

# 土壤保钾性能及其评估 方法研究

赵信林<sup>1,2</sup>, 王火焰<sup>1</sup>

1 土壤与农业可持续发展国家重点实验室, 中国科学院南京土壤研究所。2 中国农业科学院麻类研究所

# 报告内容

一、背景与意义

二、研究内容

三、主要结果

四、结论



# 背景与意义

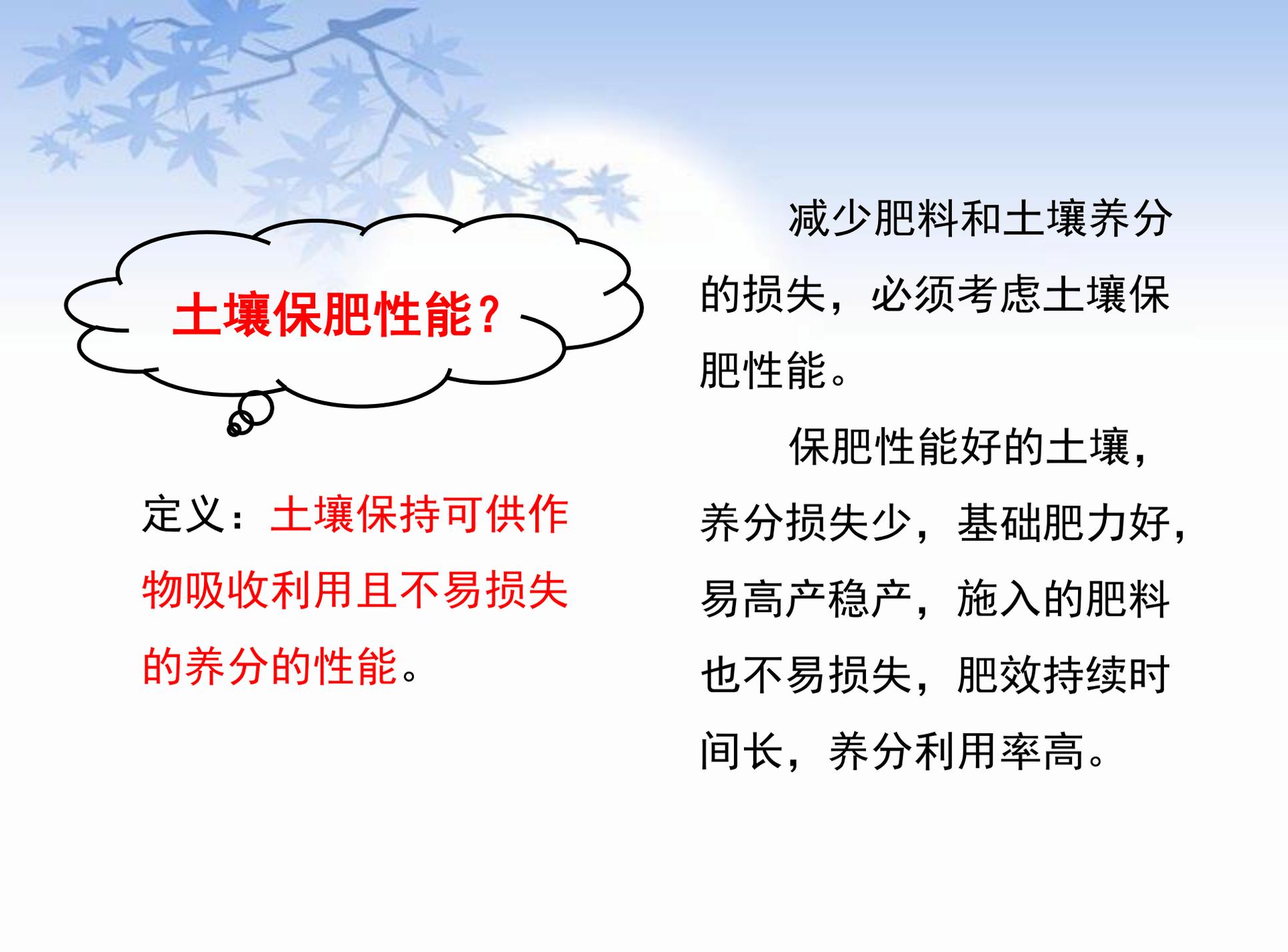
土壤保肥性能



直立

水

养分



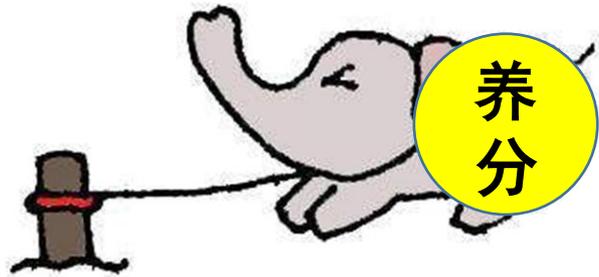
## 土壤保肥性能？

定义：土壤保持可供作物吸收利用且不易损失的养分的性能。

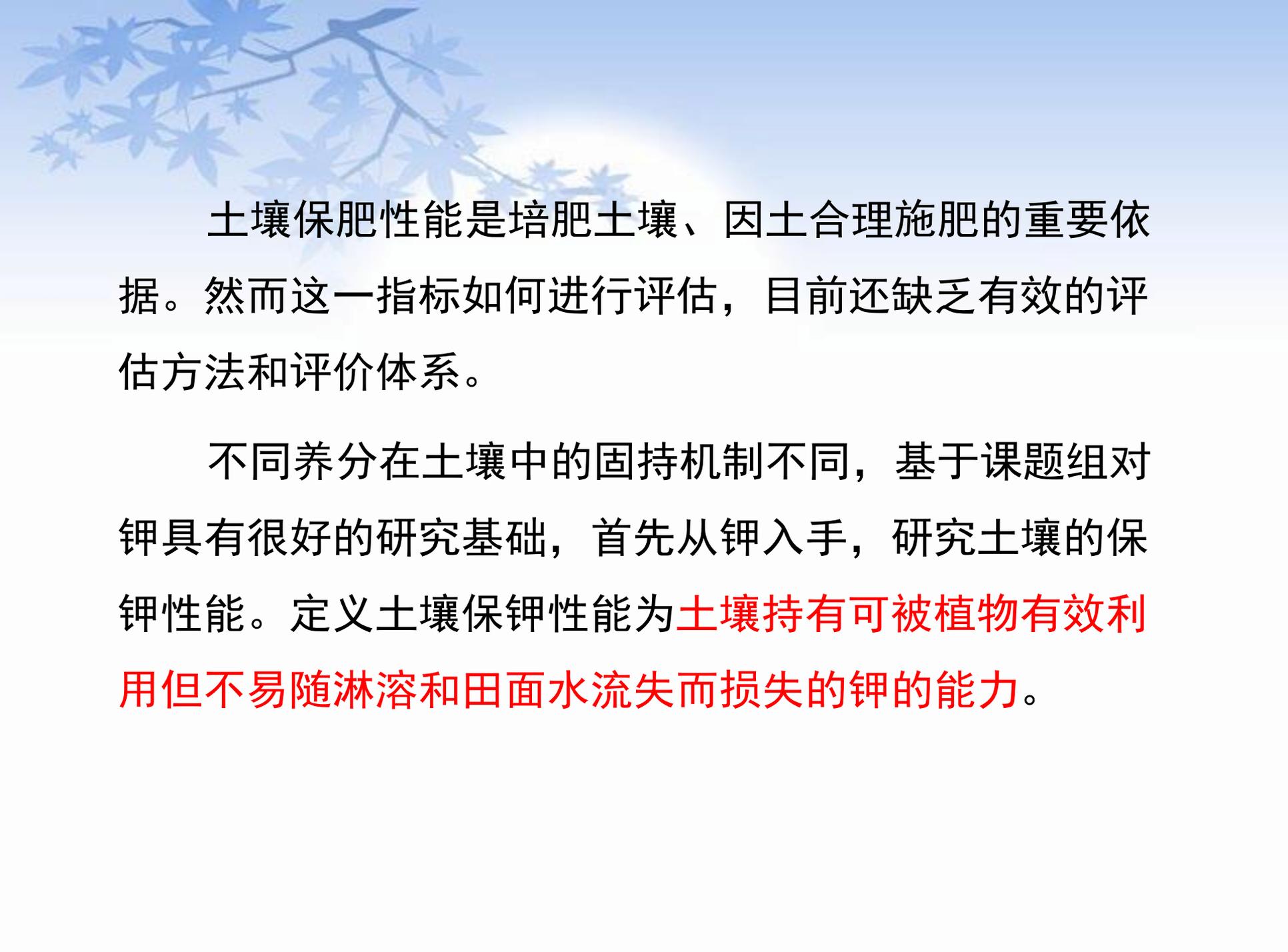
减少肥料和土壤养分的损失，必须考虑土壤保肥性能。

保肥性能好的土壤，养分损失少，基础肥力好，易高产稳产，施入的肥料也不易损失，肥效持续时间长，养分利用率高。

保肥性能的研究并不多，因为保肥性能与养分“固定”密切相关，许多人认为土壤将养分固定会导致肥料利用率的下降。



