

秦巴山区主要农作物肥料投入现状评估分析

赵佐平

(1. 陕西理工学院, 陕西 汉中 723001;

2. 西北农林科技大学 资源环境学院/农业部农业环境重点实验室, 陕西 杨凌 712100)

摘要 为了解秦巴山区主要农作物肥料投入现状及存在问题, 加强秦巴山区农业面源污染管理、指导农户科学合理施肥。连续3年在秦巴山区对该区域主要农作物的施肥现状进行调查分析。结果表明, 秦巴山区主要农作物平均化肥氮投入量为 173.9 kg/hm², 通过有机肥投入的氮远远小于化肥氮, 仅为 7.2 kg/hm²。平均化肥磷投入量为 67.8 kg/hm², 通过有机肥投入的磷为 0.9 kg/hm²。化学钾肥平均投入量为 30.9 kg/hm², 有机肥提供的钾养分分别为 4.3 kg/hm²。其主要农作物氮、磷、钾肥养分总投入量中, N : P₂O₅ : K₂O 为 1 : 0.38 : 0.20。不同作物比较, 油菜平均产量为 2 440.5 kg/hm²; 其氮磷钾化肥平均投入量分别为 153.2、50.2 和 18.6 kg/hm²; 有机肥提供的氮磷钾养分分别为 6.7、0.8 和 6.8 kg/hm²。水稻平均产量为 8 424.4 kg/hm²; 其氮磷钾化肥平均投入量分别为 194.6、60.2 和 27.8 kg/hm²; 有机肥提供的氮磷钾养分分别为 7.6、1.1 和 1.5 kg/hm²。

关键词 秦巴山区; 农作物; NPK 化肥; 厩肥

中图分类号 X 147.2

文章编号 1007-4333(2015)04-0127-07

文献标志码 A

Fertilizer application analysis for main crops in Qin-Ba mountain area

ZHAO Zuo-ping

(1. Shaanxi University of Technology, Hanzhong 723001, China;

2. College of Natural Resources and Environment/Key Laboratory for Agricultural Environment, Northwest A&F University, Yangling 712100, China)

Abstract Qin-Ba mountain area is the main region of rice and rape production in Shaanxi Province. This paper aims at understanding the current situation of fertilization and the problems of fertilizer management for the main crops and then putting forward countermeasures to solve the problems. Around 556 farmers were involved in the investigation of crop yield, fertilizer and others from 2012 to 2014. The results revealed that the average rate of N fertilizer was (N) 173.9 kg/hm², (N) 7.2 kg/hm² from manure. The rates of P and K fertilizer were (P₂O₅) 67.8 kg/hm² and (K₂O) 30.9 kg/hm², (P₂O₅) 0.9 kg/hm² and (K₂O) 4.3 kg/hm² from manure respectively. The ratio of N : P₂O₅ : K₂O was 1 : 0.38 : 0.20. The average yield of rapeseed was 2 440.5 kg/hm². And the fertilizer rates were (N) 153.2 kg/hm², (P₂O₅) 50.2 kg/hm² and (K₂O) 18.6 kg/hm², (N) 6.7 kg/hm², (P₂O₅) 0.8 kg/hm² and (K₂O) 6.8 kg/hm² from manure respectively. The average yield of rice was 8 424.4 kg/hm². The fertilizer rates were (N) 194.6 kg/hm², (P₂O₅) 60.2 kg/hm² and (K₂O) 27.8 kg/hm², (N) 7.6 kg/hm², (P₂O₅) 1.1 kg/hm² and (K₂O) 1.5 kg/hm² from manure respectively. It is thus evident that N input was excessive, but P, K and manure insufficient in Qin-Ba mountain area.

Key words Qin-Ba mountain area; crops; NPK mineral fertilizer; manure

秦巴山区由陇山余脉、秦岭和巴山组成, 为中生代末以来全面隆起的褶皱山地。地貌类型包括高山、高中山、中山、低山丘陵和盆地等, 以中山地貌为

主体, 高峰林立, 生物资源丰富, 是亚热带林的资源宝库。汉中盆地处于秦巴山区西部, 是陕西主要的农业区之一, 在我国历史上最重大的意义是我国古

收稿日期: 2014-10-08

基金项目: 国家公益性行业(农业)科研专项(201203045)和农业部农业环境重点实验室开放基金资助(2015); 陕西理工学院人才启动项目(SLGKYQD2-07)

