株，其中包括甜橙类的哈姆林甜橙、伏令夏橙、卡特尼拉甜橙、脐血橙、华兴登脐橙；宽皮柑桔类的克力迈丁桔、韦尔金桔。这批苗木在广州分别发给四川省（本所）、广东省（广东省柑桔所，种植在杨村农场）、广西壮族自治区（桂林市三塘园艺场）、浙江省（黄岩柑桔所）、福建省（果树所）等五省（区）试种。现将我所1965—1976年试种情况及中间试验简况汇报如下：

### 一、材料种植及管理情况

我所苗木引来后，先行假植，1966年春按类别分别定植于我所原始材料圃。株行距甜橙为 $5 \times 6$ 米，桔类为 $4 \times 5$ 米。

五个甜橙品种定植在刚加工的紫色土及泡沙土，由于土层薄，土壤较瘠薄，肥力差异也大。同时，引进的苗木对方标明砧木都是酸橙。但据我们的观察，实际上混有酸橙和桔类两种砧木，因此，生长势强弱参差不齐。少数植株在定植后先后死亡，曾用红桔和枳砧繁苗嫁接补栽。栽培管理情况与一般原始材料管理相同，未加任何特殊管理。

定植两年后这些品种陆续开始结果，四年后正式投产，产量逐年提高。

这批苗木引进后，我们主要进行了以下几方面工作：

（1）生长结果习性观察及品种比较（包括鲜食及加工适应性比较）；

提高成活率。

种子照射，有处理干种子、湿种子和萌发的种子三种，其照射剂量依次递减。目前，用得较多的还是处理干种子。处理用种子要求充实饱满，生活力强，处理后即行播种。出苗后要进行早期鉴定和预先选择，把有希望的材料进行定植或高接。由于种子处理从播种到结果需要的时间长，占地面积大而久，因此，最好利用矮化砧嫁接或高接，以提早结果鉴定。

### （三）辐射后代的选育

与有性杂交一样，培育和选择需要贯穿于辐射后到新品种育成前的每一个世代，因而同样显得重要。

嫁接或高接成活后以及种子播种发芽生长后，都要仔细观察萌芽生长情况。往往经过辐射处理后，有的正常生长，有的死亡，有的出现生长衰弱表现出畸形现象。辐射后的变异，有的是严重的生理损害，有的是劣变，少数是优变，因此在整个生长过程中都要仔细观察分析，从而选出优良变异类型。尤其要加强培育管理，使处理材料生长良好，早结果，多结果，以加速鉴定和利用。