

中国植物营养与肥料学会2019年学术年会

2019年8月6-8日，重庆

# 油菜种植培肥地力 现象及机制初探

鲁剑巍



# 汇报内容

## ➤ 背景

➤ 油菜轮作增加后茬产量现象

➤ 油菜种植培肥地力原因初探

➤ 进一步工作计划

# 一、背景

- **种植面积**：我国油菜常年种植面积**过亿亩**（700万公顷），总**产1200万吨**，居**世界第二**；菜籽油是国民主要食用油，**占国产食用植物油一半以上**。
- **种植区域**：**长江流域**是我国油菜种植的主产区（85%左右），**冬油菜不与粮争地**，是我国南方的主要冬季轮作作物；**春油菜占15%左右**。
- **重要用途**：**油用、菜用、花用、蜜用、饲用、肥用**，多用途功能日益凸显。



油



菜



花



蜜



饲



肥

- **中国和印度是世界上栽培油菜最古老的国家，我国陕西半坡社会文化遗址中发现菜籽，距今约有6000 - 7000年。我国古代油菜称芸薹。**
- **我国油菜最早种植在现在的青海、甘肃、新疆、内蒙古一带，其后逐步在黄河流域发展，以后传播到长江流域一带广为种植。**
- **长江流域成为我国和世界的油菜种植中心之一，且多作为冬季轮作作物。**

**为什么我国南方和印度的农民愿意  
长期选择种植油菜呢？**

# 二、油菜轮作增加后茬产量现象

## 1、6年定位试验结果

长期秸秆还田对两种水旱轮作制作物产量的影响（湖北沙洋）

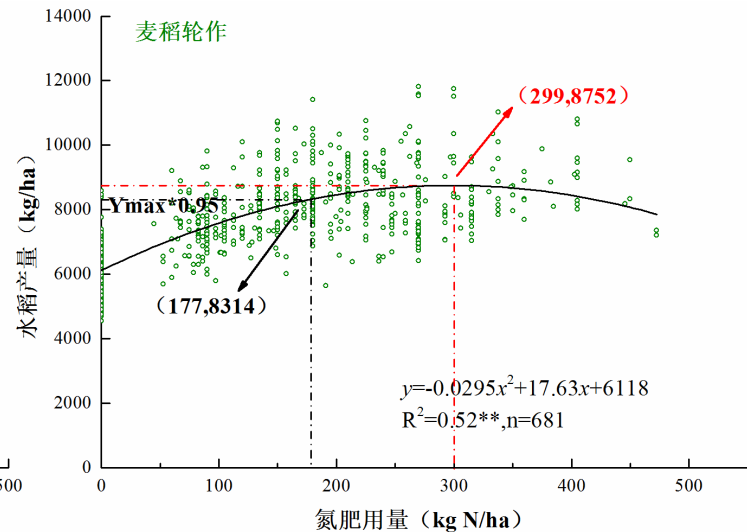
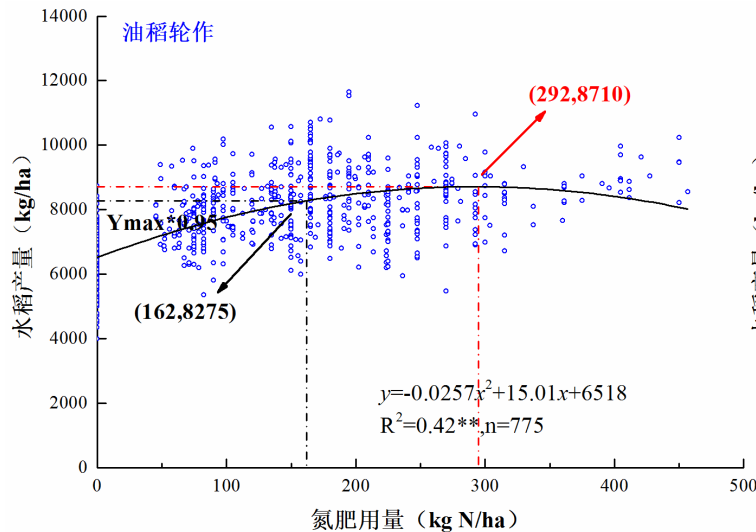
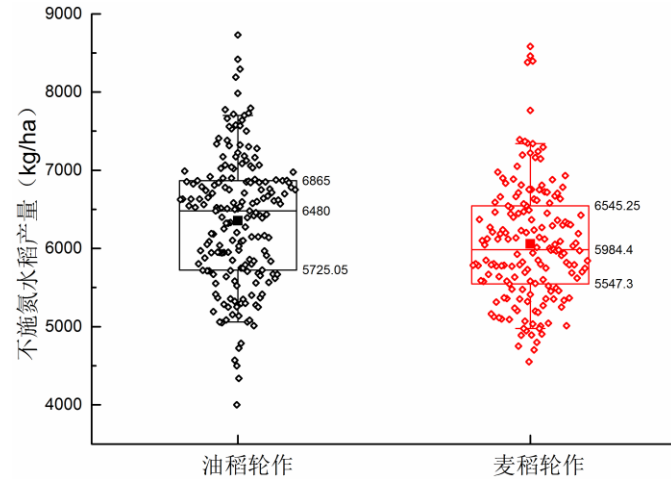
年份	麦稻轮作				油稻轮作			
	稻谷 (kg/亩)		小麦 (kg/亩)		稻谷 (kg/亩)		油菜 (kg/亩)	
	CK	+秸秆	CK	+秸秆	CK	+秸秆	CK	+秸秆
2008	554	569	378	402	546	532	163	175
2009	569	582	284	321	567	572	151	175
2010	560	606	318	377	589	613	126	129
2011	532	562	348	408	586	653	158	159
2012	498	531	401	418	600	659	163	172
2013	469	502	301	359	595	645	189	201
平均	530	559	338	381	581	612	158	169
秸秆增产%		5.3		12.6		5.5		6.4
轮作增产%					9.5	9.6		

