



西北农林科技大学
NORTHWEST A&F UNIVERSITY



UNIVERSITY OF
SASKATCHEWAN



豆科绿肥与农业可持续发展

——跟随碳的足迹

西北农林科技大学

姚致远

萨斯喀彻温大学（加拿大）

重庆

2019-08-08

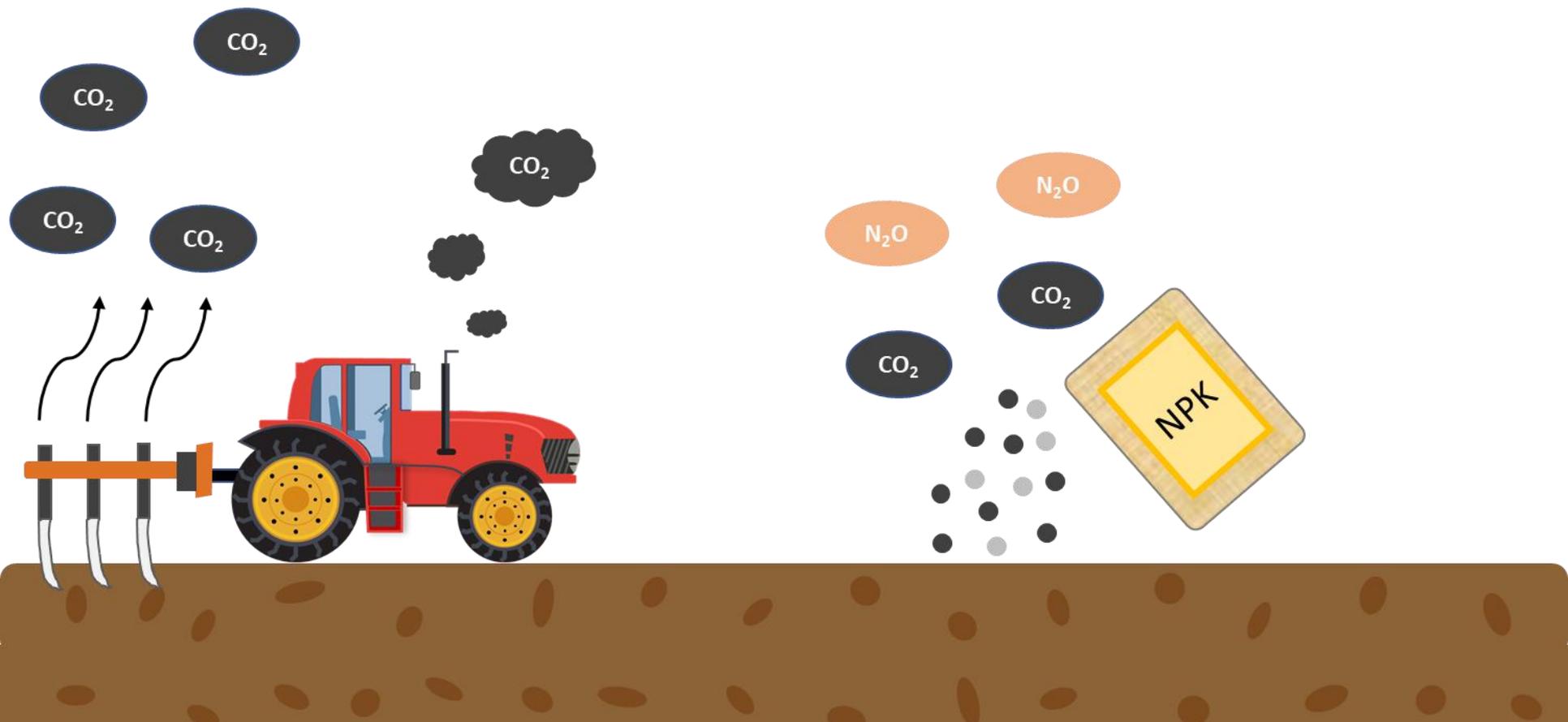
2019年中国植物营养与肥料学会学术年会





研究背景

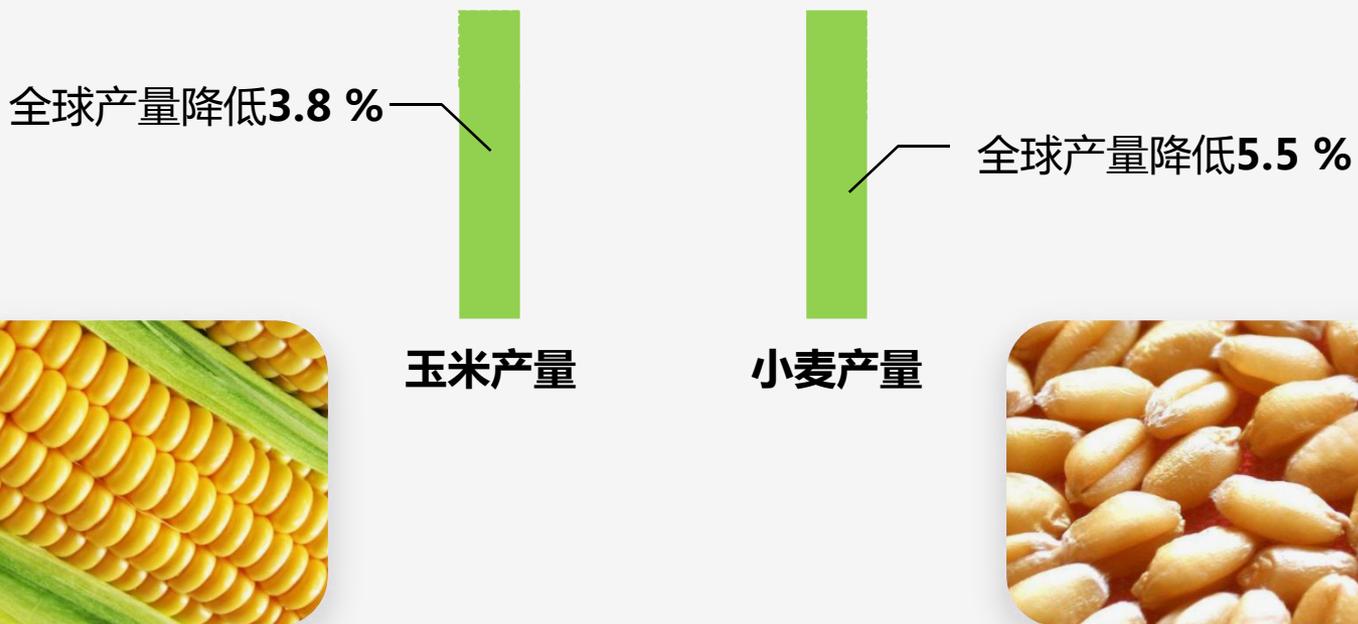
