



水稻根区一次施肥技术效果 与优化措施

汇报人：宋航

指导老师：王火焰 研究员

中国科学院南京土壤研究所

2019年8月8日



报告内容

❖ 研究背景

❖ 结果

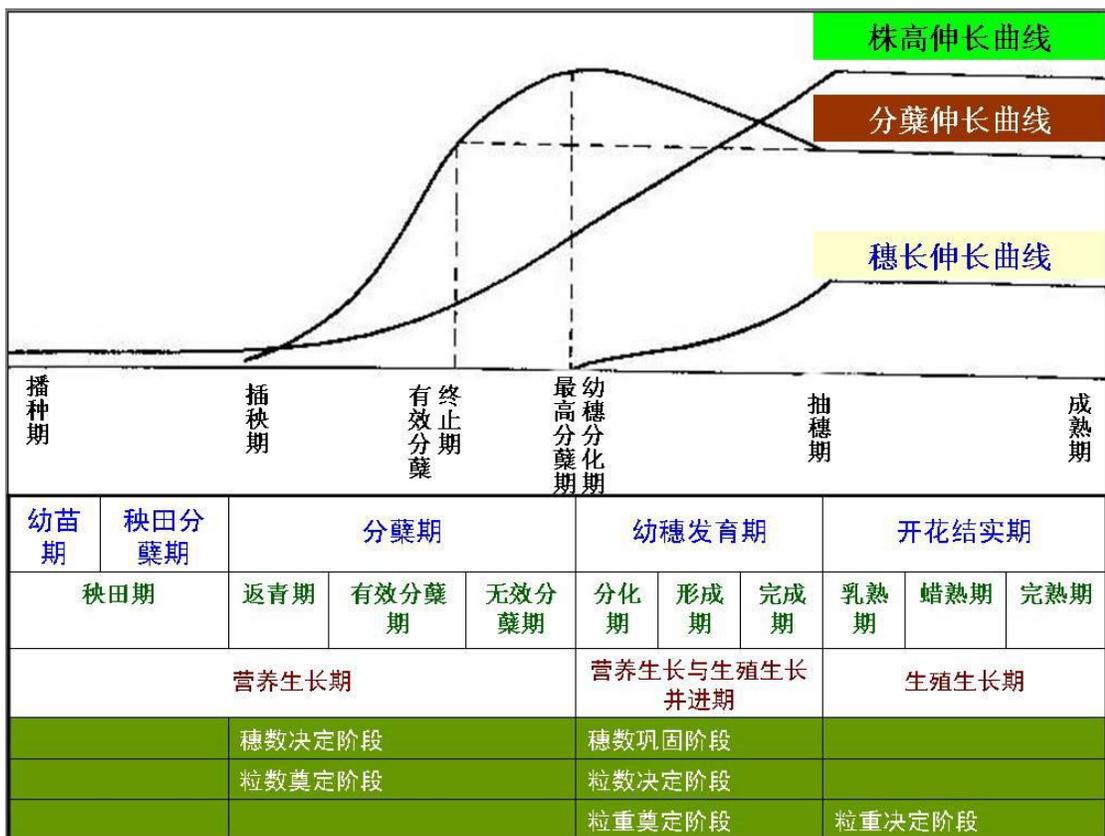
❖ 展望



研究背景

❖ 施肥方法

水稻的栽培要求：分次施肥可以满足水稻在重要生育期的养分需求及正常生长发育，保证水稻的产量；但是分次施肥大大增加了劳动力成本，不符合未来农田管理需求。

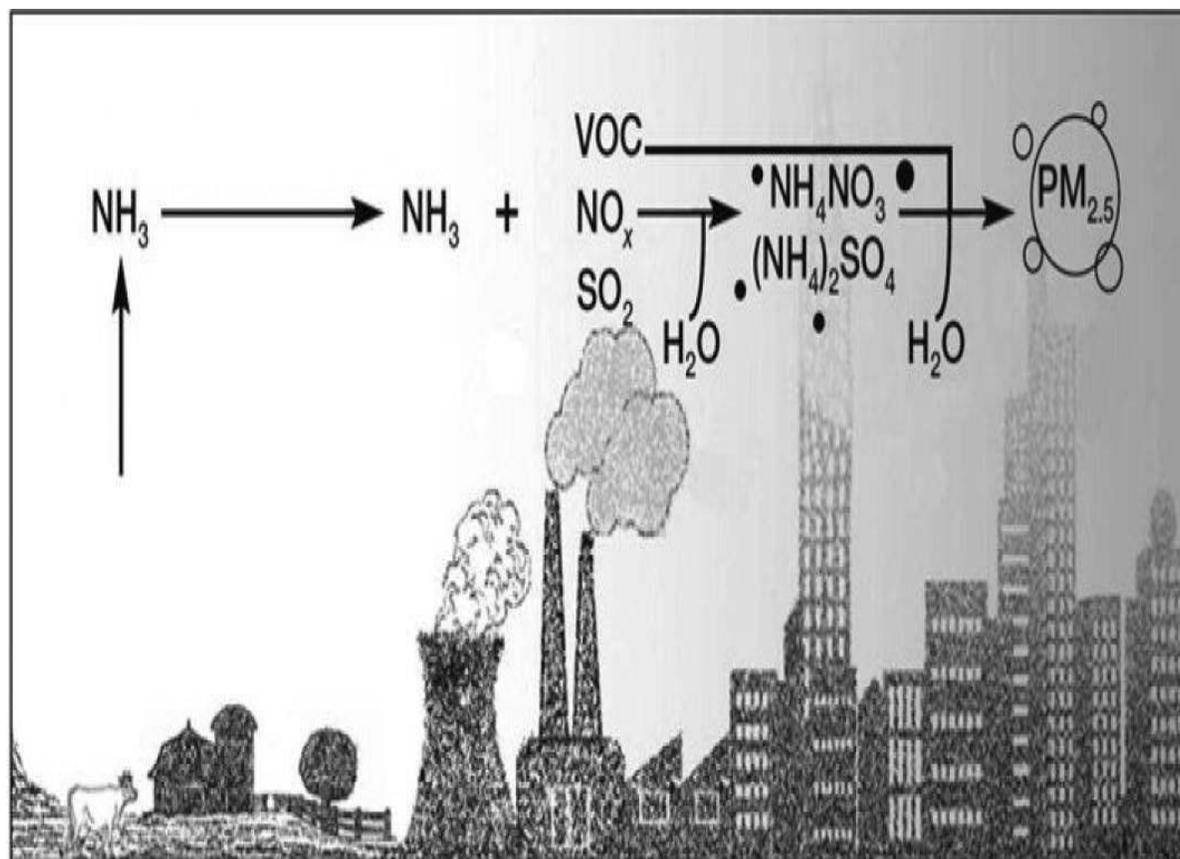




研究背景

❖ 施肥方式

分次施肥的方式一般是农田表面撒施，氮素通过氨挥发和地表径流损失较多，肥料利用率较低，同时损失养分易造成环境污染。





研究背景

- ❖ 通过表施的肥料需迁移到根区才能被植物吸收利用，如果此时没有适量的降雨或者灌溉，肥料就只停留在土表而无法进入根区 (Petersen, 2004)。