## 2、多点试验 (n=1456) 结果

### 长江流域不同区域两种轮作体系的不施氮稻谷产量

#### 文献数据分析

- ✓ 不施氮肥条件下油稻轮作水稻产量高于麦稻轮作（10%左右）；
- ✓ 达到等量目标产量，油稻轮作比麦稻轮作节省10kg/ha纯氮。





### 3、联网定位试验-“粮油兼丰”



油菜



湖南衡阳

冬闲

小麦

油菜

油菜

小麦

地点	土壤类型	年份	轮作模式	施肥
湖北沙洋	潴育水稻土	2015	油-稻与麦-稻 油-玉与麦-玉	PK、NPK、 NPK+S
重庆北碚	中性紫色土	1991	油-稻与麦-稻	NPK+S
江苏如皋	潴育水稻土	2016	油-稻与麦-稻	NK、NPK
四川盐亭	石灰性紫色土	2004	油-玉与麦-玉	CK、NPK+S
湖南衡阳	潴育水稻土	2016	油-稻-稻与闲-稻-稻	NPK
河南信阳	灰潮土	2017	油-稻与麦-稻	NPK+S

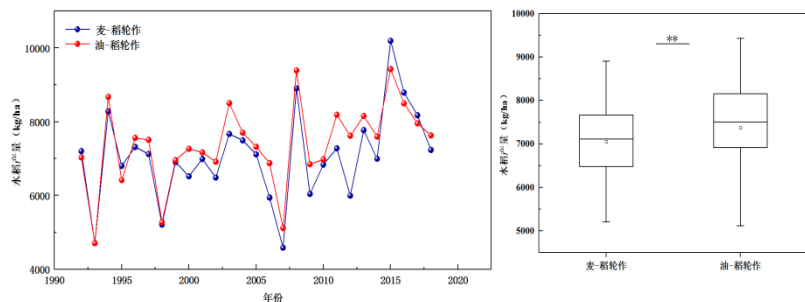


湖北沙洋



河南信阳

# 重庆北碚



平均增产22kg/ha, 10%

## 江苏如皋不同轮作模式水稻产量 (kg/ha)

	NK	NPK
麦-稻	8646	9414
油-稻	9455	9983
增产%	8.6%	5.7%

## 湖南衡阳不同轮作模式水稻产量 (kg/ha)

年份	早/晚稻	闲-稻-稻	油-稻-稻	增产	增幅
2016年	早稻	7539	7920	381	5.1%
	晚稻	7200	7200	0	0.0%
	平均	7370	7560	191	2.6%
2017年	早稻	5427	6618	1191	21.9%
	晚稻	7113	8390	1277	17.9%
	平均	6270	7504	1234	19.7%
2018年	早稻	6390	6971	581	9.1%
	晚稻	6351	7251	900	14.2%
	平均	6371	7111	740	11.6%

## 湖北沙洋不同轮作模式水稻产量 (kg/ha)

年份	轮作	处理	产量	增产	增幅
2016年	麦-稻轮作	-N	2829	-	-
		NPK	4515	-	-
		NPK+S	5045	-	-
	油-稻轮作	-N	3315	486	17.2%
		NPK	5128	613	13.6%
		NPK+S	5087	42	0.8%
2017年	麦-稻轮作	-N	3856	-	-
		NPK	7917	-	-
		NPK+S	7880	-	-
	油-稻轮作	-N	4491	635	16.5%
		NPK	8542	625	7.9%
		NPK+S	8729	849	10.8%
2018年	麦-稻轮作	-N	5138	-	-
		NPK	9499	-	-
		NPK+S	9352	-	-
	油-稻轮作	-N	5455	317	6.2%
		NPK	9876	377	4.0%
		NPK+S	9955	604	6.5%

