



秸秆还田如何调控施氮对土壤动物群落结构的影响

How does straw returning regulate the effects of nitrogen application on soil fauna community structure



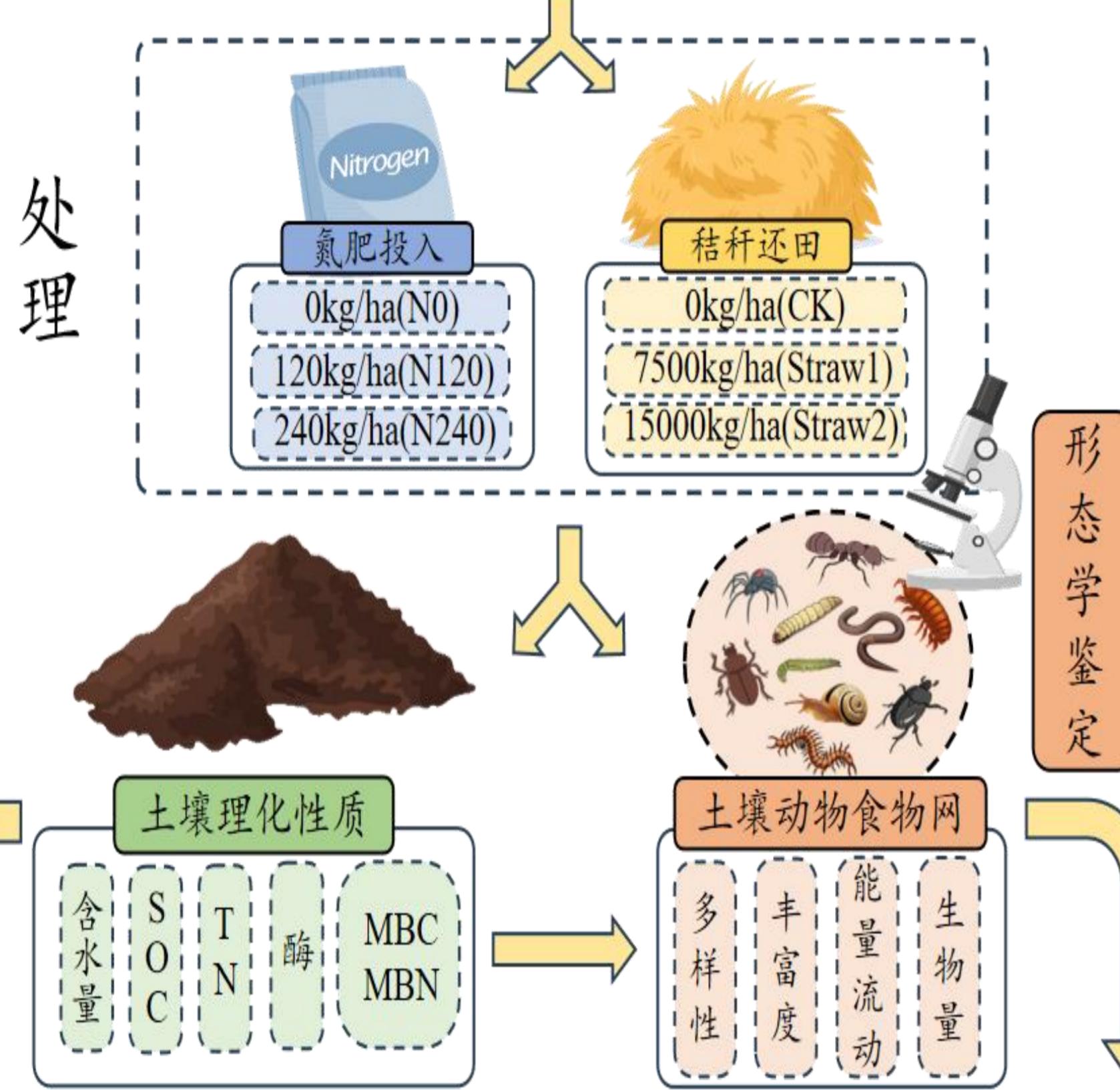
小组成员：孙俊洋 杨斯雯 陈欣艺 指导老师：殷睿 西北农林科技大学 创新实验学院

