

■大话农科

“两面派”二氧化碳将催生“隐性饥饿”

■本报见习记者 韩扬眉

你可能尚未意识到,未来,在高浓度二氧化碳的环境下,你所食用的大米、小麦等粮食可能不那么“有营养”了。

已有研究表明,对于农作物来说,二氧化碳是一个“两面派”。一方面,二氧化碳浓度增加会提高水稻、小麦、土豆、大麦等农作物的产量,只不过不同作物和地区之间的增产程度会有所差异;而另一方面,二氧化碳浓度增加会导致粮食作物中铁、锌与蛋白质等营养素含量降低,进而影响人体健康。

不过,二氧化碳浓度增加导致作物营养素含量降低了多少?全球不同区域间受影响程度的差异如何?诸多问题尚不清楚。

近日,国际食物政策研究所、美国国家环境保护局等组成的国际研究团队分析了 2050 年以前气候变化、经济变化和二氧化碳浓度对主要农产品营养成分和产量的影响,更加全面估计气候变化对全球食品安全的影响。他们预测,气候变化将显著减少全球作物中蛋白质、铁和锌的含量,减缓未来几十年人类减少“隐性饥饿”的进程。相关成果发表于《柳叶刀—星球健康》。

粮食越来越多营养却不断下降

吃得多,并不代表吃得有营养。已有研究表明,全球有数亿人摄入了足够的卡路里,但有很多人因饮食中缺乏某些对健康至关重要的营养素而患病和营养不良,这也被称为“隐性饥饿”。世界粮农组织的统计数据表明,全球营养不良人口数量在经历了近 10 年的下降后,于 2015 年起开始回升。其中,蛋白质、铁、锌等营养素摄入不足成为营养不良的主要原因。

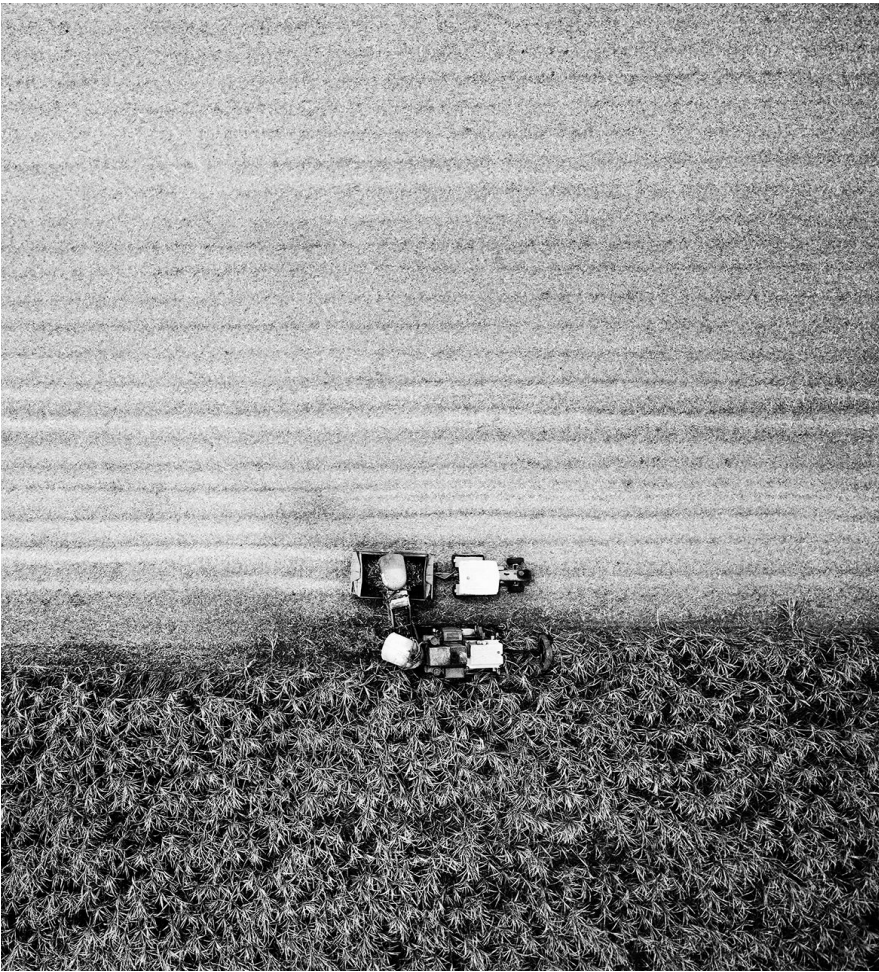
该研究指出,全球 25%~30%的人缺乏至少一种关键微量营养素。其中有 10%~15%的人面临缺铁风险,17%的人面临缺锌风险,12%的人面临缺乏蛋白质的风险。与此同时,不断增加的人口和营养需求以及气候变化的影响可能加剧对全球粮食安全的威胁。