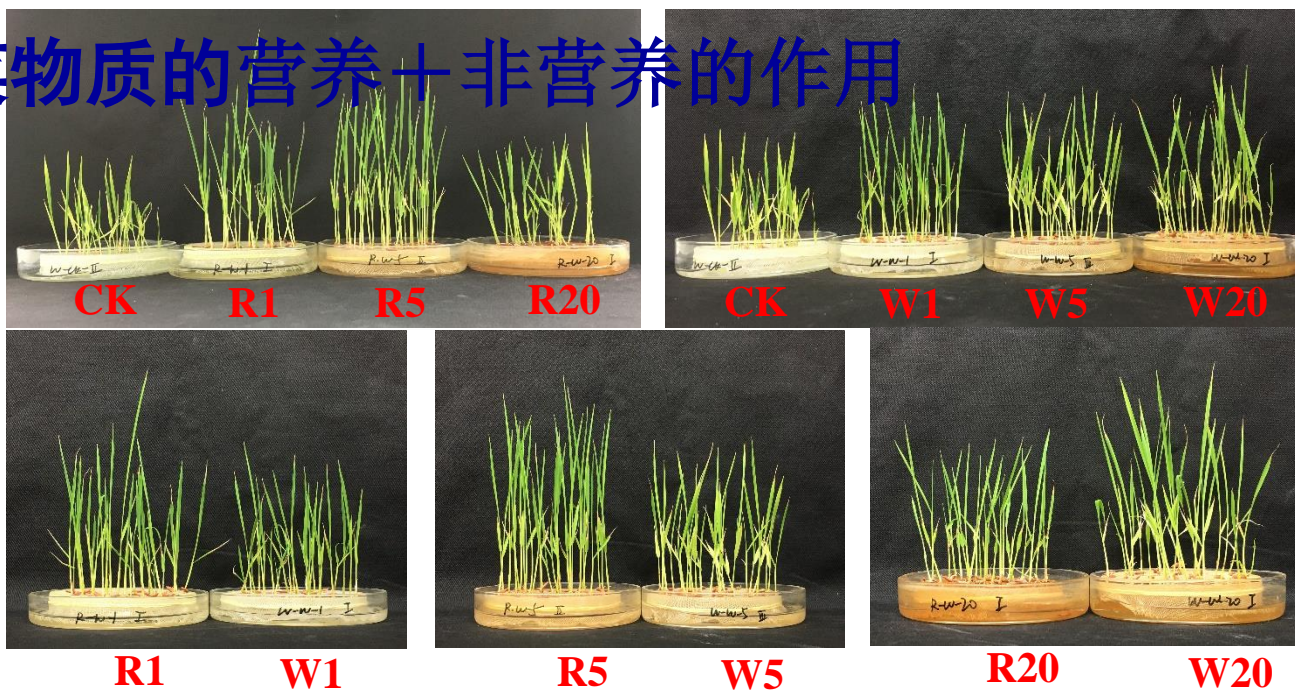
## 河南信阳不同轮作模式水稻产量 (kg/ha)

年份	处理	产量	增产	增幅
2016年	麦-稻轮作	10147	-	-
	油-稻轮作	10787	640	6.3%
	麦-稻-油轮作	9533	-614	-6.1%
2017年	麦-稻轮作	7920	-	-
	油-稻轮作	9614	1694	21.4%
	麦-稻-油轮作	8894	974	12.3%



