

甘肃省农田氮磷钾养分平衡状况探析*

张树清

(中国农业科学院土壤肥料研究所 北京 100081)

摘要 对甘肃省农田 N、P、K 养分平衡状况分析结果表明,甘肃省农田 N、P、K 养分平衡状况为 N、P 盈余,而 K 素亏损。

关键词 农田 N、P、K 养分平衡

Farmland nutrient balance of nitrogen, phosphorus and potassium in Gansu. ZHANG Shu-Qing (Institute of Soil and Fertilizer, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China), *CJEA*, 2006, 14(1): 112 ~ 114

Abstract The farmland nutrient balance of nitrogen, phosphorus, and potassium in Gansu Province was studied and the results show that N, P in this region are surplus, K is at a loss.

Key words Farmland; Nitrogen, phosphorus and potassium; Nutrient balance

(Received Oct. 23, 2004; revised Nov. 30, 2004)

1 研究区域概况与研究方法

甘肃省总耕地面积 348.1 万 hm^2 , 粮食作物主要种植小麦、玉米、马铃薯、糜谷、水稻等, 播种面积约 288.80 万 hm^2 , 占总播种面积的 82.96%; 经济作物为油菜、胡麻、棉花、甜菜、烟叶等, 种植面积 49.32 万 hm^2 , 占总播种面积的 14.17%; 瓜果、蔬菜等作物播种面积占 2.87%^[1], 复种指数平均为 105%。20 世纪 60 年代中期以前该省农田 N、P、K 投入主要靠施用农家肥, 粮食及其他作物产量水平很低。70~80 年代随 N 肥用量的增加及配施少量 P 肥, 农作物产量大幅提高, 特别是进入 80 年代以后推广“配方施肥”, 提倡“N、P 配合, 重施 P 肥”, 调整 N、P 养分比例, 使施肥更加合理化、科学化。进入 20 世纪 90 年代 N、P 肥用量大增, 化学 K 素投入少, K 素循环一直完全依赖于有机肥, 导致局部地域或高产经济蔬菜作物种植区农田 N、P 表现盈余、K 素亏缺, 并在某些作物上表现出缺 K 症状。本研究通过查阅甘肃省历年经济统计年鉴(1949~2000 年)和甘肃省土壤肥料工作站、能源环境站、畜牧局有关统计上报资料, 并开展典型农户调查与采样, 测定肥料、植株 N、P、K 含量^[2,3], 统计分析甘肃省农田 N、P、K 养分平衡状况。

2 结果与分析

2.1 农田养分平衡对土壤养分的影响

农田养分平衡包括养分投入、养分携出和养分盈亏 3 个方面, 计算农田系统养分平衡时一般认为化肥、有机肥及作物收获物中的养分最为主要, 也相对易于得到较准确数据^[4,5]。由表 1 可知 1980 年甘肃省农田随作物带走的 N、P、K 分别为 15.07 万 t、6.41 万 t 和 14.78 万 t, 养分比例 N P_2O_5 K_2O 为 1 0.43 0.98, 而有机肥和化肥投入的 N、P、K 养分量分别为 18.36 万 t、6.15 万 t 和 7.61 万 t, 养分比例为 1 0.33 0.41。N 盈余 21.83%, P、K 亏损 4.06% 和 48.51%。1990 年作物产量大幅提高, 约为 1980 年作物产量的 2 倍, 通过施肥投入土壤的 N、P、K 养分数量也大幅增加, N、P 肥用量已超过作物对 N、P 的需求量, N 投入 39.29 万 t, 盈余 16.47 万 t, 为需 N 量的 72.2%; P 投入 12.80 万 t, 盈余 3.05 万 t, 为需 P 量的 31.3%。随作物产量的提高, K 素亏损更加严重, 亏损量达 12.63 万 t, 1990 年作物携出养分 N P K 为 1 0.43 0.98, 投入养分比例为 1 0.33 0.25。1995 年前作物产量增幅较小, 但 N、P、K 肥料投入量急增, N、P 肥投入分别为 44.66 万 t、27.16 万 t, 较作物需求呈较大幅度盈余, 其中 N 盈余 101.44%, P 盈余 187.10%, K 仍呈亏损状态, 有机肥、化肥投入养分比例为 1 0.61 0.24。1999 年作物产量增加, 作物对养分需求量增加, 但由于及时调整肥料用