此外,儿童和孕妇是营养不良高发人群,微量营养素缺乏会限制生长和组织修复,导致初生儿体重过低、发育迟缓和其他健康问题。据估计,因营养不良,每年大约有 220 万名儿童死亡。

“饮食中微量营养素的缺乏导致诸如新陈代谢、免疫系统、认知能力和生长发育等方面的负面影响,而这种后果可能不会立即显现,且不容易被察觉到。”该论文通讯作者、美国国家环境保护局环境科学家 Allison Crimmins 表示。

以往相关研究预测,只要增加农业产量,人均食物供应状况就会得到改善。但这些模型针对的是主要农产品的生产和消费,而并不直接评估个别营养素的获得情况。

在 Crimmins 看来,气候变化对粮食作物生产力,以及二氧化碳浓度对食物营养成分变化的潜在影响由诸多因素造成。他们首次综合了所有相关的影响因



二氧化碳上升将带来“隐性饥饿”

图片来源:Josh Withers

“二氧化碳浓度升高而导致的作物蛋白质、铁和锌等营养物质的减少抵消了“二氧化碳施肥效应”带来的任何好处。

素,并结合农业部门对 2050 年前农业产量、价格、收入和贸易的预测,以精确估计作物营养素含量的变化。

“结果表明,我们对未来全球粮食安全和饮食健康的预测可能过于乐观。”Crimmins 说。

二氧化碳的负面影响正在抵消人类努力

二氧化碳可当作“肥料”,在其他因素保持不变的情况下会提升农作物产量,这被称为“二氧化碳施肥效应”。大棚等设施农业通常会以此来增加产量。

然而,人们往往忽略的是,二氧化碳等温室气体浓度的升高,同时带来气温、降水变化以及极端气候事件多发,这些将导致粮食增产减缓、全球饥饿加剧。

与此同时,尽管通过技术变革,二氧化碳施肥效应等会增加全球膳食蛋白质、铁和锌的可获得性,但这正在被气候

变化对农作物产量的负面影响,以及“碳惩罚”对营养素的负面影响所“抵消”。

据统计,二氧化碳浓度对作物营养成分的影响在 2.5%到 4.1%之间。二氧化碳浓度升高而导致的作物蛋白质、铁和锌等营养物质的减少抵消了“二氧化碳施肥效应”带来的任何好处。

这也意味着,人们长期以来为消除饥饿所做出的努力变得异常艰难。

那么,二氧化碳如何导致作物营养流失?

中国科学院南京土壤研究所研究员、土壤利用与环境变化研究中心主任朱春梧告诉《中国科学报》,根据现有研究发现,二氧化碳浓度变化从 3 个方面影响作物营养变化。第一,二氧化碳作为光合作用的“营养物”来源,其浓度升高利于植物生物量富集,从而“稀释”了氮、铁、锌等营养素含量;第二,二氧化碳高浓度下,植物气孔导度降低,蒸腾拉力下降,使得土壤中营养液向植物体

内流动的效率下降;第三,像人摄入过量的碳水化合物会发胖、运动能力下降一样,植物生长发育过快,根系活力和吸收能力会逐渐下降。

该研究根据二氧化碳浓度的综合效应预计,全球作物蛋白质、铁和锌的含量增长将放缓。到 2050 年,如果没有技术改进和市场增长,全球作物中蛋白质、铁和锌的含量将分别下降 19.5%、14.4%和 14.6%。

“有明显的证据表明,二氧化碳导致矿物质含量降低,而维生素的含量是否降低,目前尚不确定。营养成分变化可能导致人类营养摄入的变化,从而影响健康。”论文作者之一、国际食物政策研究所高级科学家 Timothy Sulser 告诉《中国科学报》。

朱春梧表示,该研究对于理解二氧化碳对人类膳食营养很有意义,在方法上有特色和创新。“人们希望了解不同二氧化碳浓度对作物养分的影响,而该研究给出了精细化的答案。”

探索应对“隐性饥饿”

该研究还发现,在低收入和中等收入地区,如中东和北非、撒哈拉以南的非洲和南亚等,二氧化碳排放对当地人口健康的影响更为深远。而在高收入国家,蛋白质、铁或锌等营养素平均摄入量的减少可能对大多数人影响并不大。且对于“营养过剩”的人群来说,一些微量营养素的减少甚至可能带来积极影响。