- ❖ 根际是植物与土壤相互作用的关键区域，植物主要通过根际吸收土壤中的养分 (Shen et al., 2013)。
- ❖ 肥料局部施用可以提高养分对植物的有效性 (Nkebiwe et al., 2016)。
- ❖ Mazid等 (2016) 对孟加拉国8个行政区，35个种植区域，综合3年115个田间试验的数据整理结果表明，相对于习惯的表面分次施肥，大颗粒尿素在稻田深施，水田产量增幅21-31%，旱稻产量增幅11-17%。利用率提高10-20个百分点。

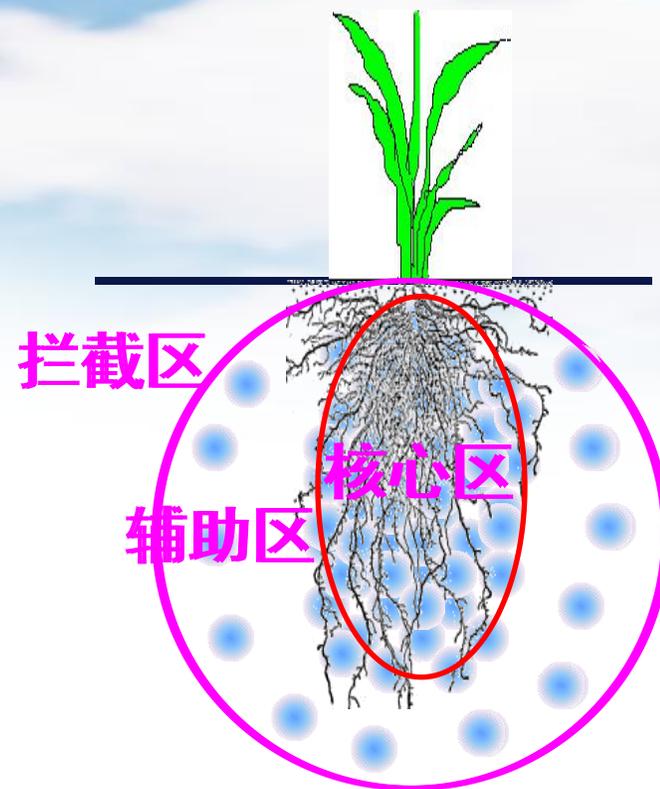


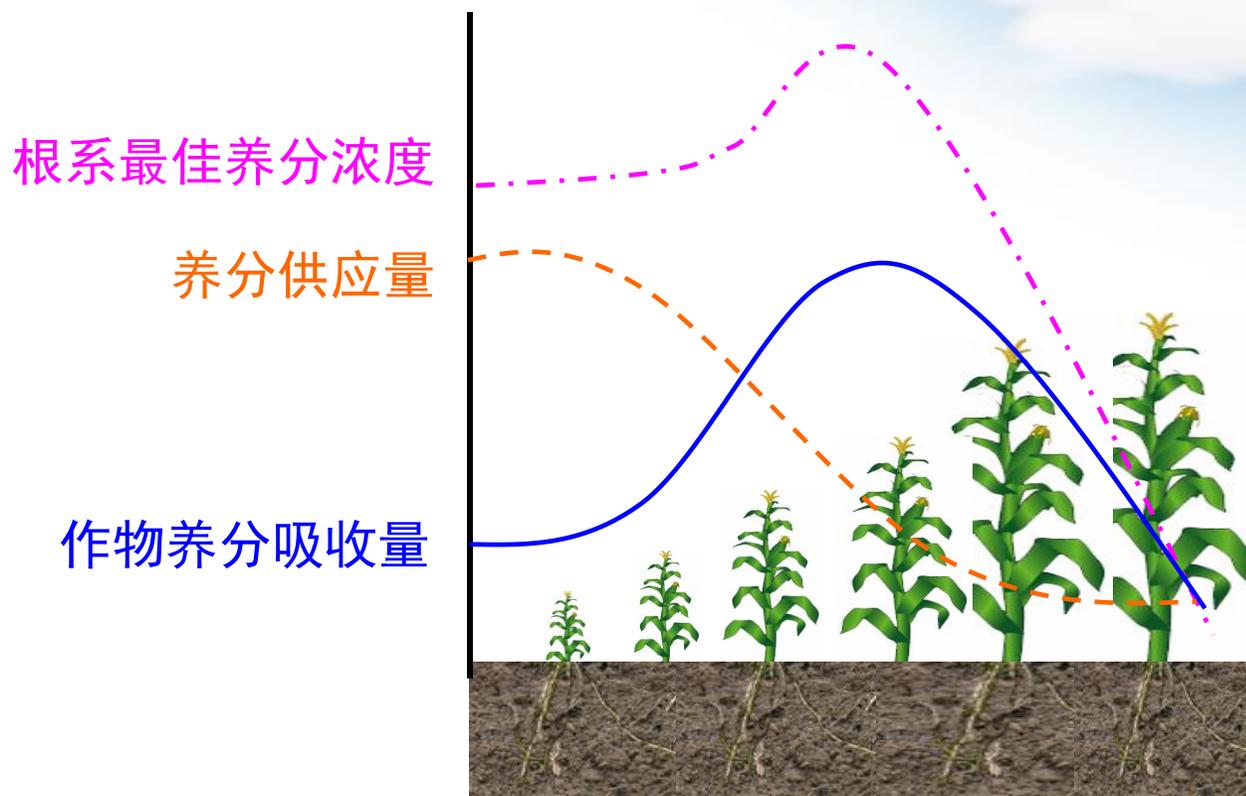
研究背景

根区施肥就是将肥料通过一定技术施用在植物的活性根系分布区域，同时根区施肥还强调养分的扩散动态与根系生长动态范围能够达到最佳的匹配，从而可以极大地提高肥料的利用率以及减少损失率。