传统集约化的种植模式导致了大量温室气体排放
(土壤碳损失+化肥相关碳排放)。





研究背景

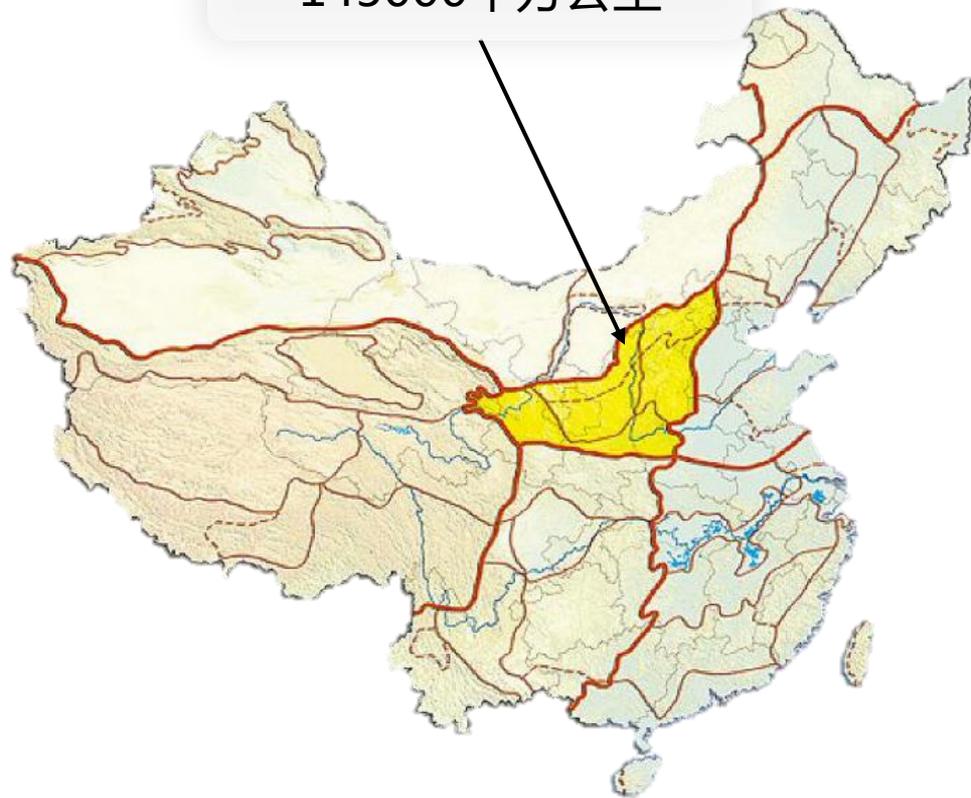
气候变化不利于维持作物高产



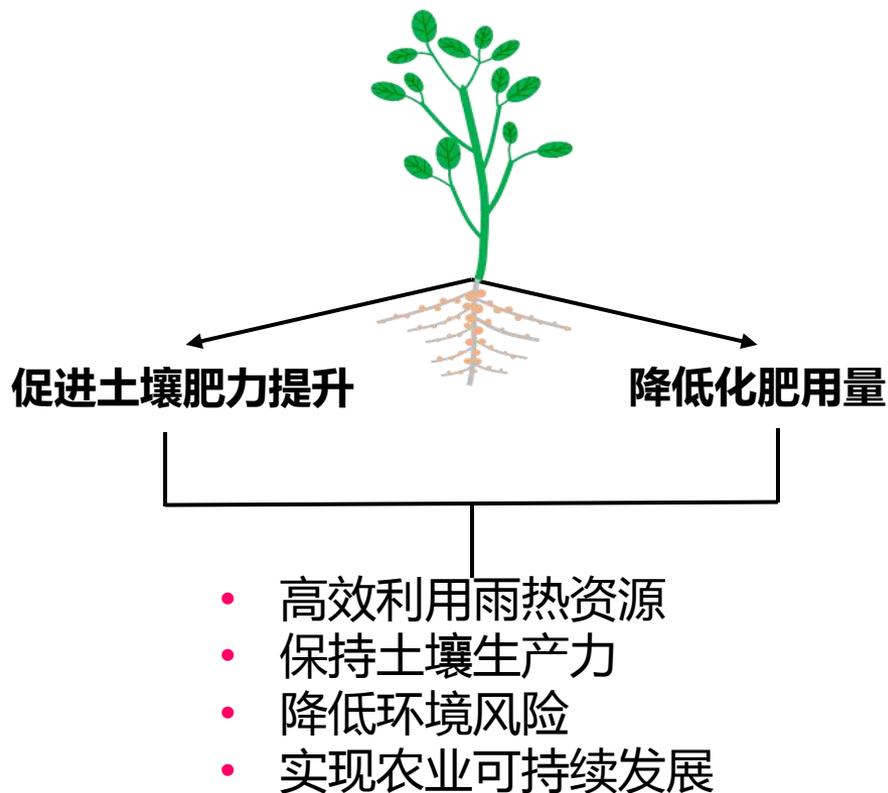


研究背景

黄土高原耕地面积达到
145000平方公里



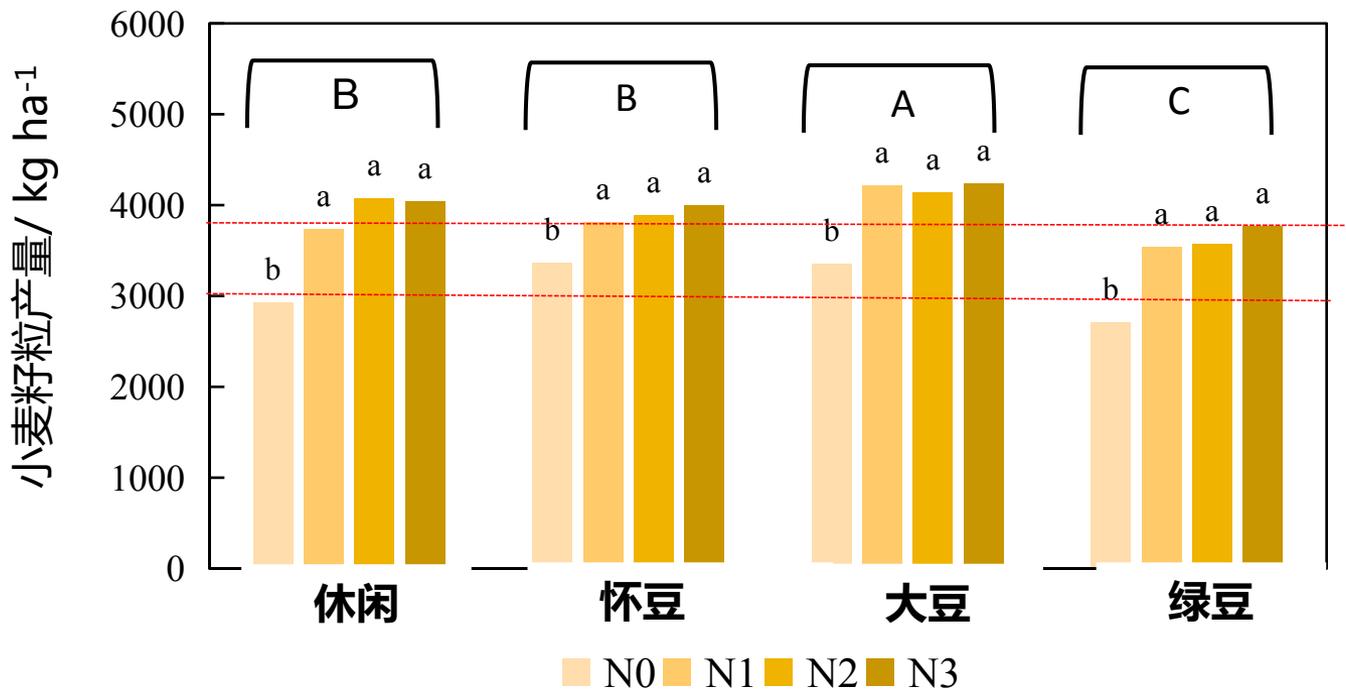
- 冬小麦-夏休闲面积较大
- 土壤肥力不高，化肥用量不低
- 夏季雨热资源丰富