# 4、油菜物质的营养+非营养的作用

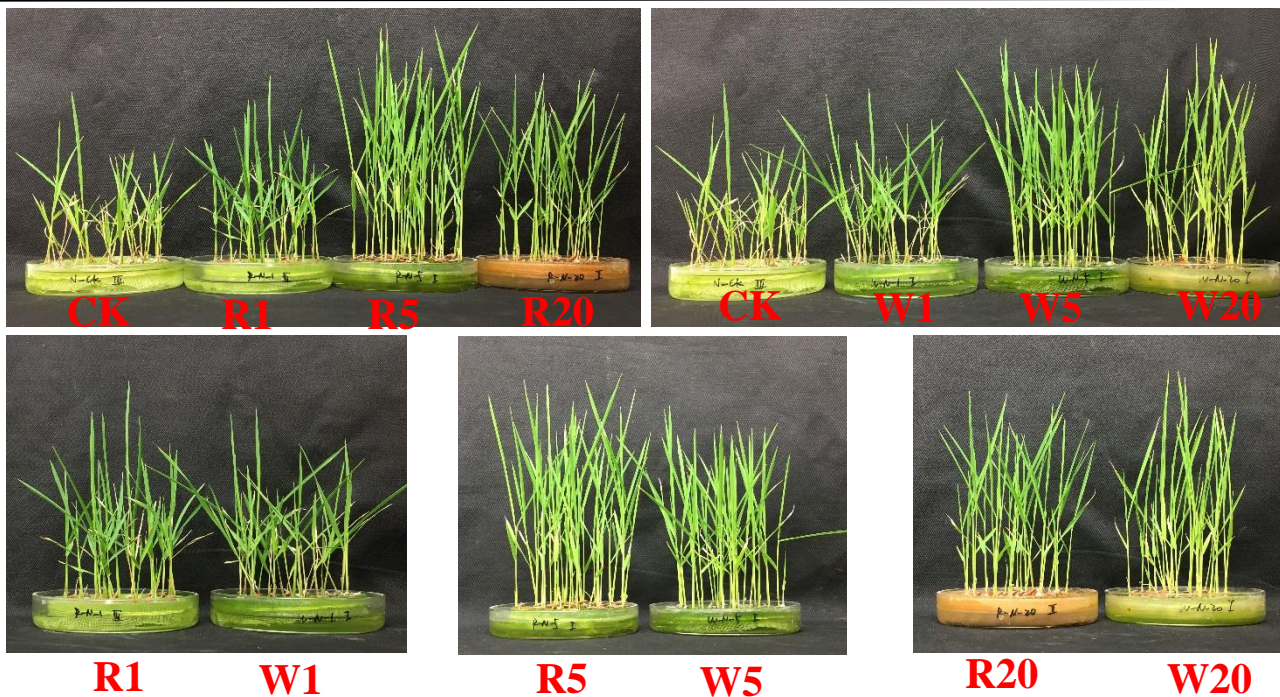
蒸馏水  
腐解液



R: 油菜秸秆  
W: 小麦秸秆

10.1%  
32.2%  
-4.7%

营养液  
腐解液



43.5%  
35.2%

6.9%  
4.9%  
2.8%

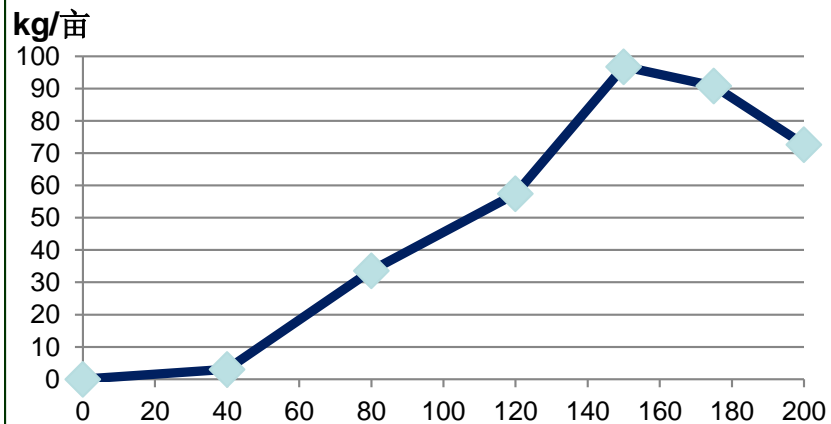
(播种后第20天)



# 三、油菜种植培肥地力原因初探

## 1、油菜有庞大的根系

- 根系庞大，占整体生物量15-18%，达100kg/亩；
- 吸收和富集养分能力强；
- 腐烂快，易形成土壤毛管通道。



## 2、油菜还田生物量和养分量大

- 油菜的经济收获系数低，一般不到30%，可以还田的生物量大；
- 生长过程中叶片基本全部脱落还田，占总生物量15-20%。

作物		籽粒	秸秆		总计	地上部	脱落叶片
			茎秆	角壳			
油菜	生物量 (kg/亩)	183	275	168	443	626	120
	比例 (%)	29.2	43.9	26.9	70.8	100	16.1
小麦	生物量 (kg/亩)	400	462	-	462	862	30
	比例 (%)	46.4	53.6	-	53.6	100	3.4



# 油菜生育期内干物质质量及养分的离体量



### 油菜和小麦各部位养分含量比较 (%)

	油菜				小麦		
	N	P	K		N	P	K
籽粒	3.59	0.71	0.82	籽粒	1.83	0.36	0.48
茎秆	0.52	0.06	0.18	茎叶	0.65	0.09	1.19
角壳	0.74	0.26	2.78		-	-	-

### 油菜和小麦各部位养分积累量比较 (kg/亩)

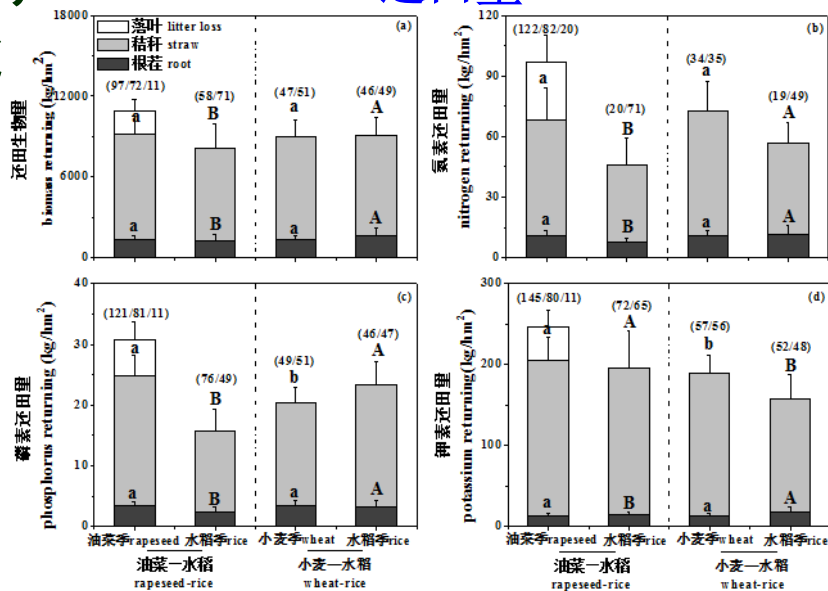
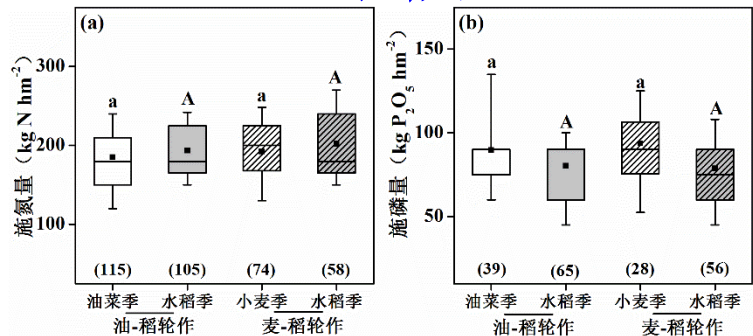
	油菜				小麦		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
籽粒	6.57	2.98	1.80	籽粒	7.32	3.30	2.30
茎秆	1.43	0.38	0.59	茎叶	3.00	0.95	6.60
角壳	1.24	1.00	5.60		-	-	-
落叶	1.52	0.48	4.03	落叶	0.43	0.11	1.21
还田总计	4.19	1.86	10.23	还田总计	3.43	1.06	7.81