作者简介: 赵佐平, 讲师, 博士, 主要从事环境质量与作物营养研究, E-mail: zhaozuoping@126.com

代的天下粮仓,盛产粮食。目前水稻、油菜仍是主要的粮食作物,其中水稻种植面积达12万 hm^2 以上,占陕西水稻种植面积的93%以上。油菜种植面积约11.7万 hm^2 ,占陕西油菜总面积的64.2%^[1-2]。独特的地理及气候优势,使该区域成为陕西省优质水稻和油菜的重点生产区。同时,水稻、油菜生产直接关系到该区域农业和农民增收。而农田施肥是保持土壤肥力和增加作物产量的重要环节之一。秦巴山区同时也是汉江的发源地,而汉江又是南水北调水源地^[3],该区域农户施肥现状对农业面源污染的贡献情况尚未详细报道。因此,调查与研究秦巴山区主要农作物施肥状况对该区域主要农作物生产和未来农业面源防治措施的建立都具有重要意义。目前有关秦巴山区农户施肥状况及存在问题的研究较少,只有王小英等^[2]对2006年陕西测土配方施肥数据进行整理报道过。本研究利用近3年主要农作物施肥调查数据,对秦巴山区主要农作物施肥状况进行综合评估分析,旨在全面了解近年来秦巴山区农户对作物管理水平、施肥现状及存在的问题,为进一步深入掌握秦巴山区主要农作物养分资源管理状况、田间管理技术提供依据,为推广合理适时施肥、提高肥料利用率提供数据支撑。

1 材料与方 法

1.1 研究区概况

秦巴山区中的汉中盆地,东经 $106^{\circ}51'$ ~ $107^{\circ}10'$ 、北纬 $33^{\circ}2'$ ~ $33^{\circ}22'$ 。地形特点南低北高,内有平坝、丘陵和山地等3种地貌,平坝为汉江冲积平原的一二阶梯,海拔500~600 m,地势平坦,土壤肥沃,占全市面积的34.62%;丘陵为山前洪积扇形成的宽谷浅丘地带,海拔600~800 m,地势起伏较大,约占全市面积的28.1%;山区是秦岭南坡形成的浅山和中山地区,地势较为复杂,土壤贫瘠,海拔在700~2 038 m,约占全市总面积的37.2%。该区属北亚热带季气候的温暖半湿润气候区。年均气温 $12\sim 16^{\circ}\text{C}$,年均降雨量约700~1 800 mm,其中5—10月占全年降雨量的80%。由于北有秦岭屏障,寒流不易侵入,气候温和湿润,是陕西最大的水稻、油菜种植基地。以其为调查区域研究陕西水稻、油菜肥料投入特征具有较强的代表性。

1.2 调查布点方法

选取秦巴山区中主要的水稻、油菜种植区县,汉台区、南郑县、城固县、洋县和西乡为调查对象,依据

5个调查县总面积、作物品种确定调查点数量及分布。确定调查点原则,首先考虑沿河地块地形部位,其次为作物种类,最后参考第二次土壤普查采样点位置。根据地形部位、作物种类等因素,统计各因素的点位数。当某一因素点位数过少或过多时进行调整,同时考虑点位的均匀性。

1.3 调查内容与分析方法

调查分别在2012、2013和2014年1—3月进行,连续3年共调查农户556户,有效农户516户。调查内容包括:作物品种、作物籽粒产量、施肥量、施肥时期、施肥方法、肥料种类和施肥所占总投资的份额等基本情况。

1.4 化肥与有机肥养分的计算

农户施用化肥按照调查农户施肥包装袋上标识的养分含量计算,有机肥养分依据调查的实际投入质量计算(调查农户秸秆均带出农田),其养分根据《中国有机肥料养分志》^[4]和《中国有机肥料资源》^[5]的参数汇总计算。

1.5 数据处理与统计方法

采用Excel 2007方法进行数据处理和用DPS软件进行数据分析。

2 结 果

2.1 肥料投入状况

2.1.1 主要农作物(水稻、油菜)氮肥投入总体特征

秦巴山区主要农作物肥料投入水平见图1。由图1可知,化肥氮投入水平远高于有机肥氮的投入量。依据有关专家研究结果,对陕西油菜及水稻合适施肥量进行了分级。其具体合适施氮量油菜、水稻分别为 $135\sim 180$ 和 $150\sim 180\text{ kg}/\text{hm}^2$;合适的施磷量油菜、水稻均为 $60\sim 90\text{ kg}/\text{hm}^2$;而合适施钾量油菜、水稻分别为 $50\sim 75$ 和 $75\sim 105\text{ kg}/\text{hm}^2$ 。