朱春梧指出,“富人”的食物选择来源更多样化,比如:肉禽海鲜、水果蔬菜和主食等都会涉及,而“穷人”大多选择较少,通常以主食为主。“不过,二氧化碳浓度升高最终对人类健康究竟会产生哪些影响,还有待进一步做相关模拟实验。”

“当然,除食品消费外,还有许多影响营养和健康结果的因素需加以考虑,比如卫生设施、疾病发生率、饮用水供应和教育等。”Crimmins 说。

那么,如何应对“隐形饥饿”这一挑战? Sulser 指出,通过不同方式向作物或食物中添加营养素被认为是提高饮食中营养素可用性的最有效方法,包括生物强化(通过传统作物育种)、农业强化(通过向肥料中添加特定营养素)、传统食品强化(比如在面粉中添加铁元素)等,“目前正在研究这些方式的效果”。

不过,也有专家表示,添加营养素的食品价格会更高,低收入群体是否有能力购买也是值得考虑的问题。

朱春梧提出,国内科学家正在根据二氧化碳特点寻找趋利避害之策。“我们与营养学家、育种家、植物遗传学家等联合,希望通过基因改良、品种筛选等手段获得对二氧化碳更敏感、同时养分含量下降得少的品种,这样在未来二氧化碳浓度较高环境下,也能实现丰产优质”。

相关论文信息 : [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(19\)30094-4](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(19)30094-4)

■进展

本报讯(记者李晨)中国马起源于何时?藏马如何适应高原低氧环境而生存下来?近日,《分子生物与进化》(Molecular Biology and Evolution)发表了中国农业科学院北京畜牧兽医研究所畜禽种质资源保护与利用科技创新团队的最新研究成果。他们在藏马驯化历史和低氧耐受性研究上取得重要突破,发现了藏马低氧耐受遗传调控机理,并推演出中国马驯化起源历史。

马的驯化起源对世界战争、运输和农业产生了革命性的影响,对人类历史进程产生了关键性影响。但是一方面由于家马祖先的灭绝和青铜器时代早期遗址的遗失,中国马驯化起源的时间一直存在争议。国外普遍认为中国马起源较晚,约在殷商时期;另一方面,藏区极端环境严重阻碍了低氧耐受性的研究。

该团队在首席科学家马月辉研究员的带领下,通过十余年的努力,寻遍祖国大江南北,系统性地收集并保存了 26 个家马品种,合计获得近千份遗传材料,累计进行百余次高原血氧实验测定,为后期的基因组测序和关联分析奠定了重要基础。

该团队通过多种进化模型的

构建和模拟,首次推演出距今约 3700 年前,中国马祖先发生了一次重要分化事件,形成北方马、西南马和藏马这三大类群。该结论支持了中国马驯化起源远早于殷商时期的观点。

研究还发现,藏马与西南马之间存在不对称的基因交流,与连通滇藏的“茶马古道”时间一致。

论文共同通讯作者蒋琳研究员介绍,基于选择信号和携氧能力的全基因组关联分析发现,藏马低氧耐受的致病突变——低氧诱导因子 EPAS1 的 R144C 精氨酸 144 半胱氨酸的突变,能够增强 EPAS1 的稳定性,上调低氧诱导通路 HIF 基因的转录,提高了藏马的携氧能力和低氧代谢水平,从而更好地适应藏区极端的低氧环境。该研究为藏区克服“低氧瓶颈”进行马匹引种改良提供了可能。

相关论文信息 : <https://doi.org/10.1093/molbev/msz158>

■前沿

梨中新贵“夏露”揭开面纱

本报讯 好吃,好看,好种,好赚! 8 月 13 日,在南京市江宁区湖熟梨标准化示范园里,南京农业大学国家梨工程技术研究中心举办了一场新品种观摩品鉴活动,该中心发布的“夏露”梨新品种凭借外观美、口感好、产量高等特性,让来自全国各高校、科研单位、育种企业的专家学者、技术人员、管理人员赞叹不已。

“夏露”口感细胞多汁,肉质特别细嫩,果个大、表皮光洁,而且糖分控制在更加健康的阈值内,适合更多人群食用。国家梨工程技术研究中心主任、南京农业大学园艺学院教授张绍铃介绍,“夏露”由日本砂梨品种“新高”和我国砂梨品种“西子绿”杂

交选育而成,在南京地区 8 月中旬成熟,继承了其父母本的优势,果形端正,近圆形,平均单果重 280 克左右,果皮绿色光洁,果肉细腻雪白,石细胞少,果心小,汁液多,可溶性固形物含量 12 %左右,口感清甜爽口。

张绍铃告诉《中国科学报》,“夏露”不仅早果、丰产性好,抗病性和对环境的适应性也比较好,适合倒“个”形等轻简化树形和免套袋栽培,栽培省工省力。该品种目前主要在江苏省内栽培,适栽区为长江流域等砂梨产区。

目前“夏露”刚刚在全国各地推广种植,根据生长特点,广大市民大概要在 3 年以后才能吃到。(谢智华 许天颖)



■环球农业

基因密码已破译 牛油果爱好者有福了!

