

晋南石灰性土壤钾素变化及小麦施钾效果^{*}

张定一 王姣爱 贾文兰 阎翠萍
(山西省农业科学院小麦研究所, 临汾 041000)

摘 要 晋南石灰性土壤钾素动态研究表明: 潮土、褐土土壤速效钾含量均呈下降趋势, 其中潮土下降 31.25mg/kg, 褐土下降 15.75mg/kg。土壤质地类型、农业生态区及种植制度不同, 土壤速效钾含量下降不同。小麦钾肥试验结果表明: 亩施 K_2SO_4 5~20kg 产量增加 52.9~111.5kg/亩, 净增收益 32.7~62.6元/亩。同时获得了小麦最高产量施肥量和经济最佳施肥量。

关键词 潮土 褐土 小麦 钾肥肥效

近年来, 随着复种指数的提高, 氮、磷化肥用量增加, 有机肥用量相对减少, 以及忽视钾肥的施用, 土壤中被作物带走的钾素得不到应有的补充, 致使土壤中钾素含量成为限制作物产量提高的障碍因素。我们从 1991年开始, 对临汾市主要石灰性土壤潮土和褐土的速效钾含量、变化动态及小麦施钾效应进行了系统的分析研究, 以便为合理施用钾肥提供科学依据。

1 材料和方法

1.1 钾素动态变化试验方法

本试验以临汾市第二次土壤普查的汇总数字为依据, 在潮土和褐土区多点布样, 定期监测土壤钾素动态变化情况。采样深度 0~20cm。土壤速效钾采用 $1mol/LCH_3COONH_4$ 浸提, 火焰光度法测定。

1.2 钾肥肥效试验方法

1991~1993年, 田间试验布置在临汾市贾村。土壤为潮褐土。耕层土壤质地为砂壤, 肥力均匀, 土壤有机质含量 10.3g/kg, 碱解氮 55mg/kg, P_2O_5 18mg/kg, K_2O 84mg/kg。灌溉条件良好, 前茬为夏玉米。供试小麦品种为晋麦 45号, 供试肥料为硫酸钾 (含 K_2O 50%)。试验田在亩施基肥过磷酸钙 50kg, 尿素 30kg 基础上, 设 $K_0(ck)$ 、 K_5 (亩施硫酸钾 50kg 下同)、 K_{10} 、 K_{15} 、 K_{20} , 5个处理, 重复 3次, 随机排列, 小区面积 0.04亩, 各处理钾肥均做基肥一次施用。

2 结果与分析

1995-10-26收稿。
^{*} 山西省青年科学基金资助项目的部分内容。

2 1 土壤速效钾的动态变化

2 1 1 不同土壤类型土壤速效钾动态变化 室内测定结果(表 1)表明,近年来石灰性土壤的速效钾含量呈下降趋势,下降程度因土壤类型而异。潮土大于褐土。潮土类土壤速效钾含量平均下降 31.25mg/kg,年均下降 3.13mg/kg。褐土类土壤速效钾含量平均下降 15.75mg/kg,年均下降 1.58mg/kg。在潮土类中,土壤速效钾下降顺序为:砂质潮土>冲积潮土>壤质潮土>粘质潮土。在褐土类中,土壤速效钾下降顺序为:潮褐土>褐土性土>石灰性褐土>黄土状褐土。

表 1 石灰性土壤潮土、褐土速效钾含量变化 (mg/kg)

土壤名称	1981年				1991年				增减 (+ -)
	\bar{x}	S	95% 置信区间	样本数 (个)	\bar{x}	S	95% 置信区间	样本数 (个)	
冲积潮土	138	13	131~ 145	14	106	14	99~ 113	16	- 32
砂质潮土	113	5	110~ 116	10	74	10	70~ 78	20	- 39
壤质潮土	161	8	157~ 165	15	131	15	124~ 138	18	- 30
粘质潮土	174	11	169~ 179	20	150	13	144~ 156	17	- 24
潮褐土	140	9	135~ 145	15	121	22	113~ 129	31	- 19
褐土性土	128	10	124~ 132	21	103	17	96~ 110	24	- 25
石灰性褐土	147	14	142~ 152	29	135	16	131~ 139	19	- 12
黄土状褐土	136	15	131~ 141	32	129	12	124~ 134	21	- 7

2 1 2 各农业生态环境土壤速效钾的动态变化 各农业生态区土壤速效钾含量均呈下降趋势(表 2)。其下降幅度因生态区不同存在着明显的差异。其中以一年两作(冬小麦、夏玉米)的河谷平原区下降最多,平均下降 3.1mg/kg,年均下降 3.1mg/kg。下降顺序为:河谷平原区>东部黄土丘陵区>河漫滩>西部土石山区。