核心是养分供应的浓度、用量、空间和时间与植株养分需求高度匹配。实现肥料养分损失在田间原位阻控。

（王火焰和周健民，2013，土壤）





理想的供肥模式：

前期总养分量不高，根区土体养分浓度较高；

中期根区养分总量和浓度均较高；

后期土壤养分浓度较低

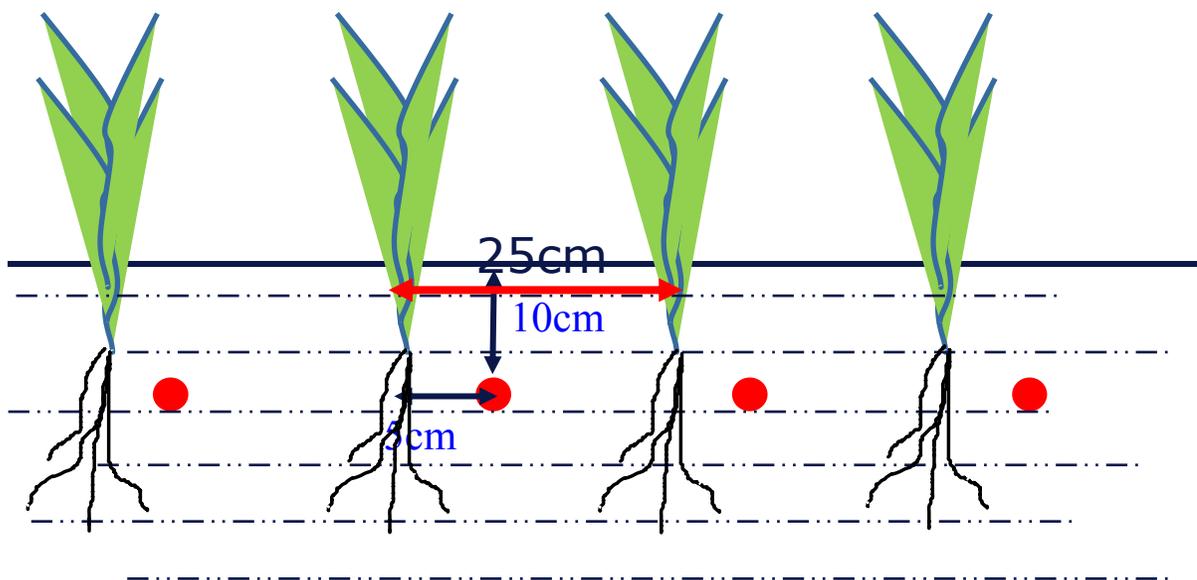
养分供应浓度是决定养分吸收效率的重要因子，根区施肥可以实现高浓度与低用量的统一！



普通肥料根区一次施肥对水稻产量和肥料利用率的影响？



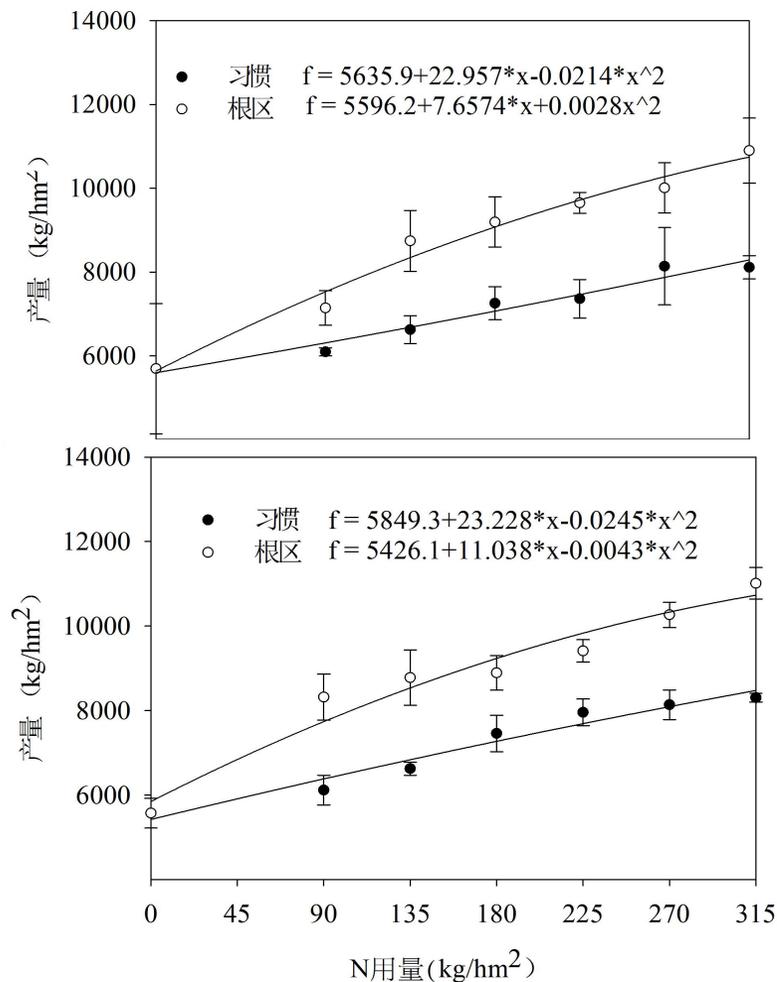
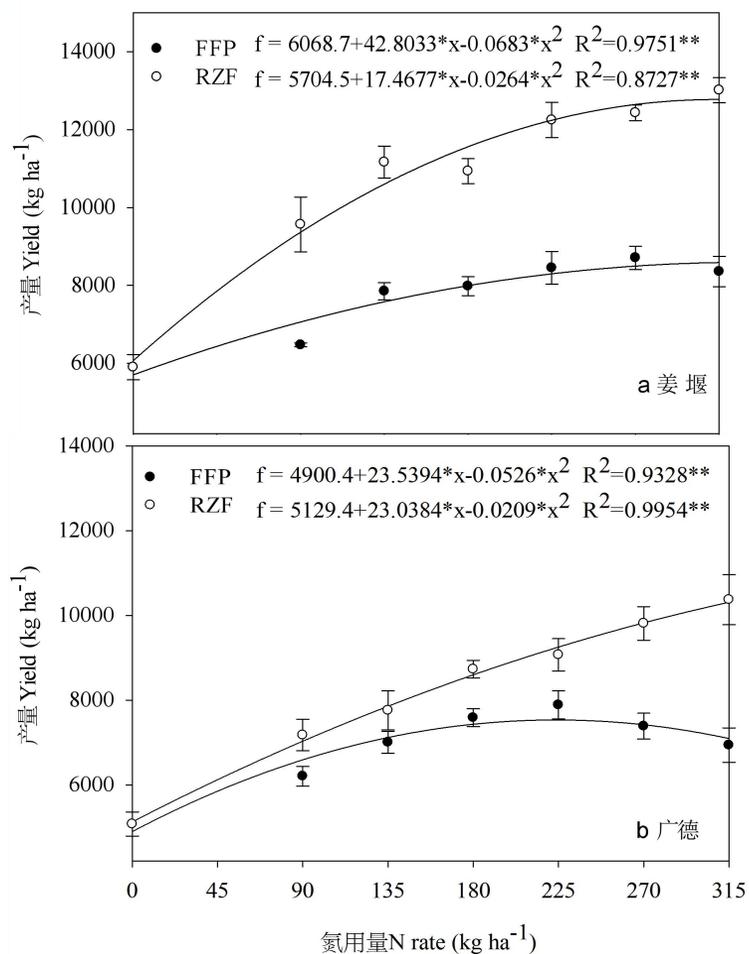
肥料组成