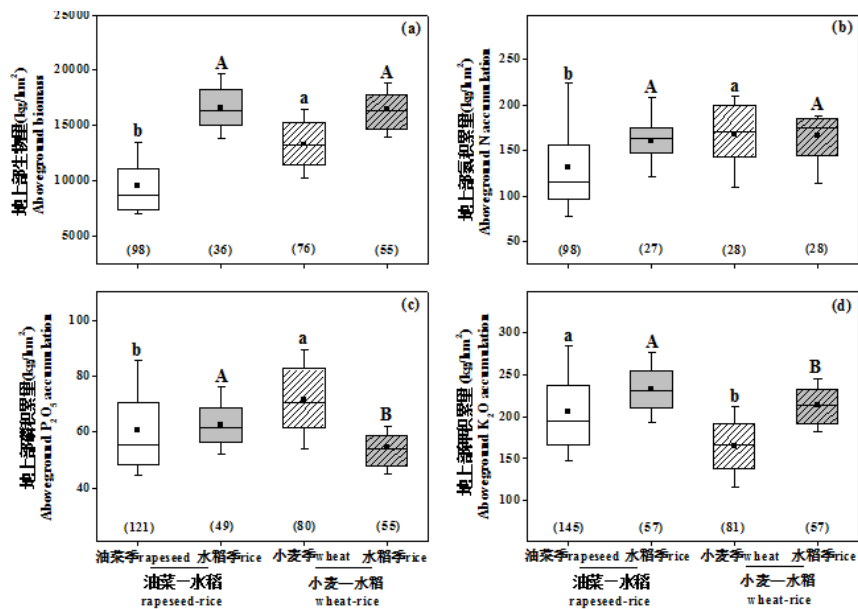
# 油稻轮作系统与麦稻轮作相比，养分带走量低归还量大，因此能节肥

## 还田量

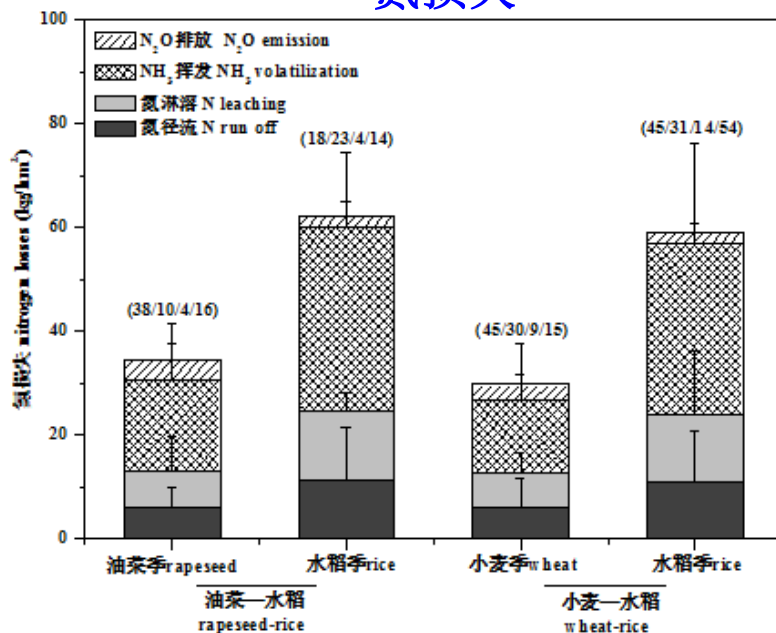
## 施肥量



## 带走量



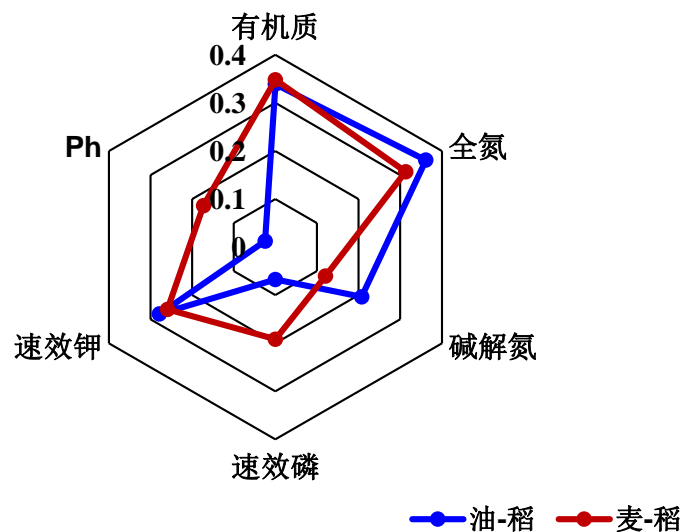
## 氮损失



# 经过长期种植，油稻轮作系统与麦稻轮作相比，土壤化学肥力水平显著提高

轮作方式	样本数	有机质 (g/kg)	全氮 (g/kg)	碱解氮 (mg/kg)	速效磷 (mg/kg)	速效钾 (mg/kg)	pH
油-稻	148	25.24**	1.49**	129.36**	13.27 <sup>ns</sup>	87.17 <sup>ns</sup>	6.18 <sup>ns</sup>
麦-稻	149	22.10	1.35	103.37	13.92	89.99	6.29

两种轮作体系中影响土壤肥力的主要指标均是有机质和全氮。计算了两种轮作的综合得分发现，油-稻轮作土壤指标综合得分（61.2）高于麦-稻轮作（47.6），一定程度上反映了油-稻轮作的土壤肥力高于麦-稻轮作。



