

# 湖北潮土区不同轮作制度下土壤养分平衡状况与评价<sup>①</sup>

刘冬碧<sup>1</sup>, 余延丰<sup>1</sup>, 范先鹏<sup>1</sup>, 熊桂云<sup>1\*</sup>, 陈防<sup>2</sup>, 杨永成<sup>3</sup>, 殷辉<sup>4</sup>

(1 湖北省农业科学院植保土肥所, 武汉 430064; 2 中国科学院武汉植物园, 武汉 430074;

3 荆门市农业局土肥站, 湖北荆门 434500; 4 黄冈市农业科学院, 湖北黄冈 438000)

**摘要:** 通过连续 5 年定点调查和取样分析, 研究了湖北省 2 个潮土区域农田土壤养分平衡状况, 并用允许养分平衡盈亏率进行了评价。结果表明: ①在几种主要轮作制中, 所有作物的 K 肥施用量及施用比例均明显比 N 肥低, 但几乎所有作物的 K 素吸收量均明显高于 N 素吸收量, 早、晚稻吸收 P、K 的比例明显高于其它作物。②不同轮作制中土壤养分平衡状况表现为 N 素有不同程度的盈余、P 素基本平衡、K 素总是亏缺的, 且水田 K 素亏缺量明显高于旱地。在此基础上, 作者提出“减 N 稳 P 增 K”和以一个轮作周期为单位进行统筹施肥的养分平衡调控措施, 以实现作物生产的高产稳产和土壤养分平衡的良性循环。

**关键词:** 农田土壤; 施肥现状; 养分吸收; 养分平衡; 养分允许平衡盈亏率

**中图分类号:** S158

在农业生产发展中, 需要研究土壤-作物系统内养分的循环和平衡, 使有限的养分得到最大限度的利用<sup>[1]</sup>, 并加强土壤-作物系统内养分的调控, 使循环向有利于人类的方向发展<sup>[2]</sup>。近十多年来, 国内外在土壤养分收支平衡方面做了较多的研究<sup>[1-8]</sup>。鲁如坤等<sup>[5]</sup>在研究我国典型地区农业生态系统养分循环和平衡的基础上, 提出了农田养分平衡的评价方法和原则。随后, 一些学者利用该方法对国内不同区域农田土壤养分平衡状况进行了研究和评价<sup>[1-2,6]</sup>, 有的还在此基础上将方法作了适当改进<sup>[8]</sup>。在有关我国南方土壤-作物系统的养分平衡研究中, 一般以红壤、砖红壤区域的土壤-作物系统作为研究对象<sup>[1,4,6]</sup>, 尚未见涉及潮土区域相关研究的报道。红壤(或红壤性水稻土)和潮土(或潮土性水稻土)是我国南方分布最广泛的土壤类型, 且 2 种不同类型水稻土的养分状况及其空间变异性有较大的差异<sup>[9]</sup>, 因此, 研究潮土区域土壤-作物系统中养分平衡状况也很有必要。本研究选择湖北江汉平原和鄂东 2 个潮土区域, 通过多年定点调查和取样分析, 研究其主要轮作制度下土壤养分平衡状况, 并用鲁如坤等<sup>[5]</sup>提出的养分循环与平衡的方法进行评价, 为相关区域提出适宜的土壤养分平衡与调控措施提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究区域的基本情况

本项目以湖北江汉平原的沙洋县李市镇光芒村和鄂东团风县回龙镇梅家墩村作为研究区域。光芒村土壤类型为长江冲积物母质发育而成的灰潮土和灰潮土性水稻土, 土壤质地多为砂壤或轻壤; 年平均气温 15.9℃, 无霜期 253 天, 年降雨量 970.7 mm; 水田轮作制度主要为油菜-中稻, 旱地轮作制度主要为油菜-棉花。梅家墩村地形比较复杂, 北部是小丘陵, 土壤类型主要是地带性红壤, 南部以冲积平原为主, 土壤类型为潮土及其发育的水稻土, 质地轻壤或中壤; 年平均气温 16.9℃, 无霜期 268 天, 年降雨量 1200 mm; 水田轮作制度主要是双季稻(或双季稻-油菜), 旱地轮作制度主要为小麦(少量油菜)-棉花。

