
全球尺度上间套作模式分析

作者：writer 来源：爱科学

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/9905.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！

全球尺度上间套作模式分析。



玉米—大豆间套作 四川农业大学杜俊波、杨文钰供图

6月1日，《自然—植物》在线发表中国农业大学国家农业绿色发展研究院张福锁院士团队最新成果。该研究发现，在全球尺度上，间套作的物种组成、时空配置及养分管理方式呈现两种不同的模式及净增产效应差异。

论文通讯作者张福锁告诉《中国科学报》，其中一种间套作模式的主要特征是粮食作物与玉米间作、条带种植、分期播种和收获、共生期较短、肥料投入较高，相较于单作有更大的净增产效应，该模式被称为高投入-高产出玉米间套作模型，广泛在我国应用。

另一种模式以矮谷物与豆科作物进行分行间作或混作、同种同收、共生期长、肥料投入较低，净

增产效应低，该模式被称为低投入-低产出间套作模式，广泛在欧洲应用。

以中国为代表的高投入—高产出玉米间套作模式具有更大的净增产效应，是低投入—低产出的间套作种植模式的4倍，说明保障粮食安全的中国间套作模式值得全球借鉴。张福锁说，两种模式较单作均具有提高土地利用效率与节肥的优势，说明间套作不仅能满足低投入农业的生态目标，同样也是高投入农业中保障粮食生产及生态可持续集约化的有效途径。

间套作比单作究竟能增产多少？

当今世界面临的挑战之一是为迅速增长的全球人口生产足够的粮食。现代集约化农业能提供较高的粮食产量，但也带来了巨大的环境风险。

科学家普遍认为，间套作（即在同一块土地上同时种植两种或两种以上作物）能增加农田的生物多样性，减少农药和化肥施用量。与单作相比，间套作又具有提高养分获取和产量的优势。因而，间套作被视为发展可持续农业的可行策略。

以往研究主要关注了间套作体系的土地当量比，用来评价不同间作模式下的土地利用效率。例如，小麦与玉米间作的土地当量比为，小麦间作产量与小麦单作产量的比值，加上玉米间作产量与玉米单作产量的比值。论文第一作者、中国农业大学国家农业绿色发展研究院李春杰在接受《中国科学报》采访时说。已有研究表明，全球尺度下间作体系的土地当量比为1.2~1.3，这表示单作时需要1.2~1.3公顷的土地才能达到间作时1公顷土地的产量。土地当量比大于1时，间作比单作的土地利用率高，即生产等量粮食，间作比单作所用的土地少。

然而，出于保障粮食安全的角度，我们不仅需要关注间套作的土地利用效率，也需要关注间套作的产量优势。与土地当量比相互补充的一个概念是净效应，又称净增产效应。它表示间作体系在单位面积上的产量高于单作预期产量的绝对增产数量。李春杰说。

张福锁告诉记者，净增产效应可以直观地体现增产数量，这对保障粮食安全意义重大。

但是，该项研究之前，科学家并不清楚全球尺度上间作体系比单作体系单位面积上的增产效应。

此外，农田管理措施，如作物的选择、间套作作物的播种时间和收获时间、条带设置和肥料投入等，都可影响间套作作物间的相互作用，但这些因素如何影响间套作体系的增产效应仍不清楚。

因此，张福锁团队通过整合分析，定量全球尺度的间套作体系的增产效应，研究作物组成、时空配置、肥料投入对间套作体系增产效应的影响。

玉米间套作模式优势更明显

他们研究发现，我国间套作体系多为以玉米为主，其净增产效应为2.1吨/公顷；欧洲间套作体系为无玉米的间套作，其净增产效应为0.5吨/公顷。前者增产优势为后者的4倍。

他们研究发现，我国间套作体系在低氮肥与高氮肥投入条件下均高于欧洲间套作体系。以玉米为主的间套作体系的净效应随施氮量的增加而提高，但无玉米的间套作体系的净效应不依赖于施氮量。