研究目的与意义

- 土壤动物占据土壤生物群落的绝对生物量。
- 土壤动物对环境变化极为敏感，常被用作表征环境变化的理想指示生物。
- 长期和大量的氮肥施用正在危及土壤动物群落结构及其生态功能，而基于自然解决方案的秸秆还田有望缓解此负面效应。
- 截至目前，秸秆还田配施氮肥对土壤动物群落的影响尚缺乏深入研究。基于此，本项目旨在探索了土壤动物群落对施氮和秸秆还田交互的响应模式，为农业可持续发展提供科学依据。

研究内容

秸秆还田缓解过量施氮对土壤动物产生的有害影响

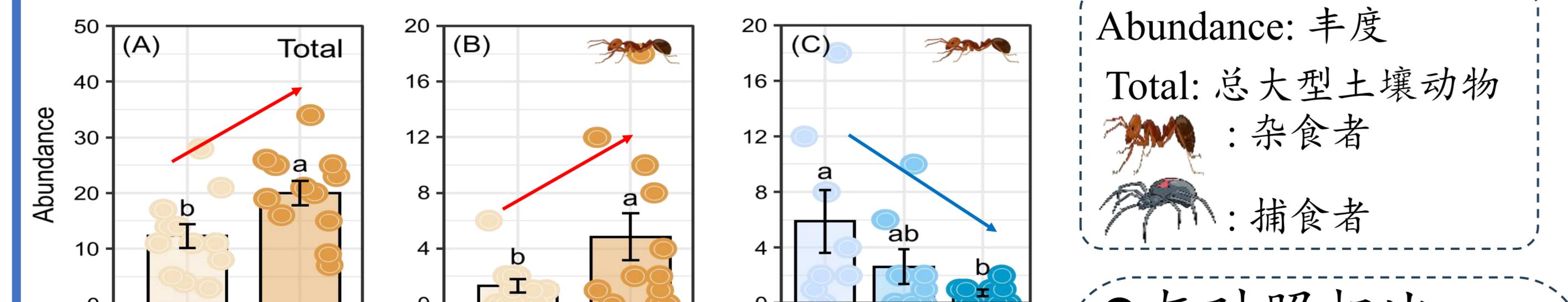


- ①探究土壤理化性质(如含水量、有机质和全氮等)对不同量的秸秆还田和施氮的响应;
②探究大型土壤动物群落特征(如丰度、多样性和群落复杂性等)对不同量的秸秆还田和施氮的响应;
③探究施氮秸秆还田土壤养分和大型土壤动物群落之间的内在联系。

