

罗浩鸣科研创新、文艺创新成果.科普论文

成都市第 33 届科技创新大赛科创论文参赛作品 类别：BO 植物学

课题名称：无籽西瓜培育原理以及相关传言

摘要：无籽西瓜不是“避孕药”“甜蜜素”注射的结果，而是通过科学方法，通过秋水仙素处理，使二倍体植物转变为四倍体，二、四倍体杂交形成三倍体植株，利用三倍体植物无法形成正常种子的特性达到无籽效果培育出的西瓜，是科技创新结果，完全可以放心食用。

关键词：秋水仙素、四倍体、三倍体、有丝分裂、生长素

一、引言

科学的进步总能为人们带来便利，比如有人说：夏天有三宝：空调、WIFI、无籽西瓜。这三件宝贝都是科技带来便利的集中体现。其中的无籽西瓜就是本文的主角，更是把西瓜的价值翻了一番，让人们摆脱了吐西瓜籽的痛苦。然而，无籽西瓜却遭到了很多人信誓旦旦的是打“避孕药”“甜蜜素”的西瓜等等谣言攻击，实在令人遗憾。网络上关于无籽西瓜的培育也只有种植技术、专业术语为主的只言片语介绍。我喜欢“吃西瓜不吐西瓜籽”，所以我找来高中生物教材，结合“果壳”网等相关知识的学习梳理，决定做一个系统的“无籽西瓜”科普。实际上，只要有一定基础的生物学知识，就能揭示无籽西瓜的秘密。

二、无籽西瓜培育原理

（一）基本原理：阻止配子形成消灭种子

首先，大家都知道西瓜籽，就是西瓜的种子——也就是“无籽西瓜”要消灭的目标，实际上是西瓜的生殖器官。与其他植物一样，在生殖细胞结合中决定西瓜种子的产生，是西瓜正常生长中起遗传作用的关键器官。所以，要消灭西瓜种子，最直接的方法是破坏西瓜负责遗传的这部分基因，或者让这部分基因无法正常发育，相当于关上了西瓜产生种子的“开关”。

循着这条线索，通过初中《生物》的“生物的遗传和变异”和高中生物的“细胞的生命历程”，我们就能够找到种子产生的关键时刻——形成配子的时刻。植物的染色体总是成双成对的，正常的细胞都是二倍体，即染色体都是成对的。但在细胞减数分裂的时候，这一对染色体会被拆开，分别“注入”到各自的性细胞中，所以性细胞的染色体数只有正常细胞的一半，只有当两性性细胞结合为受精

卵的时候，染色体才能重新结合在一起变成正常细胞。细胞进行减数分裂变为性细胞的过程就是配子（生殖细胞）。“在生物的传宗接代过程中，配子是联系上下代的桥梁，是传递遗传物质的唯一媒介，基因可以随配子代代相传。^[1]”如果用一种“干预手段”破坏这个媒介，让配子形成失败或者失效，植物子房里的胚珠便无法成熟变成种子。所以，消灭种子的箭头指向了阻止配子形成——就是使西瓜（包括所有二倍体植物）最终“种（有籽）瓜得（无籽）瓜”的基本原理。

（二）阻止方式：剪断细胞生殖发育通道

前面分析过“无籽西瓜就是被截断配子形成媒介种出的西瓜”。那么怎么阻止配子形成呢？配子其实就是将普通细胞的成对染色体拆开，平均分离到性细胞中。只有这样才能使性细胞成为正常染色体，才能与异性性细胞结合成为受精卵。需要强调的是：这一切必须是建立在细胞染色体是成双成对的基础上的。

如果染色体并不是成双的呢？这就是关键——当染色体不是成双成对的时候，配子是无法形成的。这就好比把单数个蛋糕平均分到两个盘子里，却要求你不能把蛋糕切开。在这种情况下，细胞进行减数分裂时就不能均分染色体，就会出现名为联会紊乱的状况，即减数分裂前期染色体不能正常配对，无法形成有生殖效应的配子。可自然界中并不存在非二倍体细胞，我们不能像袁隆平找水稻一样在自然界找到无籽西瓜，而且即使曾经有过，也是因为自然变异而产生出的无籽西瓜，它也无法保留下来。原因很简单——它毕竟是无籽的。

