

专家团队在稻田固碳领域取得重要进展

稻田土中的有机质对于实现作物高产可持续性和缓解气候变化至关重要。该团队依托地处江苏省丹阳市延陵镇南京农业大学实验站的长期稻田定位试验和盆栽试验,首先明确了长期施肥后移 (fertilizer postponing , FP) 通过提高土壤有机质来提高水稻产量,该部分成果已发表在 *The Crop Journal* 上。基于之前的工作,该团队又采用宏基因组测序和 ^{13}C -PLFA 技术从植物残体碳和活根释放碳两个角度探究长期肥料后移提高土壤有机质的固存规律,为长江中下游稻麦轮作区作物高产高效可持续发展提供科学依据和技术支撑。论文 *Long-term fertilizer postponing promotes soil organic carbon sequestration in paddy soils by accelerating lignin degradation and increasing microbial necromass*, 该研究表明长期肥料后移主要通过增加根茬生物量提高土壤有机质含量,并影响根残体转化为有机质的过程。一方面,长期肥料后移提高了土壤酚氧化酶和过氧化物酶活性,但不影响 β -葡萄糖苷酶活性,表明长期肥料后移加速了木质素降解,而非纤维素降解。宏基因组结果也表明,长期肥料后移通过激活相关微生物的生长显著增加了木质素降解基因的相对丰度。另一方面,肥料后移通过提高微生物生物量显著增加细菌和真菌残体碳含量。并且基于冗余分析、结构方程模型和随机森林回归的结果,该研究得出在较高根残体输入和土壤 $\text{NH}_4^{+}\text{-N}$ 含量充足的条件下,主要通过加速木质素降解和增加微生物残体含量提高 SOM, 论文 *Long-term fertilizer postponing increases soil carbon sequestration by changing microbial composition in paddy soils: A ^{13}C CO₂ labelling and PLFA study*, 该研究通过对幼穗分化期 (panicle initiation stage , PI) 和抽穗期 (heading stage , HS) 的植株进行 ^{13}C CO₂ 脉冲标记,探究在长期肥料后移下,水稻活根释放的碳对土壤有机质的影响。结果表明肥料后移不影响植物在幼穗分化期和抽穗期同化光合碳的能力,但显著降低了幼穗分化期同化光合碳的损失。 ^{13}C 损失量与微生物生物量[^{13}C 磷脂衍生脂肪酸 (PLFA) 含量]

和微生物群落组成显著正相关。在幼穗分化期 $^{13}\text{C}\text{O}_2$ 标记 6 小时后，肥料后移显著降低了总 ^{13}C -PLFA 含量，这主要是因为肥料后移减少了利用该时期同化 ^{13}C 的优势微生物[即 G^- ($\alpha 15:0$ 和 $\alpha 17:0$) 和 G^+ ($16:1\omega 7\text{c}$) 细菌]。而在抽穗期 $^{13}\text{C}\text{O}_2$ 标记 6 小时至收获时，肥料后移显著增加了 ^{13}C -PLFA 含量，主要是因为肥料后移增加了利用该时期同化 ^{13}C 的优势微生物（即真菌 $18:1\omega 9\text{c}$ 和 $20:1\omega 9\text{c}$ ）。并且冗余分析表明，在幼穗分化期和抽穗期使用 ^{13}C 的微生物分别受到土壤可溶性有机氮和总氮的调节。因此，长期肥料后移通过减少幼穗分化期土壤中 G^- 和 G^+ 细菌的含量降低了同化光合碳的损失，并通过增加抽穗期土壤中真菌的含量提高了土壤中微生物碳源的输入。