### 3、改善土壤酶和微生物性质

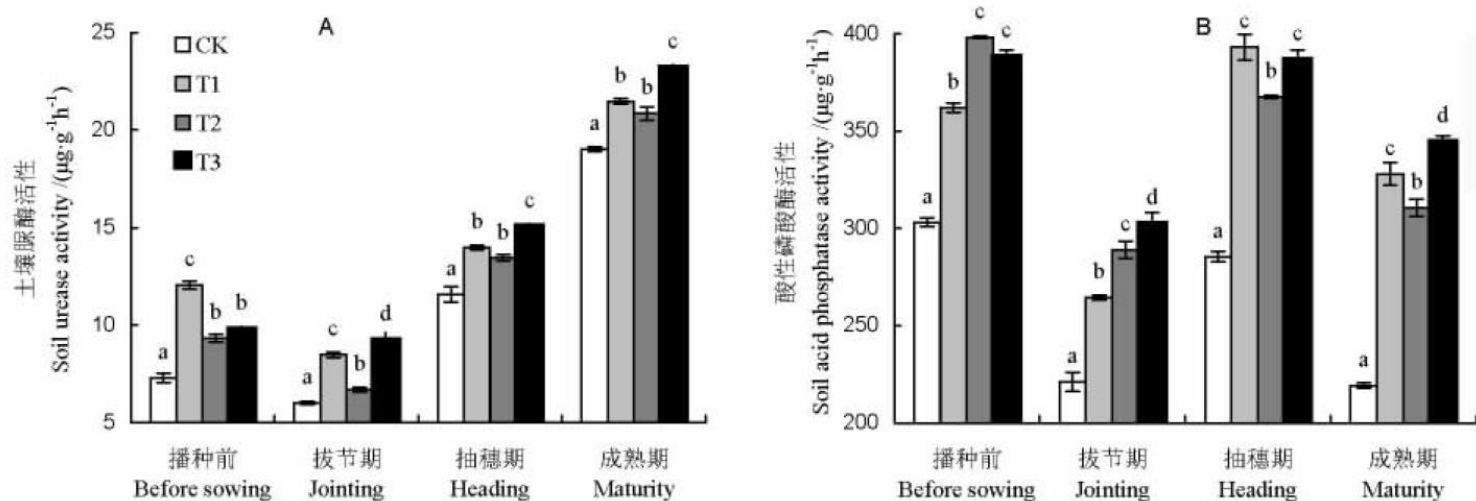


图 1 油菜作绿肥还田对土壤脲酶和磷酸酶活性的影响

Fig. 1. Effects of rape straw manuring on soil urease(A) and phosphatase(B) activities.

**CK: 冬闲; T1: 紫云英还田; T2: 油菜秸秆焚烧还田; T3: 油菜盛花期还田**

油菜绿肥还田增加后季水稻生长过程中土壤的脲酶和酸性磷酸酶活性，从而提高土壤养分供应。

# 稻-稻-油轮作土壤微生物量碳/氮含量 较稻-稻-闲轮作显著提高

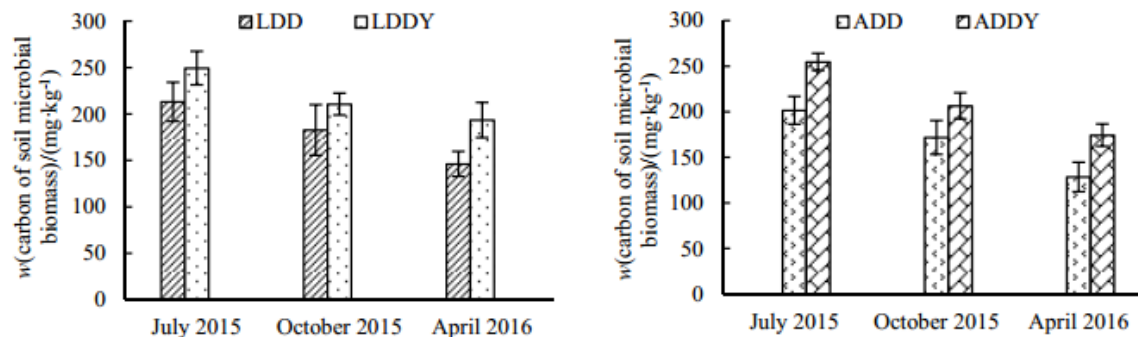


图 1 轮作和连作土壤微生物量碳量

Fig. 1 The content of carbon of microbial biomass in rotation cropping and continuous cropping soil

