



广东省农业科学院农业资源与环境研究所  
Institute of Agricultural Resources and Environment, GDAAS

# 长期施肥对赤红壤典型种植系统作物生长 及土壤肥力作用效应

艾绍英

广东省农业科学院农业资源与环境研究所

重庆 2019.8.8





# 内容提要

---

- 研究背景
- 试验概况
- 研究进展



# 1、研究背景

---

- **赤红壤**：广东地带性土壤，占全省土壤面积44.7%
- **特点**：南亚热带代表性土壤，具有巨大农业生产潜力和明显区位优势。
- **双季稻、常年蔬菜制度**是广东省最主要的作物种植模式，水稻和蔬菜播种面积合计占到广东农作物总播种面积的66.9%（《广东农村统计年鉴2017》）。

# 赤红壤利用存在问题：

- 耕作不当，种植制度不合理
- 重化肥，轻有机肥，养分超量不合理投入，面源污染风险高
- 多茬连作，重用轻养，土壤有机质降低、出现酸化趋势



# 当前相关政策：

## ◆ 全国农业可持续发展规划（2015-2030年）：



农业农村部关于印发《农业绿色发展技术导则（2018—2030年）》的通知

✓ 耕地质量提升与保育技术 是重要实施内容。

## 2、试验概况

- 依托平台：**国家土壤质量广州观测实验站**
- 前身：**农业部广州赤红壤生态环境重点野外观测试验站**
- 2009年12月建成
- 2010年1月开始运行至今
- 位置：广州市白云区钟落潭镇

### 农业农村部办公厅文件

农办科〔2019〕28号

#### 农业农村部办公厅关于确定第二批 国家农业科学观测实验站的通知

各有关单位：

为更好地推进农业基础性长期性科技工作，加强长期定位观测监测站点建设，按照《农业长期性基础性科技工作实施方案》的部署，根据已有观测年限和工作基础条件，经现场考察和专家论证，我部在农业环境、植物保护等领域确定了80个站点为第二批“国家农业科学观测实验站”（名单见附件，以下简称“实验站”）。现就有关要求通知如下。

— 1 —



# 试验小区及处理设置

4	7	6	4	7	3	6	2	1	5	
1	3	2	5	6	2	5	7	4	3	1

种植模式

处理

E:常年菜地

- 1: CK
- 2: CON
- 3: OPT
- 4: OPT+N
- 5: OPT+P
- 6: OPT+NPK
- 7: N0

5	2	4	7	6	3	1	2	3	2	3	1	
7	3	6	A	4	5	2	3	B	2	1	2	3
1	4	2	5	7	6	3	2	3	2	3	D	

种植模式

处理

A:双季稻

- 1: CK
- 2: N
- 3: NP
- 4: NPK
- 5: OPT+P
- 6: OPT+NPK
- 7: N0

种植模式

处理

B:菜稻菜

C:常年菜地

- 1: CK
- 2: NPK
- 3: NPKM

E 常年菜地模式



A 双季稻模式



B 菜-稻-菜模式



C 常年菜地模式



# 测定指标：

## 常规监测指标：

- 作物：产量及养分指标
- 土壤：pH、有机质、全氮、碱解氮、速效磷、速效钾





# 常年菜地养分处理

## 养分年投入量 ( kg/hm<sup>2</sup>)

处理	CK	N0	OPT	CON	OPT+N	OPT+P	OPT+NPK
N	0	0	720	1080	1440	720	1440
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0	245	245	245	245	490	490
K <sub>2</sub> O	0	520	520	520	520	520	1040

- 设空白 (CK)、化肥氮空白 (N0)、优化施肥 (OPT)、农户习惯施肥 (CON)、增施氮肥 (OPT+N)、增施磷肥 (OPT+P)、增施氮磷钾肥 (OPT+NPK) 7个处理, 各3个重复。除空白处理外, 均施360 N kg/hm<sup>2</sup>有机肥作底肥。

# 双季稻养分处理

## 养分年投入量 ( kg/hm<sup>2</sup> )

处理	CK	N	NP	NPK	M	NPKM	NPKS
N	0	300	300	300	300	300	327
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0	0	90	90	131.8	90	97.5
K <sub>2</sub> O	0	0	0	240	228.7	240	321

➤ 设空白 ( CK )、单施化肥氮 ( N )、化肥氮磷 ( NP )、化肥氮磷钾 ( NPK )、单施有机肥 ( M )、化肥氮磷钾配施有机肥 ( NPKM )、化肥氮磷钾+秸秆覆盖 ( NPKS ) 7个处理，各3个重复

# 菜-稻-菜系统养分处理

全年养分投入量 ( kg/hm<sup>2</sup>)

处理	CK	NPK	NPKM
N	0	450	450
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0	165	165
K <sub>2</sub> O	0	360	360

- 设空白 ( CK )、化肥氮磷钾 ( NPK )、化肥氮磷钾配施有机肥 ( NPKM ) 3个处理，各3个重复

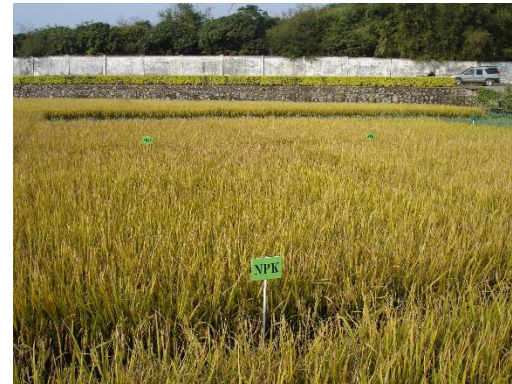


# 试验目的

在土壤质量数据规范采集及监测数据累积的基础上，开展数据的深度分析，阐明广东区域常年露地蔬菜和双季稻不同种植模式下土壤质量和生产力的演变规律及其影响因素，其土壤质量及肥料效应的变化态势预测与预警，为农业生产和政府部门针对性的开展耕地质量提升技术与决策提供科学依据。

# 3、研究进展

- 不同养分处理下土壤肥力变化特征
- 不同种植模式肥力变化特点

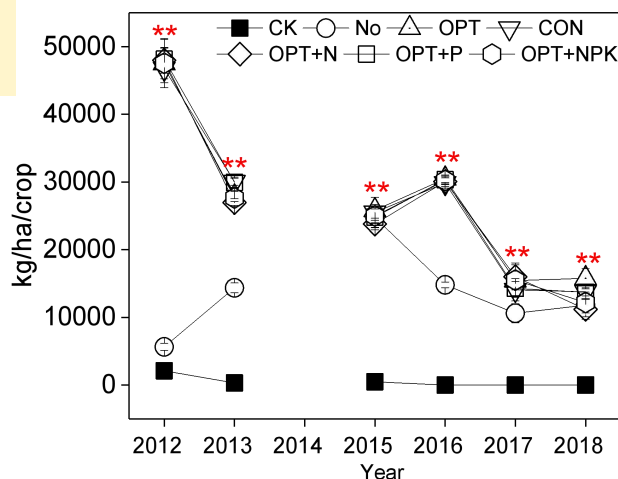


# 3.1 不同养分处理下土壤肥力变化特征

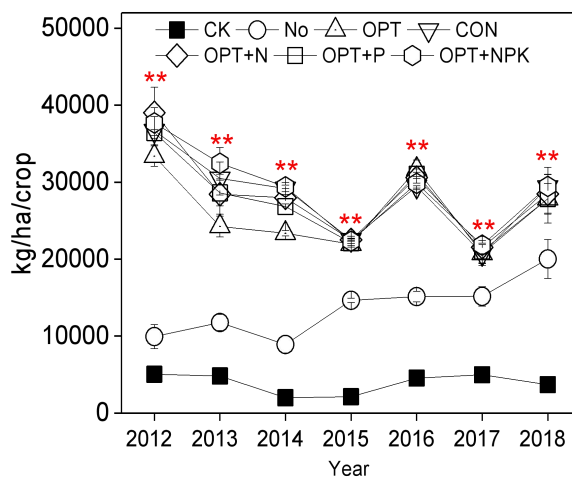
## ——常年菜地

产量:

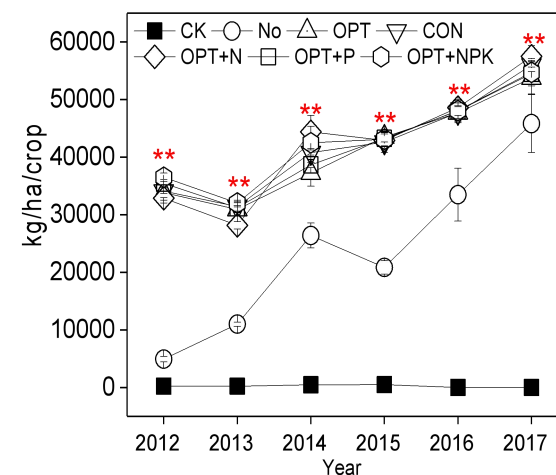
第一茬甘蓝



第二茬茄子



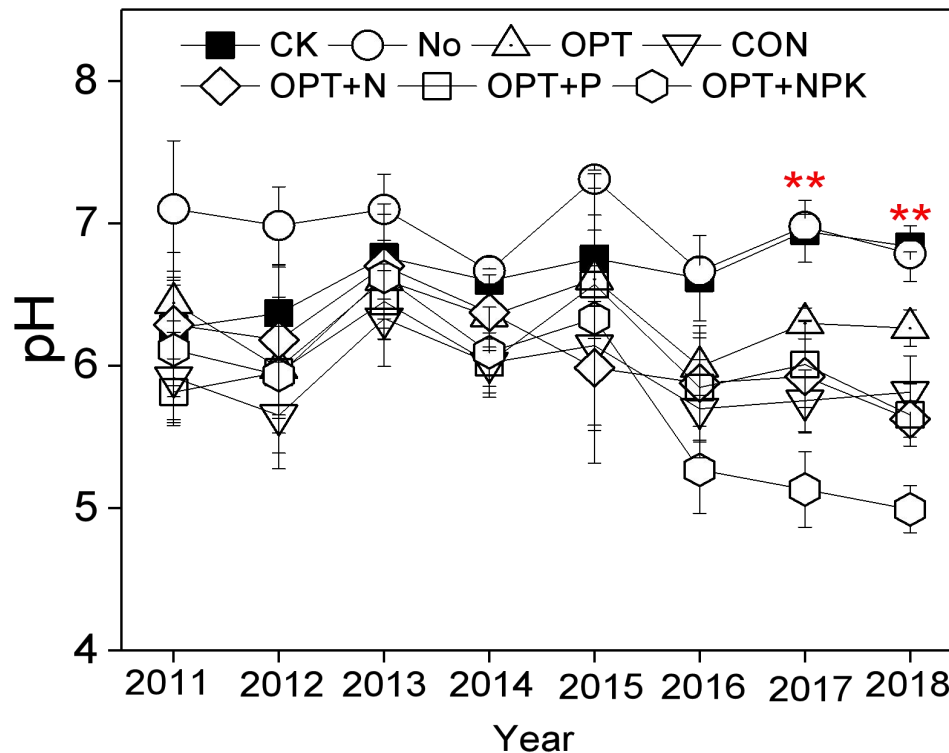
第三茬甘蓝



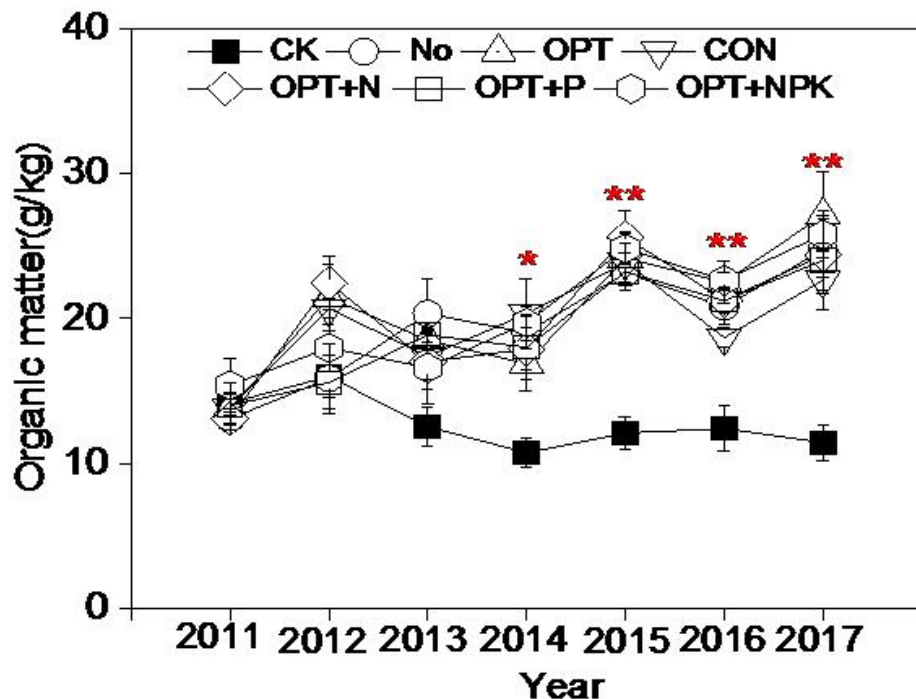
- 施肥显著提高蔬菜产量，且氮肥对蔬菜产量提升效应明显。
- 除NO处理外，不同养分投入的其他各施肥处理间蔬菜产量无明显差异，且随种植年限增加无明显变化。

## ◆ 土壤pH

- 化肥使用不同程度降低常年菜地土壤pH值，平均下降0.3-0.8个单位。
- 增施氮肥对菜地土壤pH降低作用明显。
- 外源有机肥对土壤pH有一定提升作用。



# 有机质

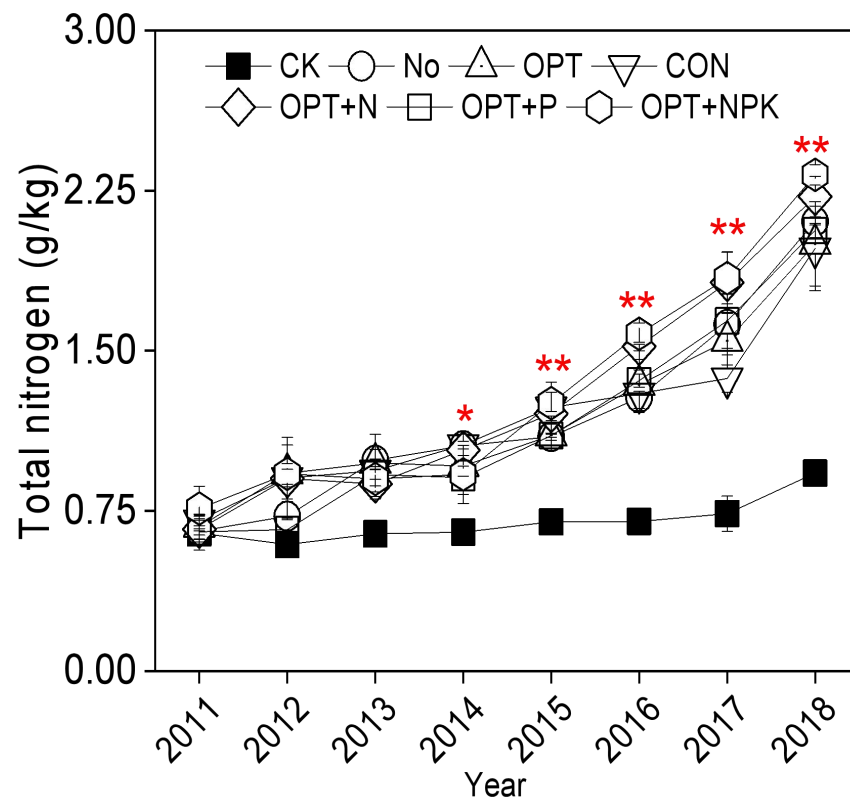


- 随着种植年度增加对照处理土壤有机质含量保持平稳。
- 各施肥处理均为化肥配施有机肥，施肥不同程度提高土壤有机质含量，且随种植年限增加，土壤有机质含量增加明显。



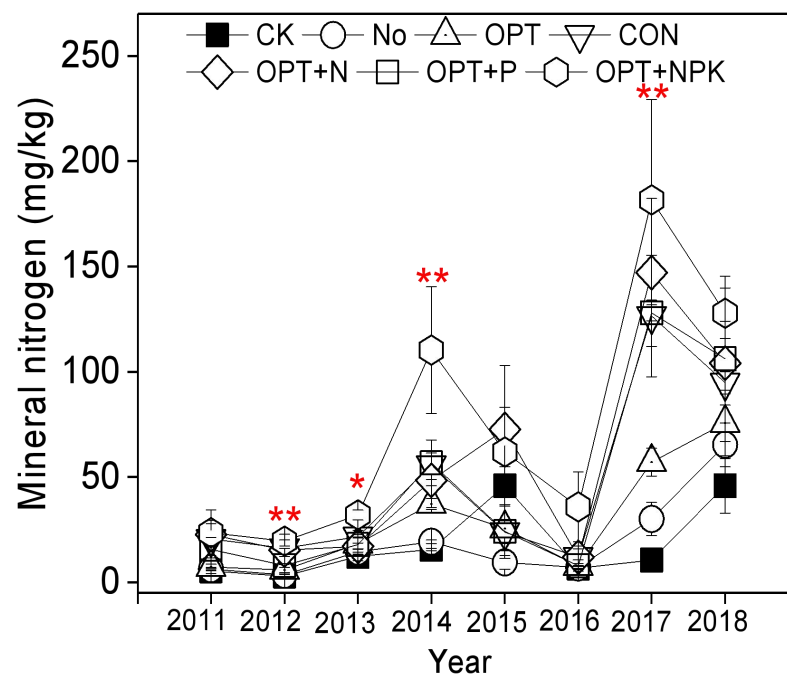
# 全氮

- 随着种植年限增加，各施肥处理土壤全氮含量均呈上升趋势。
- 施肥显著提高了常年菜地土壤全氮含量，随氮用量增加土壤全氮含量明显增加。



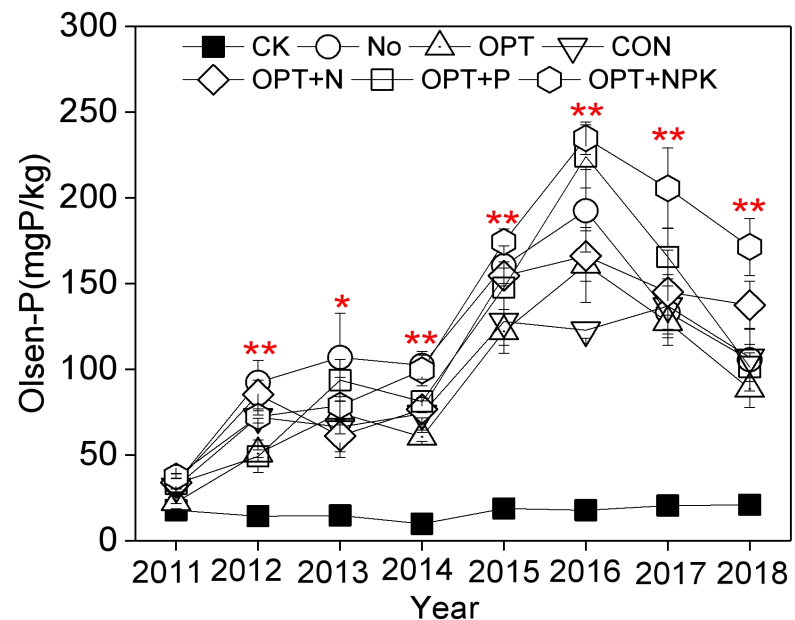
# 矿质氮

- 施肥显著提高常年菜地土壤矿质氮含量。
- 外施氮肥对土壤矿质氮含量提升作用明显。
- 优化施肥 (OPT) 处理基础上同时增加氮磷钾用量, 即OPT+NPK处理土壤矿质氮含量最高。