N: 180 kg/ha
 P_2O_5 : 120 kg/ha
 K_2O : 120 kg/ha



根区一次施肥技术效果



根区一次施肥可以显著增加水稻产量。

根区一次施肥对姜堰广德两地水稻产量的影响 (Liu et al., Paddy Water Environ. 2017)



根区一次施肥技术效果

地点	施氮量 (kg/hm ²)	表观利用率(%)		氮肥损失率(%)	
		习惯三次	根区一次	习惯三次	根区一次
姜堰	90	6.8 cB	67.5 bcA	56.5 aA	8.8 dB
	135	17.8 aB	63.4 cA	-	-
	180	10.7 bcB	62.5 cA	65.0 aA	32.6 aB
	225	13.0 bB	70.4 abA	64.2 aA	25.7 bB
	270	22.2 aB	71.6 aA	-	-
	315	14.2 bB	63.0 cA	63.9 aA	16.3 cB
广德	90	28.0 abB	53.1 cA	65.0 bA	29.3 aB
	135	30.1 abB	62.9 bA	-	-
	180	31.4 aB	63.2 bA	73.4 aA	25.7 aB
	225	29.1 abB	64.0 bA	64.8 bA	15.8 bB
	270	29.8 abB	62.3 bA	-	-
	315	23.5 bB	66.8 aA	65.5 bA	14.8 bB

水稻根区一次施肥显著提高肥料的表观利用率，降低肥料损失率。



根区一次施肥技术效果

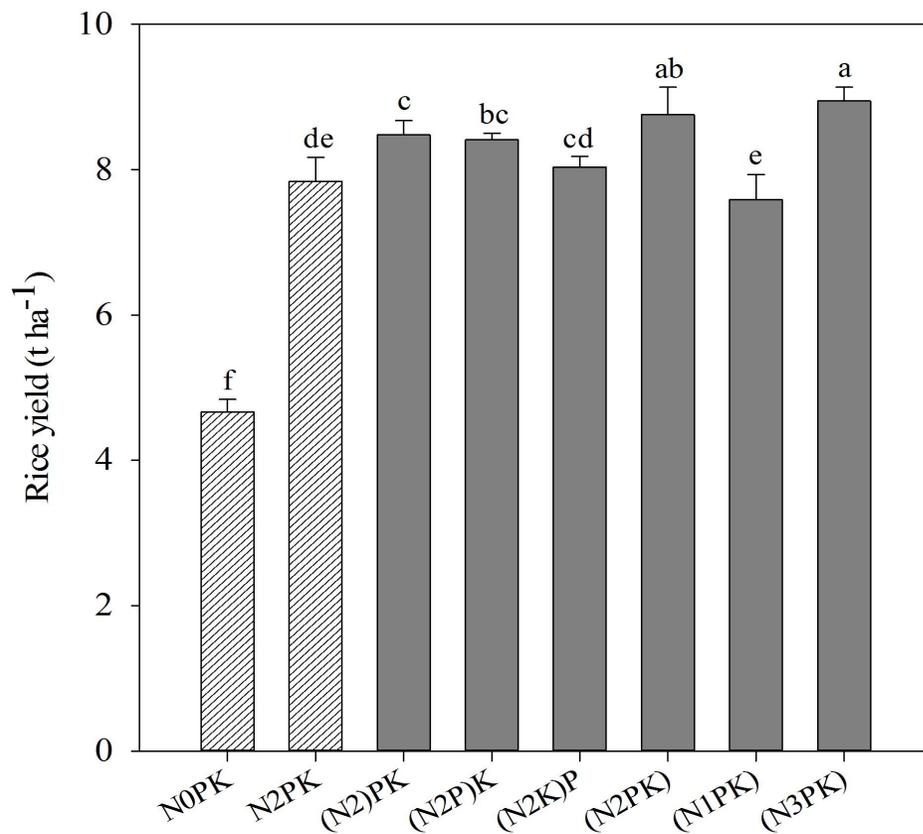


图1 不同氮磷钾组成下根区施肥对水稻产量的影响

(N3PK) 处理水稻产量最高，分别比N0PK、N2PK、(N2)PK、(N2P)K、(N2K)P、(N2PK)和(N1PK)产量高91.79%、14.08%、5.53%、6.34%、11.30%、2.15%和17.86%。根区施肥可以显著增加水稻产量。