研究背景

多年豆类绿肥还田对小麦产量的影响

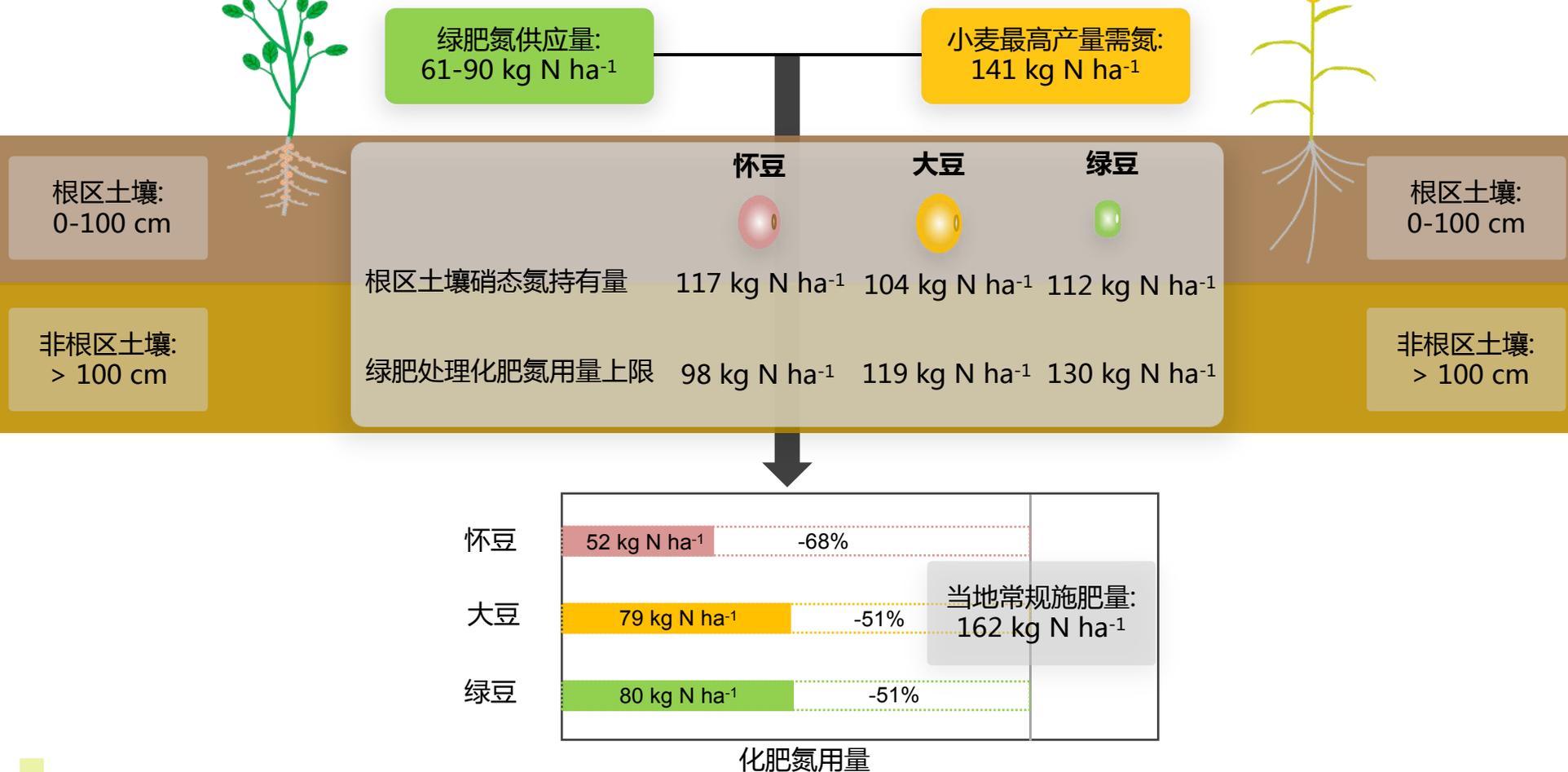


- ❖ 怀豆处理产量和休闲持平，而大豆处理显著增加小麦产量。
- ❖ 施用更多的化肥不能有效的提升小麦产量，尤其是豆科绿肥还田时。



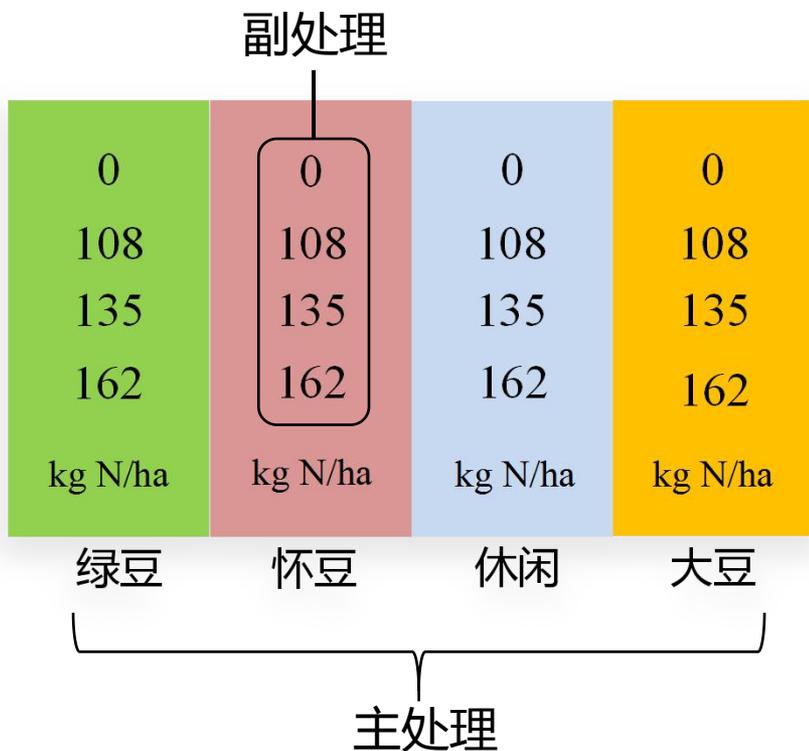
研究背景

豆类绿肥还田在小麦氮肥减量中的潜力

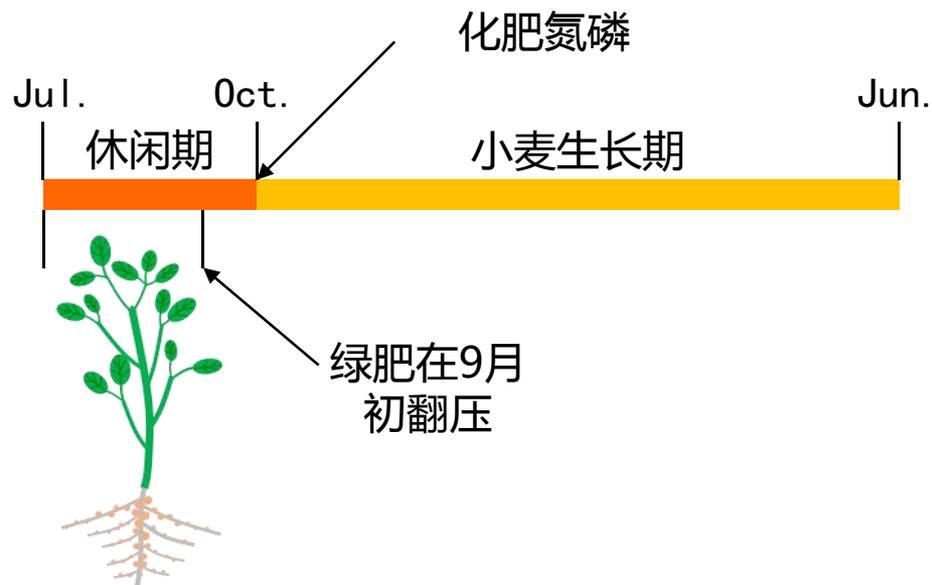




试验设计



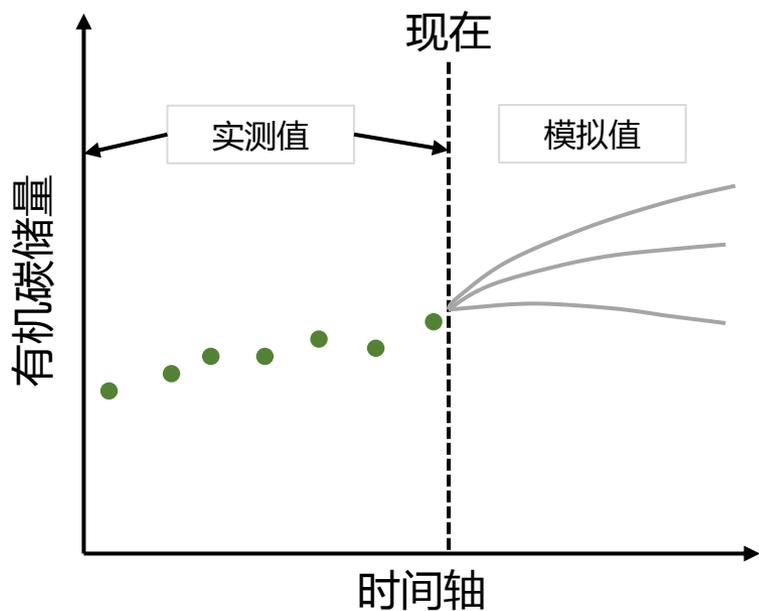
绿肥种植期间不施肥，小麦播前根据试验设计施用氮肥和磷肥（作为基肥）





研究方法1

利用不同处理的碳投入量和实测有机碳（SOC）储量，通过模型模拟SOC储量，评估不同处理在达到平衡状态时的未来SOC储量。



ROTHAMSTED
RESEARCH

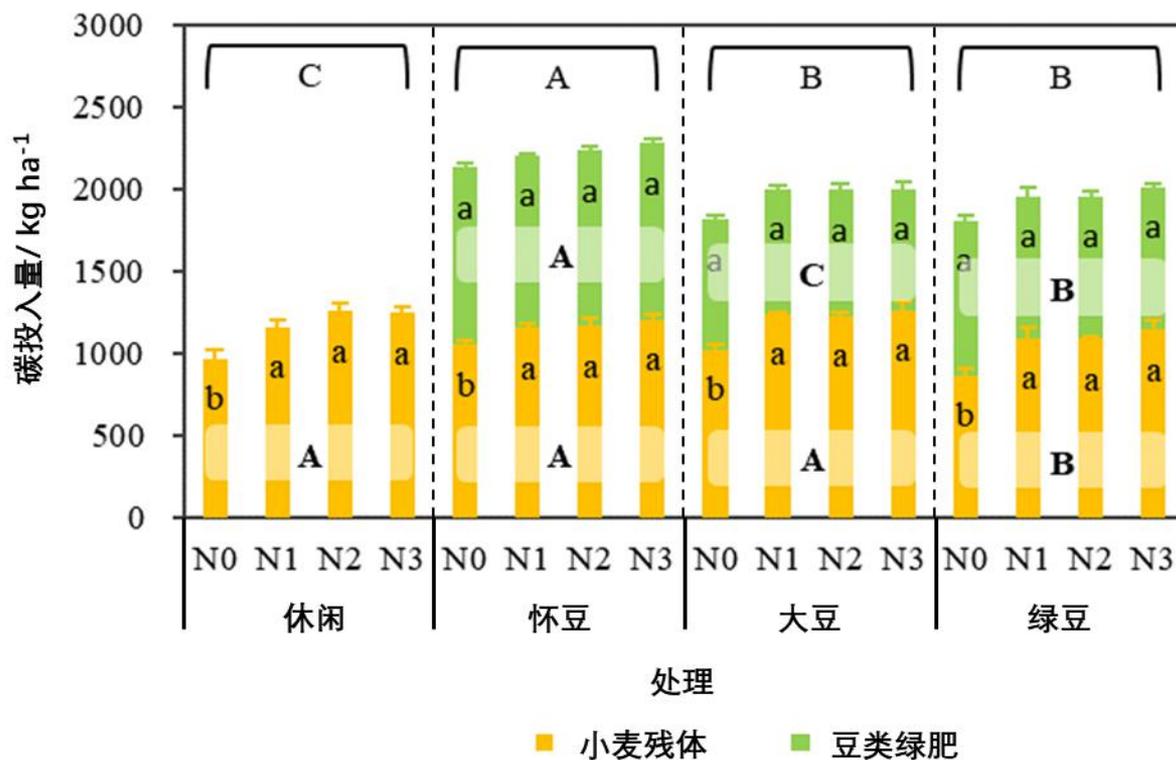
通过英国洛桑实验站的有机碳模型（RothC model）模拟农田土壤未来的有机碳储量变化。





