

# 这个因子让辣椒不再怕冷

■本报记者 李晨 通讯员 周天弘

惊蛰过后,辣椒进入了育苗期。西北农林科技大学园艺学院教授陈儒钢对去年夏季新疆辣椒的减产仍然耿耿于怀。

去年5月6日,正值立夏节气,新疆多地出现罕见降雪,部分地区近60年来首次遭遇“五月飞雪”。降雪、降温对新疆的辣椒生产造成重大损失,使之至少减产30%~40%。

如何让起源于亚热带地区的辣椒不怕冷?陈儒钢团队多年来一直专注于辣椒抗寒机制研究,并取得了多项进展。最近,该团队发现了一个转录因子CaNAC035,可让辣椒不再怕冷。相关成果在线发表于《植物杂志》和《园艺学研究》。

## 辣椒的前世今生

辣椒为一年生或多年生草本植物,栽培历史悠久,遗传多样性丰富,野生、栽培种质资源多,是全球消费量最大的辛辣调味品。

大约7500—8000年前,辣椒从年降雨量不到500毫米的南美洲玻利维亚中南部起源。“这一带属于亚热带无霜区、半干旱气候,所以到现在辣椒都属于喜温蔬菜,这从祖上基因就已经注定了。”论文通讯作者陈儒钢告诉《中国科学报》。

早期,辣椒依靠飞鸟传播种子,生长区域从发源地玻利维亚逐渐扩大到南美洲、中美洲,再到北美洲西南部,在不同生态区进化产生10多个近缘野生种和约20个非近缘野生种。

陈儒钢介绍,虽然辣椒传入我国只有400多年,但产业发展十分迅速。目前,辣椒是我国种植面积最大的蔬菜和消费量最大的辛辣调味品,年种植面积稳定在210万公顷以上,总产量达6400万吨,占全国蔬菜总播种面积的8%~10%。

不过,他们转变思路发现,转基因



陈儒钢团队培育的甜椒品种。受访者供图

然而,每年的雨雪、超级寒潮、倒春寒等极端低温冷害天气,严重影响辣椒的生长及椒农的生产效益。例如,2020年12月,受“霸王级”寒潮的影响,福建大面积的线椒几乎一夜之间全部被冻死,农民遭受了严重的经济损失。

“挖掘辣椒优异抗寒基因并解析其调控机理,能够为辣椒的抗寒分子育种提供理论依据和基因资源,这对辣椒产业持续稳定发展具有重要的理论与应用价值,同时,在保障蔬菜周年均衡供应和丰富饮食口味方面也能发挥重要作用。”陈儒钢说。

## 辣椒为何如此怕冷

陈儒钢课题组发现,辣椒的抗寒性是受多基因控制的复杂性状,涉及的基因调控途径非常多,还会与其他环境胁迫因子发生交叉作用,从而导致传统育种方法在改良作物抗寒性方面受到限制,也使通过转入单个抗寒功能基因来获得作物的高抗寒性有较高的难度。

不过,他们转变思路发现,转基因

子作为分子开关可以与基因启动子区域的顺式作用元件结合,直接调节下游功能基因的表达,还可以通过调控其他转录因子的表达进而影响下游一系列功能基因的表达。于是,他们设想,通过生物技术使一个特定转录因子在作物体内过量表达或沉默,从而提高植株综合抗逆性。

论文第一作者、西北农林大学园艺学院博士生张华锋介绍,前期他们围绕辣椒NAC转录因子家族做了大量工作,并在辣椒基因组中鉴定出112个CaNAC成员。

通过分类,课题组研究发现,CaNAC035基因受低温强烈诱导,并且在抗寒辣椒材料中的表达量显著高于在不抗寒辣椒材料中的表达量。

同时,该基因还受脱落酸强烈诱导表达。脱落酸是一种重要的植物激素,在植物的胁迫耐受性和抗性中发挥重要作用。在胁迫条件下,脱落酸会调控植物气孔关闭。通过研究气孔开放和关闭的规律,可以从另一个角度研究植物的逆境胁迫现象。