依此对主要农作物施肥情况调查结果分析显示,化肥氮肥投入在 $180\text{ kg}/\text{hm}^2$ 以上的样本为48.8%;其中施氮量在 $225\text{ kg}/\text{hm}^2$ 的样本为11.6%,此样本中平均施用量达到了 $351.9\text{ kg}/\text{hm}^2$,最高施氮量高达 $630.0\text{ kg}/\text{hm}^2$ 。不施化学氮肥现象依然存在,但所占比例甚少,仅为4.67%。有机肥投入量更少,仅有34.97%的调查农户施有机肥,且施肥量主要集中在 $0\sim 90\text{ kg}/\text{hm}^2$ 。不施有机肥的农户高达65.03%。由此可知,汉江上游主要农作物氮肥投入水平过量与不足并存,化肥氮的投入量远高于有机肥提供的氮。

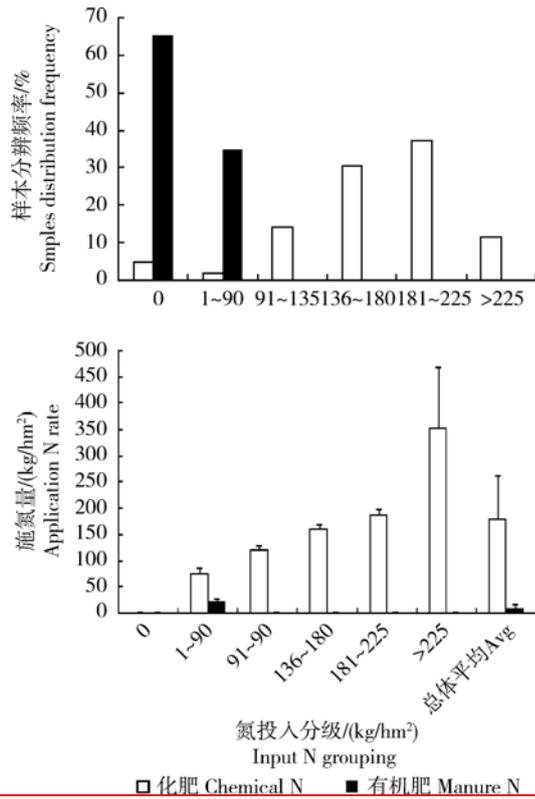


图 1 秦巴山区主要农作物氮素不同投入分级下施用量和样本分布频率

Fig. 1 Application rate and sample distribution frequency under different input groupings of nitrogen in Qin-Ba mountain area

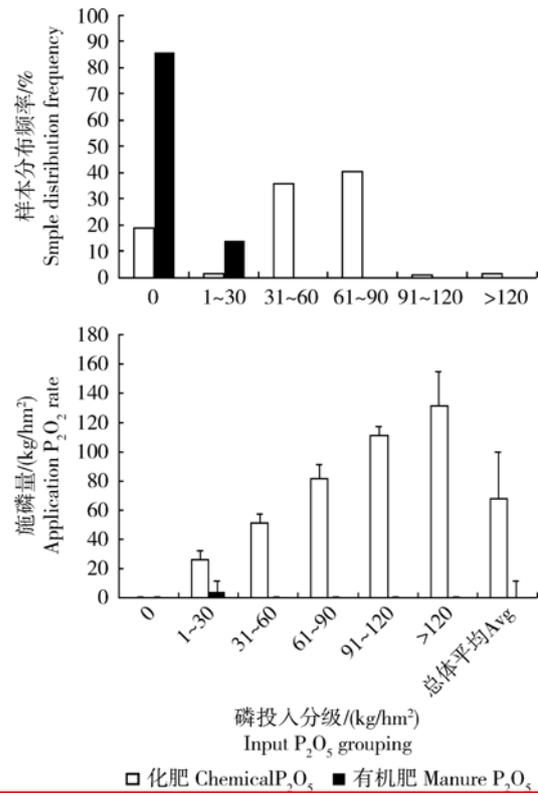


图 2 秦巴山区主要农作物磷素不同投入分级下施用量和样本分布频率

Fig. 2 Application rate and sample distribution frequency under different input groupings of phosphorus in Qin-Ba mountain area

2.1.2 主要农作物(水稻、油菜)磷肥投入总体特征

由图 2 可知,化肥提供的有效磷养分远高于有机肥所提高的养分磷。而有关专家对油菜水稻合适的施磷量均为 60~90 kg/hm²。依此判断,结果显示,磷肥投入量过量与不足并存。主要集中在 30~90 kg/hm²,占调查样本的 76.6%,其中施肥量在专家建议的合理施肥范围样本为 40.6%;而施磷量在 90 kg/hm² 的样本仅为 11.6%,施磷量小于 30 kg/hm² 的样本为 20.9%,不施化学磷肥现象依然存在,其所占比例为 19.2%。因调查农户有机肥投入量很低,所以有机肥能够提供的磷养分更少,说明调查区主要农作物磷养分主要依靠化学磷肥提供,且同时存在磷肥投入水平过量与不足并存等问题。