研究结果1

豆类绿肥还田与无绿肥（休闲）土壤的碳投入量

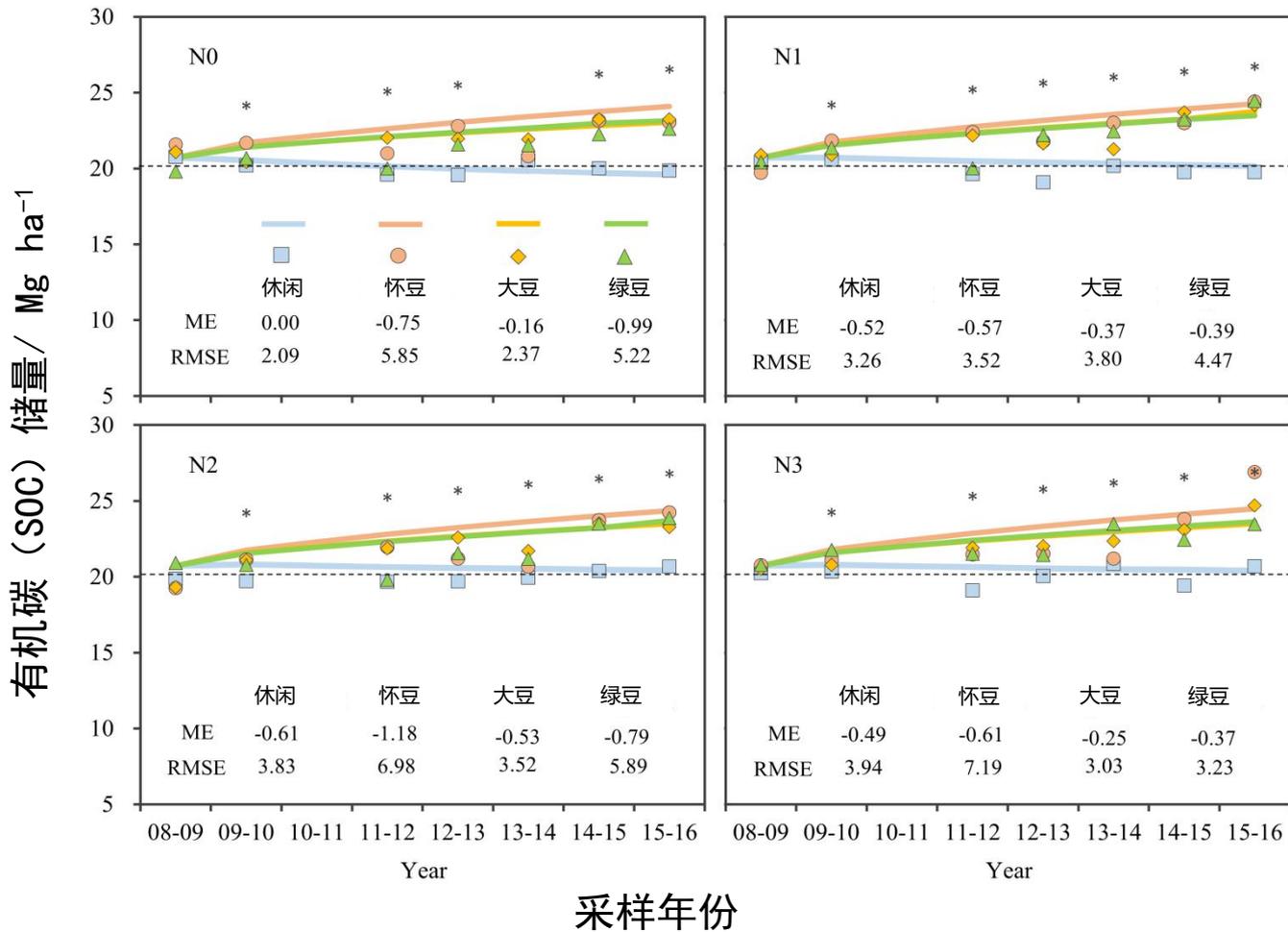


- ❖ 绿肥还田显著增加了碳还田量。
- ❖ 种植当地的怀豆作为绿肥提供的碳还田量最高。



研究结果1

0-20 cm土层SOC储量的实测值与模拟值

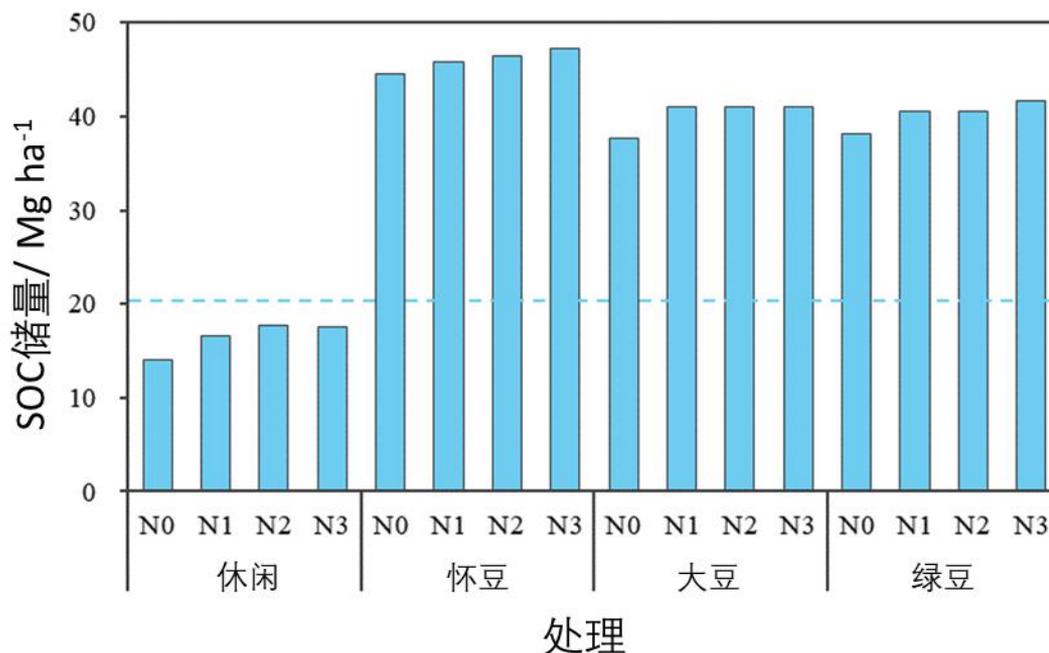


- ❖ 通过RothC model模型可以较好的模拟不同处理对SOC储量的影响。
- ❖ 在不同N水平下，绿肥还田都显著的增加了SOC储量。