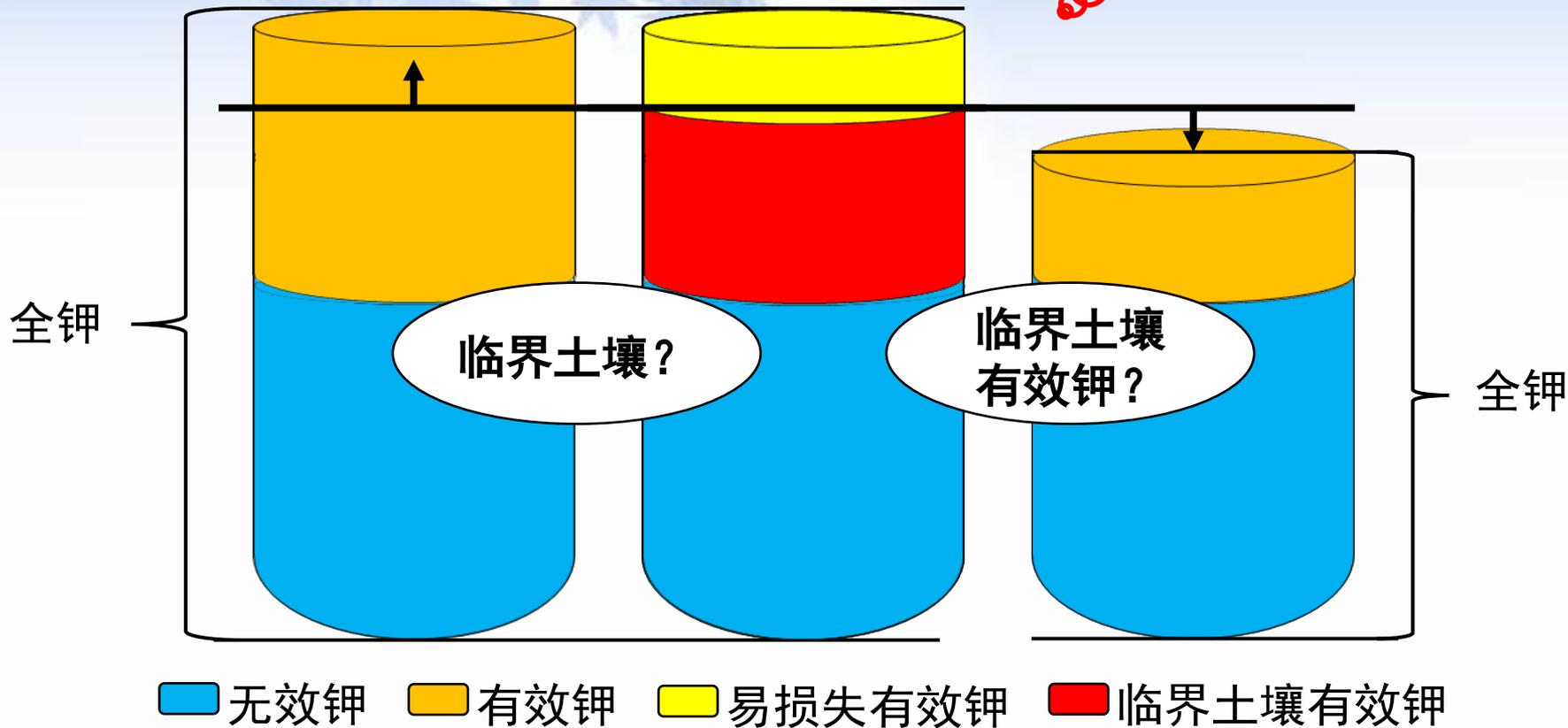
王火焰和周健民（2014）指出土壤保肥性能是土壤培肥和施肥策略需要考虑的重要指标，保肥性能提高，肥料表观利用率会下降，但真实利用率会上升。



土壤保肥性能是培肥土壤、因土合理施肥的重要依据。然而这一指标如何进行评估，目前还缺乏有效的评估方法和评价体系。

不同养分在土壤中的固持机制不同，基于课题组对钾具有很好的研究基础，首先从钾入手，研究土壤的保钾性能。定义土壤保钾性能为**土壤持有可被植物有效利用但不易随淋溶和田面水流失而损失的钾的能力。**

土壤保钾性能?



土壤保钾性能



本研究通过室内培养和模拟试验对土壤保钾性能的评价方法进行了初步探究（仅考虑田面水流失）。

拟通过本探究解决以下问题：一、土壤钾素随田面水流失的规律；二、如何界定土壤中钾素是否容易随田面水流失和淋溶损失（如何界定临界状态）；三、在土壤钾素不易损失前提下（达临界状态），土壤持有的植物有效钾量如何测定。

