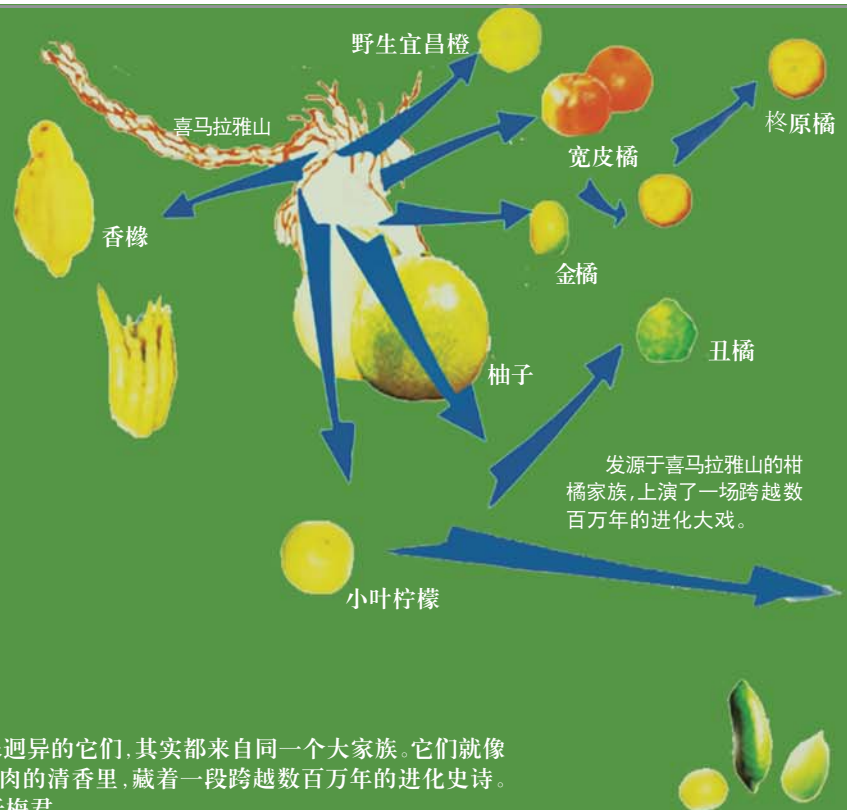


你中有我，我中有你

柑橘家族 800万年“混血史”



秋季的水果摊上，柑橘类水果稳居C位，橘子、橙子、柚子、柠檬……口味迥异的它们，其实都来自同一个大家族。它们就像失散多年的亲戚，虽然如今长相各异，但DNA里却写着相同的家族密码，果肉的清香里，藏着一段跨越数百万年的进化史诗。

主笔：于梅君

1

柑橘家族三位『老祖宗』远征之路

大约800万年前，地球气候肆意变换着冷热节奏，季风减弱引发了一场声势浩大的“生物搬家狂欢”。

在喜马拉雅山脉东南麓，也就是如今印度阿萨姆邦到中国云南西南部这片神秘土地上，柑橘家族的三大“元老级嘉宾”悄然登场，就此拉开了一场跨越数百万年的进化盛宴。

这些原始柑橘的果实，与今天我们所见到的截然不同：个头小得像樱桃，果皮厚得像树皮，味道酸得倒掉牙。

但就是这些不起眼的小果子，却悄然埋下了柑橘家族兴旺的种子。

随着全球气候变化，距今约600万年前，原本连绵的雨季变成了漫长的旱季。

为了生存，原始柑橘通过鸟类取食和地表径流，将种子向亚洲东南部扩散。在这场跨越千山万水的旅途中，它们逐渐分化出三位关键的“家族奠基人”——香橼（枸橼）、柚子和宽皮橘，并向不同方向发展。

西行军团：香橼奏响“跨国浪漫恋曲”

香橼是个“怪咖”，表皮坑洼，果肉少而味苦。不过，它却自带一种迷人香气。早在公元前3000年，苏美尔人就将其视为珍贵的香料和药材。后来，它随着贸易浪潮漂洋过海，一路向西，在地中海沿岸扎根生长，成为西方一些国家园艺中的“宠儿”。

香橼生存能力极强，在石头缝里都能扎根结果，为子孙后代开拓了生存空间。在中国，香橼还有一个变种——佛手柑，因谐音“福寿”，深受文人雅士喜爱。

南下先锋：柚子上演“澳洲奇幻冒险”