* 甘肃省农牧厅项目“平衡配套施肥技术示范推广”资助

收稿日期: 2004-10-23 改回日期: 2004-11-30

量及比例, N、P、K 养分总量增加变化较小, 其投入量分别为 46.90 万 t、31.52 万 t、12.27 万 t, N P₂O₅ K₂O 为 1 0.67 0.26, 比例基本合理; 作物 N、P、K 需求量分别为 27.58 万 t、11.74 万 t、27.14 万 t, N P₂O₅ K₂O 为 1 0.43 0.98, N、P 仍盈余, K 素始终处于亏损, 这主要是自 20 世纪 80 年代以来大力提倡科学配方施肥, 增施 P 肥, 注重 N、P 比例, 而忽视 K 肥施用所致。

N 素平衡。 甘肃省土壤有机质和 N 素含量水平较低, N 肥增产效果明显。20 世纪 80 年代以来 N 素养分归还率一直为正值且呈稳定上升趋势, 1980 年、1990 年、1995 年和 1999 年分别为 121.83%、172.17%、201.44% 和 170.05% (见表 1), 很大程度提高了土壤供 N 能力。同时局部地区的 N 损失也造成环境污染, 2000 年对河西张掖、武威长期施肥农田进行典型调查发现, 施 N 量 375 kg/hm² 时极易造成 NO₃⁻-N 淋失, 当施 N 量 450 kg/hm² 时不仅引起施 N 效益下降, 生产成本上升, 且对地下水和农产品品质及人畜健康构成危害。

P 素平衡。 1980 年以前甘肃省农田土壤 P 素的补充主要以大量投入有机肥平衡土壤作物系统中的 P 素, 由于生产水平低下, 产出量及 N 素投入较少, 施用 P 肥的增产效果不明显, 故农业生产中曾出现重 N 轻 P 现象。1980 年前 P 养分平衡为负值, 养分归还率为 95.94%, N、P 化肥施用比例失调(N P₂O₅ 为 1 0.33)。据全国第 2 次土壤普查养分调查^[6], 该省 75% 土壤含 P 量低于临界值, 推广施用 P 肥则成为作物增产抗旱的有效措施。至 1990 年后 P 肥用量增幅很大, 提高了土壤供 P 能力, 1995 年 P 素养分归还率达 287.10%, 土壤中 P 素盈余。1999 年 P 素养分归还率降为 268.48%, 说明 P 肥施用开始走向节约资源、提高利用率阶段。

K 素平衡。 1980~1999 年养分平衡统计结果表明, 甘肃省农田 K 素亏缺总量分别为 7.17 万 t、12.63 万 t、11.30 万 t 和 14.87 万 t。1980~1990 年 10 年间 K 素亏缺量为 0.55 万 t, 而 1990~1999 年亏缺量增加 2.24 万 t, 其主要原因是作物产量增加而被动从土壤中带走较多的 K 素所致。从养分归还率看, 1999 年甘肃省农田 K 素养分归还率高于 1990 年 1.72 个百分点, 但均低于 1980 年以前的 K 素养分归还率。无论从作物携出的 N、P、K 养分比例, 还是从投入的 N、P、K 养分比例看, 作物带走的 K 素比例基本上为一固定值, 即 1 0.42~0.43 0.97~0.98, 该微小变动是由于作物播种面积及单产变化所致。进入 20 世纪 90 年代以后, 由于 N、P 用量大幅增加及 P 素投入比例的提高, 使 K 素比例明显下降, 且呈数量型供应不足。