表 2 不同农业生态区土壤速效钾动态变化 (mg/kg)

农业生态区	1981年				1991年				增减 (+ -)
	\bar{x}	S	95% 置信区间	样本数 (个)	\bar{x}	S	95% 置信区间	样本数 (个)	
河谷平原区	135	10	130~ 140	18	104	12	99~ 109	21	- 31
河漫滩	87	7	83~ 91	10	78	9	74~ 82	18	- 9
东部黄土丘陵区	145	20	138~ 152	30	121	23	113~ 129	33	- 24
西部土石山区	121	13	114~ 128	15	114	15	107~ 121	19	- 7

2 1 3 不同土壤质地土壤速效钾的动态变化 同一土壤类型,由于质地不同,土壤速效钾下降程度不同,以耕作洪积黄土石灰性褐土为例(表 3),可以看出:砂壤耕作洪积黄土石灰性褐土土壤速效钾含量下降最多,年平均下降 3.8mg/kg。下降顺序为砂壤>轻壤>中壤>重壤。

2 1 4 不同种植制度土壤速效钾动态变化 对连续 10年种植小麦—玉米(一年两作)、小麦、玉米、棉花地块的土壤速效钾含量测定结果(表 4)表明:小麦—玉米一年两作,连续种植 10年后,土壤速效钾下降最多,年平均下降 3.3mg/kg,其下降顺序是:小麦—玉米>棉花>玉米>小麦。

表 3 不同质地土壤速效钾的动态变化 (mg /kg)

土壤名称	1981年				1991年				增减 (+ -)
	\bar{X}	S	95% 置信区间	样本数 (个)	\bar{X}	S	95% 置信区间	样本数 (个)	
砂 壤	125	8	121~ 129	13	87	9	82~ 92	14	- 38
轻 壤	133	10	128~ 138	16	103	15	96~ 110	19	- 30
中 壤	148	13	142~ 154	21	122	20	114~ 130	25	- 26
重 壤	159	11	152~ 164	17	140	14	134~ 146	20	- 19

表 4 不同种植制度土壤速效钾的动态变化 (m g /kg)

种植方式	1981年				1991年				增减 (+ -)
	\bar{X}	S	95% 置信区间	样本数 (个)	\bar{X}	S	95% 置信区间	样本数 (个)	
小麦—玉米	146	11	141~ 151	16	113	15	107~ 119	26	- 33
小麦	140	4	137~ 143	7	125	19	118~ 132	30	- 15
玉米	135	7	131~ 139	11	116	10	111~ 121	18	- 19
棉花	148	4	144~ 152	5	120	7	116~ 124	13	- 28

2 2 小麦施用钾肥的产量效果及经济效益

2 2 1 钾肥对小麦产量及产量结构的影响 试验结果(表 5)表明, 随着钾肥用量的增加, 亩穗数、穗粒数、千粒重和产量逐渐增加。当亩施钾肥达到 15 0kg 时, 产量最高, 产量构成要素达到最佳值。继续增加施肥量, 亩穗数、穗粒数、千粒重及产量反而下降。施钾处理比不施钾处理, 亩穗数增加 2.6%~ 7.7%, 穗粒数增加 3.6%~ 8.0%, 千粒重增加 7.8%~ 12.4%, 增产 14.5%~ 30.7%。经方差分析, 重复间差异不显著, 处理间差异极显著 ($F=65.36^{**}>F_{0.01}=7.01$)。由此可知, 重复间土壤肥力没有显著差异, 而不同施钾量对小麦产量确有较大影响。

表 5 不同钾肥处理小麦产量及产量构成

处理	亩穗数 (万 亩)	穗粒数 (粒 /穗)	千粒重 (g)	产 量 (kg 亩)	产量差异	
					5%	1%
K ₀	39.1	25.0	37.2	363.6	a	A
K _{5.0}	40.1	25.9	40.1	416.5	ab	A
K _{10.0}	41.4	26.8	40.9	453.8	b	A
K _{15.0}	42.1	27.0	41.8	475.1	c	B
K _{20.0}	41.7	26.6	41.5	460.3	d	C

注: 5% LSD= 18.17kg/亩, 1% LSD= 26.43kg/亩。

2 2 2 施用钾肥的经济效益分析 根据 2 年的产量结果: 施钾肥量 (x)与小麦产量 (y)之间的关系符合 $y= a+ bx+ cx^2$ 模型。由试验结果求得效应方程为 $y= 361.85+ 13.69x- 0.43x^2$, 经回归方差分析: $F= 159.77^{**}$ ($F_{0.01}= 99.0$), 方程有效。