柚子是个天生的“冒险家”，它不顾路途艰辛，穿越茂密的热带雨林，大约400万年前，终于抵达澳洲，演变成了酸爽奇特的澳洲指橙、澳洲来檬和沙地橘。这些口味独特的“澳洲特产”，让全球吃货都为之疯狂。

东进大军：宽皮橘的“杂交狂欢派对”

宽皮橘是个“甜心宝贝”，果皮松软易剥，酸甜汁水一咬就爆，是柑橘家族的“核心担当”，成为后续杂交的“核心亲本”。鸟类爱吃它的果实，并将种子带到四面八方，成了免费的“快递小哥”。宽皮橘是个“社交达人”，它热情开朗，喜欢和各种柑橘类水果“谈情说爱”，让柑橘家族的品种越来越多。

科学家可不是凭空猜测柑橘家族起源的，他们通过全基因组数据这把“钥匙”，打开了柑橘家族演化的神秘大门，又借助云南临沧发现的700万年前柑橘叶化石这一“时光信物”，锁定了这片区域就是柑橘家族的“老家”。

2

谁是谁的谁？柑橘家族的『杂交大戏』

随着环境不断剧变，香橼、柚子和宽皮橘三大“元老”，如同三位勇敢的探险家，各自踏上了截然不同的进化之路，开启了一场基因混血的“狂欢盛宴”——这三位老祖宗的基因相似度超过80%，简直就是天造地设的“一家人”。

在东南亚那片生机勃勃的丛林深处，柚子与宽皮橘意外邂逅。这场相遇，开启了一场改写柑橘家族命运的“奇妙联姻”。

柚子与宽皮橘孕育的第一个“结晶”——酸橙，模样有些“尴尬”。果皮厚度处于橘柚之间，味道既酸又苦，既无柚子的清甜爽口，也无宽皮橘的酸甜宜人。如今，酸橙多作为调料，少有人直接食用，但在家族历史中，它却是功不可没的“大功臣”。

酸橙幸运地继承了柚子的“耐寒基因”，又遗传了宽皮橘的“抗病体质”，这些优势，让它成为家族杂交的“关键纽带”，许多畅销的柑橘品种，都以它为“跳板”培育而成。

长大后的酸橙，不负家族期望，继续“开枝散叶”。它先与宽皮橘结合，孕育出甜橙这个“超级明星”。甜橙像聪明的“优化大师”，摒弃酸橙的苦味；借鉴柚子饱满多汁的果肉，还将厚果皮削薄一半；传承宽皮橘易剥皮的优点，且比普通橘子更耐储存。

几乎同时，酸橙又与“姑奶奶”香橼跨界联姻，生出柠檬这个“个性鲜明”的孩子。柠檬完美继承香橼的“酸味基因”，堪称“酸中之王”，其果皮厚实难剥，但凭借这股酸劲儿，在厨房占据一席之地。

时光流转，柑橘家族的杂交故事愈发精彩。柚子和甜橙这对“跨辈亲戚”走到一起，孕育出葡萄柚，个头介于柚子和橙子之间，有橙子的清甜、柚子的清香，还有一丝独特苦味，清爽解腻。

另一边，宽皮橘和甜橙又“生儿育女”，诞下杂柑。杂柑是“集大成者”，将父母优点集于一身。它继承了橘子易剥皮的特点，又拥有橙子饱满多汁的口感；既有橘子早熟的优势，又有橙子耐储存的本事。我们常吃的椶柑、温州蜜柑等，都是杂柑的衍生品。

柑橘家族的“混乱”关系，源于它独特的遗传特性——性相容性和极易变异。这就像一场无拘无束的派对，家族内部成员可轻易打破物种间的“生殖隔离”，上演一场场惊心动魄的“伦理大戏”。

3

芽变奇迹，大自然开出『遗传盲盒』

除了杂交，柑橘家族还有一个繁衍秘诀——芽变，这就像大自然开出的“遗传盲盒”，让这个家族始终充满惊喜。

芽变是植物体细胞突变的一种形式。想象一下，一棵柑橘树上，有成千上万个芽，其中一个芽的遗传物质，在复制时突然发生了一点“错误”，这个微小错误，就可能使这个芽长出的枝条，结出完全不同的果实。