### 1.2 研究内容

选择光芒村油菜-中稻(水田)和油菜-棉花(旱地)轮作制, 梅家墩村早稻-晚稻(水田)和小麦-棉花(旱地)轮作制各 5 块代表性地块作为研究对象, 每年(2001—2005 年)调查各地块每季作物的肥料投入、籽粒和秸秆产量等信息, 并在作物收获时取代表

①基金项目: 国家科技支撑计划课题项目(2008BADA4B08 和 2007BAD87B09), 湖北省农业科技创新项目(2007-620-003-03-05)和国际植物营养研究所 NMS 项目(IPNI-HB-18)资助。

\* 通讯作者(xiongyy@sina.com)

作者简介: 刘冬碧(1971—), 女, 湖北恩施人, 硕士, 副研究员, 主要从事作物平衡施肥技术与推广。E-mail: dbliu@ipni.ac.cn

性植株样，按籽粒和茎秆（棉株分皮棉、棉籽和棉秆3部分）制样分析并计算各季植株带走N、P、K养分的总量，用差减法（肥料养分投入量 - 植株养分带走量）估算不同种植制度下土壤养分平衡状况，并用养分允许平衡盈亏率进行评价<sup>[5]</sup>。

### 1.3 测定方法

植株全N、全P和全K的分析用常规方法<sup>[10]</sup>：用硫酸-过氧化氢消煮，消煮液碱化后用蒸馏定N法测定全N，全P用磷钼蓝比色法测定，全K用火焰光度法测定。

各地块基础土壤养分的测定用土壤养分状况系统研究法（ASI法）<sup>[11]</sup>：pH值用复合电极测定，水土比为2.5：1；有机质（OM）浸提剂为0.2 mol/L NaOH-0.01 mol/L EDTA-2% 甲醇，比色测定；NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N用1 mol/L KCl溶液浸提，靛酚蓝比色法测定；P、K的联合浸提剂为ASI溶液（0.25 mol/L NaHCO<sub>3</sub>-0.01 mol/L EDTA-0.01 mol/L NH<sub>4</sub>F），P用钼锑抗比色法测定，K用原子吸收分光光度计测定。不同轮作制下土壤属性及养分状况见表1。

表1 不同轮作制中供试地块的土壤属性及养分状况

Table 1 Soil properties and nutrient statuses under different cropping rotations

地点	农田类型	pH (H <sub>2</sub> O)	有机质 (g/kg)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N (mg/L)	有效P (mg/L)	有效K (mg/L)
光芒村	水田	7.5 ± 0.3	7.35 ± 1.84	9.2 ± 2.0	16.4 ± 3.5	36.8 ± 7.04
	旱地	7.7 ± 0.2	8.74 ± 1.94	8.9 ± 2.4	37.0 ± 20.8	65.8 ± 22.4
梅家墩村	水田	6.2 ± 1.1	7.93 ± 0.90	11.5 ± 2.7	8.1 ± 4.4	56.3 ± 15.9
	旱地	7.7 ± 0.1	5.18 ± 1.24	8.6 ± 1.8	18.9 ± 12.9	44.6 ± 23.3

## 2 结果与分析

### 2.1 不同轮作制度下作物肥料投入情况

从连续5年的定点调查结果可见（表2），在光芒村水田油菜-中稻轮作制中，油菜和中稻平均每季施入N 79.0 kg/hm<sup>2</sup>和179.2 kg/hm<sup>2</sup>，N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>和K<sub>2</sub>O施用比例分别平均为1：0.40：0.36和1：0.32：0.23；在光芒村旱地油菜-棉花轮作制中，油菜和棉花平均每季施入N 61.4 kg/hm<sup>2</sup>和298.0 kg/hm<sup>2</sup>，N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>和K<sub>2</sub>O施用比例分别平均为1：0.42：0.38和1：0.22：0.47，油

菜-棉花轮作中棉花肥料用量较高，旱地油菜上肥料施用量比水田油菜略低；在梅家墩村水田早稻-晚稻轮作制中，早稻和晚稻平均每季施入N 170.4 kg/hm<sup>2</sup>和188.4 kg/hm<sup>2</sup>，N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>和K<sub>2</sub>O施用比例分别平均为1：0.22：0.15和1：0.19：0.31；在梅家墩村旱地小麦-棉花轮作制中，小麦和棉花平均每季施入N 106.7 kg/hm<sup>2</sup>和343.5 kg/hm<sup>2</sup>，N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>和K<sub>2</sub>O施用比例分别平均为1：0.44：0.12和1：0.16：0.35。调查结果表明，在同一区域、同一种轮作制中，不同年份、不同农户间肥

