

新技术加持让蜜蜂爱上梨花

■本报记者 李晨

在“中国酥梨之乡”山西省祁县，野生授粉昆虫几乎为零，这种状况已持续10多年了。如果不采取蜜蜂授粉或人工授粉，祁县将近16万亩的梨树就没有收入。

每年清明前后，是梨农们最繁忙也最焦心的时节。4月5日，祁县闫漫村，气温5—13摄氏度，村民闫秀珍带着几个人在自家果园里给梨花授粉。他们一手拿着自制长杆，杆头上裹一团沾了花粉的羽毛，一手拿着盛花粉的小盒，仰着头，一朵一朵地给花点上花粉。

“天气太冷，还有些花没开，但是不授粉也不行了，花很快就会谢。看样子还要弄第二遍。”闫秀珍告诉《中国科学报》，她家30亩梨园授粉一遍需要6个人花两天时间。据悉，祁县梨主产区授粉的人工费是每亩100—200元，加上购买花粉的费用，每亩成本约500元。

即便做到一丝不苟，闫秀珍还是担心梨树的授粉效果不好。

今年，中国农业科学院蜜蜂研究所和山西农业大学的科研人员来到了祁县，在这里示范推广蜜蜂授粉新技术，有望解除梨农的担忧。

被迫上岗：人工授粉成本高

梨树为什么需要人工授粉？中国农业科学院蜜蜂研究所副研究员黄家兴告诉《中国科学报》，这主要是因为野生授粉昆虫几乎绝迹，而梨树又不能靠自花授粉结实。

黄家兴说，授粉昆虫的消失主要有三个原因。首先，随着农业规模化种植面积的扩大，单一作物连片种植造成生物多样性下降。单一作物花期一结束，传粉昆虫找不到别的开花植物，食物链断裂，没办法形成一个完整的周年生活史，很多传粉昆虫就无法存活。

其次，过量使用农药，尤其是在花期前后使用农药，毒害了传粉昆虫，造成其死亡。

再次，乡村土地过度开发，没有荒地，授粉昆虫没有可以栖息的地方，也造成其种群数量大幅度下降。

梨树是一种典型的自交不亲和物种，也就是说同一梨树品种相互授粉不能正常结果，必须依靠适宜授粉品种



蜜蜂给梨花授粉。
黄家兴供图

的花粉。山西农业大学教授姜玉锁告诉《中国科学报》，过去，梨园里往往间隔几棵梨树种上一棵授粉树，让蜜蜂等授粉昆虫采集花粉后自然授粉，但授粉昆虫消失后，这个办法“不灵”了。

2011年，山西农业大学研究员邵有全到祁县调研时，“已经找不到授粉昆虫了”。那一年，一位村民告诉他：“还是那块地，还是那几十棵树，还是我多种，20年前根本不需要人工授粉，靠虫子授粉就行。现在只能靠人工给梨树授粉了。”

“因为梨花花期短、时间紧、人工授粉难度大，让农民吃尽了苦头。”邵有全说。梨农描述人工授粉是“管吃管住，管接管送”“男女老少齐上阵”“不敢和授粉工讨价”“爬高上低，起早贪黑”……这些都充分说明梨农急需一项省时省事的授粉技术。

返璞归真：蜜蜂授粉有难处

自然界开花植物中65%为虫媒花，需要昆虫作为媒介进行传粉，才能完成繁殖。《自然》杂志2006年发表的文章指出：“如果没有蜜蜂及其授粉行为，整个生态系统将会崩溃。”

黄家兴介绍，人类所利用的前100种作物，75%依赖蜜蜂授粉。在欧洲，蜜蜂对农业的贡献排名第二，仅次于牛和猪。蜜蜂授粉对中国经济作物贡献约为3000亿元，相当于全国农业总产值的12.30%，是养蜂业总产值的76倍。

全国农技推广中心防治处研究员赵中华告诉《中国科学报》，蜜蜂与植物协同进化，对花的识别有独到之处。“花不是同时开的，也不是同时成熟

的，蜜蜂可以找到最佳的时机为正好需要的花授粉。”赵中华说，和人工授粉等相比，蜜蜂特殊的形态，例如翅膀足、蜜胃、分叉羽毛等，可以携带大量花粉，其落在柱头上的花粉量远大于人工。蜜蜂能实现充分且最佳的授粉，保证了植物结实的质量，不仅提高了产量还能让果实富含营养。

邵有全说，梨农是希望利用蜜蜂授粉的，但真正实施起来，还面临不少实际困难和技术难题需要解决。

黄家兴表示，当前梨生产中没有大规模采用蜜蜂授粉是有原因的。首先，种植者对蜜蜂授粉认识不足。种植者往往认为梨树采用蜜蜂授粉是一种可有可无的配套技术。由于担心蜜蜂授粉的效果，种植者常常蜜蜂授粉和人工授粉一起用，蜜蜂授粉的增产增效无法真正体现出来，种植者无法直接感受到蜜蜂授粉带来的好处。