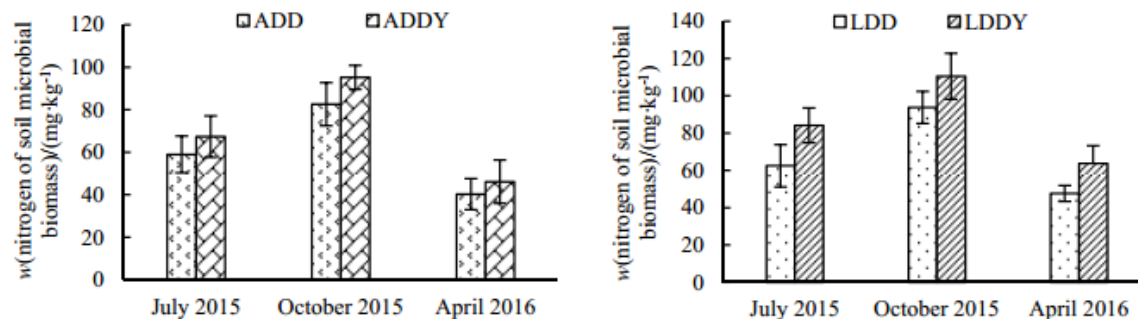
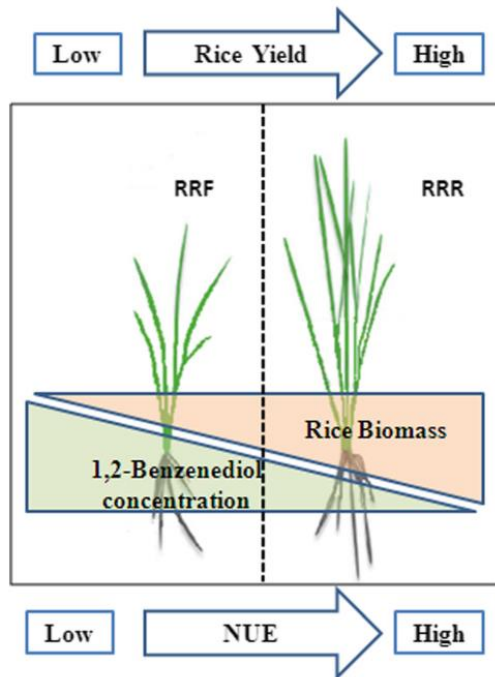
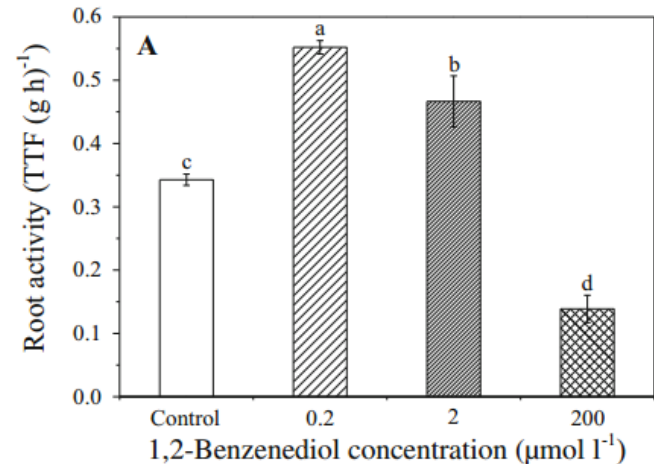
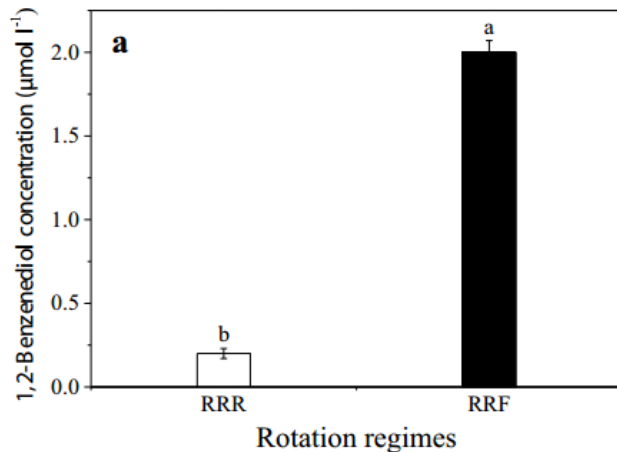


图 2 轮作和连作土壤微生物量氮量

Fig. 2 The content of nitrogen of microbial biomass in rotation cropping and continuous cropping soil

DD: 稻-稻-闲轮作  
DDY: 稻-稻-油轮作

## 4、促进水稻根系生长



长期稻-稻-油轮作能够优化土壤代谢物浓度，较低浓度的邻苯二酚能够显著促进水稻根系活力。



## 5、根系分泌物或腐解物的抑病功能

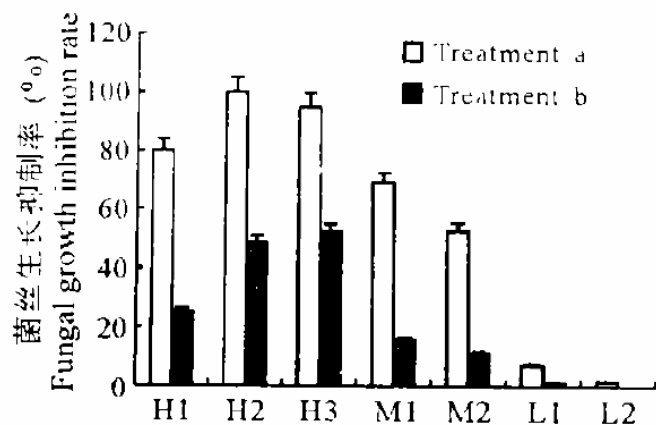
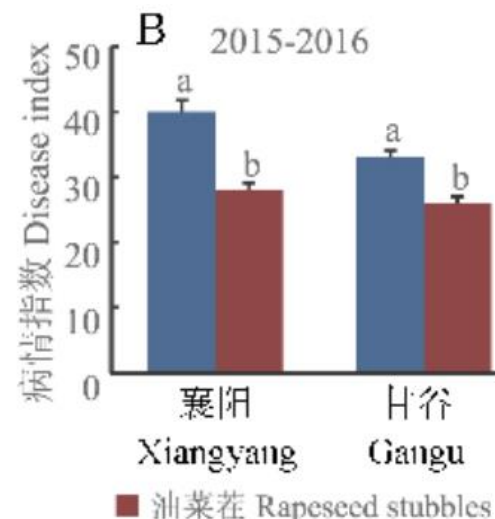
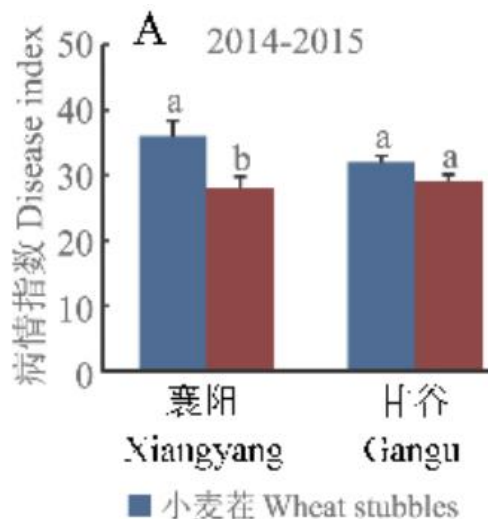