表2 农田土壤-作物系统中每季养分施用量（2001—2005）

Table 2 Nutrient application rates in farmland cropping rotations for each season

地点	水田作物系统 (kg/hm <sup>2</sup> )						旱地作物系统 (kg/hm <sup>2</sup> )					
	作物	养分	最小值	最大值	平均	C.V.(%)	作物	养分	最小值	最大值	平均	C.V.(%)
光芒村	油菜	N	36.0	120.0	79.0	33.7	油菜	N	0.0	120.0	61.4	65.3
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	15.8	52.5	31.4	30.7		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.0	52.5	25.7	60.9
		K <sub>2</sub> O	0.0	67.5	28.7	53.2		K <sub>2</sub> O	0.0	67.5	23.5	71.4
	中稻	N	127.5	300.0	179.2	22.3	棉花	N	181.5	502.7	298.0	26.2
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.0	90.0	57.1	40.4		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	22.5	120.0	66.4	46.9
		K <sub>2</sub> O	0.0	90.0	42.0	68.5		K <sub>2</sub> O	67.5	246.0	139.2	36.4
梅家墩村	早稻	N	0.0	233.3	170.4	32.3	小麦	N	27.6	264.0	106.7	53.7
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.0	116.3	38.0	78.2		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.0	105.0	46.5	68.7
		K <sub>2</sub> O	0.0	52.5	26.1	83.8		K <sub>2</sub> O	0.0	105.0	12.5	208.7
	晚稻	N	0.0	306.0	188.4	35.5	棉花	N	150.0	549.8	343.5	31.6
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.0	82.5	35.2	52.6		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	7.5	127.4	56.4	63.6
		K <sub>2</sub> O	0.0	173.3	57.9	82.5		K <sub>2</sub> O	0.0	282.0	119.5	60.8

料养分施用量差异较大,且变异系数为  $K > P > N$ ,所有作物的 K 肥施用量及施用比例均明显低于 N 肥。

## 2.2 不同轮作制度下作物养分吸收特征

作物养分吸收计算结果表明(表 3),在光芒村油菜-中稻轮作制中,油菜和中稻平均每季吸收 N 素 90.8 kg/hm<sup>2</sup>和 121.1 kg/hm<sup>2</sup>,N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>和 K<sub>2</sub>O 吸收比例分别为 1:0.35:1.67 和 1:0.47:1.26;在光芒村油菜-棉花轮作制中,油菜和棉花平均每季吸收 N 素 111.0 kg/hm<sup>2</sup>和 97.4 kg/hm<sup>2</sup>,N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>和 K<sub>2</sub>O 吸收比例分别为 1:0.35:1.48 和 1:0.38:1.21;在梅家墩村早稻-晚稻轮作制中,早稻和晚稻平均每季吸收 N 素 76.7 kg/hm<sup>2</sup>和 130.8 kg/hm<sup>2</sup>,N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>和 K<sub>2</sub>O 吸收比例

分别平均为 1:0.67:2.65 和 1:0.57:2.85;在梅家墩村小麦-棉花轮作制中,小麦和棉花平均每季吸收 N 素 76.8 kg/hm<sup>2</sup>和 97.5 kg/hm<sup>2</sup>,N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>和 K<sub>2</sub>O 吸收比例分别为 1:0.35:1.55 和 1:0.27:0.87。由此可见:①光芒村旱地油菜产量比水田油菜略高、养分吸收量也略高,两者养分吸收比例相近;②光芒村棉花对 N 的吸收与梅家墩村的相当,但前者对 P 和 K 的吸收量和吸收比例明显比后者高,主要是由品种和气候条件的不同引起;③几乎所有作物的 K 吸收量均明显高于 N 吸收量,早、晚稻吸收 P、K 的比例明显高于其它作物,K<sub>2</sub>O 吸收量是 N 的 2.6 倍以上。