根区一次施肥技术效果

不同施肥方式对水稻农学形状及干物质的影响

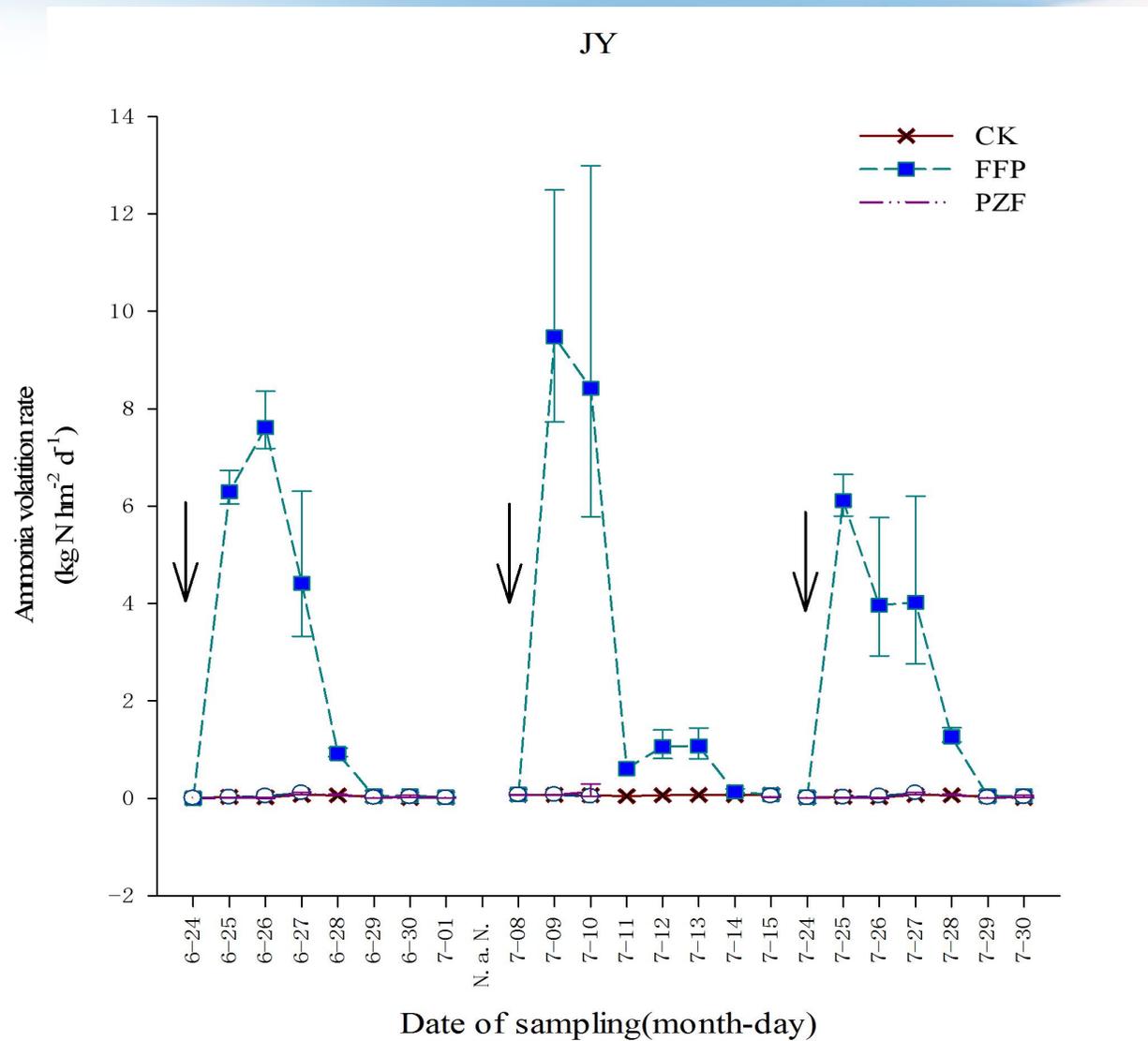
处理	有效分蘖(株)	每穗粒数	结实率(%)	千粒重(g)	籽粒干重(t/hm ²)	秸秆干重(t/hm ²)
CK	7 b	104 b	94.4 a	28.6 a	4.8 b	3.2 c
FFP	12 b	175 a	75.5 b	27.4 a	8.7 a	6.2 b
RZF	16 a	185 a	72.0 b	24.3 b	8.9 a	6.6 a