陈儒钢团队进一步通过正反两方面功能验证发现,该基因表达量降低

后,辣椒植株抗寒性降低;而在辣椒中过量表达该基因后,植株的抗寒性增强。

通过进一步研究,他们发现低温胁迫诱导CaNAC035基因启动下游基因表达,提高植物体内脱落酸的含量,进而提高植株的抗寒性。

## 继续“不怕冷”的研究

“CaNAC035基因在辣椒低温胁迫中具有重要的抗寒功能,一旦控制了转录因子,就有可能大大提高辣椒的抗寒能力,使其不再惧怕天寒地冻,进而扩大辣椒的种植范围、延长栽培时间。”张华锋说。

华中农业大学教授张俊红评价说,该研究明确了转录因子CaNAC035在辣椒低温胁迫中的功能,并阐明了其在冷胁迫耐受性中的正调节作用。该团队同时发现了该转录因子在调控辣椒冷胁迫方面的分子作用机制。这些研究成果能够为辣椒的耐寒性分子育种提供理论依据和基因资源,有利于破解辣椒产业亟待解决的抗逆性难题,对辣椒产业持续稳定发展具有重要的理论与应用价值。

“我们的研究发现,CaNAC035启动的植物体内脱落酸含量调控网络,能够提高辣椒的耐寒性。但是在这一调控网络中仍有很多未知的部分值得深入研究。”陈儒钢说。

他表示,团队将以此为基础,进一步研究上游调控基因及互作蛋白,深入阐明调控辣椒耐寒性的分子机理,为今后利用基因编辑手段进行分子育种提供理论支撑,并创制耐寒辣椒新品种,育成耐寒辣椒新品种,以解决耐寒辣椒品种匮乏的问题。

相关论文信息:  
<https://doi.org/10.1111/tpj.16568>  
<https://doi.org/10.1093/hr/uhac203>

# 防风固沙有“利器”

近日,在甘肃省酒泉市金塔县金公路两侧的压沙现场,由甘肃省治沙研究所研制的压沙车正在作业,车轮驶过,两排麦草沙障便被植入沙漠中。沙丘上一排排整齐的草方格不断延伸,犹如一张巨大的“金网”紧紧锁住流动的沙丘,使昔日白茫茫的沙漠披上了金黄色的“外衣”。

据悉,该压沙机已被广泛应用于防沙治沙工作中。

本报见习记者叶满山报道

压沙现场。 曹红祖 / 摄



# 提升自身免疫力,更从容面对“X疾病”

■王月丹

2024年2月,世界卫生组织(WHO)总干事谭德塞警告说,人类应该关注“X疾病”暴发的可能性。此言一出,全世界深感震惊。

那么,什么是“X疾病”呢?据说,“X疾病”一词是WHO在2018年提出的一个学术名词。该名词的具体含义是指一种假设存在(或者未来可能发生)的,尚不为人所知的病原体引起的引起全球性大流行的疾病风险。“X疾病”并不是一种具体的疾病,而是一种未知疾病的可能性。

大家可能会说,“X疾病”离我们的生活还很远,不必过分担心。这种看法是正确的。但令人担心的是,我们周围很多人似乎容易患发热、咽痛等流感样症状或者带状疱疹等感染性疾病。虽然这些感染性疾病大多是由流感病毒、冠状病毒、呼吸道合胞病毒或者水痘-带状疱疹病毒等人类熟知的病原体引起的,而不是让人担心的“X疾病”,但是中招的人数越来越多,也需要大家重视。