其次，梨树种植主栽品种和授粉树比例不合适，合适比例至少为8:1，授粉树配置不足或者无授粉树，蜜蜂不会起到促进坐果、提高产量和改善品质的作用。

再次，由于蜜蜂自由飞翔的特性，无法使租赁的蜜蜂仅服务于自家的梨园。如果不是每家每户都租赁蜜蜂授粉，租赁者会产生心理不平衡。

此外，授粉租金低，蜂农提供蜜蜂授粉的意愿小，缺乏中介机构为种植者和养蜂者提供担保，种植者无法确保养蜂者所提供的蜂群质量，而养蜂者担心提供的授粉蜂群无法得到有效的保护。

潜力巨大：技术加持前景广阔

4月6日，气温上升至17摄氏



果农在采摘枇杷。

朱楠供图

果实木质化研究的典型材料。枇杷果实有白肉和红肉两种，白肉枇杷呈白色或淡黄色且口感极佳，但不耐贮藏物流。市面上以红肉类枇杷为主，这类枇杷的果皮偏橙色，个大、肉厚。

“枇杷果实多采收于高温多雨的初夏时节，为了减缓果实衰老变质，常采用低温贮藏方式，通过抑制果实的呼吸速率和乙烯释放，延长贮藏期。但是0℃下贮藏会对红肉品种枇杷果实产生冷害胁迫，导致果实发生冷害木质化现象。而此前有研究也表明，红肉品种枇杷果实采收后自然衰变过程中，同样会发生果肉木质化现象。”论文第一作者朱楠博士告诉《中国科学报》。

果肉硬度上升的“罪魁祸首”

枇杷果肉采后为什么会发生木质化呢？团队研究发现是因为果肉细胞里积累了木质素，其含量上升才导致果肉中木质素的增加，进而引起果肉变硬。

目前，关于枇杷果实采后木质化的相关研究主要集中在理化分析及木质素生物合成分子调控等方面。然而，采后木质化过程中木质素在细胞微区的特异性积累位点、木质素积累的动态过程以及发生木质化的细胞类型仍不明确，采后木质化在单细胞水平发生的机制仍需厘清。

之前一直认为枇杷果实采后发生木质化时，果肉细胞都会积累木质素。“经过我们的研究发现，其实只有少部分细胞积累木质素，而且这些细胞在果实中呈现随机分布。”吴迪说。

“通过切片观察，我们发现枇杷果肉的木质素在细胞空间分布上存在异质性，也就是不均匀性，特别有一类细胞的木质素含量非常高，我们确定为木质化细胞，而果肉中大多数薄壁细胞的木质素含量极少或者没有。此外，在果肉内的维管束以及少量薄壁细胞的角隅和胞间层处也会积

度，与闫漫村相邻的山西省平遥县郝温村，梨农武学文租借的蜂箱里飞出了一群群的蜜蜂，它们在每朵梨花上只停留短短几秒。

武学文告诉《中国科学报》，他以前当过养蜂人，现在种梨树，得知新的蜜蜂授粉技术，就想去试一试。

去年梨树遭遇低温灾害，梨农们都担心绝产，没想到用上了蜜蜂授粉新技术后，反而产量大增。于是，整个村子的梨农有了信心。在武学文的协助下，全村梨园都规划布置了蜂箱，今年已经看不到授粉工人的身影。

“今年肯定还会丰收，新技术真的很管用，我们非常感谢老师们。”武学文说。

既然授粉是蜜蜂的天性，究竟科学家加持了什么新技术让本来就高效的蜜蜂授粉更加可靠呢？

姜玉锁介绍，他们在这里示范推广的主要有四项技术。

加装脱粉器，梨树为粉多蜜少作物，采用脱粉器让蜜蜂回巢时脱掉约80%的花粉，不仅不会影响蜂群繁殖，反而有利于提高蜜蜂采粉的积极性。

奖励饲喂，梨花泌蜜受气候影响很大，常因气温低而不泌蜜或泌蜜量少，对蜜蜂进行适量的糖水奖励饲喂，可提高蜜蜂采集梨树的积极性。

保持适量的幼虫数量，随着幼虫数量增加，工蜂采粉量显著增加。

根据梨树开花时间，合理安排蜜蜂入场，通常梨树开花达30%以上，采用顺序引入方法，把蜂群放到梨园。这样可有效提高蜜蜂为梨树授粉质量。

梨树采用蜜蜂授粉每亩成本仅20—50元。养蜂人张龙是山西运城养蜂合作社社长，正是他带着蜜蜂来到郝温村。在与科学家合作的过程中，“我们养蜂人变成了授粉人”。张龙说，但授粉这份收入还不够“体面”，他还得靠卖蜂产品维生。