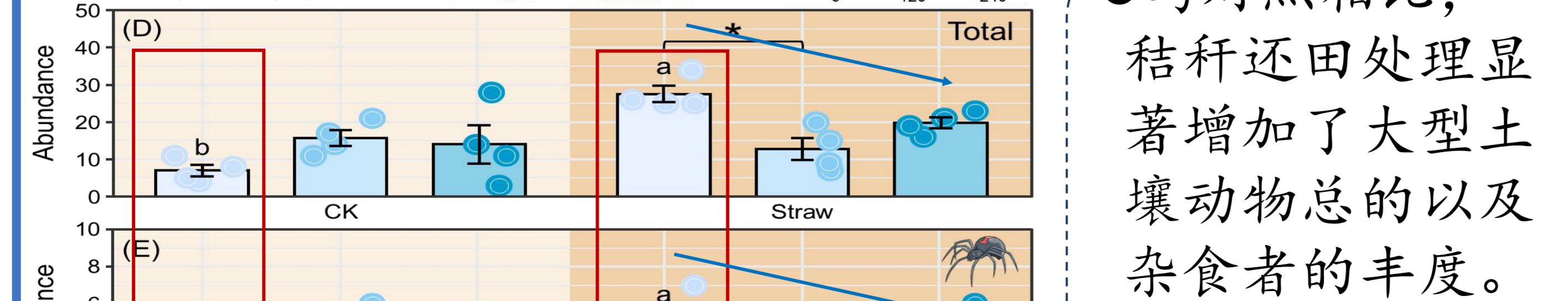
阶段性研究结果

1. 秸秆还田显著增加大型土壤动物的丰度

Response variables	Straw returning (S)			N fertilization (N)			S × N		
	Df _{num,den}	F-value	P-value	Df _{num,den}	F-value	P-value	Df _{num,den}	F-value	P-value
Total	1.15	11.41	< 0.01**	2.15	0.68	0.52	2.15	8.93	< 0.01**
Decomposers	1.18	1.42	0.24	2.18	3.16	0.06	2.18	1.62	0.22
Root herbivores	1.15	0.77	0.39	2.15	1.2	0.32	2.15	0.34	0.71
Omnivores	1.15	7.42	0.015*	2.15	5.43	0.016*	2.15	5.08	0.02*
Predators	1.18	3.8	0.06	2.18	0.43	0.65	2.18	5.73	0.01*



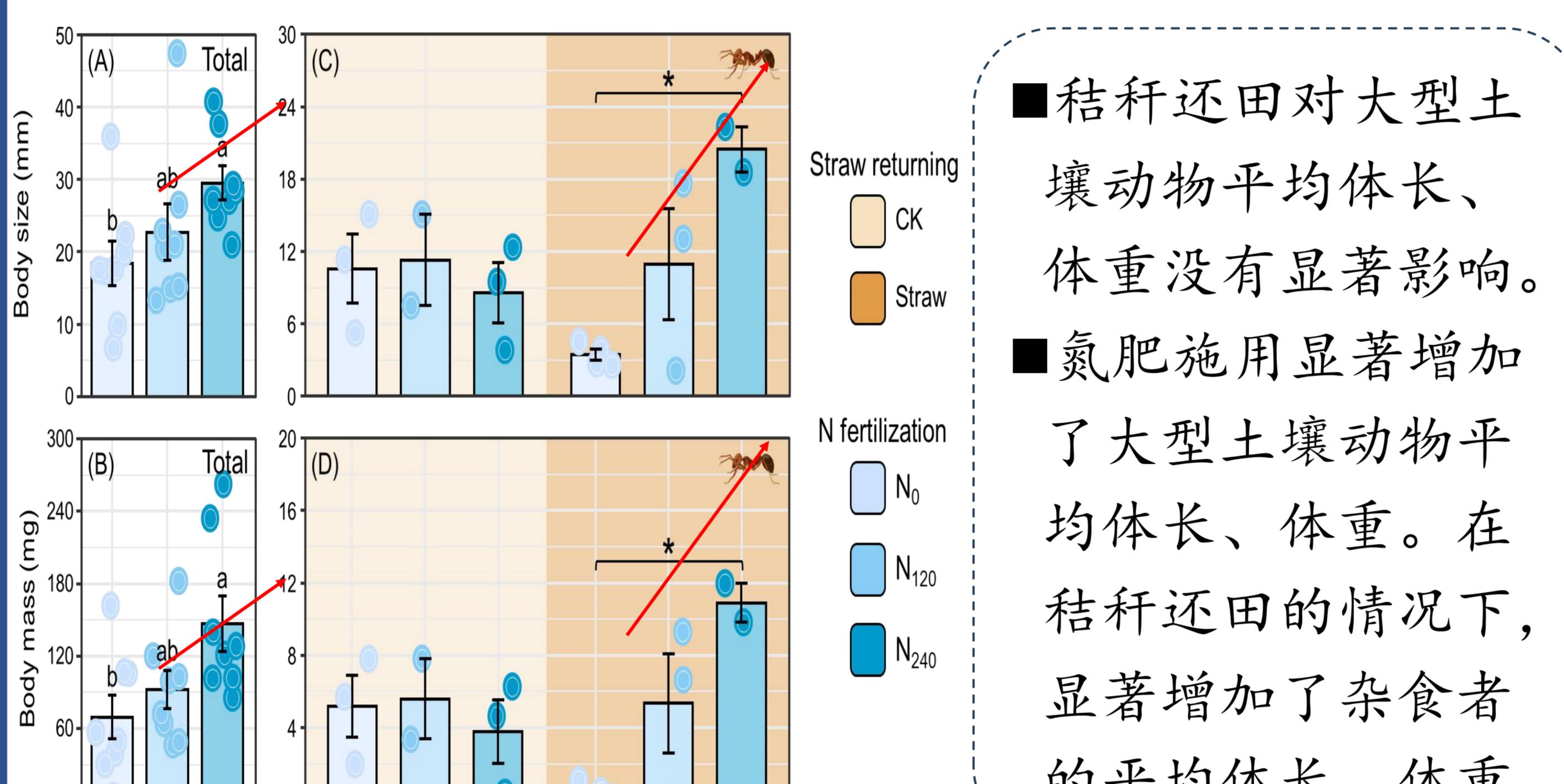
- 与对照相比，秸秆还田处理显著增加了大型土壤动物总的以及杂食者的丰度。氮肥对大型土壤动物的总丰度影响很小，但是却显著降低了杂食者的丰度。



