

钾肥和有机肥对小麦玉米轮作产量和土壤肥力的影响

高云晖

(陕西宝鸡市土壤肥料工作站, 宝鸡 721001)

摘要: 为提高钾肥和有机肥资源利用效率, 采用田间定位试验方法连续3年在潮土、瘠土区研究钾肥、有机肥对产量和土壤耕层化学性质的影响, 结果表明: 冬小麦—夏玉米轮作连续3年施钾, 小麦仍有显著增产作用, 平均增产335.8 kg/公顷, 增产7.2%, 施常量有机肥对二种作物有显著增产作用, 小麦、玉米分别平均增产813 kg/公顷、628 kg/公顷, 增产率分别为17.5%、11.4%。夏玉米施有机肥土壤有机质收支基本平衡, 并有利于提高土壤氮素营养水平; 冬小麦施有机肥土壤速效磷含量提高; 瘠土年一季施有机肥土壤钾素水平提高, 且Fe、Mn、Cu收支基本平衡。

关键词: 钾肥; 有机肥; 小麦; 玉米; 产量; 土壤肥力

冬小麦—夏玉米轮作是陕西关中平原粮食产区主要种植方式。关于小麦、玉米单季施肥效应研究以前已有部分报导^[1-3]。但对小麦—玉米轮作连续施肥效应缺乏研究, 在已往大田习惯施肥基础上, 在关中西部渭河川道、渭北平原的潮土、瘠土区设置连续施肥试验, 以探索冬小麦—夏玉米轮作中施用钾肥、有机肥的效应, 为合理利用钾肥、有机肥资源, 促进粮食持续稳定高产、确保增产增收并指导大面积土壤培肥、持续稳定发展高效农业提供科学依据。

1 试验材料与方法

1.1 供试材料及土壤条件

田间试验2003—2006年在陕西关中西部的扶风、凤翔、陈仓区的渭河川道及渭北台塬区连续实施3年, 土壤为潮土、瘠土。土壤基本性质见表1。供试肥料品种用尿素、普通过磷酸钙、硫酸钾及农家有机肥, 农家肥养分含量历年平均为: 有机质2.43%, 全氮2.16克/公斤, 全P₂O₅ 2.22克/公斤, 全K₂O 24.42克/公斤。

表1 供试土壤基本性质

土壤类型	质地	pH	有机质 (%)	全氮 (克/公斤)	全P ₂ O ₅ (克/公斤)	全K ₂ O (克/公斤)	碱解氮 (毫克/公斤)	速效P ₂ O ₅ (毫克/公斤)	速效K ₂ O (毫克/公斤)	阳离子交换量 (cmol/kg)
潮土	中壤	8.2	1.20	1.18	2.08	23.8	79.2	17.3	190	8.2
瘠土	重壤	8.3	1.40	1.17	1.45	21.9	105	11.0	152	11.8

1.2 试验设计

试验设计: (1) 每季作物施N、P肥, 在冬小麦上施有机肥; (2) 每季作物施N、P肥, 在夏玉米上施有机肥; (3) 每季作物施N、P、K肥, 不施有机肥。小区面积67平方米, 多点无重复设置, 顺序排列。试验采用冬小麦—夏玉米轮作方式。除玉米N肥50%作底肥、50%作追肥外, 其余均分别在小麦、玉米播种前作底肥一次施入。试验定位连续实施3年, 每季作物肥料施用量见表2, 田间管理同

一般大田生产, 作物收获后取耕作层 (0-20 厘米) 土样, 分析土壤有关化学性质。

表 2 各处理施肥量

土壤名称	作物	处理	施肥量 (公斤/公顷)			
			有机肥	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
潮土	冬小麦	(1)	75000	133.5	90.0	
		(2)	0	133.5	90.0	
		(3)	0	133.5	90.0	32.5
	夏玉米	(1)	0	150.0	96.2	
		(2)	75000	150.0	96.2	
		(3)	0	150.0	96.2	16.3
瘠土	冬小麦	(1)	75000	123.0	86.9	
		(2)	0	123.0	86.9	
		(3)	0	123.0	86.9	32.5
	夏玉米	(1)	0	142.5	91.0	
		(2)	75000	142.5	91.0	
		(3)	0	142.5	91.0	16.3

1.3 测试方法

采用常规方法分析测试土壤、有机肥样品, 有机质用 K_2CrO_7 容量法, 全氮用半微量开氏法, 水解氮用碱解扩散法, 全磷用 $HClO_4-H_2SO_4$ 消煮钼锑抗比色法, 速效磷用 $NaHCO_3$ 浸提钼锑抗比色法, 全钾用氢氧化钠熔融火焰光度法, 速效钾用 NH_4OAc 浸提火焰光度法, 有效铁、锰、铜、锌用 DTPA 提取原子吸收光谱法^[4]。