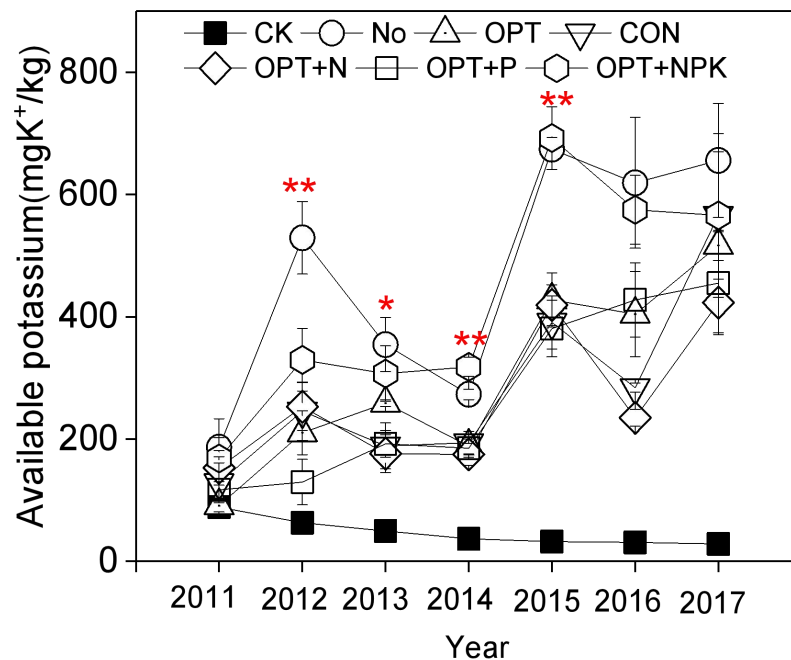
# 有效磷

- 对照处理土壤有效磷保持稳定。
- 施肥显著提高土壤有效磷含量，且随磷肥用量增加呈明显增加趋势。磷用量最高的OPT+NPK处理土壤有效磷含量最高。
- 随种植年限增加，施肥处理土壤有效磷含量总体呈增加趋势，均达到极丰富水平。



# 速效钾

- 施肥显著提高了常年菜地系统土壤速效钾含量；
- 各施肥处理下速效钾含量随着种植季增加呈上升态势；
- 土壤速效钾含量随钾肥用量增加而增加。





## 小结（常年菜地系统）：

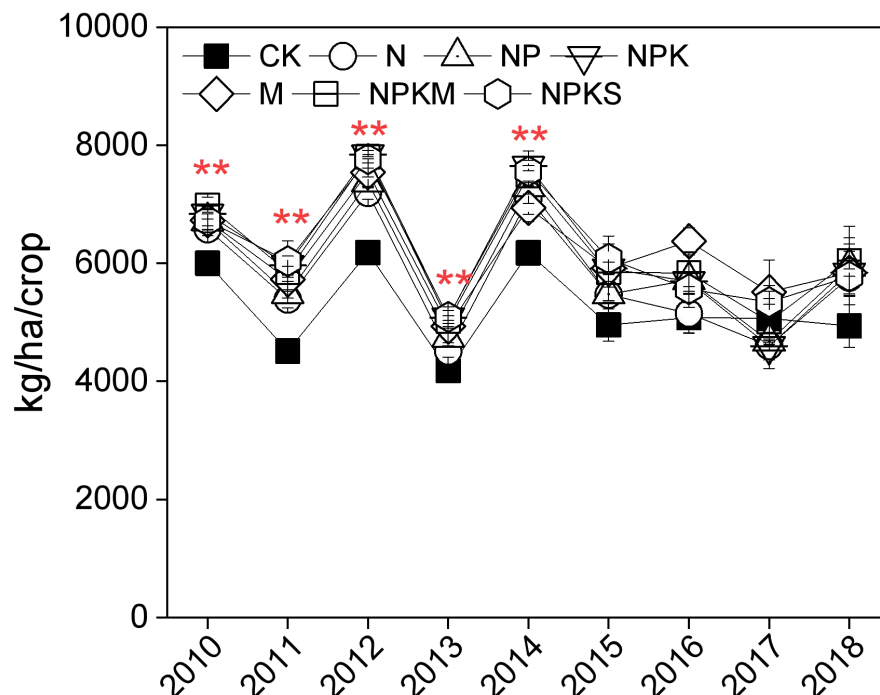
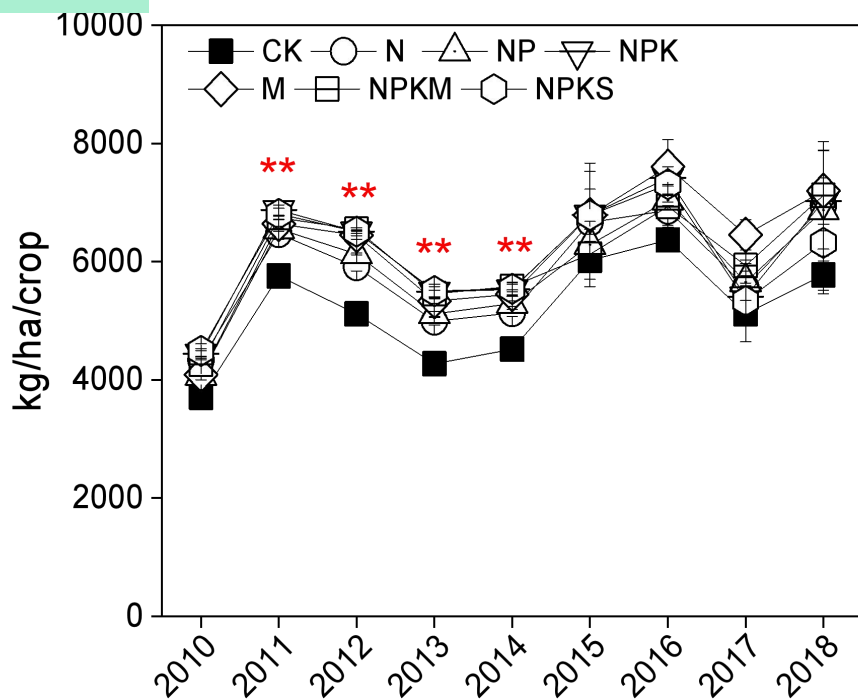
---

- 施肥不同程度提高常年菜地蔬菜产量和土壤氮磷钾养分含量及有机质含量。
- 施用化肥不同程度降低土壤pH值，有机肥施用一定程度上可缓解土壤酸化。
- 总体上，土壤氮磷钾养分含量主要受化肥氮磷钾养分用量影响。