那么,我们应该如何增强身体的抗病能力,保持身体的健康状态,从容面对包括“X疾病”在内的感染性疾病呢?答案是提升自身免疫力。

## 什么是免疫力

什么是人体的免疫力呢?简单地说,人体的免疫力就是人体免疫系统介导的预防疾病发生的反应,也就是人体免疫系统的生理功能,具体包括免疫防

御、免疫自稳和免疫监视三方面。

其中,免疫防御是指免疫系统能够抵御病毒、细菌等各种病原体入侵和感染人体组织细胞的能力,是人体最基本、最重要的免疫力。免疫自稳是指免疫系统具有维持人体内环境稳定,从而行使正常的生理功能和进行正常的组织细胞能量与物质代谢的能力。免疫监视则是指免疫系统能够识别出人体内因发生基因突变而可能会恶性增生的肿瘤细胞。

当人体免疫力正常时,就不会发生病原体感染或因免疫系统自稳及监视功能紊乱、不足导致的过敏性疾病、自身免疫性疾病、恶性肿瘤等疾病。

## 人体免疫力不足的原因

那么,目前导致人体免疫力不足的主要原因都有哪些呢?

首先,影响人体免疫力最主要的原因之一就是年龄。新生儿免疫系统尚未发育成熟,免疫防御能力不高,因此需要母亲乳汁中的抗体补充免疫力的不足。随着孩子的成长发育,其免疫力会不断增强。当青春期结束、人体完全发育成熟时,免疫系统和免疫力会达到一生的顶峰,之后就会随着年龄增长而不断下降。感染、自身免疫性疾病和恶性肿瘤的发生率也会随之增加。我国目前老龄化程度越来越高,总体人群的免疫力水平有所下降,发生感染性疾病的风险可能会随之增加。

其次,营养情况是影响人体免疫力的重要因素。组成免疫系统的细胞及分子生成,以及免疫系统执行功能时所需要的能量,均来自于人们每天的食物摄入。如果人体无法获得全面、均衡和适量的营养,人体的免疫力就会下降或紊乱。例如,当人体严重缺乏蛋白质时,合成免疫细胞和抗体等免疫分子的水平就会下降,人体的免疫力也会随之下降。而当人体摄入过多热量时,也会造成血糖升高、血脂升高及肥胖等,造成炎症等免疫功能障碍或紊乱。

现在很多人往往因为工作忙或其他原因而吃过多的外卖食品,在订外卖食品时也不注意菜品种类的丰富性,无法实现饮食多样性,这就容易导致营养物质失衡,以及热量与脂肪比例的不合理。这是目前有些人容易发生发热等感染症状的原因之一。

再次,在现代生活中,人们的工作强度较大,经常加班或者熬夜,生活作息不规律,同时生活的压力很大,也会导致精神紧张。这种神经-精神因素,会引起神经-内分泌-免疫调节系统紊乱,降低人体的免疫力。

此外,现代人在各种高楼大厦的室内工作,空间狭小、人员密度大,办公场所缺少新鲜流动的空气,而空调系统也可能存在着清理周期长、杀菌消毒不完善等问题,增加了呼吸道疾病传播的风险。有人不注意根据天气变化增减衣物,也可能导致身体处于应激状态而影响免疫功能的发挥。最后,很多人忙于工作、每日缺乏

户外运动,甚至连最基本的工间操也没有,可能造成包括免疫力在内的整体健康指标下降。日益增加的环境污染,以及吸烟、酗酒等不良生活习惯都可能影响人体免疫力不足或者功能紊乱。

这些因素导致的人体免疫力异常,是目前很多人容易罹患感染性疾病的主要原因,需要引起人们的重视并及时纠正,使人体免疫力回归正常。

## 提升人体免疫力,应对“X疾病”的挑战

人体接触病原体后,是否会出现疾病症状,是进入人体的病原体数量及其毒力与人体免疫力综合作用的结果。当进入人体的病原体数量过多、致病力太强,超过了人体免疫防御的能力时,就可能发生各种感染性疾病。反之,人体免疫力足够强大,即使面对“X疾病”这样的未知疾病,也是可以从容应对的。