“梨蜜蜂授粉是祁县农业可持续发展的战略，而不是简单的农业技术。”姜玉锁说，政府应该重视，建议每年拿出20万—30万元支持发展养蜂和蜜蜂授粉。

赵中华指出，我国需要昆虫授粉的作物种植面积高达2亿亩以上。但目前应用昆虫授粉的比例仅是需要授粉面积的5%，差距很大。按照专家们的经济价值评估，通过试验示范，可以看出，在用好授粉昆虫方面，应充分利用现有的蜜蜂，并开发新的授粉昆虫资源。昆虫授粉的潜力巨大，技术可行，前景广阔。

蔬菜移栽机破解种植难题

■本报记者 温才妃 通讯员 高雅晶

近日，在第十一届江苏国际农业机械展览会上，江苏大学农业工程学院教授胡建平团队自主研发的手扶自走式全自动蔬菜移栽机首次亮相。这台实现“苗盘输送、取苗、投苗、栽植、覆土、压实、苗盘回收”全过程自动化的移栽机吸引了众多观展者驻足。

“与拖拉机、联合收获机等大类产品相比，移栽机不在一个层面，但是对于细分领域来说，却是一片汪洋‘蓝海’。”胡建平告诉《中国科学报》。

市场需求巨大

我国是当今世界上最大的蔬菜生产和消费国，但国内蔬菜种植机械化水平低于30%，与粮食作物不可同日而语。

国外全自动移栽机技术先进，性能可靠，但是价格非常昂贵，是半自动移栽机的5倍以上，超出了国内大多数农机用户的购买能力。

而且，国内蔬菜品种繁多，特别是长三角地区，如鸡毛菜、米苋菜、茼蒿、草头等，国外鲜少听闻，个性化、差异化、小批量、区域化等特性使国外先进的移栽农机在国内常常“进来又出去”，出现明显的“水土不服”。

“目前国内大多应用半自动移栽机，由于每台需要两名取投苗手和一名机器操作手，仍不能较大程度解放人力劳动。”胡建平表示，同比人工栽植的每小时1200至1800株，半自动移栽机栽植效率每小时约3000株，但高昂的人力成本，使其机械化收益并不突出。

因此，胡建平认为，实现穴盘苗的自动化取投是推动半自动移栽机械向全自动化方向发展的重要环节。

研发与应用两手抓

实际上，团队研发的这台穴盘苗蔬菜移栽机临展前已在上海农业科学院庄行综合实验基地进行了4天的试验验证。

在基地大棚里，看着移栽机走过的垄面上留下一列整齐的辣椒苗，胡建平感叹，“从2011年研发至今，几经优化，真切感受到从科研到产业、从技术到产品中间很不容易，甚至有巨大的鸿沟。”

2019年，江苏省农业机械试验鉴定站的检验报告显示，第一代蔬菜穴盘苗自动移栽机栽植效率为单行每分钟61株，株距变异系数为2%，栽植合格率达93%，已经高于国家相关标准要求。

然而，当时苗盘输送的定位精确度还不够，出现取不出或抓不到的问题。团队通过电机驱动将苗盘送到指定位置，利用光电传感器感知苗盘是否到位，结构简单、稳定可靠。“眼下取苗爪插、夹、拔、移……一套动作均在毫秒间完成。”胡建平说。

针对整排迎面取苗出现的带苗现象，团队继续进行技术攻关，在国内最先研发使用气缸驱动四针取苗机构，完成夹取钵苗和释放钵苗，调整排取苗为间隔取苗、

蔬菜移栽机破解种植难题

■本报记者 温才妃 通讯员 高雅晶

除了可靠的给苗部件和取苗部件是实现全自动移栽的关键外，栽植深度也是衡量移栽机栽植性能的重要指标之一。

团队首创电动栽植器，通过传感器感知实现了株距任意调节。“机手只需在操作屏幕上输入相关数字，就可以实现栽植深度的调节，适应不同高度的垄面。”胡建平介绍。

田间试验、数据分析、仿真计算、再试验与分析……目前，通过与润禾（镇江）农业装备有限公司合作，第二代样机终于研制成功。胡建平说，该台移栽机作业效率可达每小时6000—7200株，较半自动移栽机高逾2倍，达到国际先进水平。

打通实验室到田间地头“最后一公里”

科研成果真正应用到农业生产第一线，才能达到服务的目的。

“去年购置一台胡教授团队研发的全自动蔬菜移栽机。听说如今做了升级优化，便想再来一探究竟。”庄行综合实验基地从事农艺研究的副研究员张兆辉一直想再购置一台可靠性更高的移栽机用于自己的科研。