通过以上思路建立土壤保钾性能评估方法和分级体系。

# 研究内容

- (1) 探索农田土壤钾向田面水迁移的规律
- (2) 初步建立土壤保钾性能评估方法
- (3) 依据土壤的保钾性能划分土壤钾肥力等级

采集国内14种典型土壤

原始土壤

钾素调整土壤

模拟田面渍水条件探索

模拟田面渍水

土壤水分

土层厚度

环境温度

渍水时间

外源钾与田面水钾浓度

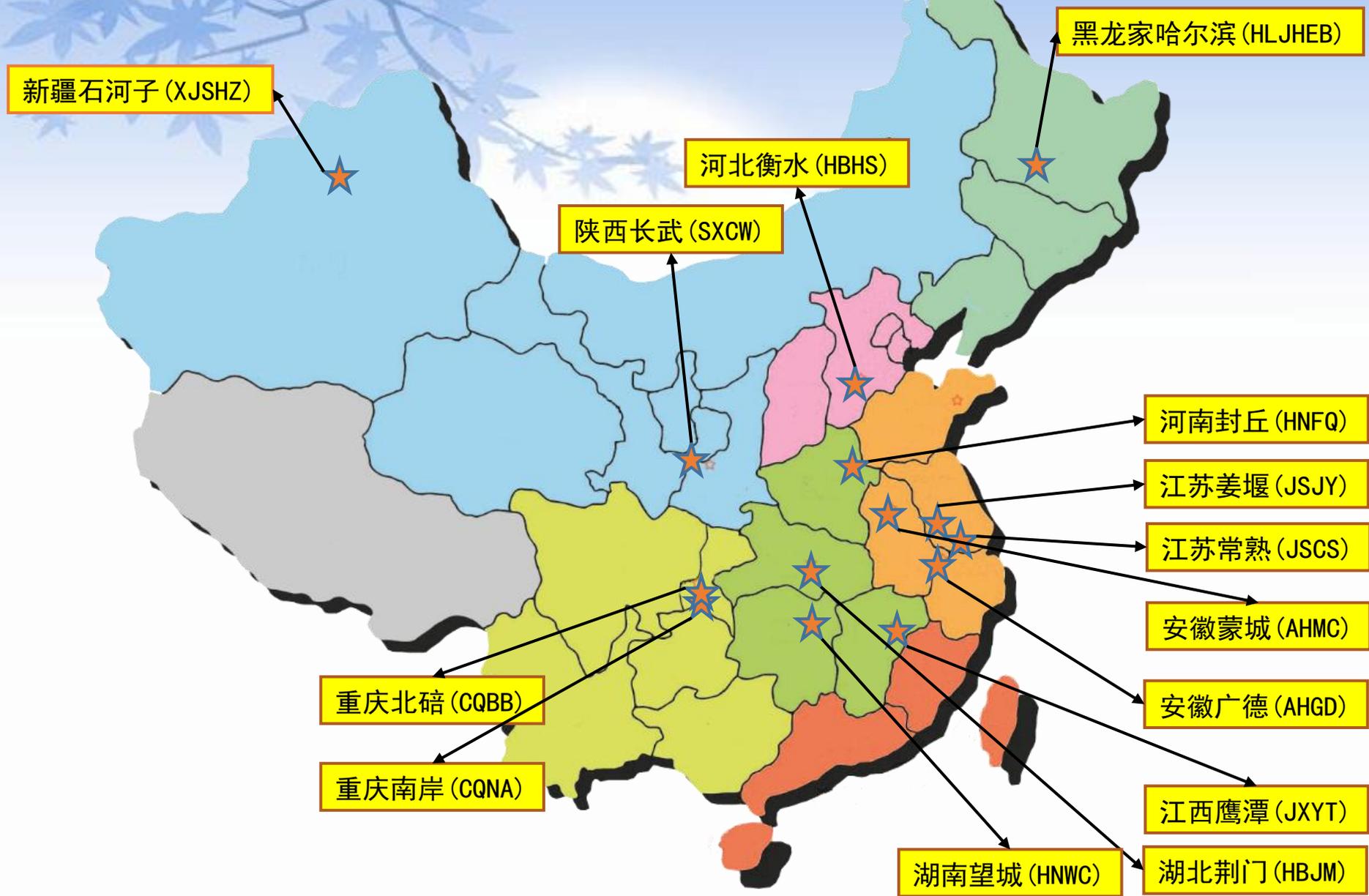
钾素调整获得临界土壤

模拟田面渍水最佳方案

临界土壤植物有效钾

田面水钾浓度变化规律  
与高损失风险界定参数

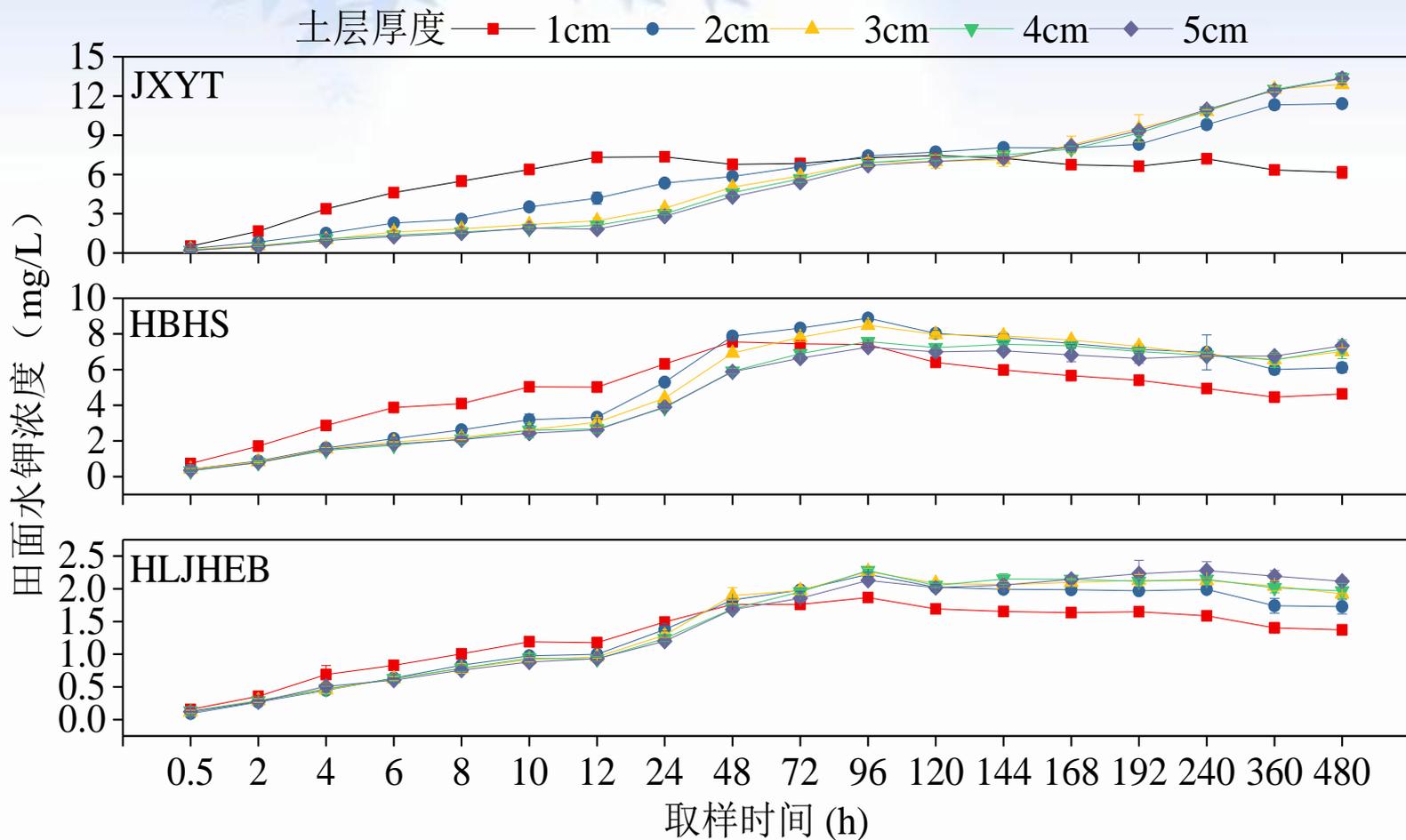
土壤保钾能力评估分级



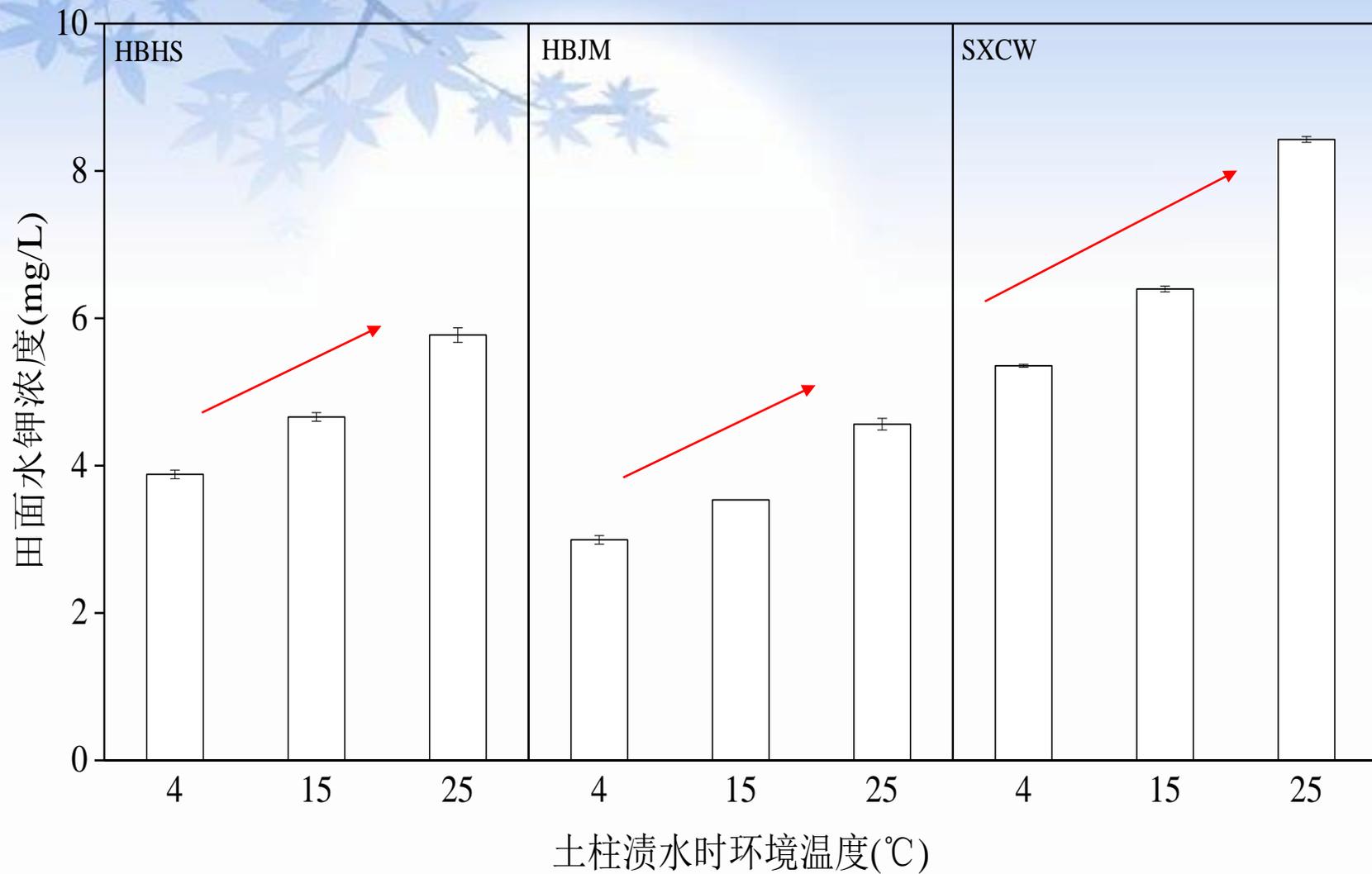
土壤样品采集地点分布图

# 主要结果

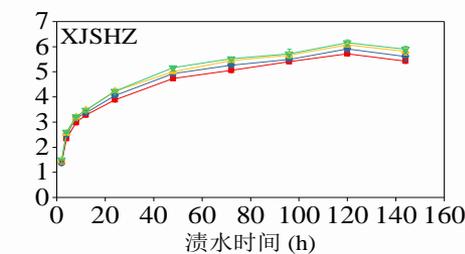
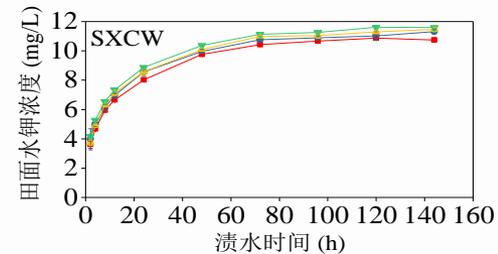