2.1.3 主要农作物(水稻、油菜)钾肥投入总体特征

所有肥料投入中,钾肥投入量最低。由图 3 可知,不施钾肥现象依然严重。其所占比例高达 50.5%。由于调查农户有机肥投入量相对较少,绝大多数农户几乎不施有机肥,造成有机肥能够提供

的钾养分也相对较低,其有机肥提供的养分仅为 6.8 kg/hm²。依据有关专家建议的合适施钾量油菜、水稻分别为 50~75 和 75~105 kg/hm²,秦巴山区主要农作物钾肥投入量严重不足。几乎均处于 75 kg/hm² 以下,占调查样本的 98.7%。施化学钾肥量在 0~45 kg/hm² 样本量为 28.6%。可能由于缺乏科学的技术指导,无明确的合理施肥概念,且钾肥价格偏高导致得不偿失,加重农民负担,挫伤农户使用钾肥的积极性。这就要求从事农业研究的工作者应尽快在农村普及推广科学的施肥技术,制定合理的施肥量和施肥比例^[6];另一方面,政府应采取干预化肥价格或适当提高对农户补助等相关政策措施从而减轻农民负担,增加农民收入。

结合图 1、2 和 3 说明该区域主要农作物养分主要由化肥提供。其中氮、磷、钾肥养分总投入量中, N : P₂O₅ : K₂O 的平均值为 1 : 0.38 : 0.20,与南方水稻生产中氮、磷、钾肥推荐施用比例(1 : 0.5 : 0.7)^[7]油菜推荐施肥比例(1 : 0.3~0.5 : 0.6~0.8)^[8]

相比,秦巴山区主要农作物磷肥和钾肥所占比例偏低。尤其钾肥投入量过低。

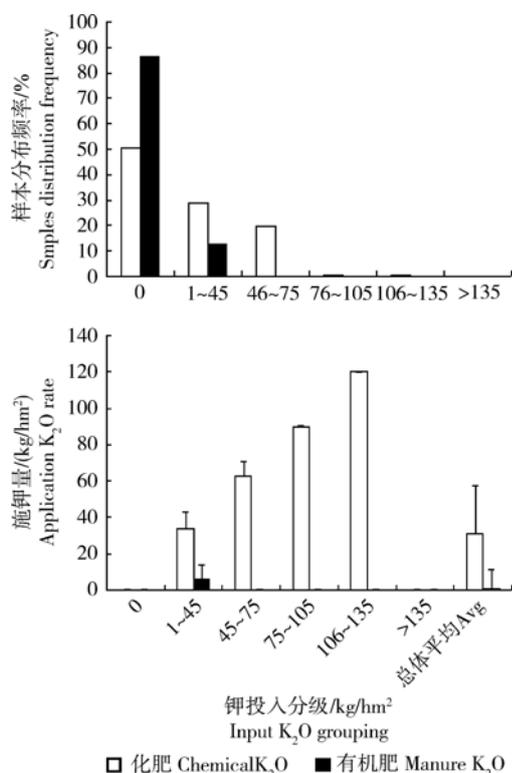


图3 秦巴山区主要农作物钾素不同投入分级下施用量和样本分布频率

Fig. 3 Application rate and sample distribution frequency under different input groupings of potassium in Qin-Ba mountain area

2.2 不同作物肥料投入特点

不同作物肥料投入特点存在差异,由表1可知,油菜最大氮肥投入量为499.4 kg/hm²,最小则仅为15.9 kg/hm²,平均氮肥施肥量为160.2 kg/hm²。且

氮肥投入主要以化肥氮为主,有机氮投入量仅为6.7 kg/hm²。磷肥投入量显著低于氮肥投入量,其最大磷肥投入量为143.7 kg/hm²,最小则不施磷肥,平均磷肥施肥量为51.0 kg/hm²。磷肥投入基本以化肥为主,有机肥所提供的磷仅为0.8 kg/hm²。钾肥投入特点与磷肥相似,其最大投入量为102.7 kg/hm²,最小则不施肥,平均钾肥施肥量为25.4 kg/hm²。同样投入以化肥为主,有机肥所提供的钾为6.8 kg/hm²。