排除了自然界寻找的想法，科学家只有回到实验室里继续研究。发现其实寻找单数倍细胞可以通过数学方法解决——二倍体的染色体数目是 $2n$ ，那么我们要寻找的就是单数 n 。最直接的办法是 $n + 2n$ ，如果把 $2n$ 当做一个普通细胞的话， n 就是一个性细胞，可是普通细胞不能与性细胞结合（也不能与其他任何一种结合），能够相互结合的只有性细胞。所以我们需要的是染色体数目分别是 n 与 $2n$ 的两个性细胞，让他们相互结合，就得到了染色体数目为 $3n$ 的一个受精卵。无籽西瓜原型就出来了。

（三）阻止工具：生物碱秋水仙素阻止细胞分裂

可是，哪里去找染色体数目为 $2n$ 的性细胞呢？

性细胞的染色体数目为 $2n$ 意味着它的原细胞染色体数目要为 $4n$ ，直接翻了一倍，这种细胞也许会在自然界存在，但是找到的几率就像海底捞针，有没有更为直接的办法，比如人工制作四倍体细胞呢？

答案是有的（不然就没有无籽西瓜了嘛）。

对二倍体细胞来说，它的生命历程中大部分都被称为分裂间期，分裂时间约占一个细胞一生的 90% 到 95%，这段时间它的染色体数目都是我们熟知的 $2n$ ^[2]。但剩下的 10%-5% 的时期染色体数目不是 $2n$ ，而是我们正在寻找的 $4n$ ，这是因为细胞即将进行有丝分裂。与无丝分裂不同，有丝分裂方式会将染色体翻倍（实际上是染色质），再变为两个细胞，这种分裂方式在高等生物中非常为常见^[3]。

可是，有丝分裂最终还是会分裂成两个细胞，做不到保留所有染色体，因为细胞分裂增值才是它的最终目的。能不能找到一种办法阻止它分裂的进程，而停留在四倍体的阶段呢？答案是还是“能”——1937 年美国学者布莱克斯利（A. F. Blakeslee）等用秋水仙素加倍曼陀罗等植物的染色体数获得了成功。以后秋水仙素就被广泛应用于细胞学、遗传学的研究和植物育种的工作中。

有丝分裂与无丝分裂的不同就在所谓的“丝”上面，丝就是指纺锤丝，也叫微管。染色体的分开是从着丝点处开始的，然后两个染色体逐渐分开。当它们完全分开后就向相对的两极移动。可以说，纺锤丝是分离复制好的染色体以及有丝分裂的细胞的关键点，如果能够消灭它，细胞就不会分离，而且它复制出来的 $4n$ 个染色体却会得以留存。所以，我们只需要一把“剪刀”来剪断纺锤丝，就能造出四倍体细胞来。

秋水仙碱就是我们要的“剪刀”，这是一种生物碱，因最初是从百合科植物秋水仙中提取出来的，所以叫秋水仙碱或秋水仙素。秋水仙碱能阻止有丝分裂进程，阻止分裂就破坏了纺锤体，就相当于用外力破坏基因，剪断了纺锤体这根线，染色体便只分裂不分离。这种由秋水仙碱引起的不正常分裂称为秋水仙碱有丝分裂。在这样的有丝分裂中，染色体虽然分裂了，但细胞并没有分裂，不能形成两个细胞，因而使得染色体分裂加倍，产生出我们需要的四倍体^[4]。

剩余的事情就简单了：我们用秋水仙碱人工阻止细胞分裂，把得到的四倍体西瓜和二倍体西瓜进行杂交， $2n$ 的性细胞和 n 的结合，就变成染色体数目为 $3n$ 的受精卵，也就是无法产生种子的西瓜的“种子”——即三倍体西瓜种子^[5]。这个三倍体种子种出来的西瓜就是现在看到的无籽西瓜了。

（四）生长问题：二倍体授粉和生长素合成

得到了无籽西瓜的“种子”。可是西瓜长大开花后，问题又出现了：授粉的时候是应该用二倍体的花粉还是四倍体的花粉？

从逻辑上来看，授粉自然是用二倍体的，因为二倍体是自然的，不需要像四倍体一样再次进行人工培育。具体的原因是从实验得出的：根据实验数据显示，

用二倍体西瓜的花粉会产生只有发育不完全种皮的西瓜，种皮里面没有种胚。用四倍体花粉授粉产生的西瓜同样没有种胚，是“无生殖能力”的，但是种皮却发育完全，外形和坚硬度与普通西瓜籽并无一二，达不到“无籽”的良好口感。所以授粉要用的还是二倍体的普通西瓜。