CK: 不施氮肥, FFP: 常规撒施, RZF: 普通肥料根区一次施肥

根区施肥主要通过增加水稻分蘖数和穗粒数来影响产量。



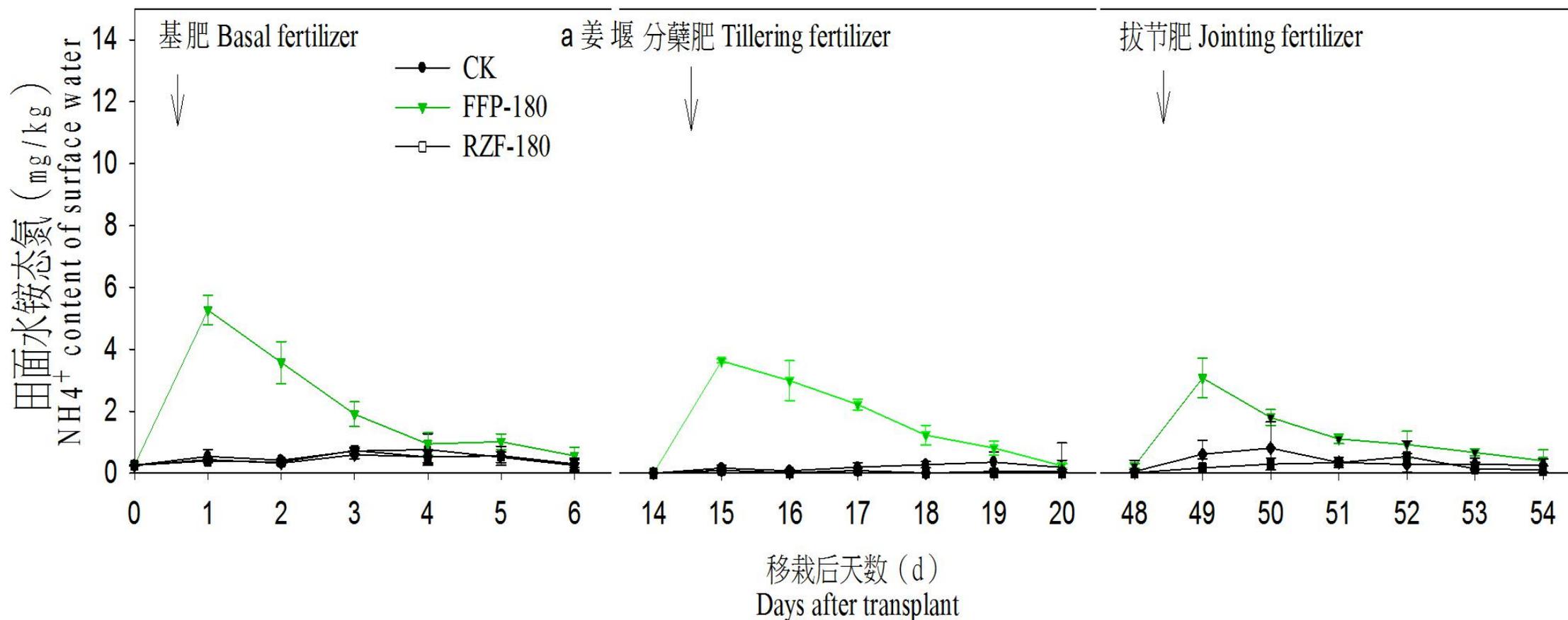
根区一次施肥技术效果



根区施肥可以显著降低稻田氨挥发。



根区一次施肥技术效果



表面撒施田面水铵态氮含量最高，根区一次施用处理田面水铵态氮与CK相同，几乎没有。



分蘖期

拔节期

孕穗期

姜堰
砂土

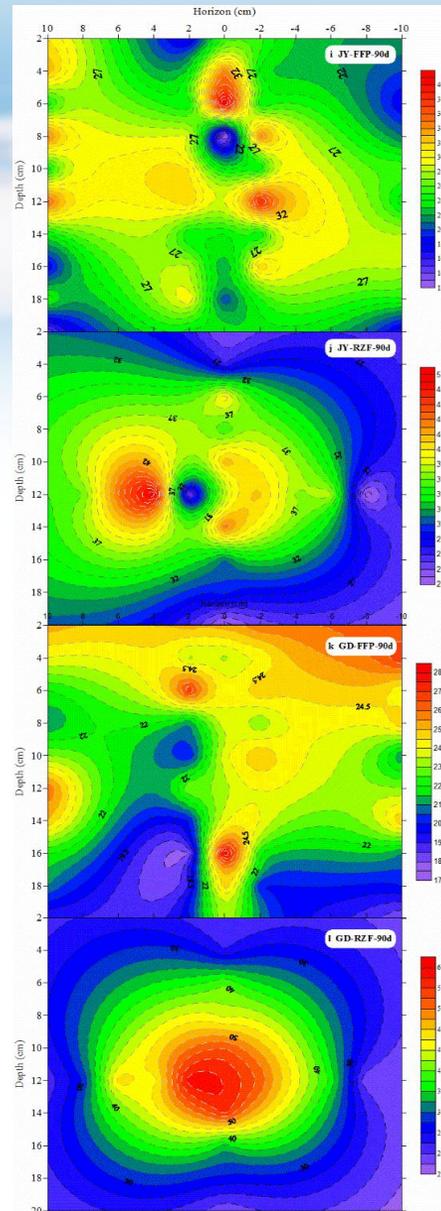
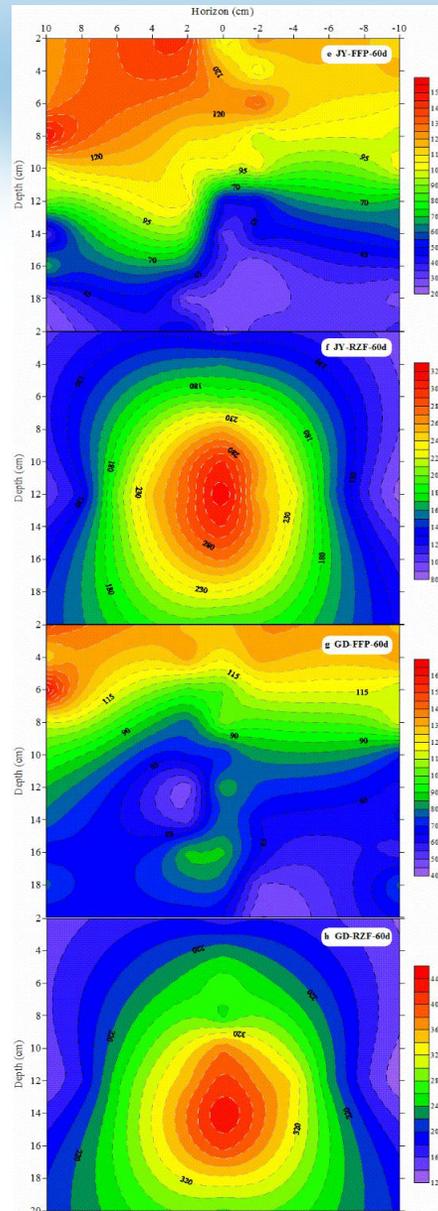
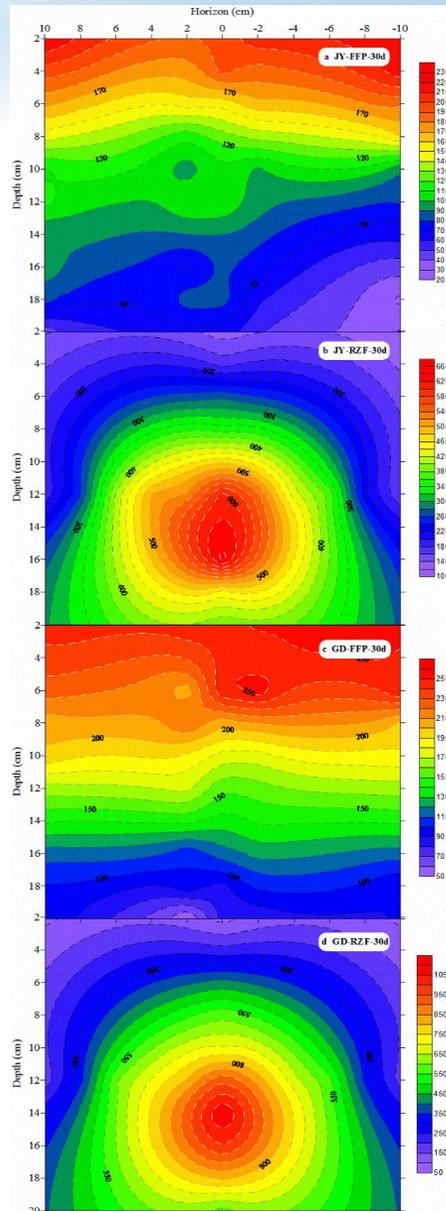
习惯施氮