2 结果与分析

3 年共获有效田间定位试验 3 个, 连续完成 3 个轮作周期。

2.1 施肥对作物产量的影响

2.1.1 钾肥的增产效应 对连续 3 年小麦、玉米施钾与不施钾处理产量结果进行配对 t 检验表明, 连续少量施用钾肥小麦增产显著 ($t=3.18^*$, $n=8$), 玉米未达到显著水平。不同土壤类区的增产效应各异, 潮土区小麦、玉米平均增产分别为 31.9 公斤/公顷、39.2 公斤/公顷, 增产率分别为 6.0%、6.9%, 每公斤 K_2O 分别增产粮食 9.8 公斤、24.0 公斤; 瘠土区分别增产 352.5 公斤/公顷、237.5 公斤/公顷, 分别增产 9.0%、4.5%, 每公斤 K_2O 分别增产粮食 10.8 公斤、14.6 公斤。

2.1.2 有机肥增产效应 对连续 3 年试验产量结果 t 检验表明, 每年一季施有机肥, 小麦、玉米增产均达显著水平 (小麦 $t=2.77^*$, 玉米 $t=2.38^*$, $n=8$)。每年一季施常量有机肥均保持显著的增产作用。其中潮土区小麦、玉米增产分别为 123.9 公斤/公顷、97.2.5 公斤/公顷, 分别增产 23.1%、17.1%, 1000 公

表 3 试验各处理产量结果 (公斤 / 公顷)

土壤名称	处理	第一年		第二年		第三年		三年平均	
		小麦	玉米	小麦	玉米	小麦	玉米	小麦	玉米
潮土	(1)	7 5 0 0	6 7 8 9	7 8 8 1	5 8 1 2	4 4 0 1	4 4 4 0	6 5 9 4	5 6 8 0
	(2)	6 1 0 0	7 7 1 1	6 0 5 5	5 8 1 2	3 9 0 9	6 4 3 5	5 3 5 5	6 6 5 3
	(3)	6 1 6 6	6 2 7 0	6 5 8 2	6 2 6 2	4 2 7 3	5 6 8 5	5 6 7 4	6 0 7 2
瘠土	(1)	4 6 7 5	4 8 6 0	3 6 1 0.5	5 3 9 8	4 6 0 9	5 7 2 2	4 2 9 8	5 3 2 7
	(2)	3 8 2 5	5 1 9 0	3 5 3 7	5 7 4 8	4 3 7 2	5 8 9 5	3 9 1 1	5 6 1 1
	(3)	4 5 1 5	4 9 9 5	3 6 1 0	5 8 9 3	4 6 6 6	5 8 0 5	4 2 6 4	5 5 6 4

斤有机肥增产粮食分别为 16.5 公斤、13.0 公斤。瘠土区小麦、玉米施有机肥分别增产 38.7 公斤 / 公顷、28.4 公斤 / 公顷，分别增产 9.9 %、5.3 %，1000 公斤有机肥增产粮食分别为 5.2 公斤、3.8 公斤。有机肥在成土时间短的潮土的增产效应优于成土时间长的瘠土，在小麦上的增产效应优于玉米。

2.2 对土壤肥力的影响

2.2.1 土壤有机质及氮素 由表 4 可知，瘠土区试验二年后，玉米施有机肥的处理 2 土壤有机质含量比处理 3、处理 1 和试前均有不同程度增加。潮土区也表现出类似趋势。表明夏玉米施常量有机肥土壤有机质消长收支基本平衡。土壤全氮含量瘠土区试验二年后处理 2 比处理 1、3 均提高 17 % 以上，比试前提高 20 % 以上 (表 4)，潮土区也呈类似趋势。土壤碱解氮瘠土试验二年后处理 2 比处理 1、3 均提高 10 % 以上，比试前提高 8 % 以上 (表 4)。说明夏玉米施有机肥有利于维持土壤氮素营养平衡、提高土壤氮素营养水平。