研究结果1

豆类绿肥还田与无绿肥（休闲）土壤达到新的平衡状态时的SOC储量

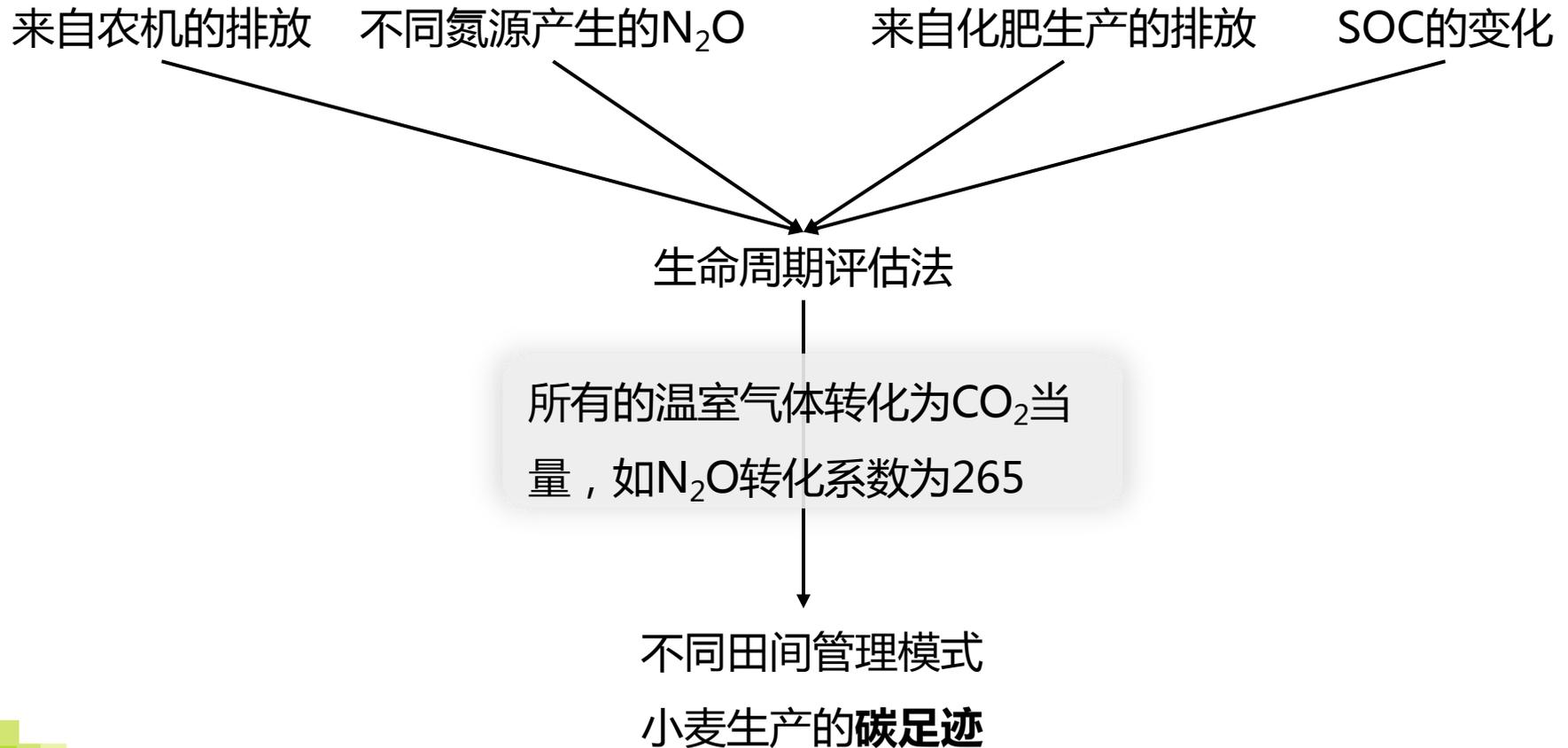


- ❖ 无绿肥还田的土壤（休闲）在达到新的平衡状态时SOC储量降低。
- ❖ 绿肥还田持续提升SOC储量，且有较大的增长潜力（比试验开始时平均增加107%）。



研究方法2

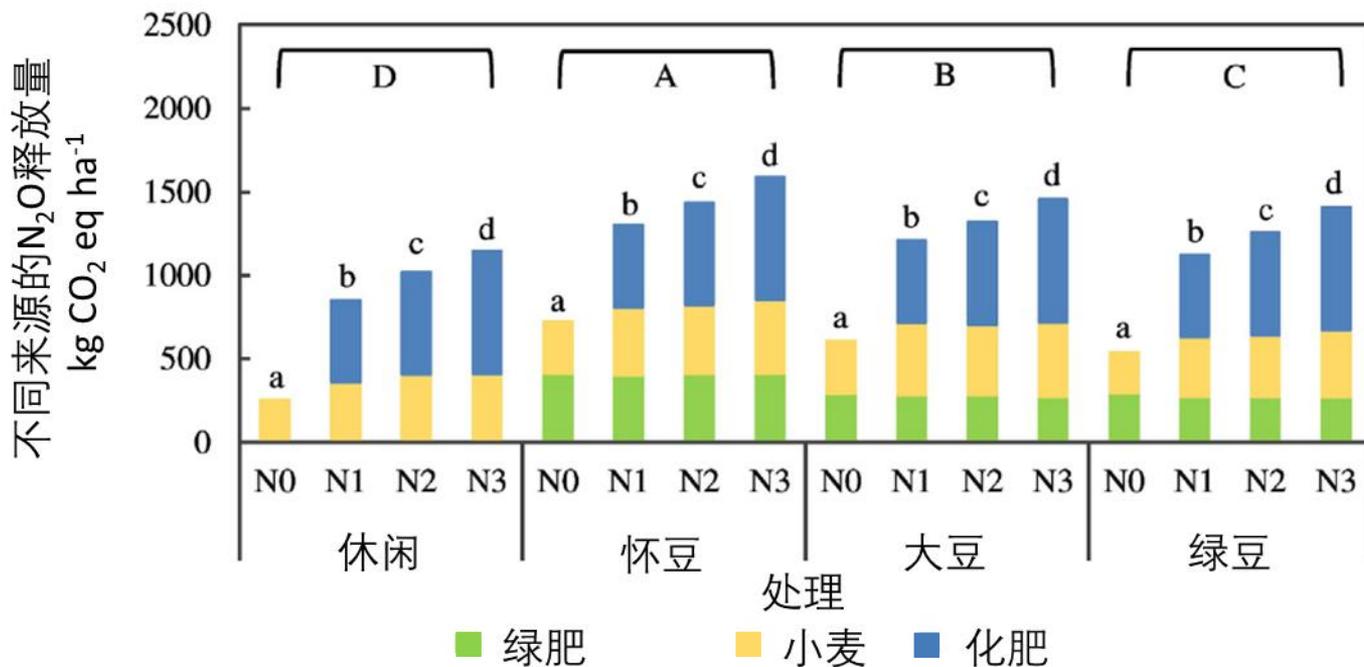
结合土壤有机碳储量和生命周期评估法研究绿肥还田8年后以及SOC达到平衡状态时的碳足迹。