水稻肥料投入量较油菜投入量高,其氮肥最大投入量为630.0 kg/hm²,平均投入量为202.2 kg/hm²,较油菜的平均施肥量高出42.0 kg/hm²,而最低投入量也到达了90.0 kg/hm²。同样氮肥投入以化肥为主,有机肥提供的氮养分仅为7.6 kg/hm²。水稻磷肥投入量略高于油菜磷肥投入量,其最大磷肥投入量为185.5 kg/hm²,平均磷肥施肥量为61.3 kg/hm²。有机肥所提供的磷养分仅为1.1 kg/hm²。钾肥投入特点与磷肥相似,但投入量低于磷肥,其最大投入量为127.6 kg/hm²,最小则不施肥,平均钾肥施肥量为29.3 kg/hm²,显著低于有关专家^[2]建议的合理钾肥施肥量75.0~105.0 kg/hm²。所有肥料投入均以化肥为主。从连续3年调查数据不难发现,秦巴山区主要农作物肥料投入存在较大的不合理性。同时有机肥投入量太少,仅占肥料投入了的6.1%(油菜)和3.4%(水稻),比王小英等^[1-2]在秦巴山区油菜和水稻中调研发现有有机肥提供农田总养分的17.18%和5.5%还少。造成此现状有两方面的原因:一方面由于近年来调查区种植绿肥和养殖业的农户逐渐减少,有机肥源短缺;另一方面是由于使用有机肥费工费时效果不明显,导致农民过分依赖化肥,忽视对有机肥的利用。

表1 秦巴山区主要农作物水稻、油菜肥料投入量

Table 1 Nutrient inputs of rice and rapeseed in Qin-Ba mountain area

kg/hm²

农作物 Crops	指标 Index	肥料总投入量 Nutrient input			化肥 Chemical fertilizer			有机肥 Manure		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
		油菜	最大值	499.4	143.7	102.7	480.0	123.0	90.0	28.9
	最小值	15.9	0	0	0	0	0	0	0	0
	平均值	160.2	51.0	25.4	153.2	50.2	18.6	6.7	0.8	6.8
	标准差	68.9	36.6	28.4	69.8	34.6	26.9	10.9	1.9	2.37
水稻	最大值	630.0	185.5	127.6	630.0	180.0	120.0	48.3	16.5	15.7
	最小值	90.0	0	0	90.0	0	0	0	0	0
	平均值	202.2	61.3	29.3	194.6	60.2	27.8	7.6	1.1	1.5
	标准差	90.4	32.3	25.2	88.4	30.7	26.5	10.7	2.5	3.1

2.3 秦巴山区主要农作物肥料偏生产力

肥料偏生产力(PFP)是指单位投入的肥料所能生产的作物籽粒产量,即 $PFP=Y/F$, Y 为施肥后所获得的作物产量, F 代表化肥的投入量^[9]。对秦巴山区主要农作物连续 3 年化肥偏生产力的分析表明(表 2),油菜氮肥(N)连续 3 年偏生产力平均值为 14.2 kg/kg, 相对较为稳定,且偏生产力范围在 4.2~46.3 kg/kg。水稻氮肥连续 3 年偏生产力平均值为 49.0 kg/kg, 且偏生产力范围为 16.2~114.0 kg/kg。油菜磷肥(P₂O₅)连续 3 年偏生产力平均值为 35.5 kg/kg, 相对较为稳定。水稻磷肥连

续 3 年偏生产力平均值为 134.2 kg/kg。且年偏生产力变化范围较大。钾肥偏生产力显著高于氮肥和磷肥,油菜钾肥(K₂O)连续 3 年偏生产力平均值为 62.6 kg/kg。水稻钾肥连续 3 年偏生产力平均值为 225.6 kg/kg。从化肥偏生产力数值来看,水稻化肥偏生产力显著高于油菜化肥偏生产力,这主要是水稻的单位产量显著高于油菜产量所致。同时由表 2 可见,氮肥偏生产力相对较为稳定,且变化范围不大。而磷肥和钾肥偏生产力显著高于氮肥偏生产力,且变化范围宽泛。尤其是水稻钾肥偏生产力变化范围最大。

表 2 秦巴山区主要农作物化肥偏生产力

Table 2 PFP of rice and rapeseed in Qin-Ba mountain area kg/kg

农作物 Crops	偏生产力指标 PFP index	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
油菜	最大值 Max	46.3	110.1	157.9
	最小值 Min	4.2	17.0	20.6
	平均值 Average	14.2	35.5	62.6
水稻	最大值 Max	114.0	238.5	423.2
	最小值 Min	16.2	54.2	32.6
	平均值 Average	49.0	134.2	225.6