- 与对照相比，秸秆还田处理显著增加了大型土壤动物总的以及杂食者的丰度。氮肥对大型土壤动物的总丰度影响很小，但是却显著降低了杂食者的丰度。

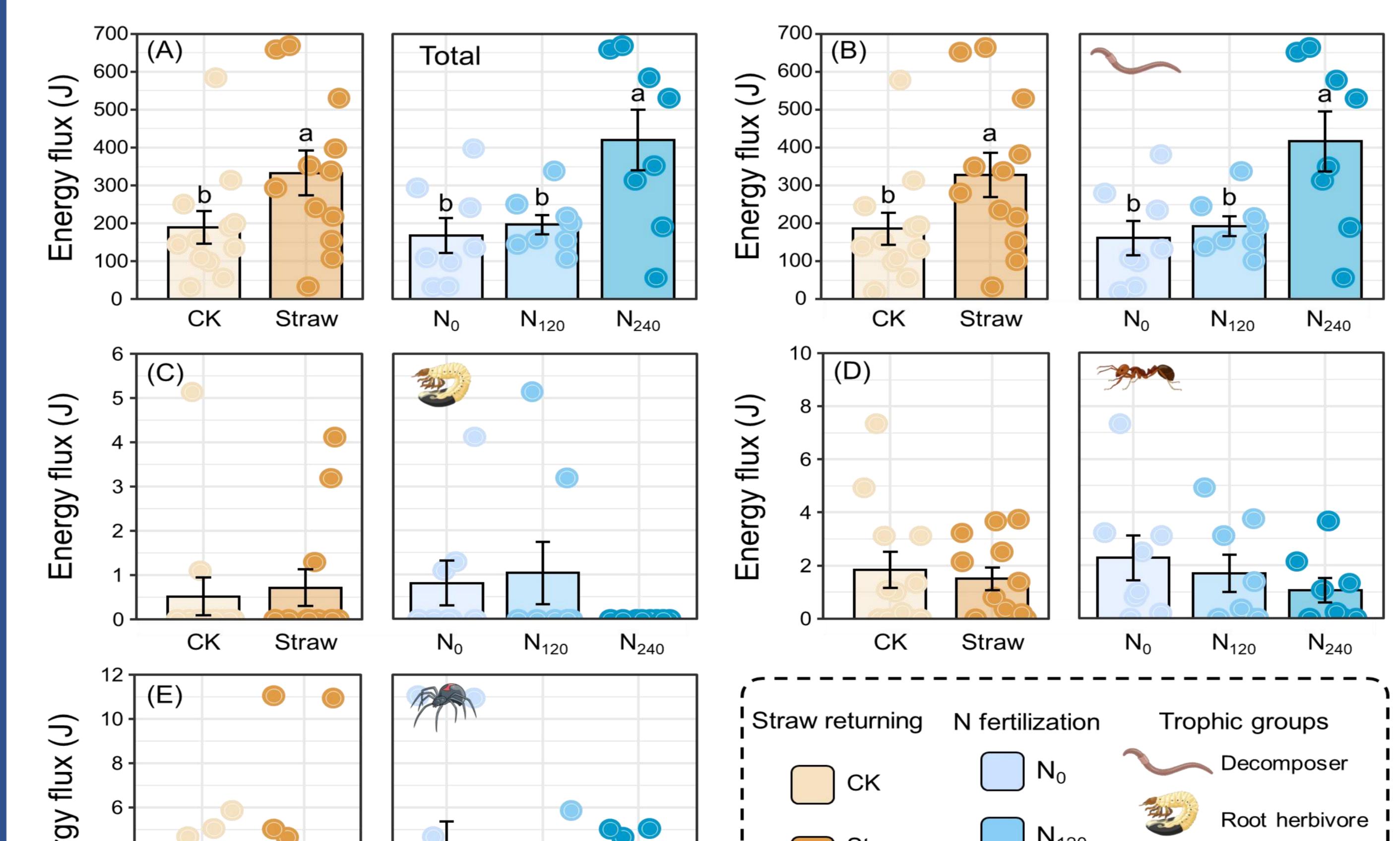
2. 氮肥施用显著增加大型土壤动物各营养类群平均体长、体重

Response variables	Straw returning (S)			N fertilization (N)			S × N		
	Df _{num,den}	F-value	P-value	Df _{num,den}	F-value	P-value	Df _{num,den}	F-value	P-value
Total	1.18	0.44	0.51	2.18	3.75	0.04*	2.18	3.3	0.059
Decomposers	1.15	0.32	0.57	2.15	1.74	0.19	2.15	0.6	0.56
Root herbivores	1.13	0.54	0.57	1.12	1.02	0.47	1.13	0.09	0.8
Omnivores	1.11	0.37	0.55	2.11	3.55	0.06	2.11	5.59	0.021*
Predators	1.67	0.06	0.8	2.73	3.15	0.1	2.73	1.38	0.3