# 3.1 不同养分处理下土壤肥力变化特征

## ——双季稻

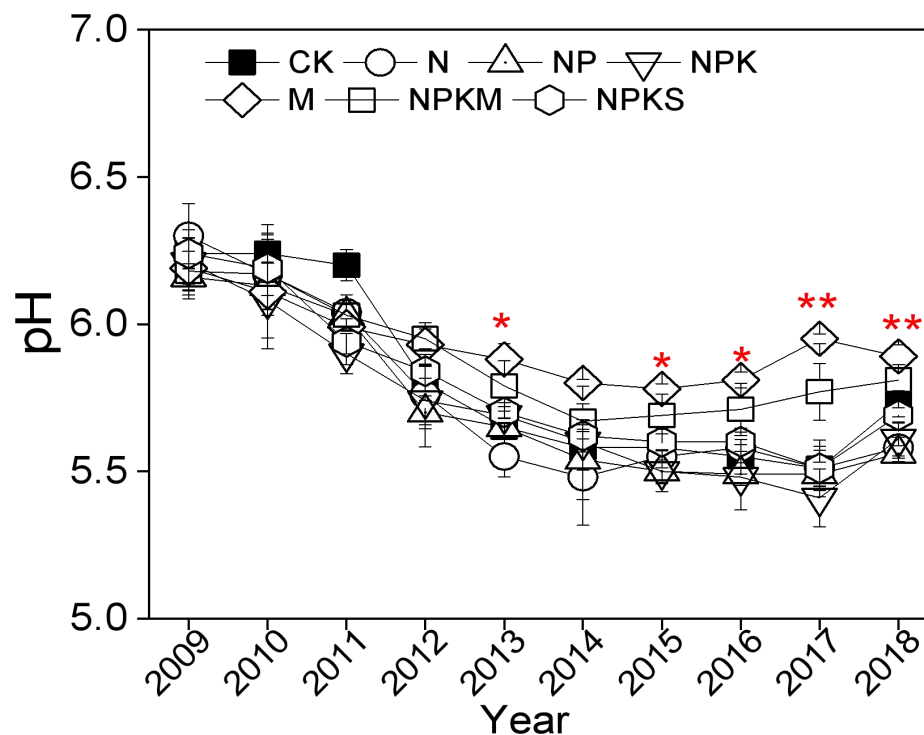
产量



在试验初期施肥对水稻产量的提升具有显著的作用，近几年施肥对于水稻产量的提升具有一定效果，但差异不显著，相关原因需要进一步的研究。

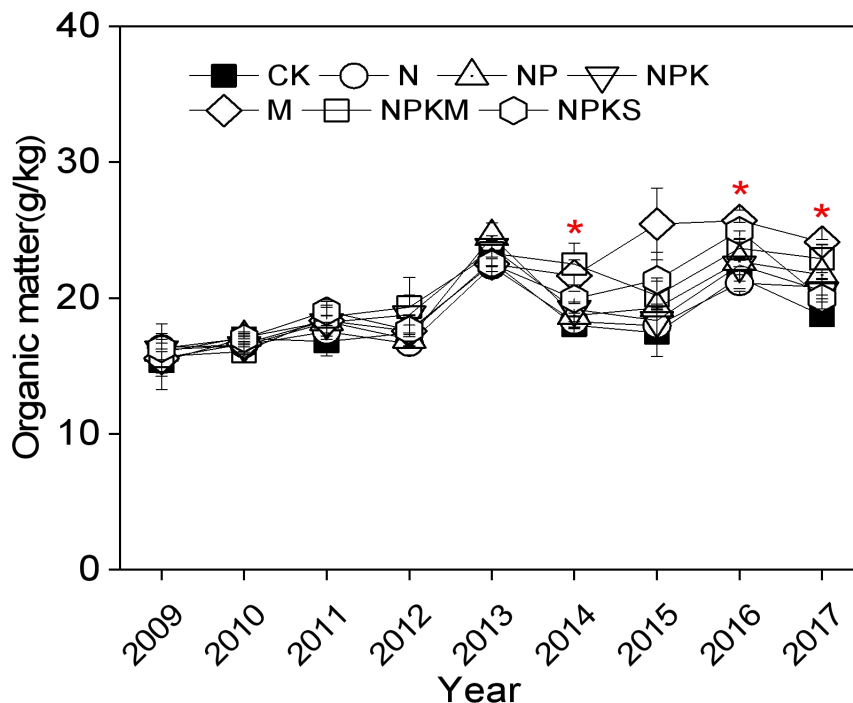
# pH值:

单施化肥不同程度降双季稻稻田土壤pH，秸秆还田、施用有机肥等措施对土壤pH有一定提升作用。



# 有机质:

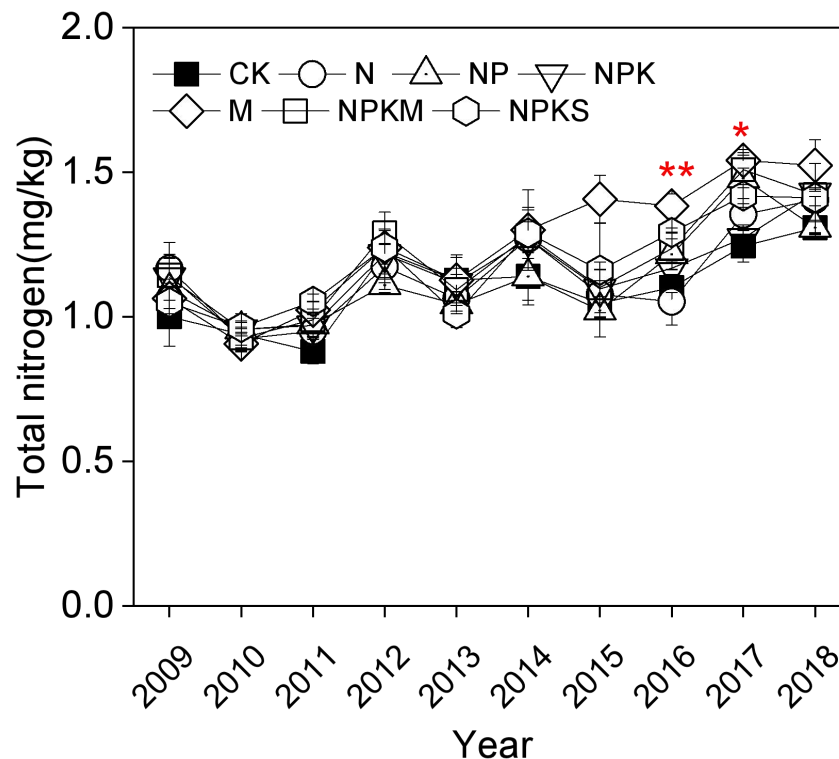
- 随着种植年度增加各处理土壤有机质含量具有上升，但对照处理相对较低。
- 双季稻模式下秸秆还田，有机替代，单施有机肥等措施对土壤有机质含量具有较为明显的提升作用。





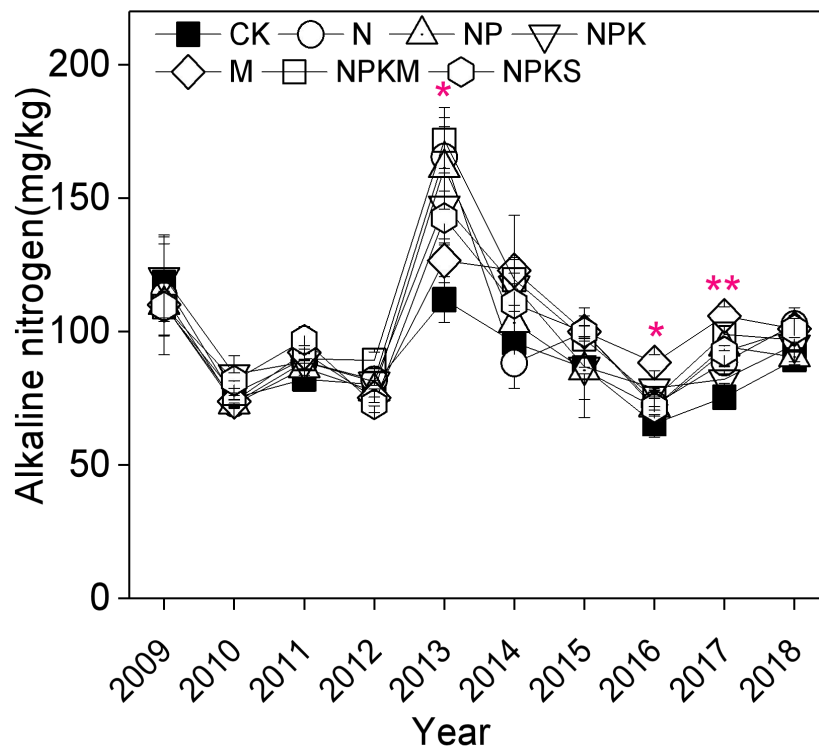
# 全氮:

- 随着种植年度增加各处理土壤全氮含量均呈上升趋势，对照全氮呈上升趋势可能与水稻留茬有关系。
- 各施肥处理对双季稻系统土壤全氮具有不同程度的提升作用，其中单施有机肥对土壤全氮提升作用明显。



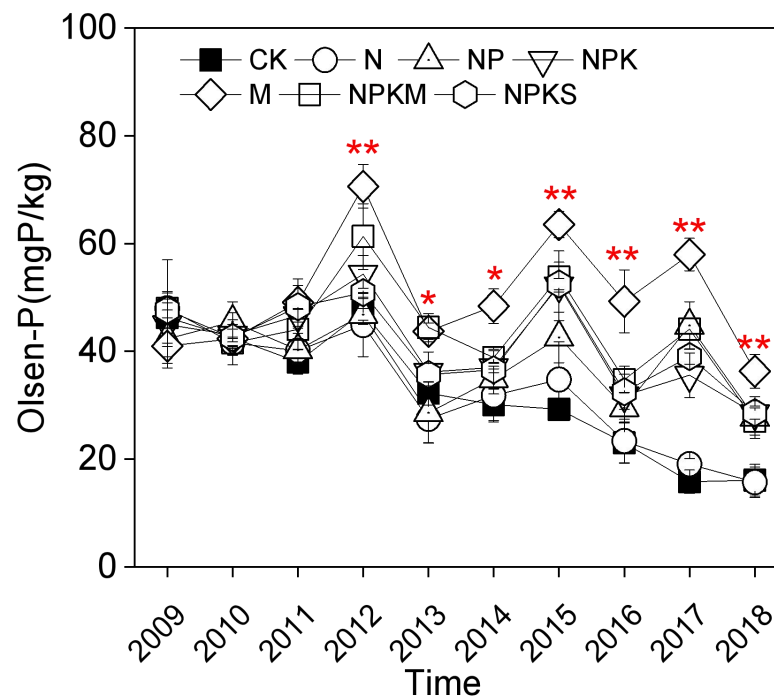
# 碱解氮:

- 施肥不同程度提高了双季稻系统土壤碱解氮含量。
- 随种植年限增加，不同处理土壤碱解氮含量无明显规律性变化。



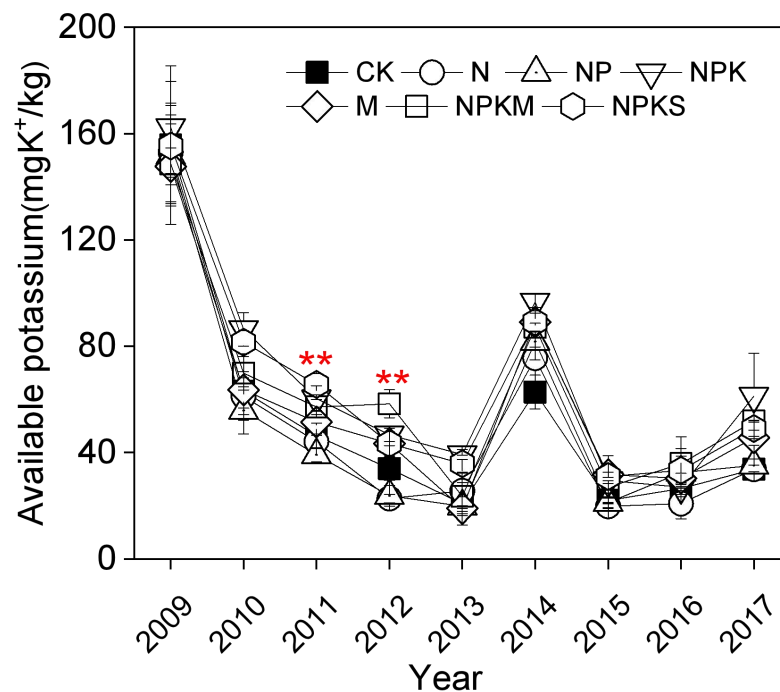
# 有效磷:

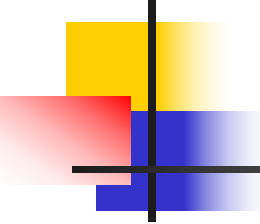
- 随着种植年限增加，不施磷处理（对照、N）土壤有效磷呈下降趋势。
- 施肥（N处理除外）显著提高了双季稻系统土壤有效磷含量，其中以单施有机肥处理效果最佳。



# 速效钾:

- 各处理下土壤速效钾含量随着种植年限增加总体呈下降趋势。
- 钾肥及有机肥的施用不同程度提高了双季稻系统土壤速效钾含量。





## 小结（双季稻系统）：

---

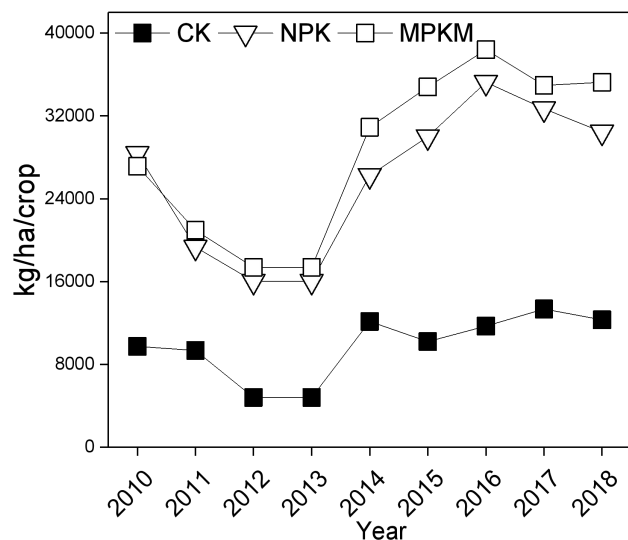
- 施肥不同程度提高双季稻系统水稻产量和土壤氮磷钾养分含量及有机质含量。
- 单施化肥不同程度降低稻田土壤pH值，秸秆还田、有机肥施用对pH具有提升作用。
- 施用有机肥不同程度提高稻田土壤有效磷、碱解氮、速效钾含量。

# 3.1 不同养分处理下土壤肥力变化特征

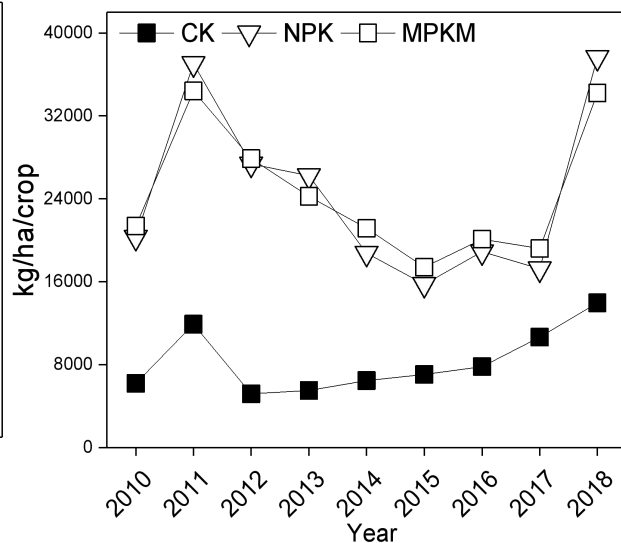
## ——稻/菜轮作

### 产量

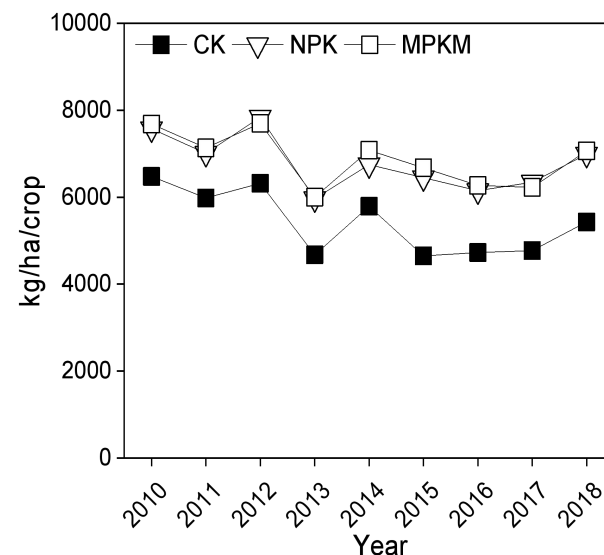
#### 第一茬菜



#### 第二茬菜



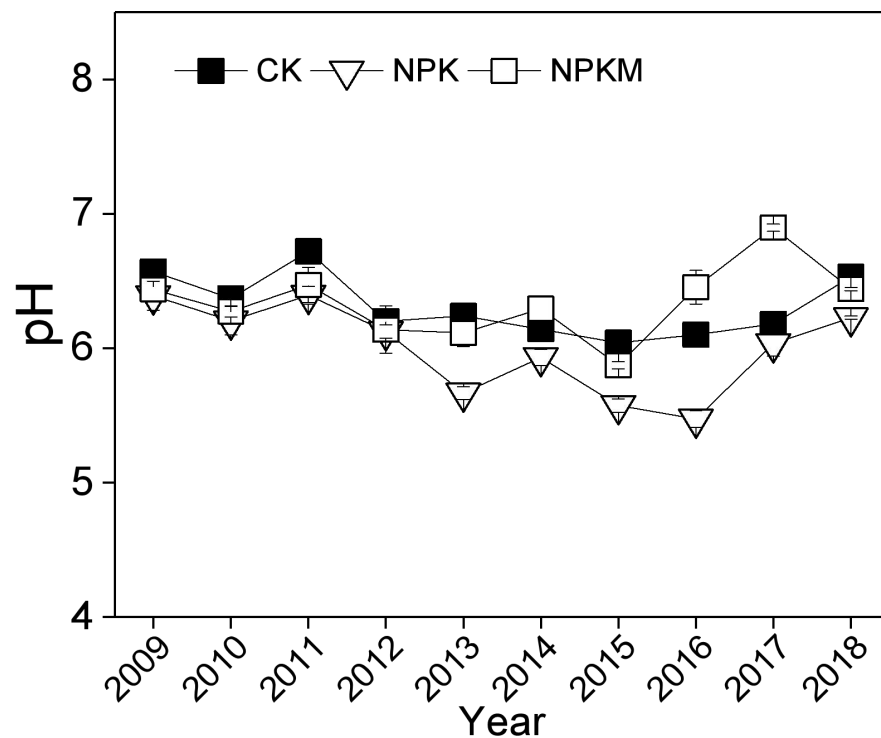
#### 第三茬水稻



施肥对于作物产量的提高具有明显的效果，并且施肥对于蔬菜产量的提升作用明显高于水稻。

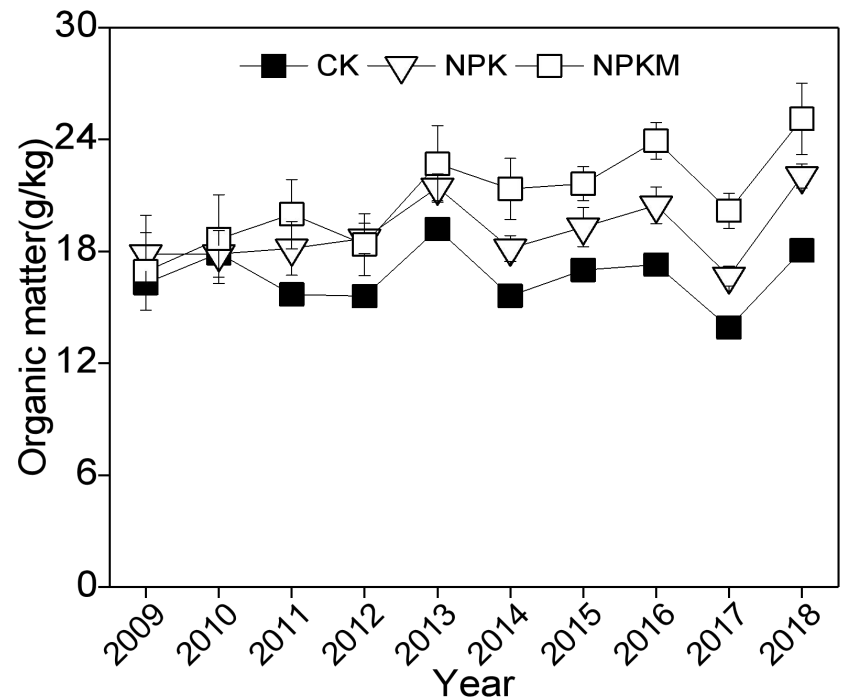
# pH值:

随着种植年度增加对照  
处理土壤pH相对稳定，  
NPK处理稍有下降，NPKM  
处理略有上升。



# 有机质:

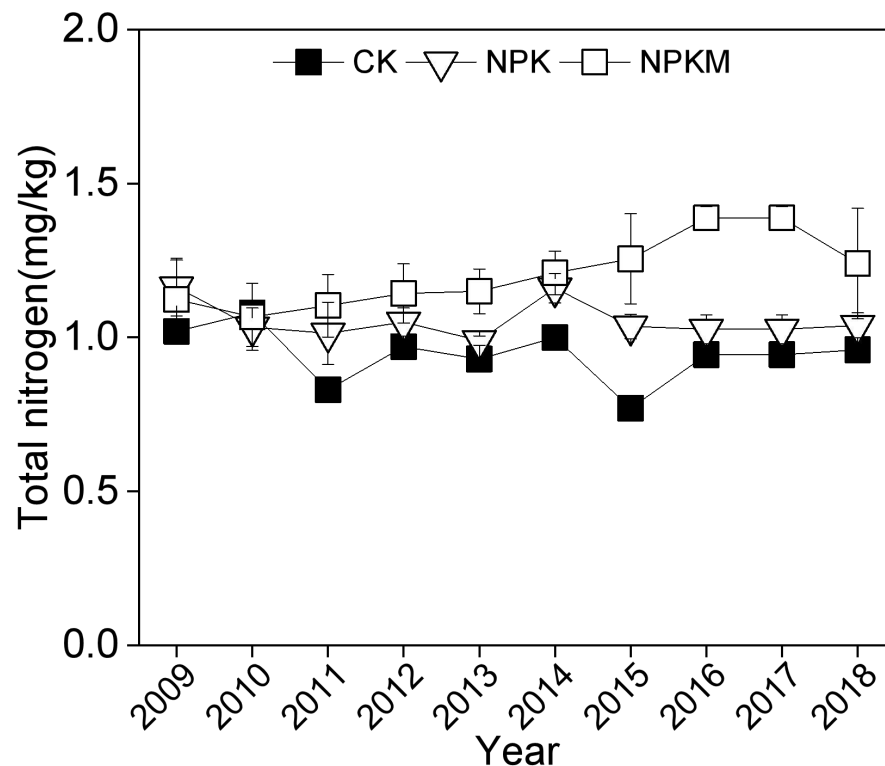
- 随着种植年限增加，NPK、NPKM处理土壤有机质含量均不同程度增加，且NPKM处理增加幅度较大。
- 施肥处理对菜-稻-菜系统土壤有机质含量具有较为明显的提升作用。





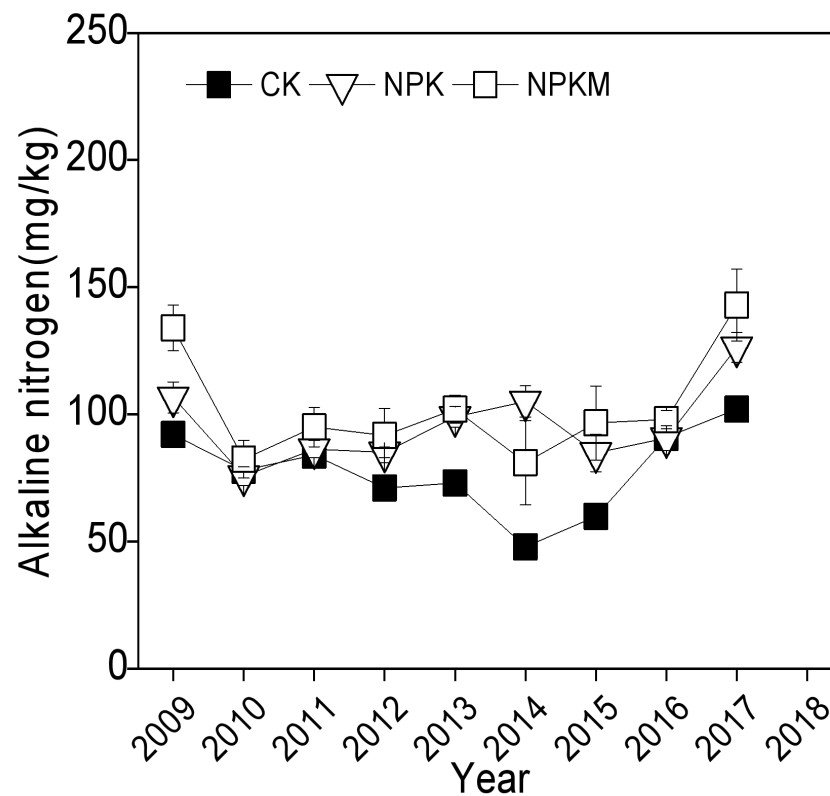
# 全氮:

- 随着种植年限增加NPKM处理土壤总氮含量呈上升趋势。
- 施肥菜稻菜系统土壤总氮含量具有较为明显的提升作用，且以NPKM处理提升效果为佳。



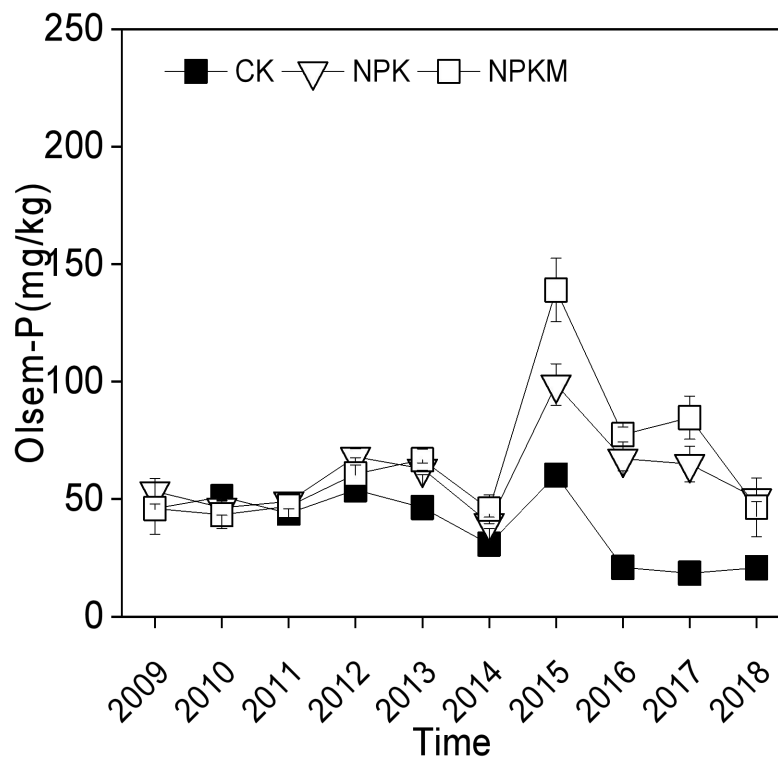
# 碱解氮:

- 施肥对菜稻菜系统土壤碱解氮含量具有较为明显的提升作用，化肥配施有机肥作用更为明显。
- 随种植年限增加，土壤碱解氮含量无明显规律性变化。



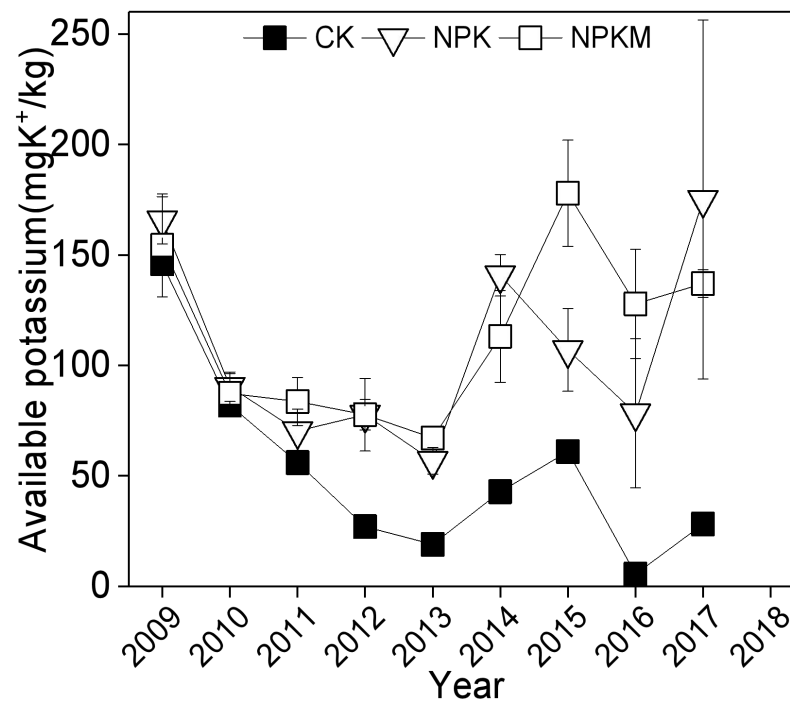
# 有效磷:

- 施肥不同程度提高菜-稻-菜系统土壤有效磷含量，且以NPKM处理效果为佳。
- 随种植年限增加，不同处理土壤有效磷含量无明显规律变化。



# 速效钾：

- 施肥不同程度的提高了菜稻菜系统土壤速效钾含量；
- 化肥配施有机肥相比单施化肥对提高土壤有效钾含量的作用更为明显。





## 小结（稻/菜轮作系统）：

---

- 施肥不同程度提高稻/菜轮作系统水稻、蔬菜产量和土壤氮磷钾养分含量及有机质含量，且化肥配施有机肥对土壤氮磷钾养分的提升作用更为明显。
- 单施化肥不同程度降低稻/菜轮作系统土壤pH值，配施有机肥有利于提高土壤pH。

## 3.2 不同种植模式肥力变化特点

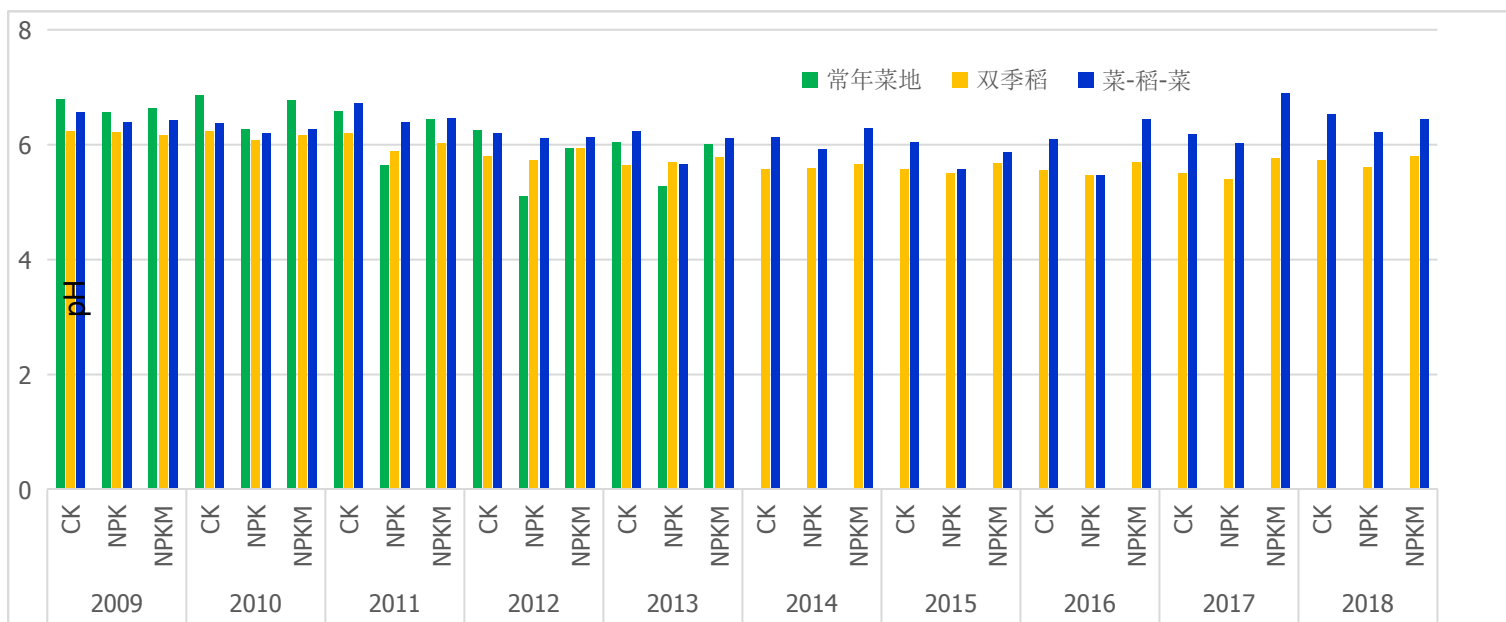
### 三种模式处理下的养分投入量差异

单位：kg/hm<sup>2</sup>

以双季稻、菜-  
稻-菜、常年菜  
地的CK、NPK、  
NPKM 施肥处理  
比较肥力变化  
情况

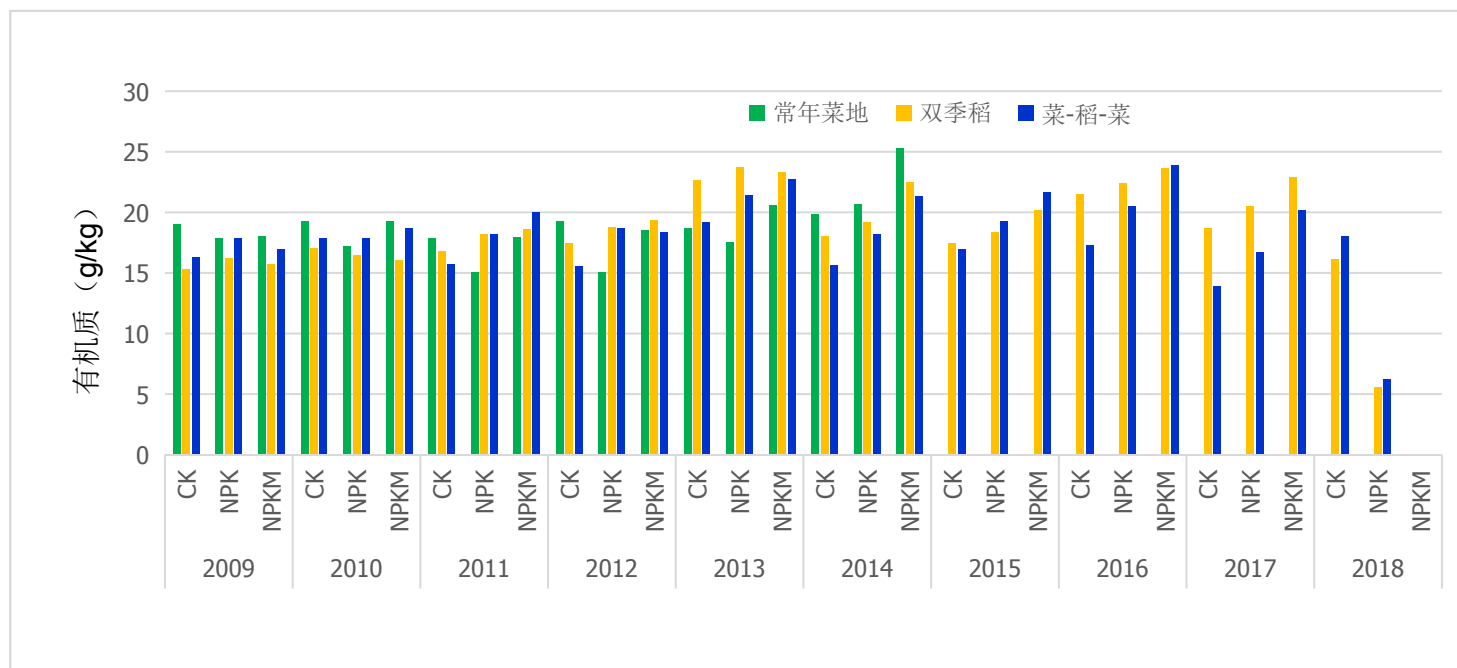
种植模式	处理	CK	NPK	NPKM
常年菜地	N	0	450	450
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0	180	180
	K <sub>2</sub> O	0	360	360
双季稻	N	0	300	300
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0	90	90
	K <sub>2</sub> O	0	240	240
菜-稻-菜	N	0	450	450
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0	165	165
	K <sub>2</sub> O	0	360	360