研究结果2

豆类绿肥还田与无绿肥（休闲）土壤各来源的平均N₂O释放量

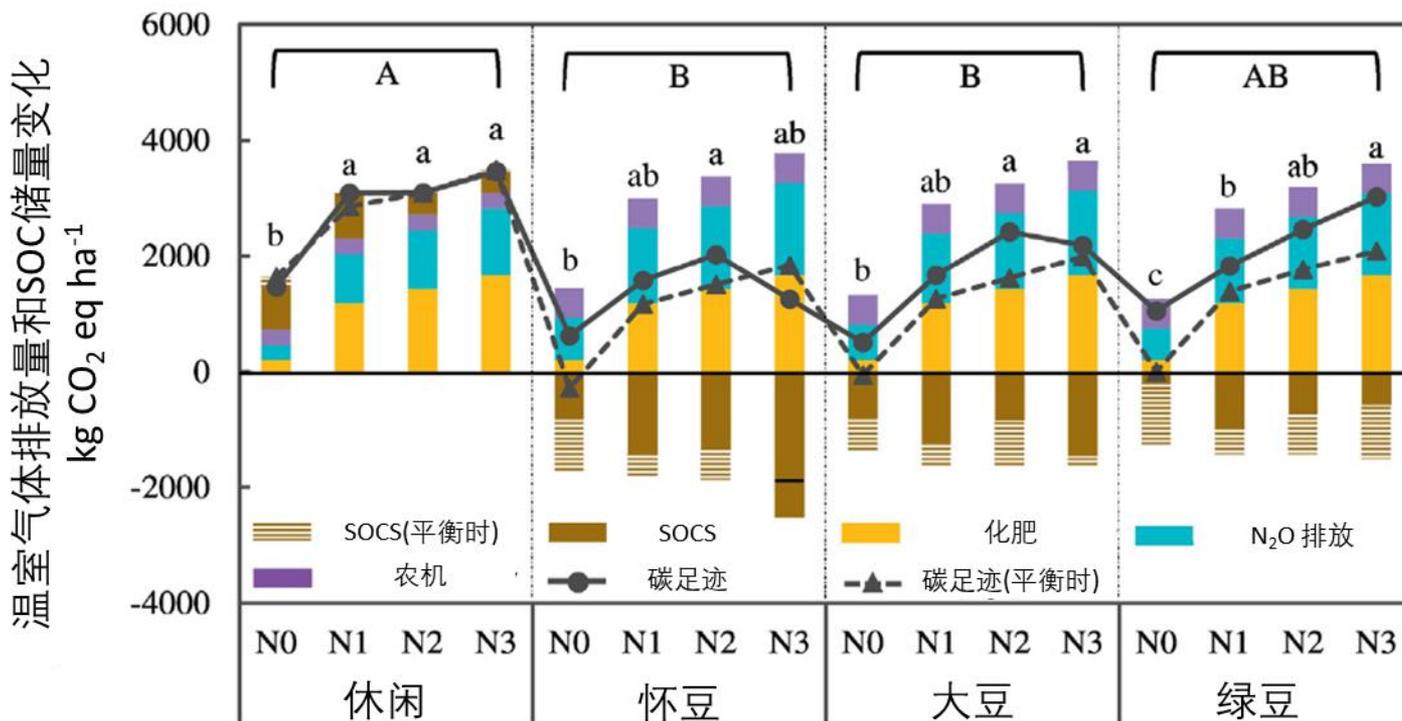


- ❖ 绿肥还田由于增加了N₂O排放源，因此N₂O排放量显著高于作为无绿肥（休闲）土壤。
- ❖ 增加化肥用量将会导致N₂O排放的显著增加。



研究结果2

不同农业生产投入源温室气体排放量，SOC储量变化量以及碳足迹

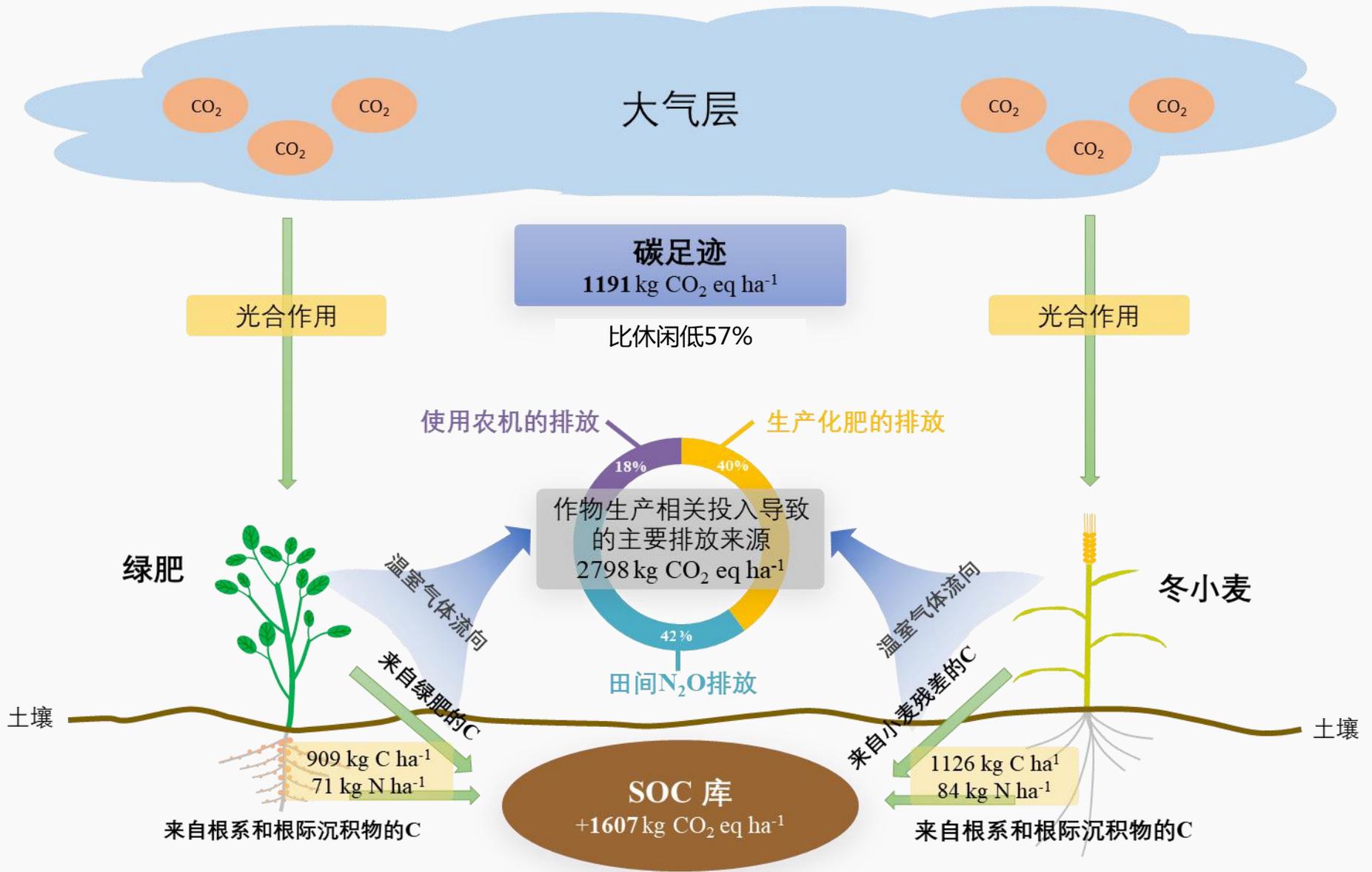


❖ 生产化肥是一个重要的温室气体来源。

