

文章编号: 1003-8701(2001)02-0036-05

吉林省农田养分平衡的研究

黄 健, 王爱文, 张惠琳, 肖延华

(吉林省土壤肥料总站, 吉林 长春 130012)

摘 要:通过对建国以来吉林省化肥、有机肥投入情况和粮食产量的变化,研究了农田养分平衡。从中可以看出,全省化肥和有机肥的投入均呈逐年增加的态势,但由于增加的速度不同,引起了化肥和有机肥的结构发生了变化。有机肥占总投入的比重在减少,而化肥比重在快速的增加。同时伴随着生物产量的提高,携走大量的农田养分,农田养分的平衡也发生了变化。土壤中的氮素略有亏损,但仍属适量水平,磷素有大量的积累,而土壤钾素 50 年累计亏损 253.7 万 t。并相应地提出了调控农田养分平衡的对策。

关键词:化肥;有机肥;农田养分平衡;吉林省

中图分类号:S 158.3

文献标识码:A

吉林省地处松辽平原台地,历史上素有“关东黑土,乌金宝地”之说,农田养分比较丰富,从 1958 年和 1979 年两次全省土壤普查的结果也证明了这一点。但随着科学技术的快速发展,粮食单产水平不断增加,特别是近 20 年来化肥与农肥的投入水平和结构都发生了变化,致使农田养分的消长也随之变化。为了说明这些变化,本研究根据有关的农业统计资料,分析了吉林省农田土壤肥料结构的演变过程和主要营养元素氮、磷、钾的收支变化情况,力求从宏观上概括说明农田养分的循环状况,为今后更有效地调控农田养分、培肥地力和减少不合理的化肥施用对环境的污染提供可资借鉴的科学依据。

1 研究方法

农田养分平衡状况是比较复杂的系统,它是作物、土壤、肥料三者之间的一个动态平衡过程。影响这个平衡过程的因素很多,诸如土壤的性质和土壤的供肥能力、不同作物的营养要求及其地区性差异、不同肥料的性质、种类及其利用率等^[1]。在目前技术手段条件下,还不能完全掌握和量化这些影响因素,因此也就不能及时准确监测农田养分的盈亏情况,只能利用“黑箱理论”,把农田土壤看作“黑箱”,通过计算农田养分的物质投入量和输出量,最后定性确定农田养分的盈亏状况。为了研究方便,我们只采用化肥、有机肥料和农产品携出养分三项简单指标来反映农田养分的一般平衡状况,暂且不考虑其它因素。分析数据来源于 1950~1999 年吉林省农业统计资料。

1.1 农田养分输入量的计算

收稿日期:2000-10-30

作者简介:黄 健(1961-),男,吉林省长春市人,吉林省土壤肥料总站高级农艺师,学士,主要从事土壤肥料及早作农业技术的推广工作。

1.1.1 有机肥料

有机肥料肥源主要是人畜粪尿和作物秸秆等。过去习惯上通过计算人畜粪尿排泄量和作物秸秆的产量来估计其有机养分量,但估算的难度大而且不准。本研究采用的是《中国土壤肥力》一书中介绍的有机养分循环法^[2]来确定有机养分量,即有机肥养分=农产品子实收获量×农产品中养分进入有机肥中的循环系数。不过,结合吉林省的具体情况,对各种营养元素的循环系数作了一定的调整。1985年以前氮定为0.5,磷定为0.8,钾定为0.75;1985年以后,由于吉林省每年大约有10%的玉米出口外调,在有机循环中是一个输出型开放系统,因此降低了有机循环率,相应地氮定为0.4,磷定为0.75,钾定为0.75。

1.1.2 化肥

化肥投入量的计算是根据吉林省农业统计资料统计而来的,但有个别年份缺乏数据或只笼统的有“化肥实物量”,很难计算出化肥中氮、磷、钾纯养分量,为此只得采用内插的方法,推算补齐这些数据。复合肥除磷酸二铵外,其它混配肥很难确定其统一的养分含量和氮、磷、钾比例,只能根据经验定其平均养分含量为35%,氮、磷、钾比例定为1:1:1,由此推算氮、磷、钾纯量,再分别合并到单质化肥用量中。

1.2 农田养分输出量的计算

指农产品收获时从农田中携走的养分量。根据各种作物产量和作物形成100g风干农产品子实时吸收氮、磷、钾的量来计算。这里主要计算玉米、水稻、大豆、小麦、高粱、谷子和杂粮7种作物,各种作物的吸收参数参照有关的农业手册^[3]。但豆科作物由于有固氮作用,计算时只按参数的1/3处理^[2]。

2 结果与讨论

为了便于分析和讨论,本研究将统计出的数据从1950年起按5年一个时间段划分,计算出各项指标的累计量或平均数,这样可能从宏观上更能说明我省农田养分投入过程中肥料的变化和发展趋势以及养分平衡情况。

2.1 化肥用量和氮、磷、钾比例的变化

纵观吉林省化肥应用的历史,可以看出呈明显的阶段性。张宽曾划分为四个阶段:化肥的试用阶段、试验示范阶段、推广阶段、合理施肥和配方施肥阶段^[4]。从表1中分析看出,建国至1965年以前化肥使用很少,主要以有机肥为主,60年代的前5年(1960~1964年)的年平均用量仅4.03万t,但后5年(1965~1969年)增加到了20.13万t,是前期的5倍。1970年是化肥用量快速增长时期,由于高产杂交品种的推广,施肥量的需求也进一步增加,年平均施肥量是60年代的6倍左右。进入80年代,我省的化肥施用进入一个新阶段,不仅用量增加至70年代的3倍左右,而且在80年代的后期全面推广了配方施肥技术,做到了化肥的合理施用。到了90年代,由于肥效的降低,投入化肥的比较经济效益下降,化肥的增加速度变缓,但仍是80年代施用量的2倍左右。“九五”期间公顷施用267kg,比全国平均水平250.4kg/hm²高出6.5%。