提升人体免疫力是战胜感染性疾病、应对“X疾病”的最有效措施。我们应该加大宣传和教育力度,增强全民的健康意识并提升素质,从全面营养、规律作息、科学运动、心理辅导以及整治环境等方面入手,切实提高我国人民的免疫力水平,预防和减少感染性疾病的发生,保障人民的健康幸福生活。

(作者系北京大学基础医学院免疫学系教授)

## 发现·进展

中国科学院深圳先进技术研究院

# 新型磁驱软体机器人实现高效安全药物转运

本报讯(记者刁雯蕙)中国科学院深圳先进技术研究院副研究员徐海峰团队开发了一种用于靶向递药的磁驱软体机器人,该微型机器人能根据器官内不同的结构形貌,进行兼顾效率与安全的生物货物转运和释放。近日,相关成果发表于《美国化学会-纳米》。

科研人员提出了一种在输卵管内进行靶向药物输送的新手段——磁驱软体机器人在行进中进行原位编程和切换运动模式,以适应输卵管中复杂环境的变化,最终在穿过狭小空间后,进行可控的药物释放。

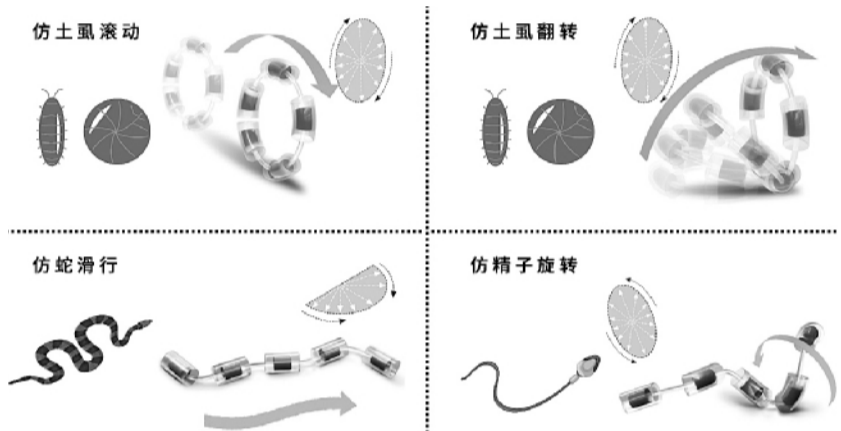
微型软体机器人在高速刚性运动和高适应性软驱动之间不断切换运动模式,可在具有复杂内部结构和复杂表面形貌的输卵管中有效导航。单个毫米机器人可实现仿土虱滚动和翻转、仿精子旋转、仿蛇滑行等多个运动

模式,分别用于通过不同的障碍物场景,包括平坦区域、高台阶、狭窄通道和固液界面。

“机器人的滚动模式可实现高速运动,速度可达23毫米/秒。药物既能通过溶解缓慢释放,也可通过激光在14秒内快速释放。”论文共同第一作者、中国科学院深圳先进技术研究院副研究员刘源介绍,这减少了微组织损伤和药物副作用。

研究团队还在离体猪输卵管中控制微型软体机器人执行自适应多模式运动和药物递送。结果表明,在磁场下,机器人朝着目标区域前进,在100秒内运动了55毫米,在目标区域快速释放药物,展示了这一新型机器人对输卵管环境的适应性。

相关论文信息:  
<https://doi.org/10.1021/acsnano.3c09753>



基于原位编程策略,单个磁驱软体机器人实现多个运动模式示意图。 科研团队供图

天津大学等

# 提出减少碳移除依赖的地球降温途径

本报讯(通讯员张华 记者陈彬)二氧化碳移除技术(以下简称碳移除)是降低全球碳排放、为地球降温的重要举措。天津大学副教授金超团队联合国内外合作者,提出了一种最大限度减少碳移除依赖的地球降温发展路径。该研究利用全球气候变化的综合评估模型,部署了6种不同的碳移除方法,即造林/再造林、生物能源与碳捕集储存、直接空气捕集储存、生物炭捕集、强化岩石风化捕集、海洋固碳,进而模拟不同程度碳移除依赖场景下世界经济、能源系统、土地利用和环境之间的联系。相关研究成果发表于《环境科学与技术》,并入选当期封面文章。