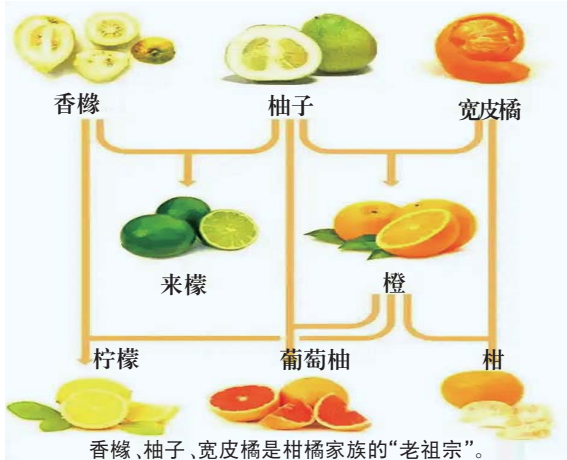
举个例子：一棵世代生产甜橙的果树上，某个枝条突然“灵光一现”，结出的果实竟然无籽、更甜，而且在果实底部还长出一个小巧的“肚脐”，这就是脐橙的诞生故事——一个美丽的意外，却改变了整个柑橘产业的格局。

这样的“意外”，在柑橘家族中屡见不鲜。据统计，超过60%的柑橘品种都源自芽变。温州蜜柑、红肉脐橙、早熟柑橘……这些我们熟悉的品种，都是“芽变”带来的礼物。

再比如，在广西鹿寨县的一个果园里，有果农发现一棵被虫蛀火烧的橙子树，竟然奇迹般结出散发蜜香的果实。他剪下枝条嫁接培育，这便是后来获得国家地理标志保护产品认证的“鹿寨蜜橙”。

对于柑橘这类无性繁殖的植物，芽变一旦发生，果农发现其价值后，便可以通过嫁接等方式，将这种变异固定下来，培育成新品种。据统计，甜橙所属的柑橘家族，60%的品种来源于芽变育种，而80%的甜橙品种都来自芽变。

芽变选种看似简单，实则需要科学验证和长期努力。以“鹿寨蜜橙”为例，从果农发现变异到获得国家地理标志产品，要历经数十年。芽变育种带来的品种改良，直接影响消费者的味蕾体验。无论是更早上市的“桂月红”，还是易剥皮、糖度高的“蜜广1号”，都让我们有了更多元的选择。



4

从头驯化，柑橘进化之旅仍在继续

中国人与柑橘的缘分，可以追溯到4000多年前。《禹贡》中就有“厥包橘柚”的记载，说明当时柑橘已是贡品。唐宋时期，文人墨客更是对柑橘情有独钟，苏轼的“一年好景君须记，最是橙黄橘绿时”成为千古名句。

如今，中国已成为世界最大的柑橘生产国。国家统计局数据显示，2024年我国水果产量超过3.3亿吨，其中柑橘产量就有6791.49万吨。

随着科技不断发展，科学家不满足于仅仅依靠大自然让柑橘慢慢进化，他们开始琢磨着搞一场“从头驯化”的变革。华中农业大学徐强教授团队，成功找到一条能让柑橘快速实现“从头驯化”的分子育种新路子。

团队仔细探究了野生柑橘和栽培柑橘之间的亲缘关系，最后弄清楚，甜橙原来是酸橙和椶柑“结合”的后代。不过，甜橙在驯化过程中遇到了难题。因为柑橘存在无融合生殖（就是不用受精就能繁殖）以及靠嫁接繁殖的情况，所以甜橙想要培育出新品种，主要靠体细胞变异这种方式。

这么一来，虽然也产生了200多个栽培品种，但遗传多样性很低，基因序列99.99%都是一样的。这就好比一个班里的同学，几乎都长得一模一样，一旦遇到病害，就很容易集体“中招”。

那么，“从头驯化”是怎么做的呢？其实，就是模仿甜橙当初是怎么起源的。

先通过有性繁殖（就是正常的雌雄结合），让柑橘的遗传物质充分混合，这样就能大大丰富遗传多样性。

然后再利用无融合生殖和嫁接方法，把优良的基因类型固定下来，让好的特性能够稳定地传承下去。目前，团队已成功培育出具备抗溃疡病能力的甜橙新品种。

华中农业大学的科学家通过基因测序，还揭开了南丰蜜橘的驯化密码。研究发现，这种有着千年栽培历史的品种，其甜味基因在驯化过程中被不断强化，最终成为今天的“蜜橘”。

科学家正尝试“从头驯化”柑橘，通过精准的基因编辑技术，可以在短时间内完成大自然需要数百万年才能完成的进化过程。不久的将来，我们将会吃到更甜、更多汁、更耐储存的新型柑橘。

每个柑橘都是一本进化教科书，从喜马拉雅山麓到全球果园，从野生小果到甜美硕果，这场持续800万年的进化之旅，至今仍在继续。