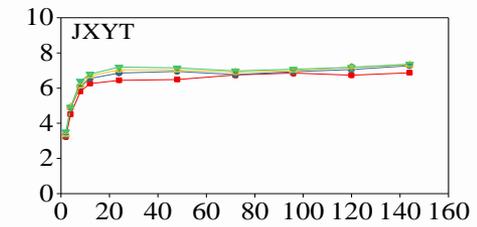
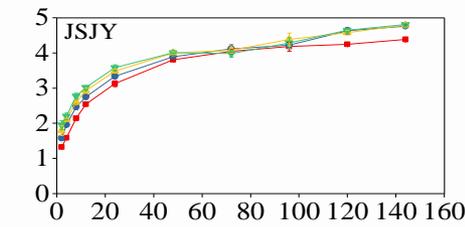
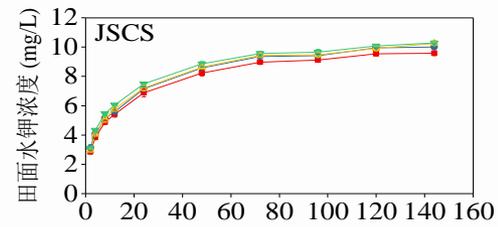
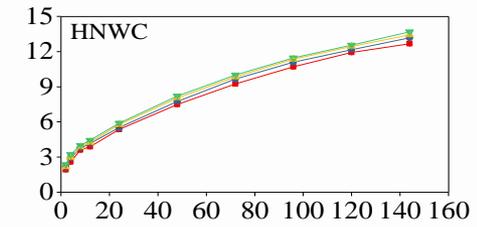
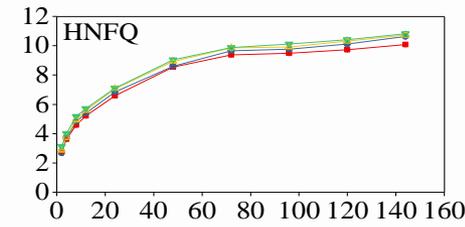
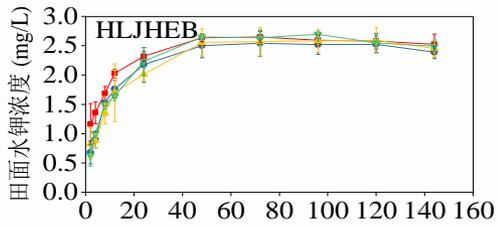
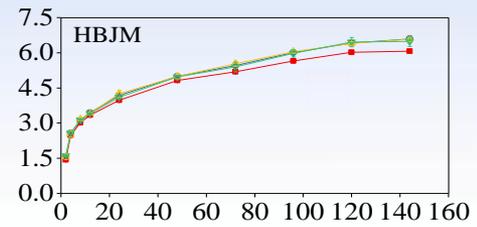
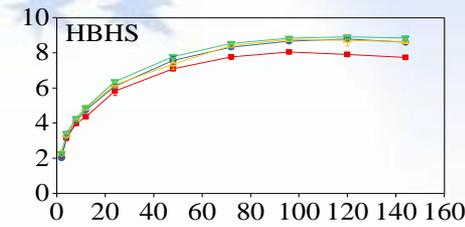
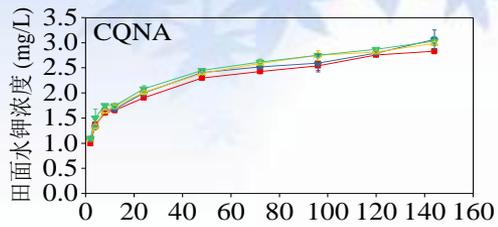
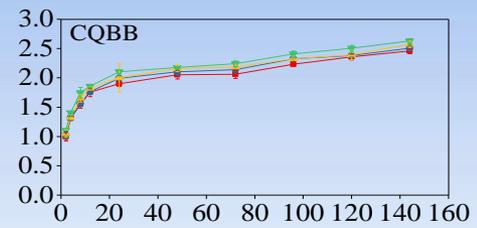
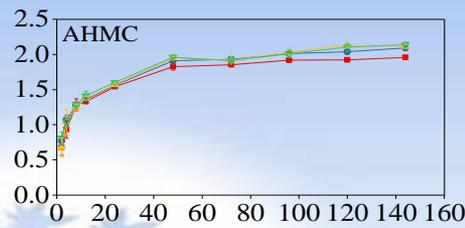
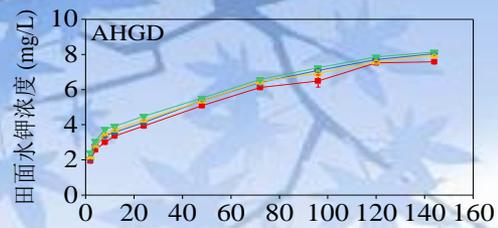
## 一、农田土壤钾向田面水释放的规律