介绍到这里，问题好像已经解决了，无籽的目的已经达到了，制造的方法也清楚了，可逻辑上还有解释不通的地方——西瓜的生长是需要生长素的，我们知道，果实是由子房发育而来的，在子房发育成为果实的过程中，需要一定量的生长素。根据植物学原理，果实发育所需生长素是由胚珠形成的种子所提供的，三倍体无籽西瓜是根据染色体变异的原理培育而来的，是不会直接发育胚珠成为种子的，是无法自行提供果实所需的生长素的。

但是，无籽西瓜的发育仍然需要生长素，没有了种子，生长素从何而来呢？通过查阅资料，我了解到：生长素不只是在发育的胚珠中产生，一般来说，生长素在植物体内的合成部位是叶原基、嫩叶和发育中的种子，这些部位都存在用于合成生长素的酶。植物内部本身拥有的物质在这些酶的催化下，也会转化为果实发育所需要的生长素，当二倍体植株的花粉萌发时，它的花粉（人工或自然授粉）传播到三倍体植株的子房内的同时，也就将其自身合成生长素的酶转移给了三倍体植株，并在三倍体子房内合成大量生长素，促使子房发育成无籽果实。所以说，生长素的确必不可少，但也有其他方式可以合成。

三、粉碎传言：无籽西瓜更甜更经济

所以，网络和民间传言的无籽西瓜是“避孕药”“激素药”作用的结果是毫无科学依据的。

另外还有传言说无籽西瓜的甜是因为注射了“甜味素”的原因，这也是谣言。实质上，三倍体无籽西瓜含糖量本身就比普通西瓜高，因为三倍体无籽西瓜经过一系列变异，核内染色体加倍，本当作用于种子的子叶中的那部分养物质转化为糖的形式存在于果肉细胞中，无籽西瓜含糖量就自然比普通西瓜高了。不仅植物，三倍体牡蛎也是利用同样的科学原理，因此个头更大、生长更快。

网上有人拍出照片，说西瓜里的黄色筋络就是打催长针的证据，这也是谣言。同样的道理，无籽西瓜不用关心“种子”，有营养物质转移，不用催长素也可长成“大块头”。再者西瓜内是一个密闭空间，它的每个生长阶段都非常“充实”，果实内部处于“高压”状态的，针头可能扎得进去，但“药水”却很难注射进去，注射进去也不可能均匀流动，更何况在发育的西瓜上打针的话，西瓜就可能“自

身难保”，因为西瓜留下针眼要么感染，要么被嗜糖或者喜食汁液的昆虫长驱直入咬食果汁，西瓜还没长大就坏掉了，无论哪种情况西瓜都难以存活。成熟的西瓜也很难存放，还没卖出就烂掉了，岂不是得不偿失？

四、结语

总体来说，无籽西瓜不是“避孕”、催长的结果，更何况动物激素和植物激素本来就是无法相互替代的。无籽西瓜的甜度高也不是因为注射了甜蜜素的缘故，这一切都是科学选育的结果，总体是利大于弊的。不仅西瓜，番茄、黄瓜、辣椒等都可通过同样的选育，为我们的生活提供更有丰富口感的食物。科学为人类带来的总归会是利益，而科学的发展也总有科学的精神伴随，所以要相信科学、发展科学，更要宣传科学，大众更是要从理性的角度来看待科学。科学推动文明发展，是第一生产力，科学发展有强大的潜力，也有坚实的基础，科学发展会为人类带来更多便利，也一定会让我们的生活提到一个更高的水平。

所以，让我们努力学习科学，为国家发展、为社会进步做出更多的贡献吧！

参考文献：

- [1]刘恩山,肖尧望,郑春和,等.生物学(八年级上册)[M].北京:北京师范大学出版社,2013年7月第一版.
- [2]朱正威,赵占良,等.生物①分子与细胞[M].北京:人民教育出版社,2017年2月第二版.
- [3]肖振宇.有丝分裂和无丝分裂的对比分析[J].赢未来.2017(19):197-197.
- [4]周明龙.秋水仙素诱导染色体数目加倍的机制[J].生物学教学,2012(8):49-50.
- [5]王彬.与同源三倍体西瓜有关的两个问题[J].生物学教学,2012年07期