合理施肥必须增产增收。从试验结果看,钾肥不同施用量都有不同程度的增产效果,但其经济效益却有很大的差异。用边际分析法进行钾肥经济效益分析,结果表明(表 6),钾肥施用量以每亩 5kg(Δx)递增时,其产量的递增量(Δy),即边际产量是递减的。边际利润也是递减的。

表 6 钾肥不同用量的经济效益分析

处理	产量 (kg/亩)	亩增产 (kg)	边际产量 (kg/亩)	边际利润 (元/亩)	总增产值 (元/亩)	总成本 (元/亩)	总利润 (元/亩)
K ₅	416.5	52.9	52.9	32.7	39.7	7	32.7
K ₁₀	453.8	90.2	37.3	21.0	67.7	14	53.7
K ₁₅	375.1	111.5	21.3	9.0	83.6	21	62.6
K ₂₀	460.3	96.7	-14.8	-4.1	72.5	28	44.5

注:对照亩产 363.6kg,每公斤 K₂SO₄(P_x)以 1.4元计,每公斤小麦(P_y)以 0.75元计。

2.2.2.1 最高产量施肥量的确定 当边际产量等于零时,总产量最高,此时的施肥量即为最高产量施肥量。对方程: $Y = 361.85 + 13.69x - 0.43x^2$ 求一阶导数,并令 $dy/dx = 0$ 得 $x = 15.92\text{kg/亩}$,此时 $Y_{max} = 470.8\text{kg/亩}$ 为理论最高产量值,与实际最高产量值接近。

2.2.2.2 最佳施肥量的确定 当边际收益等于边际成本时,即产出等于投入,边际利润等于零时,单位面积上施肥总利润最大。最佳施肥量即是指单位面积上能获得最大利润的施肥量。此时, $\Delta y^\circ / P_y = \Delta x^\circ / P_x$, 对 $y = 361.85 + 13.69x - 0.43x^2$ 求导,并令 $dy/dx = P_x / P_y$, 得 $x = 13.75\text{kg/亩}$,即每亩施 K₂SO₄ 13.75kg 时,所获经济效益最大,最佳产量 468.8kg/亩,施肥利润为 59.64元/亩。

试验结果还表明,高产麦田,随着氮、磷肥用量的增加,土壤钾素营养水平要相应提高,使氮、磷、钾比例相互协调。本试验条件下,氮(N)、磷(P₂O₅)、钾(K₂O)最佳比例以 2:1:1为宜。

3 小结

晋南石灰性潮土和褐土的土壤速效钾含量均呈下降趋势,其下降幅度因土壤质地,农业生态区和种植制度不同而异。

小麦增施钾肥,具有明显的增产效应。本试验条件下,最高产量施肥量为 15.92kg/亩,最高理论产量可达 470.8kg,最佳经济施肥量为 13.75kg/亩,最佳理论产量 468.79kg/亩;最大施肥利润 59.64元/亩。因此,晋南高产麦田在长期高氮、高磷的情况下,进一步提高产量,大体需施 K₂SO₄ 13~15kg/亩。

参 考 文 献

- 1 中国土壤学会农业化学专业委员会编. 土壤农业化学常规分析方法. 北京: 科学出版社, 1983
- 2 曾庆芳, 邢万明, 马国明. 安阳褐土潮土钾素变化及增施肥效研究. 河南农业大学学报, 1994 28(3): 288 ~ 302

Potash Status in Calcareous Soil and the Effect of Potassium Fertilizer on Wheat in the South of Shanxi Province

Zhang Dingyi Wang Jiaoai Jia Wenlan Yan Cuiping

(Institute of Wheat, Shanxi Academy of Agricultural Sciences, Linfen 041000)

Abstract The potash status in calcareous soil is studied in the South of Shanxi. The results showed that quick-acting potassium level in Chao soil and Cinnanon soil tended to decrease. It decrease 31.25 mg/kg in Chao soil and 15.75 mg/kg in Cinnanon soil. It differed with soil types, soils in different agro-ecological areas and soils in different crop rotation system. The results of the potassium fertilizer experiment on wheat indicated that the application of potassium to wheat led to the increase of output simultaneously, obtained maximum yield, application rate and economic optimum application rate on wheat.

Key words Chao soil, Cinnanon soil, Potash status, Wheat, Effect of potassium fertilizer