风干土填装土柱条件下田面水钾浓度情况



不同培养温度下的田面水钾浓度



土层厚度 (cm)

- 2 cm
- 4 cm
- 5 cm
- 6 cm

不同渍水时间和土层厚度条件下的田面水钾浓度

◆ 确立模拟田面渍水试验条件：

- 1) 饱和含水量的土壤做土柱
- 2) 土柱培养温度为25 °C
- 3) 土层高度为5 cm
- 4) 上覆水样品采样时间为渍水24 h



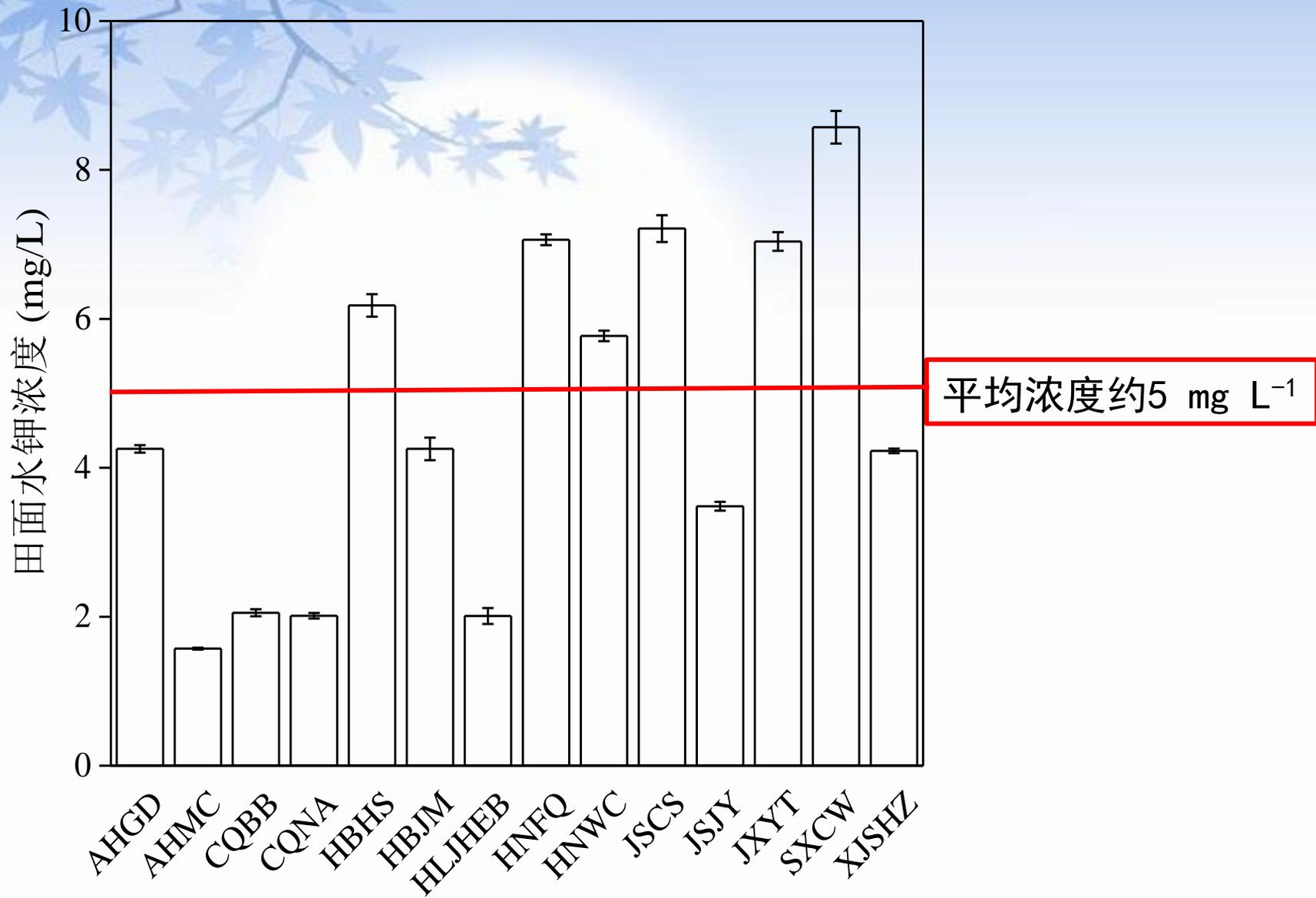
模拟田面渍水

## 二、土壤保钾性能评估方法的建立

- ✓ 界定土壤钾素是否易于随田面水损失的参数

将14种土壤在设定的模拟试验条件下培养24 h 时5 cm 土柱的田面水钾浓度平均值作为界定土壤钾素是否易于随地表径流损失**临界浓度**。田面水钾浓度为临界浓度时的土壤，称作**临界土壤**。

利用文献数据，确定了主要粮食作物的施钾量，通过设定可接受的钾肥损失率，根据降雨量及田面水流失量，也可估算土壤钾素随田面水损失风险高时的**临界浓度**。



渍水24 h时5 cm土层产生的田面水钾浓度

## 中国主要粮食作物钾肥施用量

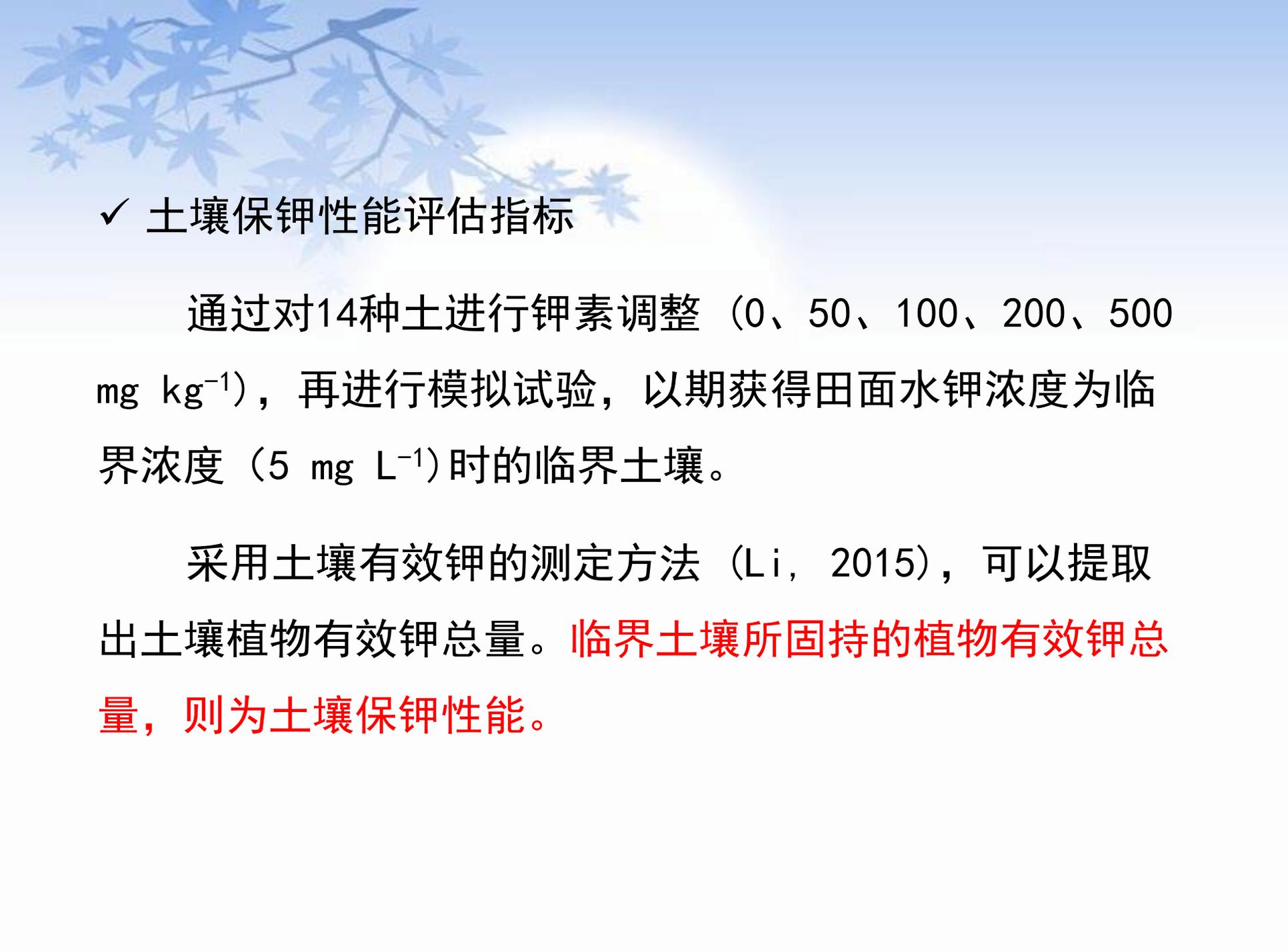
文献	区域	作物	持续时间 (年)	施钾量 (kg ha <sup>-1</sup> )
Zhao <i>et al.</i> (2014)	河北	小麦/玉米	13	150
Zhang <i>et al.</i> (2010)	重庆	水稻/小麦	15-27	105
	四川	水稻/水稻		187
	江西			