表 3 作物平均每季籽粒产量和养分吸收总量

Table 3 Crop yields and total nutrient absorption amounts by plant

地点	农田类型	作物	籽粒产量 (kg/hm <sup>2</sup> )		N 吸收量 (kg/hm <sup>2</sup> )		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 吸收量 (kg/hm <sup>2</sup> )		K <sub>2</sub> O 吸收量 (kg/hm <sup>2</sup> )	
			平均	变异(%)	平均	变异(%)	平均	变异(%)	平均	变异(%)
光芒村	水田	油菜	1622	40.5	90.8	40.5	31.8	40.5	151.5	40.5
		中稻	6474	14.9	121.1	14.9	57.1	14.9	153.0	14.9
	旱地	油菜	1929	25.4	111.0	30.3	38.5	24.3	164.6	35.9
		棉花	3099	25.9	97.4	25.8	36.7	26.5	117.9	28.3
梅家墩村	水田	早稻	4790	26.9	76.7	15.3	51.4	15.3	203.7	15.3
		晚稻	7305	15.3	130.8	26.6	74.4	26.7	372.8	27.5
	旱地	小麦	2453	35.0	76.8	35.3	26.5	35.6	118.8	34.4
		棉花	3228	27.0	97.5	26.8	26.6	26.8	84.5	27.6

## 2.3 不同轮作制度下农田土壤养分平衡状况

不同轮作制中 N 素盈亏量差异明显(表 4)。在光芒村油菜-中稻轮作制中,平均每年盈余 N 55.5 kg/hm<sup>2</sup>,其中油菜季平均亏缺 N 16.0 kg/hm<sup>2</sup>,中稻季平均盈余 N 58.2 kg/hm<sup>2</sup>;油菜-棉花轮作制中,平均每年盈余 N 75.5 kg/hm<sup>2</sup>,其中油菜季平均亏缺 N 49.6 kg/hm<sup>2</sup>,棉花季平均盈余 N 200.6 kg/hm<sup>2</sup>;在梅家墩村早稻-晚稻轮作制中,平均每年盈余 N 144.8 kg/hm<sup>2</sup>,其中早稻 N 素盈余量明显高于晚稻;小麦-棉花轮作制中,平均每年盈余 N 276.5 kg/hm<sup>2</sup>,其中绝大部分 N 素盈余集中在棉花季,小麦季盈余量较低。一般来说,绝大部分盈余的化学肥料 N 并不能在土壤中积累起来,而是以各种途径进入大气或水体环境损失<sup>[6]</sup>。因此,研究区域部分作物 N 肥施用量过高的问题应引起重视。

不同轮作制中 P 素有少量的盈余或缺,其中光芒村油菜-中稻和油菜-棉花轮作制中 P 素基本平衡,梅家墩村早稻-晚稻轮作制中, P 素每季都有少量的亏缺,小麦-棉花轮作制中, P 素每季都有少量的盈余。不同轮作制中 K 素总是亏缺的,除了棉花季 K 肥施用量

较高因而 K 素出现一定盈余外,其它作物(油菜、小麦、水稻)平均单季 K<sub>2</sub>O 亏缺量均在 110 kg/hm<sup>2</sup>以上,其中水田亏缺量明显高于旱地,梅家墩村高于光芒村。

## 2.4 对不同区域土壤-作物养分平衡状况的评价

根据鲁如坤等<sup>[5]</sup>提出的用“养分允许平衡盈亏率”对农田养分平衡状况进行评价的方法和原则,以及近几年来在研究区域开展的几种主要农作物田间肥料试验结果,计算出 2 个区域农田的养分允许平衡盈亏率,并与实际平衡盈亏率进行比较(表 5),结果表明:① 2 个区域 N 素实际平衡盈亏率均明显高于允许平衡盈亏率,其中光芒村 N 素实际平衡盈亏率为 64.0%,梅家墩村为 134.0%,分别高出允许平衡盈亏率 98.1% 和 159.9%,说明研究区域 N 肥施用量过高,可能会对周边环境造成潜在威胁<sup>[2,6]</sup>。② 光芒村和梅家墩村 P 素实际平衡盈亏率分别为 26.4% 和 38.6%。当 P 肥增产率为 10%~25% 时,因 P 肥利用率较低且对当季作物来说需要保持足够的 P 浓度, P 平衡应有适量盈余(20% 以下),因此研究区域 P 肥施用可认为基本合理<sup>[5]</sup>。③