李春杰认为，这很大程度上与玉米间作体系为条带套作有关。玉米比C3作物播种晚，与玉米间作的C3作物收获之后，玉米还有一个月的恢复期。如果氮肥投入高了，土壤种前期没有用完的氮素就有利于后期玉米的恢复生长，提高了玉米间作体系的产量。

而没有玉米的间作体系以固氮植物豆科间作为主，土壤施氮量都较低，豆科作物的固氮作用补偿了低氮的投入，所以豆科作物间作体系的产量优势与氮投入无明显关系。

研究中表明了C4作物玉米与C3作物间套作的优势。因为C4作物比C3作物能更好地适应较高的温度，所以，玉米与C3作物可以分开种植。例如，在西北，玉米比蚕豆播种晚一个月左右。

播期错开之后，玉米与间作作物在资源利用的时间上有差异，减少了种间竞争。另外，玉米在株高、光合机制、根系构型等方面与C3作物都有差异。这种时间上和空间上的差异就使玉米与C3作物的间作体系能够充分利用光、养分、水分。

不论中国模式，还是欧洲模式，间套作体系的土地当量比、氮肥当量比、磷肥当量比均大于1。他们计算出三个当量比的数值范围分别为1.16~1.29，1.19~1.33，以及1.19~1.36。也就是说，两种间套作体系与单作相比，都节约了16~29%的土地、19~36%的肥料。

中国模式值得借鉴

我们的研究发现，作物的选择、播种时间和收获时间、条带设置和肥料投入等农田管理措施，对增产效应的影响是相互关联的，增产效应的发挥不能归结为单个措施。李春杰解释说，当间作体系中有玉米时，由于玉米株高较高，为了减少光玉米与较矮的豆科竞争光，玉米经常与豆科作物条带种植，增加豆科与玉米的距离，减弱光的竞争。

张福锁强调，管理模式的差异反映出，不同国家和地区为了满足不同的生产、生态目的而设计了不同的间作体系。

间套作在中国已有2000多年的历史，是中国古代农民智慧的结晶。有研究显示，我国约1/3的可耕种土地上采用了间套作体系。我国的间套作以生产更多粮食为目的，因此投入更多的养分，间作体系中玉米能充分利用这些养分，形成较高的增产效应。

而欧洲模式的间作体系以增加生物多样性、利用豆科作物来降低氮排放、实施减少环境污染的有机农业为主要目的。由于人力成本较高，其体系设计要适合机械化生产，因而采取种植低矮作物、同种同收、混种、低投入的管理措施。

我国农业生产的技术创新，一直把保障粮食安全放在第一步，决定了我们的间套作模式与欧洲不一样。既能采取环境友好的间套作模式，又能大幅提高单位面积的粮食产量，这恰恰是中国对全世界能做贡献的地方。张福锁说。

李春杰认为，玉米间作体系为适应气候变化的间作体系设计提供了指导意义。全球气候变暖，生育期延长。而玉米间作体系恰恰可以适应高温，与其他作物错开种植，并充分利用延长的生育期。

另外，条带种植的间套作可以为通过更好的利用施肥时间来进一步节省肥料。例如，在条带间套作中，播种可以固氮的豆科作物，减少前期化肥施用量；后期追施化肥又可促进玉米的恢复生长

, 提高肥料利用率。

不过, 张福锁强调, 我国玉米间套作体系的机械化采收还面临较大挑战。在一块地里管理两种作物比管理一种作物要复杂得多。相比于欧洲的混种模式, 我国的带状套种对农业机械的要求更高。

目前, 已经有一些研究工作在克服这些挑战, 使机械化间作成为可能。张福锁说。(来源: 中国科学报李晨)

相关论文信息: <https://doi.org/10.1038/s41477-020-0680-9>

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: 张福锁等 来源: 《自然—植物》

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