以江西省水土保持科技生态园为例，年降雨量高达1800 mm，1/3的降水从田间流失 (李宁, 2014)。假设可接受的钾肥损失率为20%，即30 kg ha<sup>-1</sup>。也可计算出5 mg L<sup>-1</sup>的田面水钾浓度。

Tan <i>et al.</i> (2007)	河北	小麦/玉米	14	150
	河南	小麦/玉米		150
	山西	冬小麦		150
	宁夏	小麦/玉米		150
	青海	冬小麦		150
	新疆	小麦/玉米		112

平均

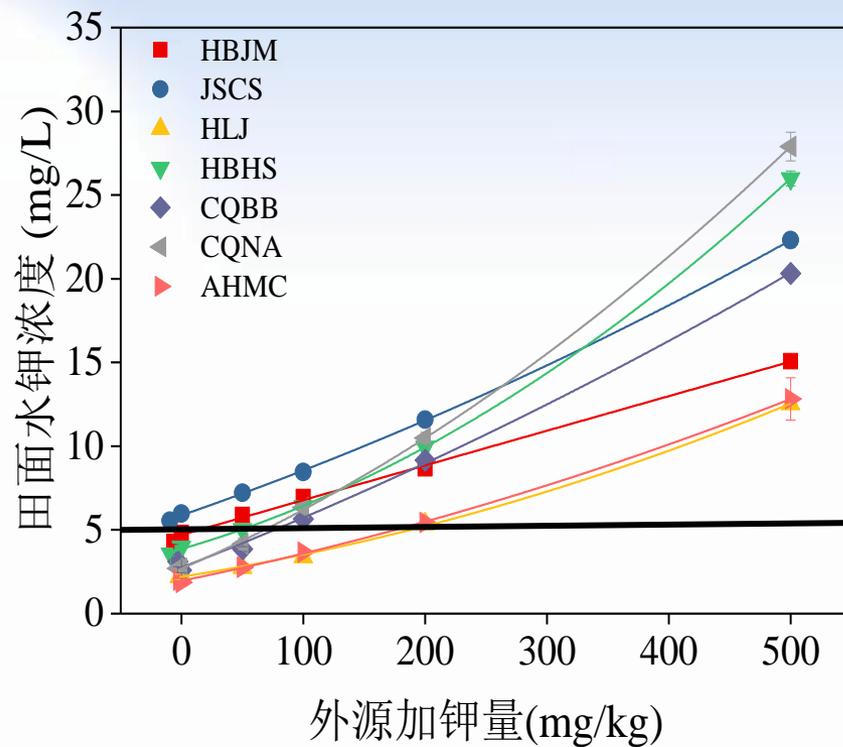
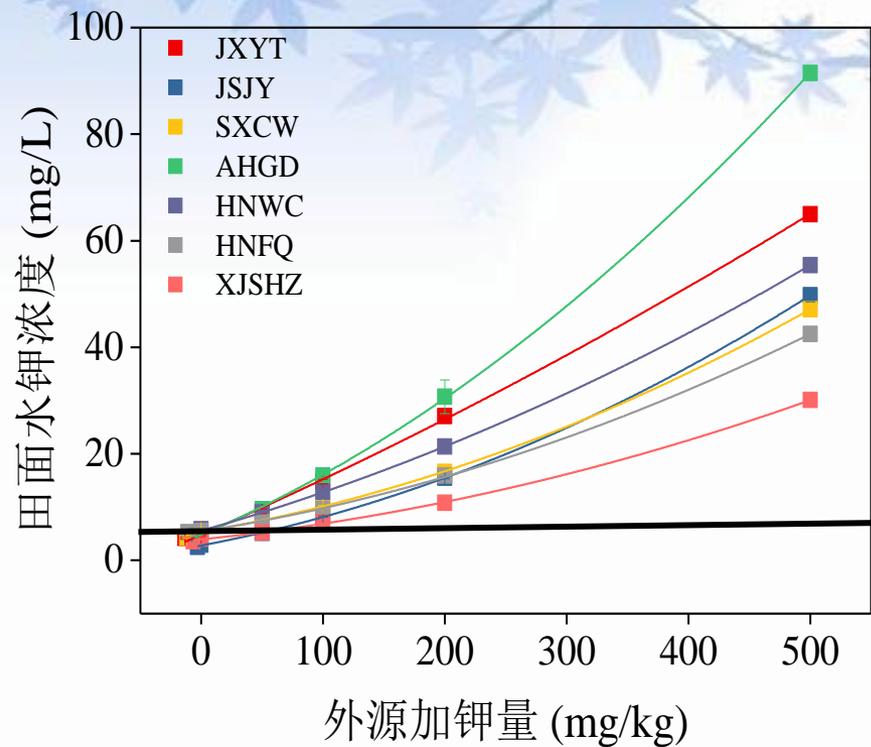
≈150



✓ 土壤保钾性能评估指标

通过对14种土进行钾素调整 (0、50、100、200、500 mg kg<sup>-1</sup>), 再进行模拟试验, 以期获得田面水钾浓度为临界浓度 (5 mg L<sup>-1</sup>) 时的临界土壤。