❖ 绿肥还田在目前降低38%的碳足迹，在未来SOC达到平衡时则可降低57%的碳足迹。

❖ 绿肥处理主要通过增加SOC储量降低碳足迹。

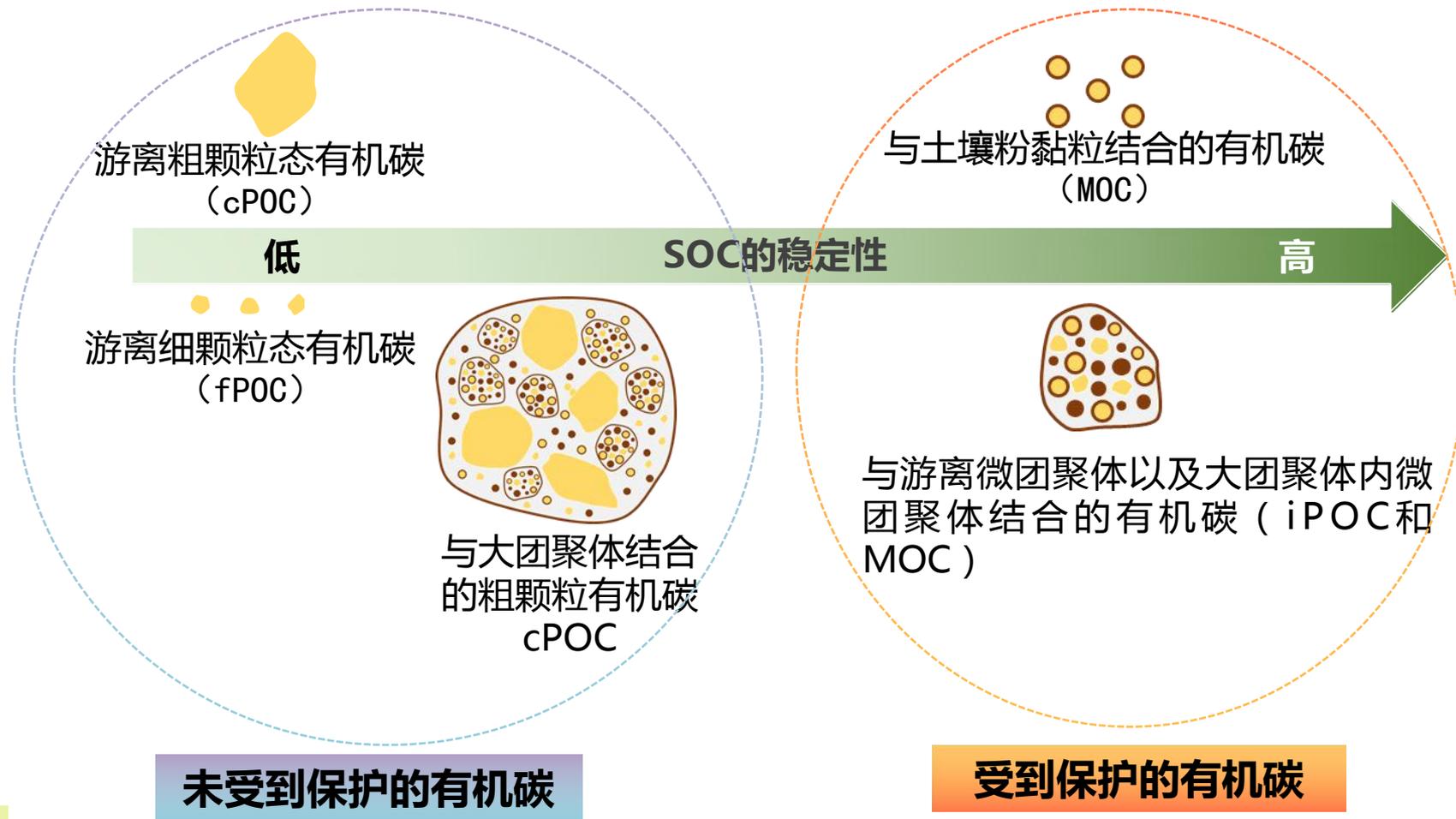
未来SOC达到平衡时的碳足迹





研究方法3

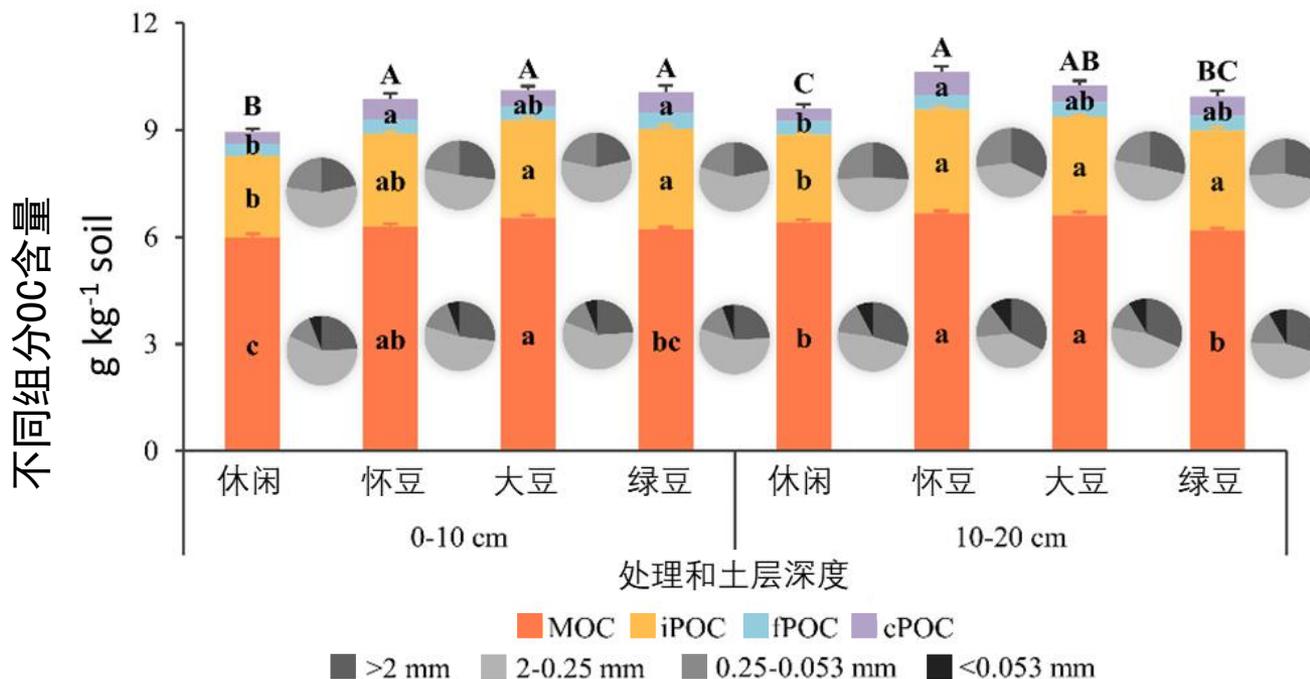
SOC的稳定性对于维持土壤肥力和减排效果十分重要，因此需要通过物理分组定量研究绿肥处理下受到保护的有机碳。