3. 秸秆还田与氮肥施用显著增加大型土壤动物各营养类群能流通量

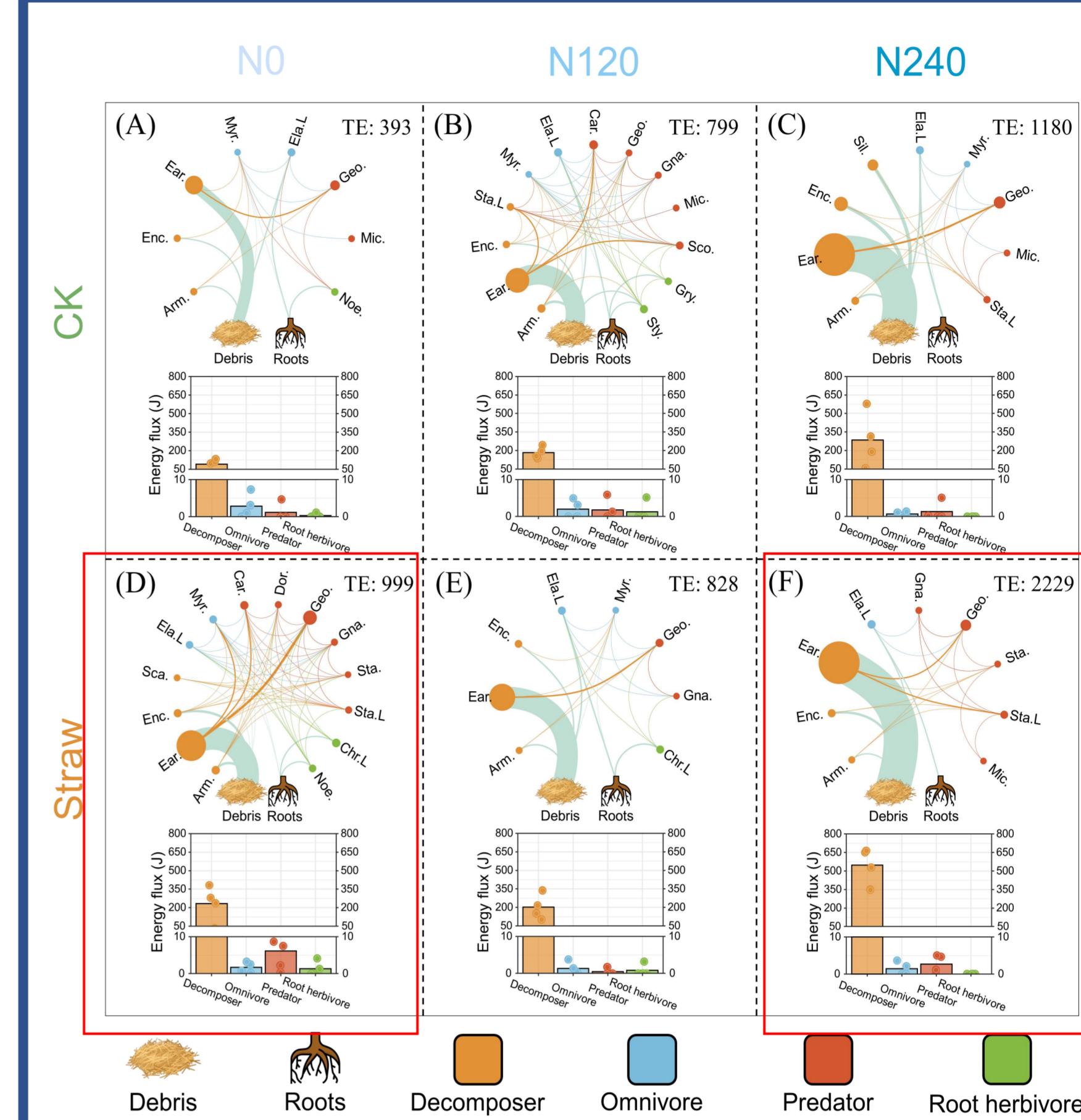
Response variables	Straw returning (S)			N fertilization (N)			S × N		
	Df _{num,den}	F-value	P-value	Df _{num,den}	F-value	P-value	Df _{num,den}	F-value	P-value
Energy flux									
Total	1.15	7.17	0.017*	2.15	8.82	< 0.01**	2.15	1.81	0.19
Decomposers	1.15	7.18	0.017*	2.15	9.21	< 0.01**	2.15	1.78	0.2
Root herbivores	1.15	0.11	0.74	2.15	1.09	0.35	2.15	0.59	0.56
Omnivores	1.18	0.17	0.68	2.18	0.71	0.5	2.18	0.5	0.61
Predators	1.15	1.91	0.18	2.15	1.5	0.25	2.15	2.27	0.13