采用土壤有效钾的测定方法 (Li, 2015), 可以提取出土壤植物有效钾总量。临界土壤所固持的植物有效钾总量, 则为土壤保钾性能。



## 田面水钾浓度与外源钾添加量的关系

通过田面水钾浓度与加钾量之间的函数关系，可以计算出径流钾浓度为临界浓度 $5 \text{ mg L}^{-1}$ 时的加钾量。

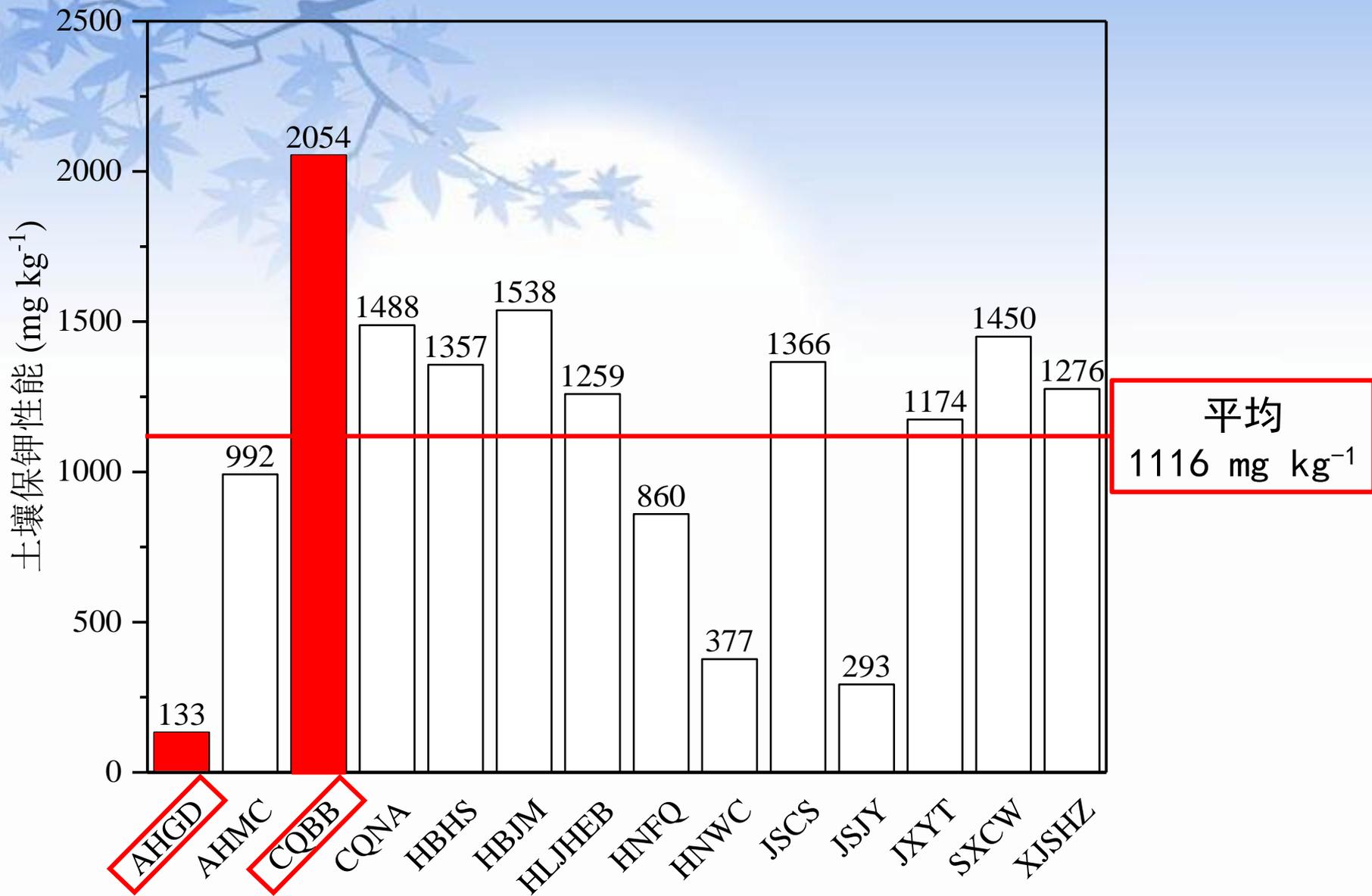
# 田面水钾浓度 ( $Y, \text{mg L}^{-1}$ ) 与外源添加钾量 ( $X$ ) 的函数关系 以及获得临界土壤所需加钾量 ( $K_+$ ) 和土壤保钾性能

采样地点	拟合方程	$K_+$ ( $\text{mg kg}^{-1}$ )	土壤保钾性能 ( $\text{mg kg}^{-1}$ )
AHGD	$Y=4.823+0.097X+(1.519E-4)X^2$	1.82	133
AHMC	$Y=1.961+0.015X+(1.349E-5)X^2$	175	992
CQBB	$Y=2.759+0.028X+(1.363E-5)X^2$	77.1	2054
CQNA	$Y=2.694+0.031X+(3.810E-5)X^2$	68.6	1488
HBHS	$Y=3.864+0.021X+(4.619E-5)X^2$	48.8	1357
HBJM	$Y=4.701+0.021X+(-2.453E-7)X^2$	14.2	1538
HLJHEB	$Y=2.205+0.011X+(1.855E-5)X^2$	192	1259
HNFQ	$Y=5.438+0.036X+(7.645E-5)X^2$	-12.5	860
HNWC	$Y=5.553+0.065X+(6.834E-5)X^2$	-8.59	377
JSCS	$Y=5.872+0.025X+(1.501E-5)X^2$	-35.6	1366
JSJY	$Y=2.791+0.043X+(1.011E-4)X^2$	46.3	293
JXYT	$Y=5.008+0.088X+(6.482E-5)X^2$	-0.09	1174
SXCW	$Y=5.305+0.039X+(8.827E-5)X^2$	-7.96	1450
XJSHZ	$Y=3.941+0.024X+(5.726E-5)X^2$	40.1	1276

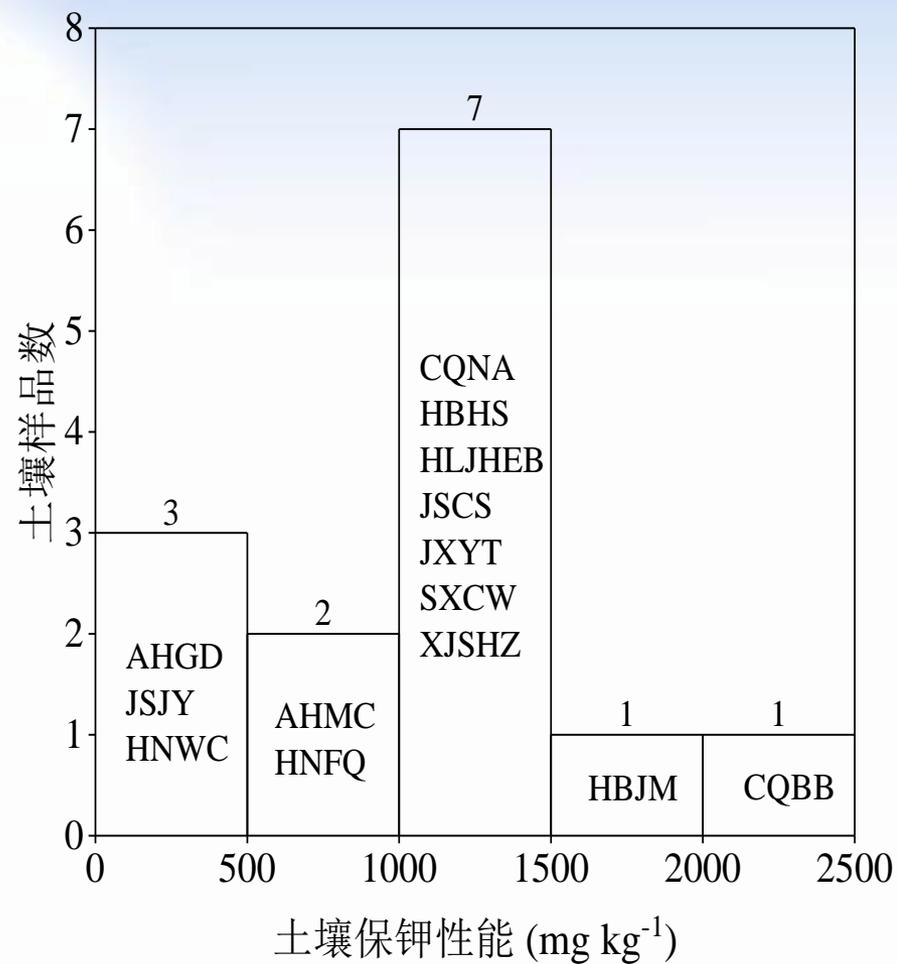
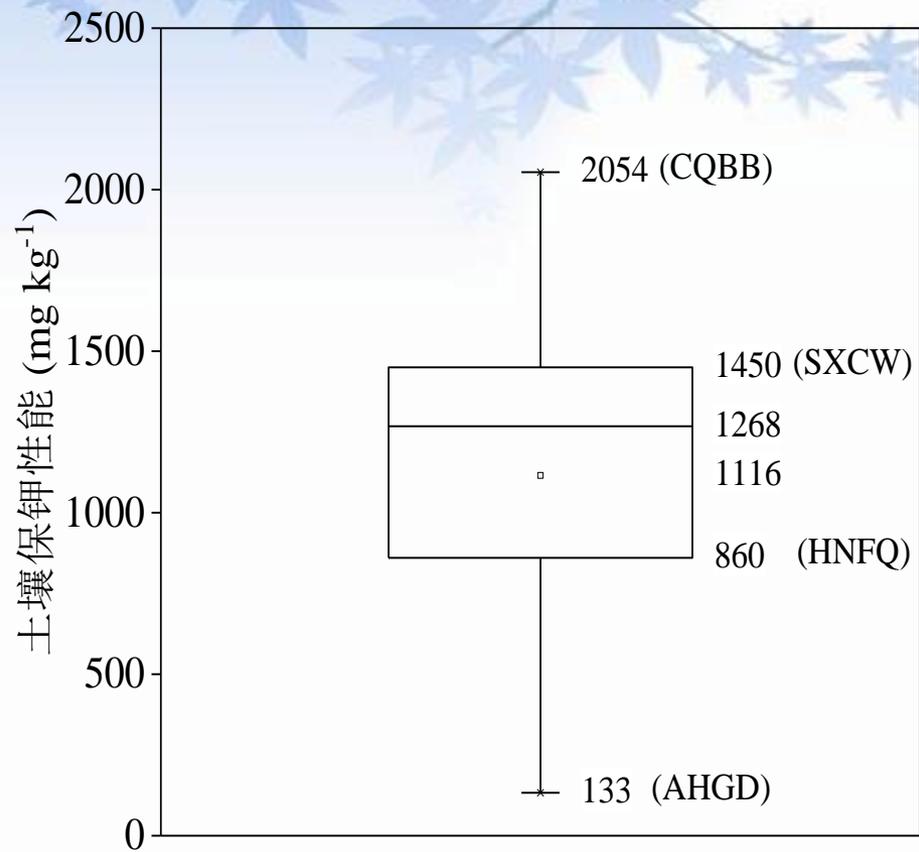
### 三、土壤保钾性能等级划分