2.4 秦巴山区主要农作物产量分级与施肥量分析

根据已有相关研究和调查结果将水稻、油菜产

量分为 5 级^[1-2,8-9](表 3)。秦巴山区水稻平均产量为 8 424.4 kg/hm², 产量在 7 500~9 000 kg/hm²

表 3 调查区主要农作物产量分级与施肥量

Table 3 Yield classes and fertilizer rate of main crops in surveyed regions

农作物 Crops	产量水平/ (kg/hm ²) Yield classes	平均产量/ (kg/hm ²) Mean yield	样本比例/% Rate of orchard	N/ (kg/hm ²)	P ₂ O ₅ / (kg/hm ²)	K ₂ O/ (kg/hm ²)	m(N) : m(P ₂ O ₅) : m(K ₂ O)
水稻	>9 750	10 256	6.3	160.0	60.7	24.9	1 : 0.37 : 0.15
	9 000~9 750	9 297	24.7	170.6	68.2	32.2	1 : 0.39 : 0.18
	7 500~9 000	8 229	47.5	158.2	64.5	33.1	1 : 0.40 : 0.20
	6 750~7 500	7 159	7.2	143.1	66.3	18.0	1 : 0.46 : 0.12
	<6 750	4 906	14.3	70.4	28.3	8.8	1 : 0.40 : 0.12
油菜	>3 000	3 198	5.0	164.1	21.0	20.7	1 : 0.13 : 0.12
	2 250~3 000	2 526	56.0	154.1	56.7	20.8	1 : 0.37 : 0.13
	1 500~2 250	1 981	34.5	143.9	46.9	14.8	1 : 0.32 : 0.10
	800~1 500	1 225	4.0	143.3	28.3	16.7	1 : 0.19 : 0.11
	<800	769	0.5	0	0	0	0 : 0 : 0

的比例最高,占47.5%,产量高于9 000 kg/hm²的比例也达到31.0%,而产量低于6 750 kg/hm²的调查农户比例为14.3%。由氮磷钾施肥比例来看,钾肥比例相对较低。与南方水稻生产中氮、磷、钾肥推荐施用比例(1:0.5:0.7)^[7]相比,水稻肥料投入中磷肥和钾肥所占比例偏低。尤其钾肥投入量过低。

而秦巴山区油菜平均产量为2 440.5 kg/hm²,产量在2 250~3 000 kg/hm²的比例最高,占56.0%,产量高于3 000 kg/hm²的比例达到5.0%,而产量低于800 kg/hm²的调查农户比例仅0.5%。由氮磷钾施肥投入比例看,油菜肥料投入较水稻肥料投入比例还要低。而与当前油菜生产中氮磷钾肥推荐施用比例1:0.3~0.5:0.6~0.8^[8]相比,油菜磷肥和钾肥所占比例偏低。尤其钾肥投入量过低。随着施肥量的增多,油菜籽产量呈现逐渐增加的趋势,说明施肥可以增加油菜籽产量,这与前人的研究结果一致^[10-11]。表3还反映出,在低产条件下,当氮、钾肥施用量变化不大时,增施磷肥可显著增加油菜产量,说明在低产田中磷元素是产量限制因子;而在高产条件下,当磷、钾肥施用量变化不大时,增施氮肥有明显的增产效果。总体上看,秦巴山区油菜种植的中产地氮、磷肥比例基本平衡,而钾与氮、磷相比则严重不足。因此,建议在油菜生产中应进一步平衡氮、磷和钾肥养分,尤其是要增施钾肥。

3 讨论

3.1 肥料投入

秦巴山区主要农作物化肥的投入水平远高于有机肥的投入量。施氮量在180 kg/hm²以上的样本为48.8%,最高施氮量高达630.0 kg/hm²。同时不施化学氮肥现象依然存在。水稻产量与氮肥施用量表现一定的相关关系,但随着氮肥用量的增加,特别是在施氮量超过200 kg/hm²后,增产量却逐渐下降,油菜与水稻具有相似的结果。这与Jing等^[12]研究结果一致,当施氮量超过225 kg/hm²后,作物产量将不会变化。过量施氮只会使作物奢侈吸收,造成作物籽粒灌浆不充分,千粒重下降^[13],而且还会滋生病虫害,作物容易发生倒伏^[14]。此外,当氮肥过量施用时,作物对氮的奢侈吸收导致氮肥生理利用率急剧下降。过量施氮肥不仅不增产,反而降低了氮肥利用率,造成大量资源浪费和环境污染,无