表4 农田土壤-作物系统中平均每季养分盈亏情况

Table 4 Nutrient average surplus or deficit rates in cropping rotations

地点	水田作物系统 (kg/hm <sup>2</sup> )						旱地作物系统 (kg/hm <sup>2</sup> )					
	作物	养分	最小值	最大值	平均	变异(%)	作物	养分	最小值	最大值	平均	变异(%)
光芒村	油菜	N	-97.4	60.9	-16.0	66.4	油菜	N	-133.0	42.9	-49.6	63.4
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	-31.0	27.8	-3.5	33.4	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	-46.0	25.8	-12.8	58.6	
		K <sub>2</sub> O	-236.5	-29.8	-122.8	53.5	K <sub>2</sub> O	-287.8	-57.6	-141.1	43.9	
	中稻	N	-12.8	173.8	58.2	32.9	棉花	N	71.7	393.5	200.6	42.6
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	-59.5	50.3	0.05	46.8	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	-24.7	108.6	29.7	67.5	
		K <sub>2</sub> O	-177.3	-51.8	-111.0	29.1	K <sub>2</sub> O	-95.1	125.0	21.3	57.8	
	合计	N	-48.6	186.2	55.5	62.9	合计	N	25.8	163.5	75.5	51.3
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	-82.7	51.7	-1.9	39.7	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	-16.2	50.0	8.5	81.7	
		K <sub>2</sub> O	-361.3	-51.8	-202.1	44.9	K <sub>2</sub> O	-123.7	6.7	-59.9	54.9	
梅家墩村	早稻	N	-63.8	191.3	93.5	37.3	小麦	N	-70.5	108.0	20.5	59.4
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	-66.6	89.3	-13.3	66.1	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	-36.1	72.9	22.0	51.5	
		K <sub>2</sub> O	-269.6	-74.0	-179.0	71.6	K <sub>2</sub> O	-165.2	-17.7	-112.8	42.0	
	晚稻	N	-138.4	149.3	57.6	36.3	棉花	N	39.6	492.3	246.0	44.0
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	-78.8	10.0	-39.2	56.1	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	-30.1	100.6	29.8	58.8	
		K <sub>2</sub> O	-398.1	-132.9	-314.9	85.1	K <sub>2</sub> O	-69.5	184.7	35.1	69.6	
	合计	N	-202.2	328.4	144.8	34.1	合计	N	0.5	558.6	276.5	43.1
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	-120.5	99.3	-51.3	29.9	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	-22.4	170.3	48.8	79.6	
		K <sub>2</sub> O	-652.3	-239.3	-484.6	24.9	K <sub>2</sub> O	-247.3	124.0	-76.5	54.9	

表5 土壤-作物系统中养分平衡盈亏率

Table 5 Permissible surplus or deficit rates for nutrient in cropping rotations

地点	养分	相对产量	养分利用率 (%)	允许平衡盈亏率 (%)	实际平衡盈亏率 (%)
光芒村	N	1.30	35	-34.1	64.0
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1.15	15	-13.0	26.4
	K <sub>2</sub> O	1.25	50	-60.0	-49.9
梅家墩村	N	1.35	35	-25.9	134.0
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1.20	15	11.1	38.6
	K <sub>2</sub> O	1.25	50	-60.0	-52.9

注：表中相对产量为多年多点不同作物试验相对产量的平均值。

光芒村和梅家墩村K素实际平衡亏缺率比允许平衡亏缺率略低（绝对值），在短期内不会影响作物产量<sup>[2,5]</sup>。但是，在某一养分有增产作用的情况下，尽管允许有平衡赤字，但为了保护土壤肥力，该养分应基本平衡，除非在资金不足或肥料缺乏等特殊情况下可以短期有在允许平衡盈亏率范围内的赤字<sup>[5]</sup>，若土壤K素长期处于大量亏缺状态（如试验区域水田），会严重影响农业生产的可持续发展<sup>[2,12]</sup>。

针对近几年来研究区域的肥料使用状况和当地生产条件，提出“减N稳P增K”的土壤养分平衡调控措施，一方面通过适度减少部分作物上N肥的用量（尤其是减少棉花、早稻的N肥用量）、合理分配N肥的使用

时期来提高N肥利用率，另一方面要通过增施不同形态的有机、无机K肥，以达到作物养分的均衡供应、实现作物高产稳产。此外，还提倡以一个轮作周期为单位进行“统筹施肥”<sup>[5,12]</sup>，如P肥“冬（作物）重夏（作物）轻”、“早（稻）重晚（稻）轻”，K肥“棉重麦轻”、“晚重早轻”，以充分发挥P、K肥当季作物的增产效应，并充分利用其后效，促进土壤-作物养分平衡的良性循环。