4. 氮肥施用导致食物网结构简化

Indicator	CK			Straw returning		
	N ₀	N ₁₂₀	N ₂₄₀	N ₀	N ₁₂₀	N ₂₄₀
Number of nodes	10	15	11	16	10	11
Number of edges	20	58	24	69	23	25
Average degree	4	7.73	4.36	8.62	4.6	4.54
Average clustering coefficient	0.66	0.67	0.55	0.59	0.62	0.22
Average path length	1.33	1.65	1.51	1.5	1.28	1.49
Network diameter	2	5	3	4	2	3
Network density	0.22	0.28	0.22	0.29	0.26	0.23
Complexity	0.41	0.61	0.3	0.79	0.52	0.23

农田生态系统当中，大型土壤动物食物网能流通量主要由分解者驱动。



以D和F图为例，生物多样性可能与总能流无关，而与网络复杂度、能流分配有关。秸秆还田在提高食物网能流通量的同时，也促进了网络的复杂度；与之相对，氮肥施用导致了食物网结构的简化。

研究总结

- 秸秆还田显著提升大型土壤动物总丰度、杂食者丰度及食物网复杂度，氮肥则降低杂食者丰度、简化食物网，二者存在交互效应；
- 基于自然解决方案的秸秆还田有望缓解长期和大量的氮肥施用正在对大型土壤动物群落结构及其生态功能的负面影响。

下阶段研究计划

未来工作计划：探究中型土壤动物

计划内容	具体内容	2025.6	2025.7	2025.8	2025.9	2025.10	2025.11
撰写论文	根据前期结果撰写论文	√					
前期处理	取土 样地处理 播种 含水量测定 SOC测定 TN测定 酶活力测定 微生物生物量碳氮 多样性、丰富度测定 土壤动物生物量测定 能流测量		√				
土壤理化性质测定				√			
土壤动物食物网					√		
数据整理与分析	数据整理、数据可视化制作					√	
论文撰写	根据后期数据撰写论文						√
其他	文献阅读、科研技能学习 实验仪器与实验方法学习	√	√	√	√	√	√

- 了解学习科研知识，将理论应用于实践。
- 切实解决农业上施氮造成的负面影响。
- 预计以《Straw returning and N fertilization increase energy flux in soil fauna food web via distinct pathways》为题发表文章于SBB、BFS、STR等期刊。