农机农艺融合不足是蔬菜机械化发展的瓶颈，这已是行业共识，移栽领域也不例外。

现有美国、日本等国家的先进全自动移栽机多采用专用穴盘，这也是国外先进移栽机在国内难以推广的重要因素之一。

“这台移栽机采用双排并列取苗抓入穴盘栽植，适用于现有市场上普遍使用的72孔、128孔标准硬塑穴盘，适应性明显更强。”张兆辉说，该台移栽机适应常见的茄果类、瓜类、甘蓝类等穴盘，且苗盘只需一人直接摆放到苗盘输送台上，操作十分方便，正是他想要的“傻瓜式”自动移栽机。

观摩完移栽机的作业过程，基地中的农机手谢文平也提出了自己的需求。“苗太大时，容易出现堵苗现象，可以将导苗筒的结构再改进，做成更明显的‘喇叭口’。”谢文平的建议，胡建平立时接受，还表示考虑再叠加气吹装置，解决堵苗问题。

鉴于研发技术已经成熟，胡建平也开始忙于该成果的产业转化工作。“这台最新全自动移栽机即将参加农机推广鉴定。为未来申请农机购置补贴做准备。”

科研进展

盐芥适应高盐低磷生境分子机制获揭示

本报讯 近日，中国科学院植物研究所研究员李银心团队揭示了盐芥适应高盐低磷生境的分子机制。研究成果发表于《植物、细胞和环境》。

土壤盐渍化通常和土壤贫瘠相伴，严重影响植物生长。研究盐芥适应高盐低磷生境的分子机制，寻找盐和低磷胁迫信号通路的交叉调控元件，对于提高盐胁迫下作物的磷吸收利用效率具有重要科学意义及潜在应用价值。

研究人员比较了盐芥和拟南芥转运

运体(PHT)基因家族在基因拷贝数、基因结构、启动子元件以及表达模式方面的异同，并对相应的基因和启动子进行了功能研究。

研究结果表明，E₃PHT1:3基因复制以及盐胁迫下多个PHT基因的诱导表达是盐芥适应高盐低磷生境的重要机制，这为研发和培育耐盐、耐低磷作物品种提供了理论支持和遗传资源。（田瑞颖）

相关论文信息：
https://doi.org/10.1111/pce.14027

科学家解析地方牛品种群体结构

本报讯 近日，山东省农业科学院畜牧兽医研究所黄金明团队在《基因组学》在线发表研究论文，系统解析了中国地方牛品种的群体结构，并揭示高海拔牛品种适应极端环境的分子基础。

该研究选取了来自中国7个地理区域的28个中国地方牛品种（25个普通牛、瘤牛、普通牛×瘤牛的杂交牛品种，3个牦牛品种）和17个国外品种（涵盖北美洲、欧洲和亚洲的普通牛、瘤牛，及其混合品种）共624个个体，利用高密度777K SNP芯片检测基因组SNPs，并整合公共数据库哇野牛、大额牛等的SNP数据，综合利用多种方法进行群体遗传结构和高海拔适应选择信号分析。

研究揭示了混合、渗入和选择在我国地方牛品种适应极端环境中发挥重要作用，鉴定到了牛基因组上与高海拔适应相关的候选基因和遗传变异，可为高原低氧特色牛品种的培育和筛选等分子育种工作奠定基础，对牛遗传资源的评价、保护和利用提供重要的科学依据和新的策略。另外，对人类高原医学也具有重要的作用借鉴意义。（王方）

相关论文信息：https://doi.org/10.1016/j.jgeno.2021.03.023

乡土荨麻饲料可改善绵羊健康水平和羊肉品质

本报讯 近日，《动物饲养科学与技术》在线发表了中国农业科学院草原研究所饲草生产加工及利用团队研究员张晓明等的研究论文。他们发现，利用内蒙古特色乡土草——麻叶荨麻可提高绵羊健康水平和羊肉营养价值。

该团队研发研制出2种配方麻叶荨麻全混合颗粒饲料，用其部分或全部替代天然牧草和羊草，饲养乌珠穆沁杂交羔羊57天。

羔羊血液学特征显示，分别含25%和50%麻叶荨麻的颗粒饲料，具有优异的改

善反刍动物血液生化状况的生理功能。羔羊血液中葡萄糖水平显著提高，胆固醇、甘油三酯显著降低，机体抗氧化性能增强。

因而，开发利用麻叶荨麻作为生长期育肥羊的基础粗饲料，能通过改善血液生化特性而有效提高羔羊的机体健康水平，并增加羊肉中促进人体健康的脂肪酸酯形成。该结论将为荨麻及类似药食同源植物高效利用及绿色高品质羊肉生产提供理论依据和技术方法。（李晨）

相关论文信息：https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2020.114780