论在经济上,还是在生态环境上都得不偿失。

有关专家对油菜、水稻合适施磷量标准进行了划分,为60~90 kg/hm²。依此判断,秦巴山区主要农作物磷肥投入量过量与不足并存。其中施肥量在专家建议的合理施肥范围样本为40.6%,不施化学磷肥现象依然存在,其所占比例为19.2%。王伟妮等^[15-16]研究指出水稻合理增施磷肥增产9.4%~13.3%。王巧兰等^[17]指出水稻对磷肥的施用非常敏感,在一定程度上增加磷肥的施用量能明显提高产量。

钾肥投入现状与磷肥有相似之处,但投入量更低,不施钾肥现象依然严重,其所占比例高达50.5%。其中连续3年调查知水稻钾肥平均投入量仅为29.3 kg/hm²,油菜仅为25.2 kg/hm²。王伟妮等^[15-16]研究指出水稻合理增施钾肥增产9.6%~12.6%。胡泓等^[18]研究表明钾肥可促进氮磷养分从水稻的茎叶部位向穗输送,增加水稻产量。

秦巴山区主要农作物有机肥提供的养分非常有限,仅有34.97%的调查农户施有机肥,且施肥量较少。不施有机肥的农户高达65.03%。油菜生产种植中有机肥提供的氮磷钾养分分别为6.7、0.8和6.8 kg/hm²,水稻生产种植中有机肥提供的氮磷钾养分分别为7.6、1.1和1.5 kg/hm²,远低于应施入优质有机肥22.50 kg/hm²的标准^[19]。王显等^[20]研究发现施用有机肥能够促进水稻分蘖的发生,增加有效分蘖数,提高成穗率、结实率、千粒重,增加水稻产量。侯红乾等^[21]研究表明水稻有机无机肥配施比单施化肥增产幅度为3.9%~7.8%,同时具有明显培肥地力的作用。刘杏认等^[22]指出增施有机肥能显著增加油菜生物量,提高油菜产量,而且能改变土体结构和改善油菜品质。而有机肥的投入是土壤有机质增加的唯一途径,土壤有机质是土壤肥力的重要基础物质,有机肥中不仅含有植物所必需的大量和微量元素,还含有丰富的有机养分,如蛋白质、氨基酸、纤维素等,肥效持久,能促进土壤中微生物的繁殖,改善土壤理化性状,从而提高土壤肥力^[23]。因此,秦巴山区主要农作物施肥中应注重增施有机肥,尤其是强调有机无机配合施用。

由氮磷钾施肥比例来看,秦巴山区主要农作物钾肥投入比例相对较低。与南方水稻生产中氮、磷、钾肥推荐施用比例(1.0:0.5:0.7)^[7]相比,水稻肥料投入中磷肥和钾肥所占比例偏低。而与湖北油菜肥料(化肥和有机肥)投入中的N:P₂O₅:K₂O的

平均比例 1.00 : 0.36 : 0.29 及当前油菜生产中氮磷钾肥推荐的施用比例 1.0 : 0.3 ~ 0.5 : 0.6 ~ 0.8^[8]相比,秦巴山区油菜磷肥和钾肥所占比例偏低。尤其钾肥投入量过低。

3.2 肥料偏生产力

对秦巴山区主要农作物连续 3 年化肥偏生产力分析显示,油菜氮肥偏生产力平均值为 14.2 kg/kg;水稻平均值为 49.0 kg/kg。油菜磷肥(P₂O₅)偏生产力平均值为 35.5 kg/kg;水稻平均值为 134.2 kg/kg。油菜钾肥(K₂O)偏生产力平均值为 62.5 kg/kg;水稻钾肥平均值为 225.6 kg/kg。张福锁等^[9]等认为,肥料偏生产力是比较适合我国目前土壤和环境养分供应量大、化肥增产效益下降的现实,是评价肥料效应的适宜指标,且调查研究表明我国水稻 N、P₂O₅ 和 K₂O 的偏生产力平均值分别为 54.2、98.9 和 98.5 kg/kg,而本研究化肥水稻偏生产力中氮肥偏生产力低于全国平均值。磷钾肥则明显高于全国平均水平,这是该区域磷钾肥施用量低于全国平均值所致。

4 结 论

秦巴山区油菜平均产量为 2 440.5 kg/hm²。其氮肥平均投入量为 160.2 kg/hm²。且氮肥投入主要以化肥氮为主,有机氮投入量仅为 6.7 kg/hm²。平均磷肥施肥量为 51.0 kg/hm²;有机肥所提供的磷仅为 0.8 kg/hm²。平均钾肥施肥量为 25.4 kg/hm²。