图 2 油菜根系可溶性水解产物对灰霉菌菌丝生长的抑制作用



### 玉米纹枯病的病情指数

油菜根系挥发性水解物具有抑菌效应；茎和叶中的2-羟基-3-丁烯基硫苷对灰霉菌菌丝生长有抑制作用。长期轮作油菜比小麦对玉米纹枯病、丝黑穗病的发病率显著降低。

李锋, 武汉植物学研究, 2011

刘哲辉, 中国油料作物学报, 2017

## 6、腾茬时间早

- 油菜一般在5月15日基本收获完毕；小麦一般在6月1日左右收获。
- 油麦交错区种植油菜为后季水稻或玉米早腾茬10-15天，为粮食作物丰产提供了条件，一般可提高产量5%以上。为再生稻、粳改粳提供了空间。





## 四、进一步工作计划

2015年5月29日，在湖北襄阳向陈荫山书记、吴孔明院士、王汉中院士等汇报了“粮油兼丰合理轮作技术”研究进展。



# 以新需求为导向的油菜产业发展战略

王汉中

(中国农业科学院, 北京 100081)

摘要: 在解决了温饱、达到小康以后, 我国消费者需求发生了较大变化。安全、绿色、健康、多元已成为广大消费者新的需求, 也应该成为我国农业发展的方向和重点。为适应新的需求, 油菜产业发展应深入实施“双全战略”和差异化发展战略, 充分发掘油菜全价值链中功能型菜油、功能型菜羹、蜜用、饲用、**肥用**、休闲观光等价值, 并对各价值点进行全产业链开发; 以功能型菜油、功能型菜羹和油菜花观光旅游的研究和开发为重点, 以提升油菜产业整体效益和国际竞争力为目标, 走功能型、效益型和融合型的差异化发展之路。

关键词: 需求导向; 油菜; 双全战略; 功能型; 效益型; 融合型发展

中图分类号: S565.4 文献标识码: A 文章编号: 1007-9084(2018)05-0613-05

油菜还可以作为肥用, 也是良好的轮作换茬作物, 对培肥土壤具有显著效应。鲁剑巍 2015 年在湖北襄阳布置试验, 结果表明, 稻-油轮作土壤中的有机质含量、腐殖酸总量、胡敏酸含量以及富里酸含量等均高于稻-冬闲和稻-麦轮作; 且稻油轮作显著增加稻谷产量(私人交流)。油菜根系挥发性水解

## 我国粮油轮作技术取得新突破





# 建立“粮油兼丰”机制研究基地（2015.06-）

- 地点：湖北省沙洋县曾集镇
- 轮作制度：油菜-水稻（对应小麦-水稻）、油菜-玉米（对应小麦-玉米）
- 处理：不施肥、推荐施肥、秸秆还田、有机肥、有机无机配合
- 目的：为揭示粮油轮作体系中的“粮油兼丰”机制研究提供平台

## 机理研究

An aerial photograph of a large agricultural research field. The field is divided into numerous rectangular plots by concrete paths. The plots are filled with green crops, likely rice or corn. A central concrete path runs through the field. In the background, there is a river and some buildings. The overall scene is a well-maintained agricultural research facility.



麦稻轮作



油稻轮作

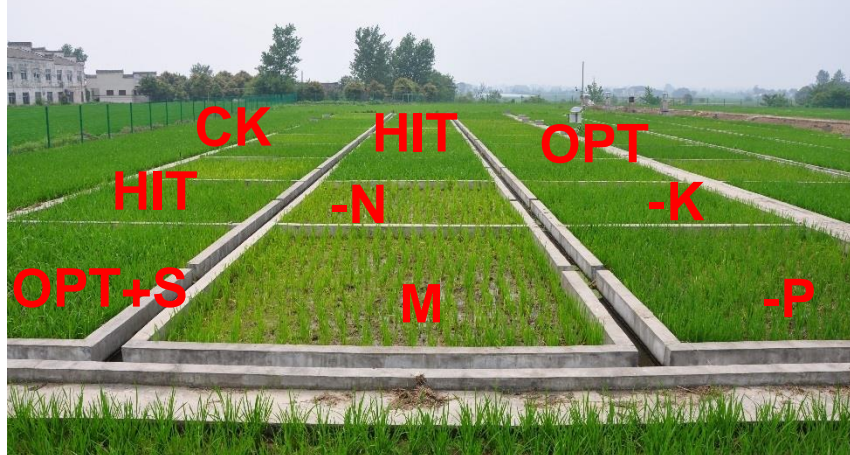


麦稻轮作



油稻轮作

麦稻轮作



油稻轮作





# 发展油菜生产，加大秸秆还田力度，促进粮油兼丰





# 敬请批评指正，谢谢！

任涛 丛日环 李小坤 廖世鹏 朱芸 张顺涛 (华中农业大学资源与环境学院)

王汉中院士 (中国农业科学院) 傅廷栋院士 (华中农业大学)

石孝均研究员 (西南大学) 郭世伟教授 (南京农业大学)

周明华研究员 (中科院成都山地所) 黄益国研究员 (衡阳农科所)

程辉副研究员 (信阳农科院)