如果要评选近几年来最流行的水果,牛油果一定榜上有名。数据显示,2017 年全球牛油果市场价值增长约 130 亿美元。而中国进口的牛油果从 2010 年的 2 吨增长到 2017 年的 32100 吨,7 年间增长约 1.6 万倍。

在世界各地,牛油果除了直接食用外,还被做成沙拉、涂在玉米饼上、捣碎填进面包、卷成寿司、混合奶昔等等,吃法不计其数。

但不幸的是,像许多常见的水果和蔬菜一样,牛油果受到了气候变化的威胁。美国一项报告预测,到 2050 年,加利福尼亚州的高温 and 降水减少将大大降低这一广受受欢迎水果的产量。

最近,一项发表在美国《国家科学院刊》上的研究或许可以改变这一现状。来自墨西哥生物多样性基因组学国家实验室、美国得克萨斯理工大学、布法罗大学的研究者宣布,他们对墨西哥哈斯牛油果基因组成功测序,还重新测序了危地马拉和印度品种牛油果的基因组。

这项研究表明,牛油果在发育历史上经历了两个“多倍性”事件,整个基因组被复制,同时许多重复的基因被删除。而另一些基因发育出了其他有用的功能,这些基因直到今天还存在于牛油果中。

该研究还发现,牛油果利用串联重复序列基因制造化合物以抵御真菌攻击。这为了解所有牛油果

的抗病性奠定了基础。“如果有一棵看似很擅长抵抗真菌的牛油果树,你就可以去寻找其中特别活跃的基因。如果能识别并控制这个抗性基因,就可以尝试调节和改变它们。”论文作者之一、布法罗大学艺术与科学学院生物科学教授 Victor Albert 说。

这对牛油果爱好者来说是个绝佳的消息。一直以来,牛油果的生长周期都很长,育种不易,所以产量有限,价格较高。但哈斯牛油果遗传密码的破译意味着某一天或许会开发出更能抵抗真菌感染、适应极端环境条件的牛油果品种,提高牛油果树的产量,或许也能开发出新口味的牛油果品种。

“牛油果是一种对全球来说都很重要的作物……墨西哥多样性中心储藏着大量优质的牛油果品种,这是未来牛油果的遗传资源。我们需要对牛油果基因组测序,使现代基因技术能够辅助育种。”得克萨斯理工大学植物基因组学教授 Luis Herrera-Es-

trella 说。

(刘如楠编译)

相关论文信息 : <https://doi.org/10.1073/pnas.1822129116>

■新农评

草原生态修复急需多样化集成化技术

■林克剑 丁勇 张玉娟

我国草原幅员辽阔,覆盖着 2/5 的国土,是我国面积最大的陆地生态系统,直接关系到国家整体的生态安全。从总体上看,我国草原还存在不同程度的退化、沙化、石漠化、盐渍化等现象,是我国生态空间中受人干扰最大、破坏最为严重的生态系统,急需采取有效的措施大力开展保护修复。

但是,我国草原类型多样,大部分分布在降水较少或土壤脆弱区域,由于各种原因造成草原退化类型多样化,意味着草原生态系统修复没有“一招鲜”的技术,其保护和治理难度非常大,迫切需要更多的技术支撑和系统的解决方案。

我国退化草原类型多样复杂,因而要求修复技术多样化。例如,长期过度放牧退化草原,系主要草原退化类型,土壤硬实板结严重、植物矮小、优良牧草大量减少、生产力衰减,生态系统各要素的协同恢复较为缓慢;刈割致草原退化,成熟种子的补充受到影响,地表立枯物、凋落物大幅减少,优良牧草减少,并发杂草种类和数量增多,植物根系在耙耨过程中受损,养分抽提归还率极低且缓慢;风蚀沙化草原,自然恢复困难,人工补播成功率低,治理成本高;草原撂荒地,生态系统稳定性较差,若没有人工干预,短时期难以恢复到周边天然草原生态系统演替轨道;矿区受损草原,土壤受污染严重,排土场土质差且大都十分紧实,微环境恶劣,草原生态系统建构难度非常大。