秦巴山区水稻平均产量为 8 424.4 kg/hm²。水稻肥料投入量较油菜高,平均氮肥投入量为 202.2 kg/hm²。氮肥投入以化肥为主,有机肥提供的氮养分仅为 7.6 kg/hm²。磷肥平均投入量为 61.3 kg/hm²。有机肥所提供的磷养分仅为 1.1 kg/hm²。平均钾肥施肥量为 29.3 kg/hm²。主要农作物其氮、磷、钾肥养分总投入量中,N : P₂O₅ : K₂O 的平均比例为 1 : 0.38 : 0.20。

参 考 文 献

- [1] 王小英,刘芬,同延安,等. 陕南秦巴山区油菜施肥现状评价[J]. 中国油料作物学报,2013,35(2):190-195
- [2] 王小英,刘芬,同延安,等. 陕南秦巴山区水稻施肥现状评价[J]. 应用生态学报,2013,24(11):3106-3112
- [3] 赵佐平,同莎,同延安,等. 汉江流域上游生态环境现状及治理措施[J]. 水土保持通报,2012,32(5):32-36
- [4] 全国农业技术推广服务中心. 中国有机肥料养分志[M]. 北京: 中国农业出版社,1999:24-200
- [5] 全国农业技术推广中心. 中国有机肥料资源[M]. 北京: 中国农业出版社,1999:44-45
- [6] 赵佐平,同延安,刘芬,等. 渭北旱塬苹果园施肥现状分析评估[J]. 中国农业生态学报,2012,20(8):1003-1009
- [7] 杨建昌,陈忠辉,杜永. 水稻超高产群体特征及其栽培技术[J]. 中国农业科技导报,2004,6(4):37-41
- [8] 徐华丽,鲁剑巍,李小坤,等. 湖北省油菜施肥现状调查[J]. 中国油料作物学报,2010,32(3):418-423
- [9] 张福锁,王激情,张卫峰,等. 中国主要粮食作物肥料利用率现状与提高途径[J]. 土壤学报,2008,45(5):915-923
- [10] 邹娟,鲁剑巍,陈防,等. 长江流域油菜氮磷钾肥料利用率现状研究[J]. 作物学报,2011,37(4):729-734
- [11] 邹娟,鲁剑巍,刘锐林,等. 4 个双低甘蓝型油菜品种干物质积累及养分吸收动态[J]. 华中农业大学学报,2008,27(2):229-234
- [12] Jing Q, Bouman B A M, Hengsdijk H, et al. Exploring options to combine high yields with high nitrogen use efficiencies in irrigated rice in China[J]. *Europ J Agronomy*, 2007, 26: 166-177
- [13] 李伟波,吴留松,廖海秋. 太湖地区高产稻田氮肥施用与作物吸收利用的研究[J]. 土壤学报,1997,34(1):67-73
- [14] Tirol P, Ladha J K, Singh U, et al. Grain yield performance of rice genotypes at suboptimal levels of soil N as affected by N uptake and utilization efficiency[J]. *Field Crops Res*, 1996, 46: 127-143
- [15] 王伟妮,鲁剑巍,鲁明星,等. 湖北省早、中、晚稻施磷增产效应及磷肥利用率研究[J]. 植物营养与肥料学报,2011,17(4):795-802
- [16] 王伟妮,鲁剑巍,鲁明星,等. 湖北省早、中、晚稻施钾增产效应及磷肥利用率研究[J]. 植物营养与肥料学报,2011,17(5):1058-1065
- [17] 王巧兰,圣六方. 氮肥和磷肥的施用量对杂交水稻产出效应的影响[J]. 中国土壤与肥料,2007(5):76-79
- [18] 胡泓,王光火. 钾肥对杂交水稻养分积累以及生理效率的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2003,9(2):184-189
- [19] 张福锁,陈新平,崔振岭,等. 主要作物高产高效技术规程[M]. 北京: 中国农业大学出版社,2010:1-48
- [20] 王显,肖跃成,姚义,等. 不同生物有机肥对水稻产量及其构成因子的影响[J]. 中国稻米,2010,16(3):50-52
- [21] 侯红乾,刘秀梅,刘光荣,等. 有机无机肥配比对红壤稻田水稻产量和土壤肥力的影响[J]. 中国农业科学,2011,44(3):516-523
- [22] 刘杏认,任建强,刘建玲. 有机肥对油菜硝酸盐含量和土壤盐分累积的影响[J]. 土壤通报,2006,37(5):920-923
- [23] 赵佐平,同延安,刘芬,等. 长期不同施肥处理对苹果产量、品质及土壤肥力的影响[J]. 应用生态学报,2013,24(11):3091-3098

责任编辑:王燕华