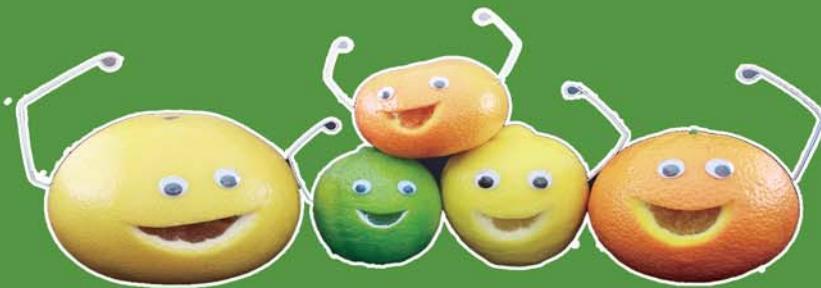
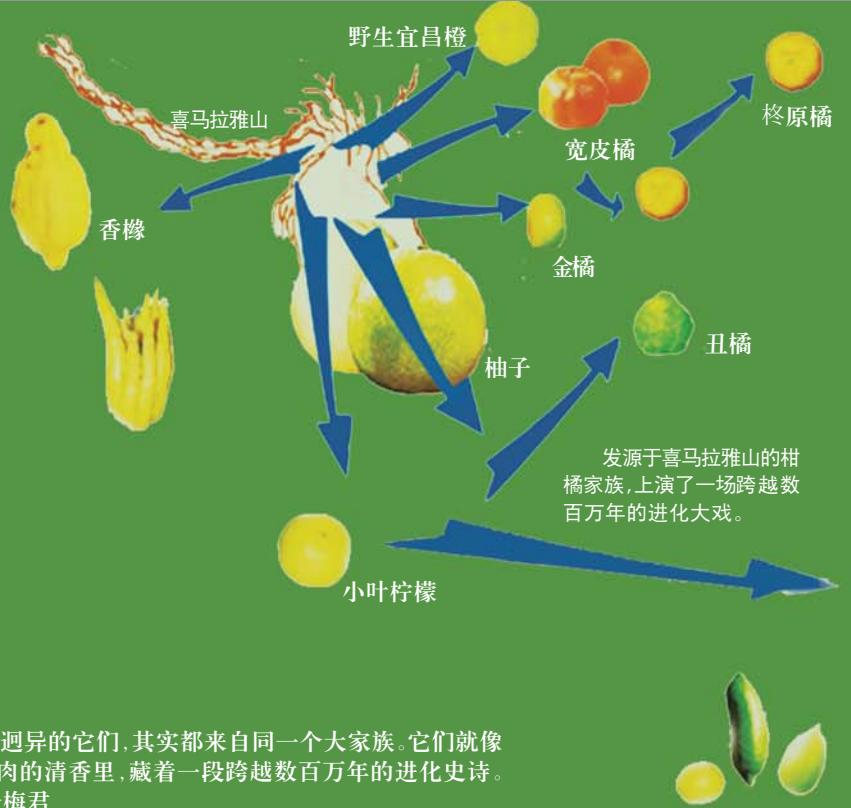


你中有我,我中有你 柑橘家族 800万年“混血史”



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。我们常吃的椪柑、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。

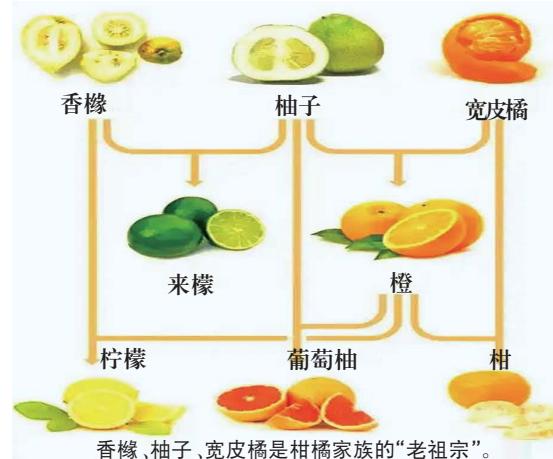
举个例子:一棵世代生产甜橙的果树上,某个枝条突然“灵光一现”,结出的果实竟然无籽、更甜,而且在果实底部还长出一个小巧的“肚脐”,这就是脐橙的诞生故事——一个美丽的意外,却改变了整个柑橘产业的格局。

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,甜橙原来是酸橙和椪柑“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系。

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。