除此之外,还有半牧区退耕地、南方

石漠化草原以及青藏高原多见的退化草原黑土滩等,都是草原退化治理中亟待解决的重大难题。

因而,草原生态恢复的系统化要求修复技术集成化。目前,比较成熟的草原修复技术有:围栏封育,一种低成本的草原生态修复技术;飞播种草,利用飞机在空中以一定高度和速度将牧草种子撒到经规划设计的地块上,特点是投资少、面积广、速度快;浅耕翻,通过浅耕(15~20 厘米)破坏原有草皮,增加土壤通透性,促进土壤微生物的活动和有机质分解,增加土壤积温,促进根对水分和矿物质养分吸收的效率,为牧草更好地生长和繁殖创造新的良好条件;免耕补播,利用先进的免耕机械在松土的同时直接播种的耕作方法,可避免表土外翻,减少土壤水分蒸发和有机质损失。此外,还有划区轮牧和限时放牧等。

但是,目前针对我国退化草原不同的分布类型及退化程度的受损生态系统,尚未形成合理的成熟的修复技术集成化模式,缺乏强有力的科技供给和科技支撑。

围栏封育可能被社会公众认为是恢复退化草原省钱、省力、最为可行的方法,能更好地促进土壤有机质的形成和积累。但是,仍存在以下认识误区。

首先,围栏封育不是自然恢复方式,而是一种人为干扰。围栏完全排除了草原上动物对草原的调控作用。这种排除畜影响的方式势必因为植物超补偿生长,导致

退化草原的强烈反弹,因而长期围栏禁牧不是一种天然草原的自然恢复措施。

其次,围栏封育时间的延长对草原恢复不起作用。围栏在短期内对草原恢复起到缓解作用,但距离草原整体的恢复相差甚远。围栏下所谓草原恢复,只是一种短期反弹,是草原失衡的表现,对原生植被的恢复所起作用不大。而且,长期围栏恢复下杂草占有较大空间,草原成为一种单纯封闭和不稳定、不完善的生态系统。

其三,围栏恢复草原的大面积推广不利于草原恢复。它从根本上改变草原牧区的生产生活方式,是非常有害的。随处可见的围栏,既影响了交通和动物的活动,也对草原植被的自身发展规律造成影响。围栏不仅对风滚植物迁徙产生影响,而且也自然状态下的积沙、积雪造成影响,从根本上改变了草原生态系统的特征。

为此,迫切需要根据不同退化草原类型及不同退化程度,因地制宜、精准施策,瞄准主攻方向,采取科学的手段和有效的治理措施,集成创新草原生态修复技术体系和发展模式,为各地如何因地制宜开展草原生态修复提供科技支撑。

笔者认为,草原生态恢复的多样化要求监测评价科学化。从整体上讲,草地退化导致整个草地生态系统退化,抵抗干扰和维持平衡的能力减弱。

以内蒙古典型草原为例。由于放牧时长或放牧强度增加,以羊草为主的根茎禾草群落逐渐退化为以大针茅和克氏针茅建

群的丛生禾草群落,再经低矮的糙隐子草丛生禾草群落,逐渐退化为冷蒿建群的杂类草群落,假如过度放牧持续进行,则草原将进一步退化以致以星毛委陵菜为优势物种的星毛委陵菜沙化草原。

因此,草原生态系统退化不仅包括植被群落盖度发生变化,还包括优势植物物种发生变化,牧草品质和产量下降,物种多样性的流失,进而影响生态系统的结构和功能。不能简单从草原植物的高度、密度和生物量来判断草原恢复,而是要从草原生态系统的多样性、稳定性、结构功能的完善程度建立判别标准。

目前,常用的草原修复监测评价指标是植被盖度。植被盖度主要通过植被指数(NDVI)的数据来反映,但由于数据精确性的限制以及对植被物种的识别度不够,该方法可能仍不能够真实反映草地退化的状况,还需要进行大量的原位监测提高草地生态系统退化程度判别的精确度,为更加精准地实施草地生态系统修复提供支撑。

同时,在评价草原生态恢复时,要更加注重对土壤恢复的质量评价。植物群落的演替变更可以影响土壤的性状,而土壤任何性状的改变也能够影响植物群落的发生、结构、生产力和演替。笔者建议,在草原生态修复工作中,应充分了解土壤的退化程度,因地制宜地采取措施才能收到良好效果。

(作者单位:中国农业科学院草原研究所)