表 4 土区不同处理对土壤化学性质的影响

时间	处理	pH	有机质 (%)	全氮 (克 / 公斤)	全 P ₂ O ₅ (克 / 公斤)	全 K ₂ O (克 / 公斤)	碱解氮 (毫克 / 公斤)	速效 P ₂ O ₅ (毫克 / 公斤)	速效 K ₂ O (毫克 / 公斤)	阳离子交换量 (cmol/kg)	Fe	Mn	Cu	Zn
											(毫克 / 公斤)			
试前		8.3	1.40	1.17	1.45	21.9	105	11.0	152	11.8	5.60	8.43	0.72	3.90
一年后	(1)	8.2	1.40	1.15	1.49	23.8	97	11.2	168	10.5	6.88	8.41	0.49	1.11
	(2)	8.3	1.41	1.20	1.48	23.2	98	8.2	156	11.3	6.76	6.78	0.44	0.86
	(3)	8.3	1.39	1.13	1.43	22.0	96	10.8	158	10.2	5.24	6.24	0.42	2.70
二年后	(1)	8.0	1.38	1.20	1.43	24.7	103	27.0	174	8.7	5.66	8.12	0.83	1.69
	(2)	8.2	1.44	1.41	1.42	24.4	114	8.7	172	8.7	3.94	4.10	0.48	0.64
	(3)	8.3	1.33	1.10	1.38	21.9	98	10.7	148	6.0	2.64	4.05	0.36	2.38

2.2.2 土壤钾、磷素 从表 4 可知，瘠土区二年后不同季节施有机肥的处理 1、2 的土壤全钾含量均比处理 3 和试前提高 11 % 以上。土壤速效钾含量处理 1、2 均比处理 3 提高 16 % 以上，均比试前提高 13 % 以上。表明瘠土区小麦、玉米一年一季施常量有机肥可提高土壤钾素营养水平。连施少量化学钾肥的

处理₃两年后全钾含量瘠土区与试前持平,速效钾则略低于试前水平(表4),从平衡土壤钾素营养看,连施少量化学钾肥效果不如一年一季施有机肥,钾肥施用量应适当增加,与小麦玉米在粮油轮作中情况一致^[5]。同期瘠土土壤全磷含量处理₁、₂均比处理₃略有增加,比试前均略有下降;特别是速效磷含量处理₁比处理₂、₃分别提高2.1倍、1.5倍,比试前提高1.5倍(表4),潮土区也呈类似趋势,表明冬小麦施有机肥土壤速效磷含量增加。一方面施入有机肥,土壤磷的吸附和保持量都较高,而解吸量低于化肥^[6],形成瘠土区处理₃比处理₂速效磷高。另一方面处理₁在10月施入有机肥,月平均气温10℃左右,处理₂在6月施入有机肥,月平均气温25℃左右,不仅影响有机肥腐解,且影响磷在土壤中转化及有效性,不溶于水的Ca₃-P在高温下形成磷酸与阳离子交换吸附服从Freundlich吸附等温线,即随温度增加而增加。因此,高温会降低磷的有效性^[7],在25℃时,瘠土施入有机肥150天,土壤中Ca₂-P、Ca₈-P、Al-P、Fe-P及Ca₁₀-P增加,总量是速效磷的2.9倍^[8],导致处理₂比₁速效磷含量低的多。

2.2.3 土壤微量元素 试验实施二年后测定的瘠土区土壤有效Fe、Mn、Cu、Zn含量(表4),处理₁比₂均有不同程度增加,有效Fe、Mn、Cu含量与试前基本持平。说明小麦施有机肥有利于土壤有效Fe、Mn、Cu、Zn等微量元素营养的收支平衡。瘠土不同时期处理₃土壤有效Zn含量比施有机肥的处理₁、₂明显增加,说明施有机肥提高了作物对土壤有效Zn的吸收利用^[9]。在施有机肥时应注意补充施Zn,保证作物对锌吸收的需要。

3 结论

3.1 通过连续3年在陕西关中西部瘠土、潮土区田间定位施肥试验研究表明:小麦—玉米轮作一年一次施常量农家有机肥有显著的增产作用,小麦、玉米分别增产813公斤/公顷、628公斤/公顷,增产率分别为17.5%、11.4%,1000公斤有机肥分别增产粮食10.8公斤、8.4公斤。每季连续施用少量化学钾肥小麦平均增产335.8公斤/公顷,增产7.2%,每公斤K₂O平均增产小麦10.3公斤。

3.2 不同季节施常量有机肥可不同程度改善土壤肥力状况。夏玉米施有机肥土壤有机质消长收支基本平衡,并有利于提高土壤氮素营养水平;小麦则需要同时配合施用有机物料以维持土壤有机质消长稳定、平衡和地力不衰,但可提高土壤速效磷含量和有利于保持瘠土有效Fe、Mn、Cu收支平衡。瘠土施有机肥可提高土壤钾素营养水平。

3.3 从土壤钾素收支平衡考虑,瘠土区小麦、玉米一年一季施常量有机肥的效果大于连续施用少量化学钾肥,可适当增加钾肥用量,以维持土壤钾素营养消长的稳定、平衡。

下接 21 页