根区施氮

广德
壤土

习惯施氮

根区施氮



根区施肥下
施肥点附近
可以保持较
长时间的高
铵态氮浓度。

水稻不同生育期土壤剖面铵态氮分布



根区一次施肥技术效果

不同施肥方式对水稻氮吸收的影响

处理	氮含量(g/kg)			氮积累量(kg/hm ²)				来自肥料氮的比例(%)				来自肥料氮的量(kg/hm ²)			
	根	秸秆	籽粒	根	秸秆	籽粒	总量	根	秸秆	籽粒	总量	根	秸秆	籽粒	总量
CK	6.4 c	4.9 c	8.3 c	7.3 c	15.3 c	39.5 c	62.1 c	—	—	—	—	—	—	—	—
FFP	9.1 b	6.5 b	10.2 b	15.8 b	40.8 b	89.2 b	145.8 b	15.9 b	18.7 b	18.6 b	18.4 b	2.5 b	7.7 b	16.7 b	26.9 b
RZF	13.8 a	9.1 a	12.1 a	25.9 a	63.1 a	107.5 a	196.7 a	45.0 a	47.9 a	49.7 a	48.6 a	11.7 a	30.2 a	53.5 a	95.5 a

CK: 不施氮肥, FFP: 常规撒施, RZF: 普通肥料根区一次施肥



根区一次施肥技术效果

肥料养分去向及氮肥利用率

处理	肥料氮去向 (kg/hm ²)			比例 (%)			氮肥利用率(%)		氮肥真实利用率(%)	氮肥生理利用率(kg/kg)	
	总投入	水稻吸收	耕层土壤残留	其他	水稻吸收	耕层土壤残留	其他	差值法			¹⁵ N 标记法
FFP	225	26.9 b	33.8 b	164.3 a	12.0 b	15.0 b	73.0 a	37.2 b	11.9 b	14.1 b	47.3 a
RZF	225	95.5 a	62.5 a	66.9 b	42.4 a	27.8 a	29.7 b	59.8 a	42.5 a	58.8 a	30.6 b