#### 参考文献：

- [1] 何园球, 黄小庆. 红壤农业生态系统养分循环、平衡和调控研究. 土壤学报, 1998, 35(4): 501-509

- [2] 黄绍文, 金继运, 左余宝, 杨俐苹, 程明芳. 农田土壤养分平衡状况及其评价的试点研究. 土壤肥料, 2000 (6): 14-19
- [3] Uhlen G, Tveitnes S. Effect of long-term crop rotations, fertilizers, farm manure and straw on crop productivity. *Norw. J. Agric. Sci.*, 1995, 9: 143-161
- [4] 鲁如坤, 刘鸿翔, 闻大中, 钦绳武, 郑剑英, 王周琼. 我国典型地区农业生态系统养分循环和平衡研究 III. 全国和典型地区养分循环和平衡现状. 土壤通报, 1996, 27(5): 193-196
- [5] 鲁如坤, 刘鸿翔, 闻大中, 钦绳武, 郑剑英, 王周琼. 我国典型地区农业生态系统养分循环和平衡研究 IV. 农田养分平衡的评价方法和原则. 土壤通报, 1996, 27(5): 197-199
- [6] 鲁如坤, 时元正, 施建平. 我国南方 6 省农田养分现状评价和动态变化研究. 中国农业科学, 2000, 33(2): 63-67
- [7] 王建国, 刘鸿翔, 王守宇, 韩晓增. 黑土农田养分平衡与养分消长规律. 土壤学报, 2003, 40(2): 246-251
- [8] Huang SW, Jin JY, Bai YL, Yang LP. Evaluation of nutrient balance in soil-vegetable system using nutrient permissible surplus or deficit rate. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 2007, 38: 959-974
- [9] 陈防, 刘冬碧, 熊桂云, 姜丽娜, 郭晓敏, 郭熙. 中亚热带两种水稻土壤养分空间变异的对比研究. 土壤学报, 2006, 43(4): 688-692
- [10] 鲍士旦主编. 土壤农化分析. 北京: 中国农业出版社, 2000: 263-270
- [11] 加拿大钾磷肥研究所北京办事处主编. 土壤养分状况系统研究法. 北京: 中国农业科技出版社, 1992
- [12] 湖北省农业科学院土壤肥料研究所. 湖北土壤钾素肥力与钾肥应用. 北京: 中国农业出版社, 1996: 31-35, 178-188

## Soil Nutrient Balance Status and Evaluation Under Different Cropping Rotations in Alluvial Soil Regions of Hubei

LIU Dong-bi<sup>1</sup>, YU Yan-feng<sup>1</sup>, FAN Xian-peng<sup>1</sup>, XIONG Gui-yun<sup>1</sup>, CHEN Fang<sup>2</sup>, YANG Yong-cheng<sup>3</sup>, YIN Hui<sup>4</sup>

(1 *Plant Protection, Soil and Fertilizer Institute, Hubei Academy of Agricultural Sciences, Wuhan 430064, China;* 2 *Wuhan Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430074, China;* 3 *Soil and Fertilizer Extension Station, Jingmen Agricultural Bureau, Jingmen, Hubei 434500, China;* 4 *Huanggang Academy of Agricultural Sciences, Huangzhou, Hubei 438000, China*)

**Abstract:** Farmland nutrient balances under different cropping rotations in two alluvial soil regions of Hubei Province were studied and evaluated by using nutrient permissible surplus or deficit rate on the base of investigation and sample analysis from 2001 to 2005. Results showed that, ① in the main cropping rotations of the studied regions, both potash application rate and ratio were obviously lower than N fertilizer, but K absorption of the crops was obviously higher than N absorption. P and K absorption ratios of early-rice and late-rice were significantly higher than those of other crops; ② significant surplus of N, deficit of K and relative balance of P were observed. The deficit rate of K in paddy soil was much higher than that in upland soil. Countermeasures were proposed to realize the beneficial cycle of soil nutrient balance, for examples, to decrease N fertilizer and increase K application, to make fertilization strategy for an entire cropping rotation.

**Key words:** Farmland soil, Fertilization status, Nutrient absorption, Nutrient balance, Nutrient permissible surplus or deficit rate