
探寻“结球”生菜好吃背后的秘密

作者：writer 来源：爱科学

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/12170.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

探寻“结球”生菜好吃背后的秘密。



结球生菜大约在第十片叶子开始向内弯曲，逐渐发育成一个球形。匡汉晖供图

没放生菜的汉堡是没有灵魂的，蔬菜沙拉里也必有生菜的身影。近年来，生菜已经成为颇受消费者喜爱的食物，其中结球生菜因营养丰富且口感更加清脆、鲜嫩，在众生菜中脱颖而出。

结球生菜如何形成叶球？这引起了科学家的好奇。

然而，与模式植物不同，蔬菜种类繁多，有上百种，结球又是蔬菜里特有的性状，其复杂性让国内外相关研究止步不前。

近日，华中农业大校园艺植物生物学教育部重点实验室匡汉晖课题组攻坚克难，通过正向遗传学方法成功鉴定了控制生菜结球的基因，并且用遗传转化验证了该基因功能和作用机理，对结球蔬菜的品种选育有着重要的科学意义。

相关研究成果发表在美国《国家科学院院刊》上。

遗传研究困难重重

人们通常所说的生菜在分类学上属于叶用莴苣，而茎用莴苣则被人们称为莴笋。作为重要的大宗蔬菜之一，莴苣属于菊科，起源于地中海地区，具有非常丰富的栽培类型，包括罗马生菜、散叶生菜、奶油生菜、结球生菜、油麦菜、莴笋等。

莴苣不同栽培类型之间的形态差异较大，但不同类型之间可以进行杂交，并能产生可育的后代。因此，莴苣是研究植物形态发生及进化的优良材料。匡汉晖在接受《中国科学报》采访时表示。

这里面，生菜的结球特性引起了课题组的兴趣。

结球是叶片发育的特殊表型。结球蔬菜的叶片都有一个共同特征，即叶片由外向内弯曲、层层包裹，由叶片构成一个球状结构，这样的叶球里几乎是无菌状态，非常干净。

从生物学角度来看，结球性状与植物传宗接代的使命有些背道而驰。植物生长的目的是把自己的基因传递给下一代，结球以后，植物开不出花来，就会灭种。

这对于植物繁衍有害的性状，却受到人工选育的青睐。

结球蔬菜的叶球拥有更脆嫩的质地，口感也更好，而且便于机械化收获、易存储、货架期长，因此结球生菜深受市场喜爱，占整个生菜产量和消费的一半以上，有些地方还靠种植结球生菜来脱贫致富。研究结球生菜具有现实意义。匡汉晖说。

然而，这条路并不好走。几十年来，国内外科学家都在开展相关研究，但关于蔬菜结球的秘密却一直未能破解。

原因在于，结球是多基因控制的数量性状，这就导致我们难以寻觅踪迹。论文共同第一作者、华中农业大校园艺林学学院博士毕业生严承欢在接受《中国科学报》采访时说。

不仅如此，和一些传统蔬菜相比，结球生菜更易受环境影响，比如光照、温度等因素都可能会影响结球表型。这些因素造成其遗传研究非常困难，此前一直没能找到叶球形成的遗传调控基因。

找到基因 完成双验证

想要找到这个主角谈何容易。课题组选用结球生菜与罗马生菜进行杂交获得F1代后，进一步自交获得F2群体。课题组成员对F2群体的结球表型进行分析发现，群体中结球性状由紧密结球到完全不结球的连续分布，表明该遗传群体中结球是一个数量遗传性状。



匡汉晖在实验大棚对结球生菜进行去雄杂交。 匡汉晖供图

为了突破数量遗传性状由多基因控制的研究障碍，就需要在短期内进行单基因化。这就相当于要把一个多维空间降成一维，其中的艰难可想而知。

通过比较结球和不结球性状在遗传上的差异，我们在生菜的4号和7号染色体上发现了两个主效的结球位点，并将其命名为LHL1和LHL2。对这两个位点分别单基因化及遗传定位，结果发现LHL2位点效应更强。论文中我们选择了这个位点进行进一步研究，将其锁定在了一个约450kb的区域，对这个区域进行基因注释发现，该区域共编码有11个基因。严承欢介绍。

其中，一个玉米KN1基因的同源基因引起了课题组的注意，也就是LsKN1。在玉米中，KN1基因是控制植物茎尖分身组织发育的基因。

实际上，LsKN1基因并不是结球生菜独有的，它在所有生菜和莴笋里都有。因为变异才导致结球，而变异则是由一个转座子引起的。

课题组发现，结球生菜中该基因的第一个外显子中插入了一个转座子，转座子的插入让LsKN1基因的表达量显著上调，而没有插入这个转座子的生菜则不结球。因此，他们认定，LsKN1基因就是苦苦寻找的那个可以控制结球性状的关键。

找到这个候选基因后，另一个重要的工作是进行功能验证。结球蔬菜的遗传转化非常难做，课题组在这项工作上耗费了大量精力和时间。

通过遗传转化互补实验，我们发现这个基因能够完全互补生菜的结球表型。进一步，我们构建了该基因的敲除突变体，其表型由结球变为完全不结球。论文共同第一作者、华中农业大学园艺林学学院博士后余长春告诉《中国科学报》，遗传转化互补实验和敲除实验都验证了该基因是生菜中控制结球的关键基因。

品种选育私人订制

结球表型是一个非常重要的性状。除了菊科中的生菜和菊苣，生活中常见的结球蔬菜还有十字花科的甘蓝、白菜、孢子甘蓝。

用我们的方法去解析蔬菜结球的性状，是一个比较好的模式，可以为甘蓝、白菜、孢子甘蓝等其他结球蔬菜的相关研究提供参考。严承欢说。

叶子有背面和腹面，两者的作用和结构也不一样。课题组通过石蜡切片分析发现，不结球生菜叶片近轴面细胞排列整齐、紧密，而远轴面细胞排列松散，表现为明显的背腹性分化。与此相反，结球生菜近、远轴细胞相似，无明显的背腹性分化。这说明叶片的背腹性发育参与了生菜结球性状的形成。

对结球性机理的研究可以说是对整个植物叶片发育理论研究的一个补充，起到了‘添砖加瓦’的作用。余长春指出。

在生产过程中，结球生菜其实比较娇情。结球生菜对温度非常敏感，冬天结球状态很好，但容易过火，结出的球非常紧实，而到了夏天常常会结球失败，这让农民很是苦恼。

克隆了调控结球的关键基因后，我们可以利用这个基因来辅助结球生菜品种的育种工作，甚至可以精准控制叶球的松紧度，真正实现结球生菜的‘私人订制’。匡汉晖表示，这对整个结球蔬菜品种选育都具有一定的指导意义。（来源：中国科学报 张晴丹）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1073/pnas.2019698117>

版权声明：凡本网注明来源：中国科学报、科学网、科学新闻杂志的所有作品，网站转载，请在正文上方注明来源和作者，且不得对内容作实质性改动；微信公众号、头条号等新媒体平台，转载请联系授权。邮箱：shouquan@stimes.cn。

作者：余长春等 来源：《国家科学院院刊》

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](https://www.iikx.com)转发