研究团队以移除10亿吨(低)、80亿吨(中)、220亿吨(高)二氧化碳为例,表明在低碳移除依赖下,将显著减少化石燃料使用,进而降低氮氧化物、挥发性有机化合物、颗粒物、硫化物等

污染物排放。研究预测,到2050年,在低碳移除依赖下,可再生能源和核能将达到总发电量的90%以上。

研究发现,在6种不同的碳移除方法中,生物能源与碳捕集储存和直接空气捕集储存将发挥最重要的作用,海洋固碳的高成本导致其发挥的作用甚微。就全球不同大洲发展来看,碳移除需求主要集中在亚洲;生物能源与碳捕集储存将在非洲、亚洲、欧洲以及中美洲和加勒比海地区发挥重要作用,但北美/南美和大洋洲等地区部署直接空气捕集储存相对便宜。

研究发现,过度依赖碳移除会给人类带来诸多潜在风险,包括高碳排放产业推迟减排、化石燃料基础设施继续使用造成的锁定效应以及为了降碳大量占用既有耕地牧场资源等。

相关论文信息:  
<https://doi.org/10.1021/acs.est.3c06866>

中国科学院空天信息创新研究院等

# 揭示中国灌溉用水未来变化趋势与经济影响

本报讯(记者甘晓)中国科学院空天信息创新研究院研究员王树东带领的生态水文遥感团队与中国气象科学研究院、美国宾夕法尼亚大学等单位科研人员合作,提出一种基于机器学习与遥感观测数据的全国尺度灌溉用水量估算模型,并基于该模型揭示了未来气候变化情景下中国灌溉用水的变化趋势和经济影响。近日,该研究成果在《未来地球》上发表。

灌溉农业约占全球耕地面积的20%,贡献了40%以上的粮食产量。中国拥有全球最大面积的灌溉农田,占中国耕地面积的一半以上。在全球气候变化导致粮食安全日益受到挑战的背景下,准确估算灌溉用水量对于制定最优的水资源分配政策十分重要。现有的灌溉用水量估算方法受数据可用性和模型结构的约束,在全国尺度和未来气候变化情景下适用性差。

该研究团队开发了一个基于机器学习的模型,通过整合一系列高精度水文要素卫星遥感产品(降水、蒸散、土壤水分和雪水当量)、气象驱动因子、经济统计数据 and 数值模型模拟,在数据驱动框架下估算了全国尺度的

灌溉用水。该研究团队进一步考虑了一系列气候和社会经济情景,将建立的机器学习框架与4个先进的地球系统模型结合,提供了未来70年中国灌溉用水的变化趋势和相关成本。

研究发现,基于不同的温室气体排放情景,未来70年,全国约60%的省份的灌溉用水量都会增加,特别是西北和华北区域。对比20世纪80年代至2010年的数据,全国灌溉用水到2050年预计最高将增加17.1%,灌溉用水增加带来的每年新增成本最高可达39.1亿美元;到2100年全国灌溉用水预计最高将增加34.8%,每年新增成本最高可达65亿美元。研究结果凸显了水资源可持续利用与管理的迫切性。

该研究提出了一种有效估算当前和未来灌溉用水的方法,研究成果可以扩展到其他面临日益增长的灌溉需求的国家。该研究结果也可作为农业用水政策制定和决策提供重要信息,有利于在气候变化和社会经济动态背景下进行水资源的可持续利用与管理。

相关论文信息:  
<https://doi.org/10.1029/2023EF003562>