表 1 甘肃省农田 N、P、K 素平衡状况 *

Tab.1 Balance of N, P₂O₅, K₂O nutrient of farmland in Gansu Province

年 份 Years	耕地面 积/万hm ² Area	作物总 产/万t Total yield	施有机肥/万t Organic manure			施化肥/万t Chemical fertilizer			合计/万t Total input			携出总量/万t Output			盈亏总量/万t Balance			归还率/% Return rate		
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1954	371.0	345.7	5.65	2.71	4.47	0.02	-	-	5.67	2.71	4.47	9.45	4.05	9.29	-3.78	-1.34	-4.82	60.00	66.91	48.12
1964	358.9	327.4	5.69	2.78	4.45	0.67	0.01	-	6.36	2.79	4.45	9.06	3.86	8.88	-2.70	-1.07	-4.43	70.20	72.28	50.11
1974	357.8	539.9	6.91	3.75	6.17	12.20	2.26	-	19.11	6.01	6.17	14.74	6.30	14.53	4.37	-0.29	-8.36	129.65	95.40	42.46
1980	355.4	587.6	8.40	3.85	7.07	9.96	2.30	0.54	18.36	6.15	7.61	15.07	6.41	14.78	3.29	-0.26	-7.17	121.83	95.94	51.49
1984	352.8	709.1	8.59	4.17	7.68	18.20	4.27	0.65	26.79	8.44	8.33	17.16	7.34	16.78	9.63	1.10	-8.45	156.12	114.99	49.64
1990	347.6	1045	10.39	4.42	8.58	28.90	8.38	1.14	39.29	12.80	9.72	22.82	9.75	22.35	16.47	3.05	-12.63	172.17	131.28	43.49
1995	348.3	1187	11.38	4.63	9.33	33.28	22.53	1.25	44.66	27.16	10.58	22.17	9.46	21.88	22.49	17.70	-11.30	201.44	287.10	48.35
1999	349.0	1560	12.37	4.84	10.08	34.53	26.68	2.19	46.90	31.52	12.27	27.58	11.74	27.14	19.32	19.78	-14.87	170.05	268.48	45.21

* 表中归还率 = (养分施入量/养分携出量) × 100%; 计算盈亏及归还率考虑肥料损失, 养分利用率按累积利用率计算, 有机氮、化肥 N、化肥 P 利用率各按 80%、60% 和 70% 计算^[5]。

2.2 农田 N、P、K 养分投入与产出

作物产量与施肥。 甘肃省农田 N、P₂O₅、K₂O 施用量由 1954 年 12.85 万 t 提高到 1999 年的 90.69 万 t, 为 1954 年的 705.8%。其中有机肥提高 212.7%, 化学肥料施用由 1954 年的 0.02 万 t 提高到 1999 年的 63.4 万 t, 化肥施用增长速度大大高于有机肥。同时粮食、棉花和油料等多种作物总产量由 1954 年的 345.73 万 t 增到 1999 年的 1559.56 万 t (其中粮食 750 万 t), 为 1954 年的 4.51 倍。经回归分析, 施入总养分量、有机肥养分量、化肥养分量与作物总产量(Y)呈正相关, 其中施入总养分量(x)与作物总产量(Y)关系式为:

$$Y = 114.18 + 14.58 X \quad (r = 0.9855) \quad (1)$$

施入化肥养分量(x_1)与作物总产量(Y)关系式为:

$$Y = 323.89 + 17.67 X_1 \quad (r = 0.9848) \quad (2)$$

施入有机肥养分量(x_2)与作物总产量(Y)关系式为:

$$Y = 773.15 + 78.21 X_2 \quad (r = 0.9587) \quad (3)$$

农田 N、P、K 养分平衡分析。甘肃省农田 N、P、K 养分变化较大,1954 年以来农田 N、P 由亏为盈,而 K 素始终处于亏缺状况。N 素盈余出现在 20 世纪 70 年代中后期,随化学 N 肥的大量应用,N 素投入量增大,至 1999 年农田 N 素盈余量达 19.32 万 t,养分归还率 170.05%,最高年份 1995 年为 201.44%。从表面看 N 素盈余已相当于总投入量的 1/3 ~ 2/3(不包括 N 肥损失)。今后化肥利用方面还应继续增大 N 素投入量,进一步提高 N 肥利用率。P 素在 1980 年以前处于亏缺状况,亏缺量为 0.31 ~ 1.34 万 t,P 素补充依赖于有机肥。进入 80 年代后随着化学 P 肥的推广使用,1984 年 P 素平衡盈余 1.10 万 t,1995 年盈余 17.70 万 t,1999 年盈余 19.78 万 t,养分归还率达 268.48% ~ 287.10%,这是进入 90 年代以来重施 P 肥的结果,使化肥 P 素比例上升至 70% ~ 80%,N、P 比已基本趋于合理,但局部地区出现 P 素盈余问题,今后应重点考虑 P 的残效及累积利用率问题。农田 K 素 1954 年亏缺 4.82 万 t,1999 年亏缺总量达 14.87 万 t,且 K 素归还率为 42.46% ~ 51.49%,徘徊在 50% 左右。故 K 素补充完全依赖有机肥的低水平供给,每年作物带走的 K 量约 1/2 需耗竭土壤中的 K 库储量,同时证明甘肃省土壤 K 素潜在供给能力较高。目前尚未发现该省主要粮食作物大面积缺 K 现象,但要尽量减少封闭循环中的 K 损失,把从农田土壤中带走的 K 素归还于土壤,推广化学 K 肥十分必要。

2.3 农田养分平衡与土壤养分及肥料投入变化的关系

随肥料养分投入增加与农作物产量提高,土壤养分变化与肥料养分的投入及比例结构密切相关。从土壤养分监测结果看,1998 年甘肃省土壤全 N 平均含量 0.92g/kg,较 1983 年提高 0.12g/kg,增幅 15%;土壤全 P 含量变化较小,仅提高 0.038g/kg,但土壤速效磷平均含量为 11.19mg/kg,较 1983 年的 7.36mg/kg 提高 3.83mg/kg,增幅达 52%;土壤全 K、速效钾平均含量 1998 年分别为 21.77g/kg、195.14mg/kg,较 1983 年的 19.55g/kg、189.50mg/kg 略有增加。全省肥料养分投入总量和种类、品种均增加,1984 年养分投入总量为 43.52 万 t,其中化肥 22.47 万 t,N、P 分别为 18.20 万 t、4.27 万 t。1999 年养分投入总量为 92.50 万 t,其中化肥 63.39 万 t,N、P、K 分别为 34.53 万 t、26.68 万 t、2.19 万 t。尽管随农作物产量的增加大量携出农田 N、P、K 养分,但 N、P 养分投入的增加弥补了差额,呈现出农田 N、P 盈余,土壤 K 素略有上升,这与养分平衡中 K 素亏缺的事实相悖,可能是由于土壤 K 素变化复杂,涉及影响因素较多所致。

3 小 结

甘肃省农田生态系统 N、P 养分由亏变盈,K 素始终处于亏缺。1980 年全省 N 素盈余 3.29 万 t,P、K 亏缺 0.31 万 t 和 7.17 万 t,1999 年随着无机、有机养分投入增加及产量的提高,N、P 盈余 19.32 万 t 和 19.78 万 t,K 亏缺 14.87 万 t,N、P、K 养分平衡归还率分别达 170.05%、268.48% 和 45.21%。全省 N、P、K 养分投入量由 1954 年的 12.85 万 t 增至 1999 年的 90.69 万 t,粮、棉、油多种作物产量由 1954 年的 345.7 万 t 增至 1999 年的 1560 万 t;施入总养分量、有机肥养分量、化肥总养分量与作物总产量呈正相关。因此要坚持推行无机肥与有机肥相配合,N、P、K 肥均衡配施原则,提高肥料利用率,以真正实现农田养分的平衡。

参 考 文 献

- 1 甘肃省统计局.甘肃省经济统计年鉴.兰州:甘肃人民出版社,1949~2000
- 2 农业部全国土壤肥料总站.土壤肥料检测实用手册.北京:中国农业出版社,1990
- 3 农业部全国土壤肥料总站.配方施肥.北京:中国农业出版社,1994
- 4 鲁如坤等.土壤-植物营养学原理.北京:化学工业出版社,1998
- 5 周建民.农田养分平衡与管理.南京:河海大学出版社,2000
- 6 甘肃省土壤普查办公室.甘肃土壤.北京:中国农业出版社,1991.6