注：其他即总量扣除水稻吸收及土壤残留后无法得知具体去向的部分。





**根区一次施肥
的施肥位置：
最小安全距离？
最大有效距离？**

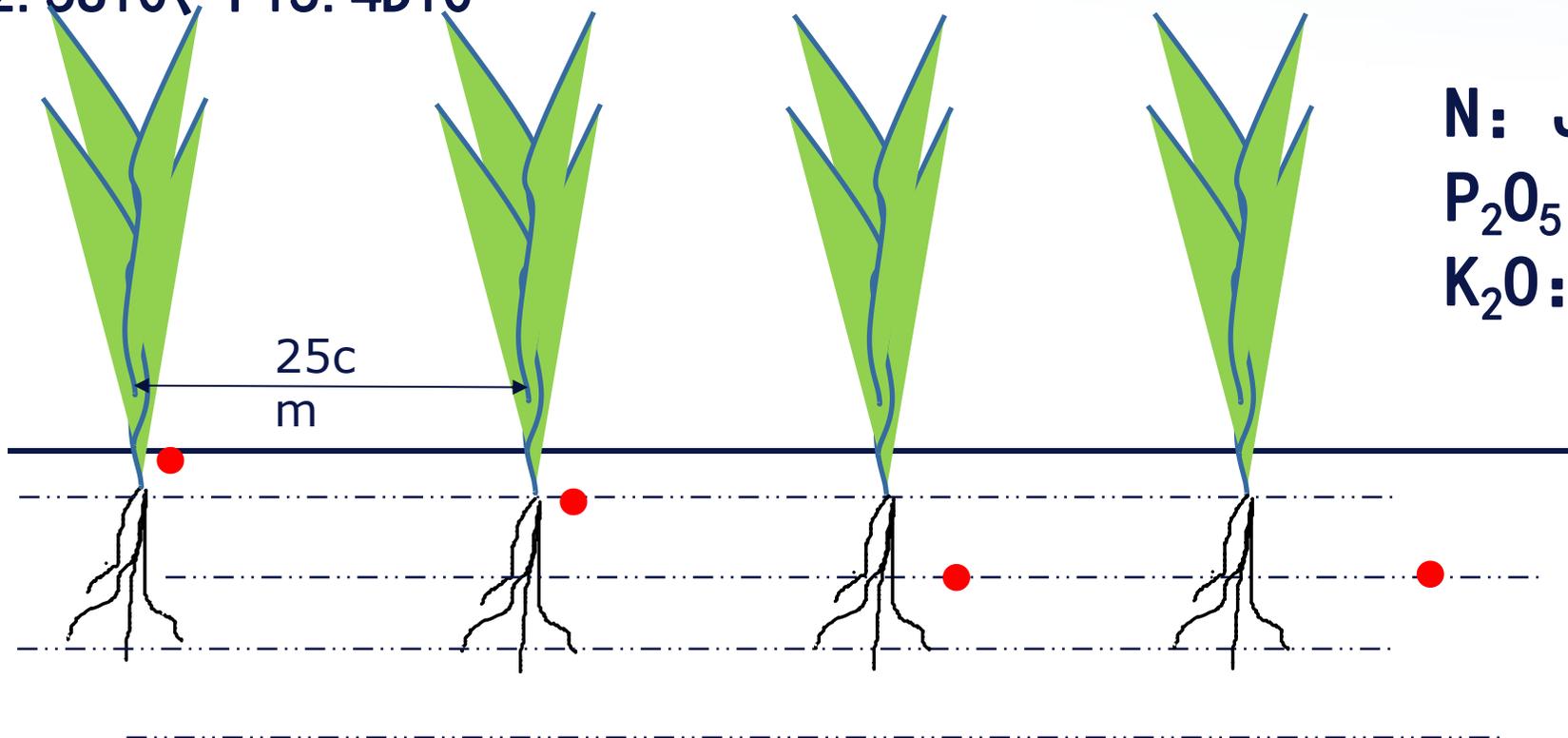
普通肥料根区一次施肥下不同施肥位置对水稻的影响？？



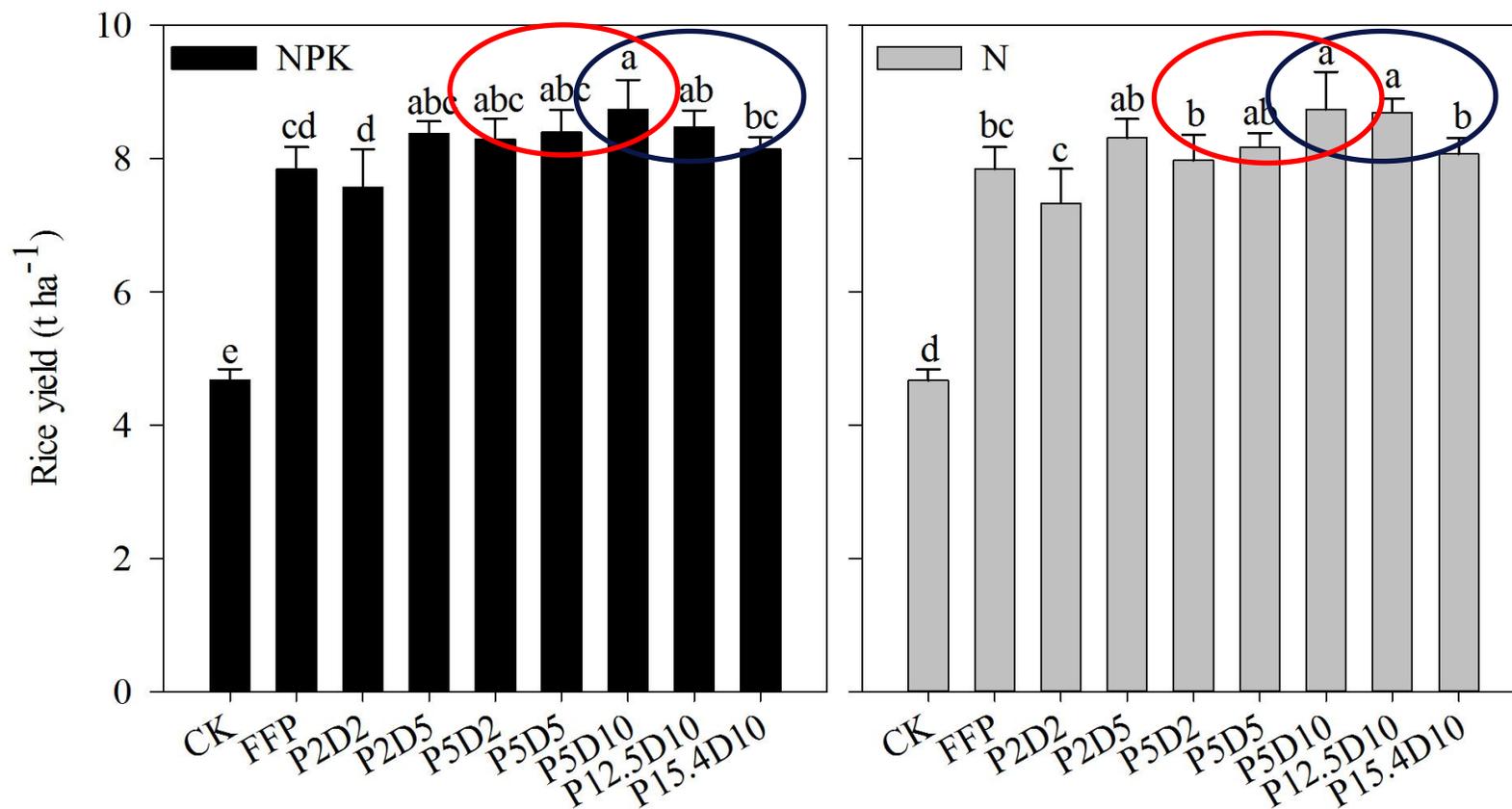
施肥位置：

NPK大颗粒穴施（N13PK大颗粒）：

7个不同的位置： P2D2、P2D5、P2D10、P5D2、P5D5、P5D10、
P12.5S10、P15.4D10



N: JY 195 kg/ha
 P_2O_5 : 60kg/ha
 K_2O : 90kg/ha



不同施肥位置下水稻产量

推荐施肥位置偏离水稻行5-12.5cm，深度5-10cm。



小结:

- 根区一次施肥下氮磷钾复混肥大颗粒根区施肥增产效果优于单一的氮肥大颗粒。
- 根区一次施肥可以显著增加水稻产量，增加肥料利用率。
- 根区一次施肥通过增加水稻分蘖数和穗粒数影响产量。
- 根区一次施肥可以降低田间氨挥发和田面水铵态氮浓度。
- 该地区在根区一次施肥下推荐施肥位置为侧根5-12.5cm，深度5-10cm。



不足与展望

01

根区一次施氮氨挥发损失极低。但是肥料氮仍然有**20%**左右的损失。集中施用是否会促进硝化反硝化的损失，以及植物体地上部的氨挥发损失等？

02

田间水稻根系取样较困难，费时费工且根系损坏风险大。氮肥根区集中施用后，施肥侧根系由抑制到促进的生长趋势，该时间内水稻快速分蘖，吸收大量氮素。不同侧根系对养分吸收利用的贡献如何？施肥侧根系根系短，多为根尖生长点，这部分根系的生长发育机制与根际养分浓度的关系？



不足与展望

03

施肥机械的研发有待进一步改进。虽然已有相关机械，但施肥时施肥位置仍不能准确把握。

04

根区一次施肥效果及机理有待进一步研究。包括不同肥料在土壤中的迁移规律、根肥互作、作物内在生理变化等方面。





不足与展望

未来农田施肥中肥料一次施肥是一种趋势，同时需要一种“智能肥料”，这种肥料在特定时期一次施用后，即可满足作物整个生育期对养分需求的肥料，这种肥料需要通过一定的制造工艺、养分原料种类搭配及肥料组分等来获得，同时需要配合适宜的施肥位置来发挥其作用。



敬请批评指正！