目前土壤钾素肥力分级体系存在多种版本，多数是基于 $\text{NH}_4\text{OAc}$ 测定的速效钾和硝酸法测定的缓效钾。但**基于土壤保钾性能的分级体系尚无报道。**

利用建立的土壤保钾性能评估方法测得的14种供试典型土壤的临界有效钾含量对土壤保钾性能进行分级。



供试14种土壤的保钾性能



供试14种土壤的土壤保钾性能



依据钾损失临界状态时土壤保有的有效钾量将土壤保钾性能分为四个等级：

保钾性能低：  $< 500 \text{ mg kg}^{-1}$

保钾性能中：  $500\text{--}1000 \text{ mg kg}^{-1}$

保钾性能高：  $1000\text{--}1500 \text{ mg kg}^{-1}$

保钾性能极高：  $> 1500 \text{ mg kg}^{-1}$



供试土壤中的土壤保钾性能分类如下：

低保钾性能土壤：安徽广德、湖南望城和江苏姜堰

中等保钾性能土壤：安徽蒙城、河南封

高土壤保钾性能土壤：重庆南岸、河北衡水、黑龙江哈尔滨、江苏常熟、江西鹰潭、新疆石河子、陕西长武

极高保钾性能土壤：湖北荆门、重庆北碚



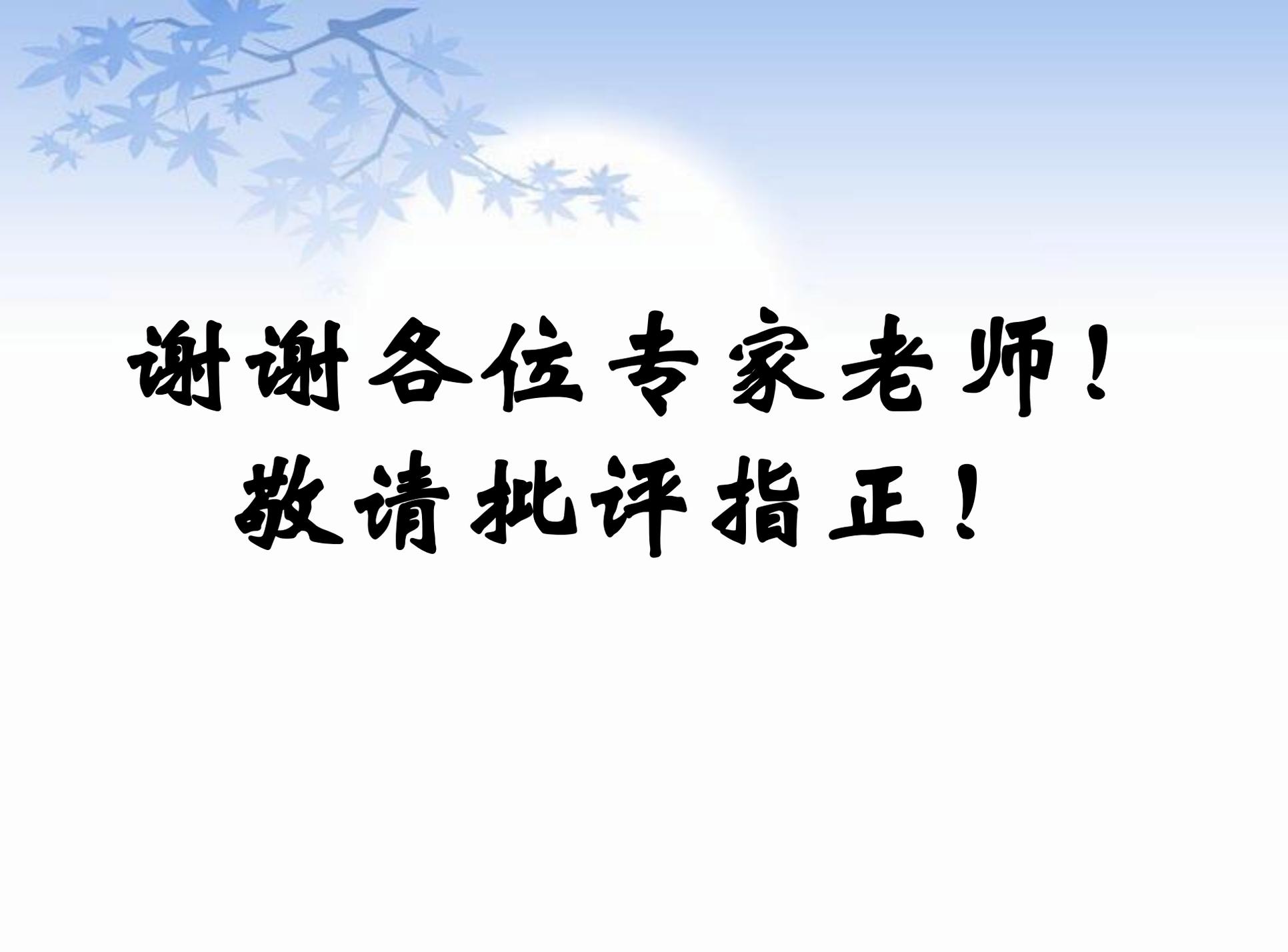
## 结论

通过室内模拟农田淹水试验，初步建立了基于土壤钾素随田面水流失的土壤保钾性能的室内评估方法与相应的分级体系，未来还需要与田间条件下的土壤实际保钾性能进行验证，并对方法进行进一步优化和简化。



# 致 谢

感谢国家重点研发计划(2016YFD0200108、2018YFD0200505)、公益性(农业)行业专项(201203013), 以及国家基础研发计划(2013CB127401)对本研究的支持!



**谢谢各位专家老师！  
敬请批评指正！**