# pH值



不同种植模式下土壤pH在5.47-6.89范围内，总体上不同处理下双季稻土壤pH低于常年菜地或菜稻菜模式。

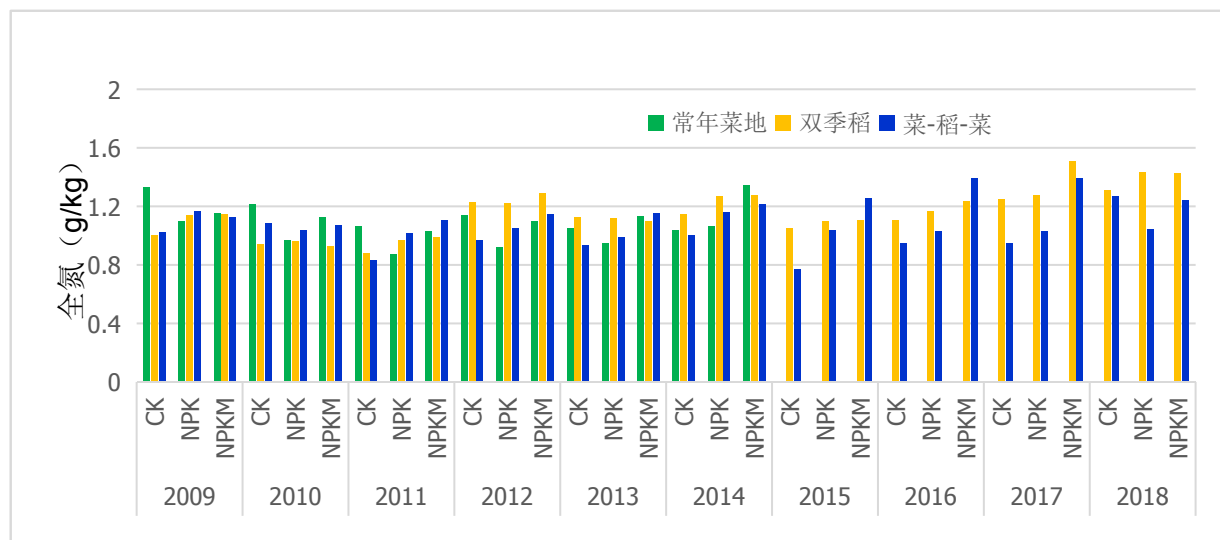
# 有机质



配施有机肥不同程度增加三种种植模式下土壤有机质含量。

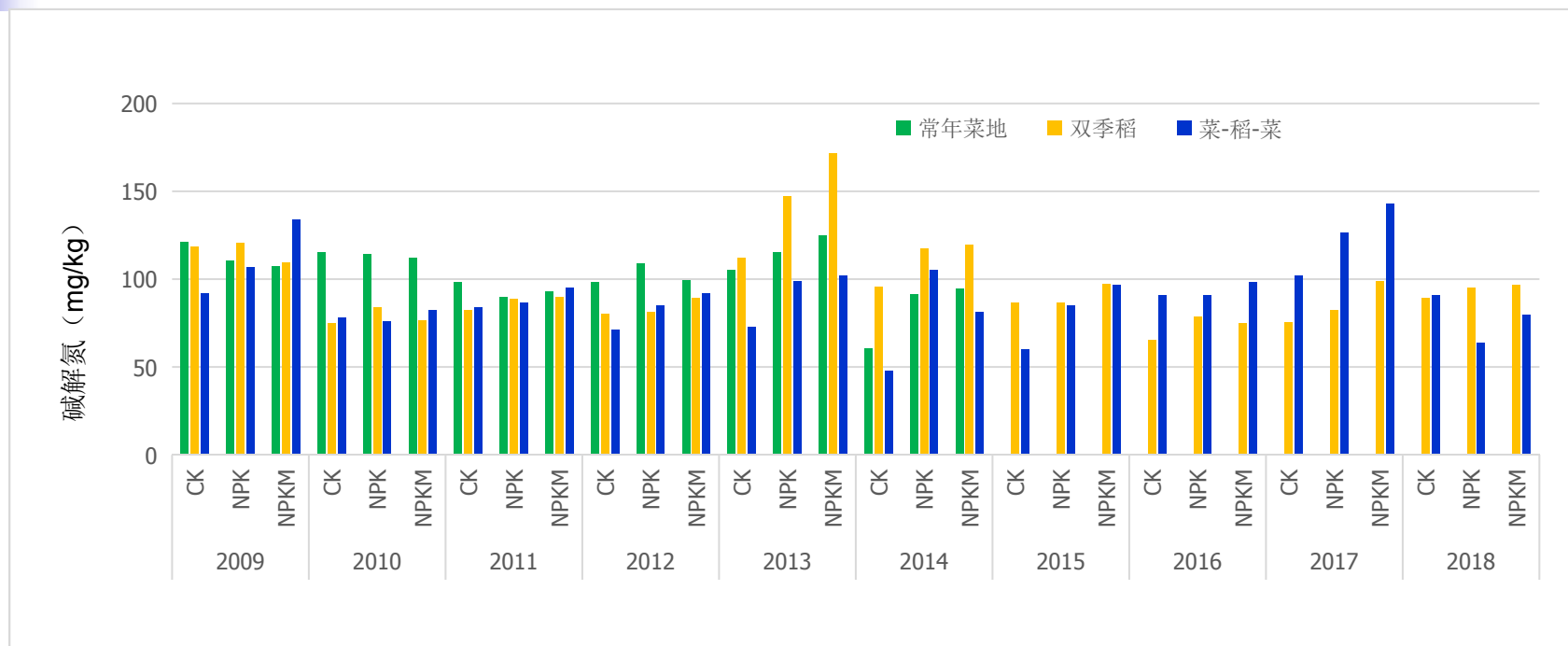


# 全氮



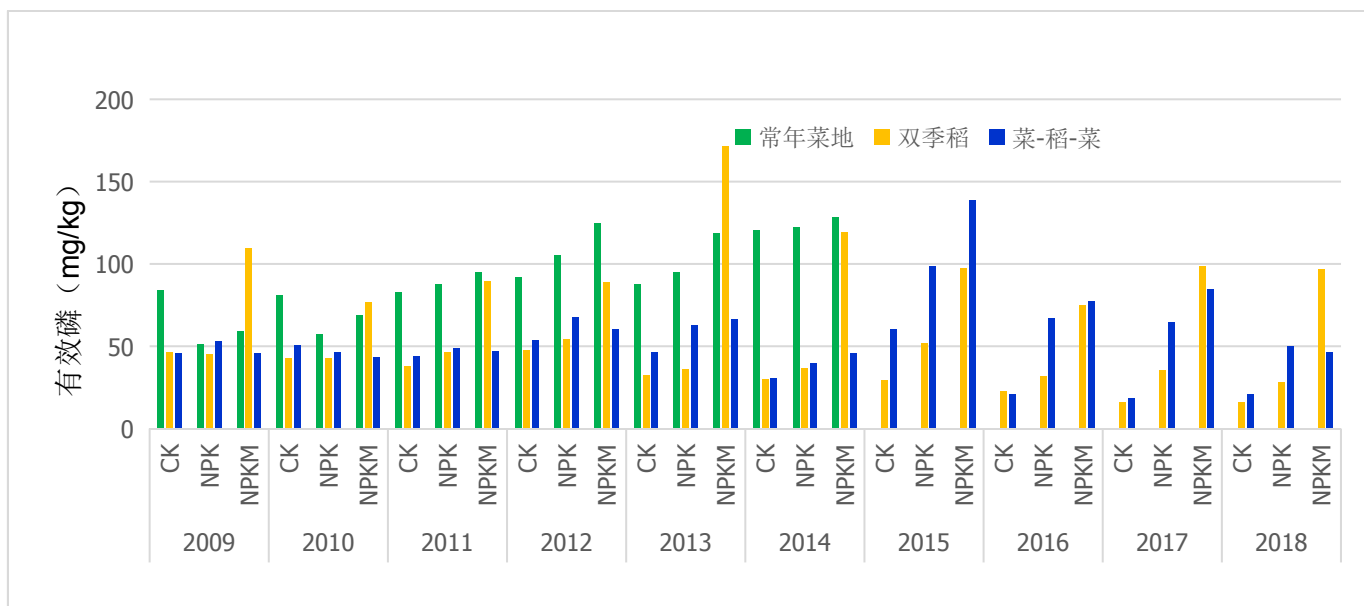
不同种植模式下土壤全氮在0.77-1.42g/kg范围内，随着种植年限的增加双季稻土壤全氮呈现出高于菜稻菜模式的变化趋势。

# 碱解氮



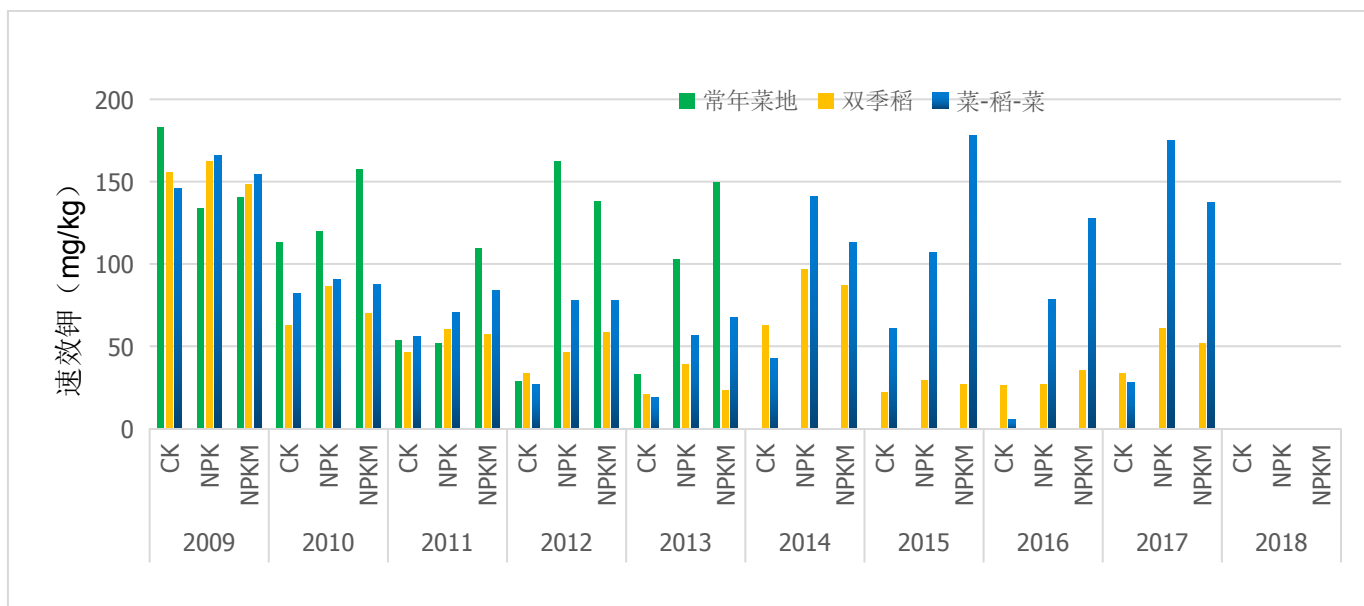
三种种植模式下不同施肥处理土壤碱解氮无明显的规律性变化。

# 有效磷



随着种植年限增加施肥不同程度增加常年菜地系统土壤有效磷含量。

# 速效钾



对照和双季稻模式下三种模式土壤速效钾均随种植年限增加均呈下降趋势。



## 小结:

---

- 施用化肥或化肥配施有机肥处理下，双季稻系统土壤pH值低于常年菜地或稻-菜轮作系统，常年菜地土壤有效磷含量高于双季稻或稻-菜轮作系统。
- 随种植年限增加，施用化肥或化肥配施有机肥处理的不同种植模式间土壤碱解氮、速效钾含量无明显规律性。



---

**谢谢！ 请指正！**