研究结果3

0-10 和10-20 cm土层不同组分OC含量以及不同土壤颗粒对MOC和iPOC的贡献



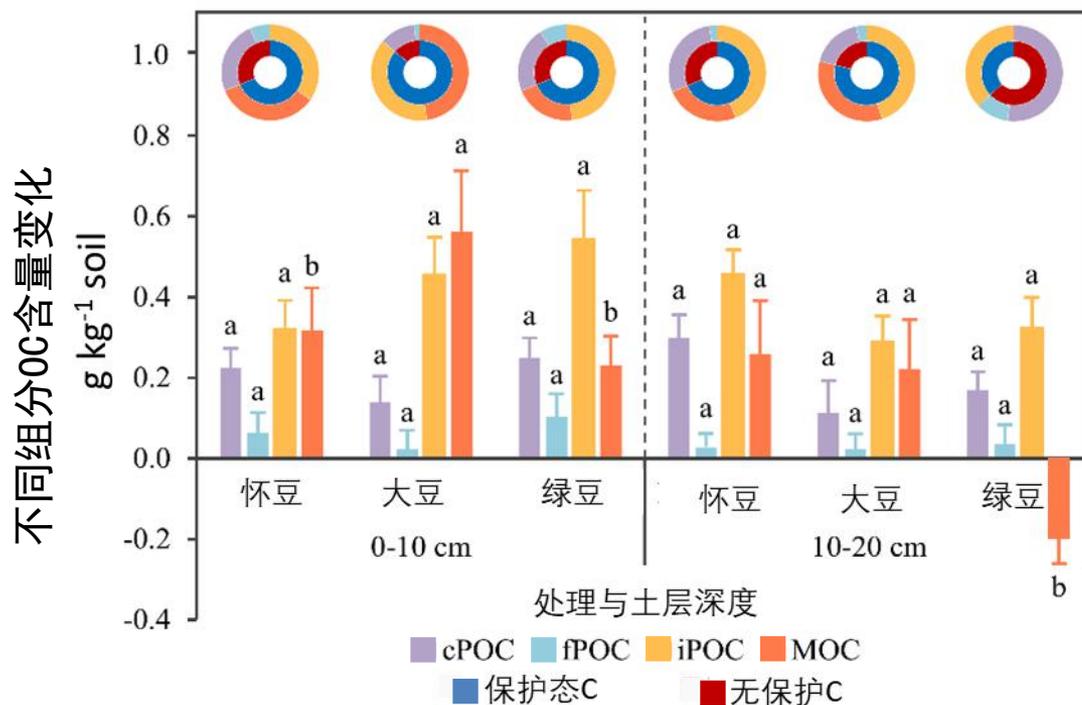
❖ 绿肥增加了土壤中的iPOC和MOC，不同粒径团聚体都对此有贡献，但是小团聚体的贡献最大。

❖ 绿肥也倾向于增加未受保护的有机碳组分（cPOC+fPOC）。



研究结果3

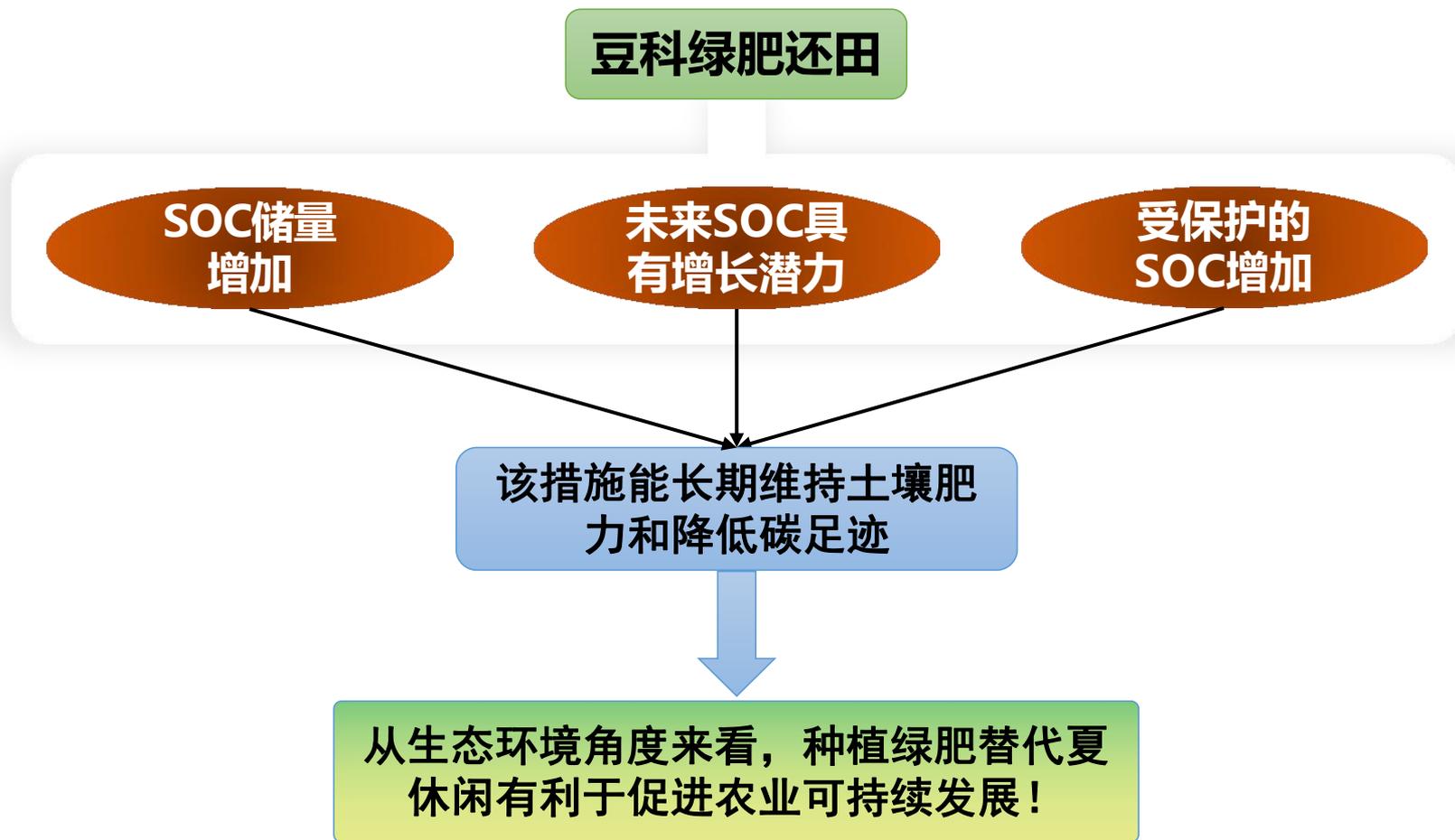
0-10 和10-20 cm土层不同组分OC含量相对于休闲的变化
及其在总SOC变化中所占比例 (%)



- ❖ 绿肥处理增加的SOC有69–86%是由于受保护碳（iPOC+MOC）含量增加。
- ❖ iPOC和MOC对SOC的增加都有较大的贡献。



总结





致谢



高亚军



徐倩



刘娜



张达斌



姚鹏伟



赵娜

公益性行业（农业）科研专项（200803029,201103005，201503124）

国家小麦产业技术体系（CARS-03-1-31）

国家科技支撑计划（2015BAD22B01, 2015BAD23B04）

国家重点研发计划项目（2018YFD020040306）

国家自然科学基金（31801942）

谢谢!



欢迎来西北农林科技大学资源环境学院交流!

资源环境学院

植物保护学院

扫描二维码可在线浏览或下载
部分已发表论文



yajungao@nwsuaf.edu.cn
yaozhiyuan298@foxmail.com