不仅化肥总量增加,而且氮、磷、钾的比例也在变化。50~60年代主要以氮肥为主,很少施磷肥,几乎不施钾肥;70年代以后开始试用磷肥,氮、磷、钾比例为1:0.14:0;80年代初开始大面积推广磷肥,尤其是大量施用进口的磷酸二铵,氮、磷、钾比例曾达到1:0.51:0.01;80年代后期和90年代,钾肥的肥效逐渐显效,钾肥比例在增加,氮、磷、钾的比例约为1:0.36~0.41:0.07~0.09。

表 1 吉林省化肥使用情况

万 t, a

时 期	年平均 用 量	后 10a/ 前 10a	化 肥 (N+P ₂ O ₅ +K ₂ O)	氮 肥 (N)	磷 肥 (P ₂ O ₅)	钾 肥 (K ₂ O)	N:P ₂ O ₅ :K ₂ O
1950~1954	0.55		0.35	0.35			
1955~1959	2.03		2.10	1.86	0.22	0.02	1:0.11:0
1960~1964	4.03	1	4.17	3.81	0.36		1:0.09:0
1965~1969	20.13		20.80	18.76	2.04		1:0.11:0
1970~1974	64.25		66.24	57.87	8.15	0.22	1:0.14:0
1975~1979	86.13	6.22	88.77	77.44	11.03	0.30	1:0.14:0
1980~1984	193.10		192.90	126.06	65.12	1.72	1:0.51:0.04
1985~1989	256.70	2.99	261.29	179.88	74.29	7.12	1:0.41:0.07
1990~1994	402.64		416.61	287.11	108.85	20.65	1:0.38:0.07
1995~1999	518.50	2.05	542.01	373.04	134.48	34.49	1:0.36:0.09

2.2 粮食产量的变化

国内外有关资料表明,化肥与粮食产量有着密切的关系,化肥在粮食增产作用中占 32%,高于灌溉(28%)、种子(17%)、农机(13%)^[5]。因此,化肥用量的提高和合理的施用必然要促进粮食产量的增加。我省粮食生产发展的历史与上述结论相符(图 1)。通过统计分析,二者呈明显的正相关,相关系数可达 0.99。但化肥品种间在增产作用中的密切程度有差异,其中氮、磷肥较密切,相关系数分别达到 0.99 和 0.98,钾肥稍差,相关系数为 0.91。“九五”期间全省化肥达到 500 万 t,粮食总产达到 200~225 亿 kg 的阶段水平。粮食的增产携走大量的农田养分,同时加速了有机循环,影响着农田养分的平衡。

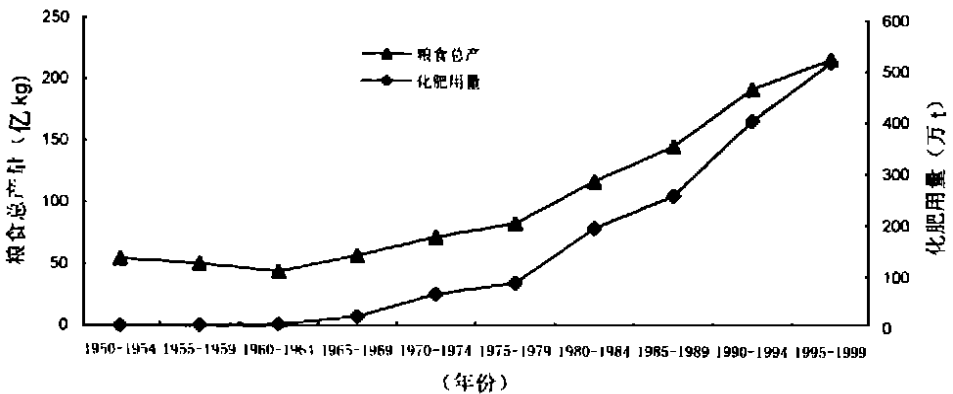


图 1 吉林省粮食产量与化肥用量的关系

2.3 有机肥总量与结构的变化

我省有机肥的绝对数量一直呈增长态势(表 2)。这主要是由于牧畜业的发展和生物产量提高的结果。但化肥和有机肥的结构却发生了很大的变化(图 2)。在肥料总量中,有机肥增长的速度慢,而化肥增长的快。化肥数量在 70~80 年代开始剧增,80 年代有机肥和化肥养分总量基本持平,90 年代化肥开始超过有机肥的数量。但需要指出的是,在肥料的变化比例中,氮、磷、钾的变化速度还不尽相同,氮、磷增长较快,特别是施用量大、增产效果明显的氮肥早在 70 年代就已超过了有机肥,而钾肥目前仍以有机钾肥为主,有机钾肥占总投入的 85%。

表 2 吉林省有机肥使用情况

万 t, a

时 期	有机肥 (N+P ₂ O ₅ +K ₂ O)	有机氮肥 (N)	有机磷肥 (P ₂ O ₅)	有机钾肥 (K ₂ O)
1950~1954	116.62	33.32	23.66	54.64
1955~1959	102.65	30.52	21.76	50.37
1960~1964	90.25	27.25	19.00	44.00
1965~1969	116.29	35.25	24.76	56.28
1970~1974	143.20	44.88	29.95	68.37
1975~1979	161.24	51.77	33.16	76.31
1980~1984	224.64	72.99	45.53	106.12
1985~1989	256.10	72.54	51.98	131.58
1990~1994	337.84	95.81	68.51	173.52
1995~1999	377.90	107.57	76.71	193.62

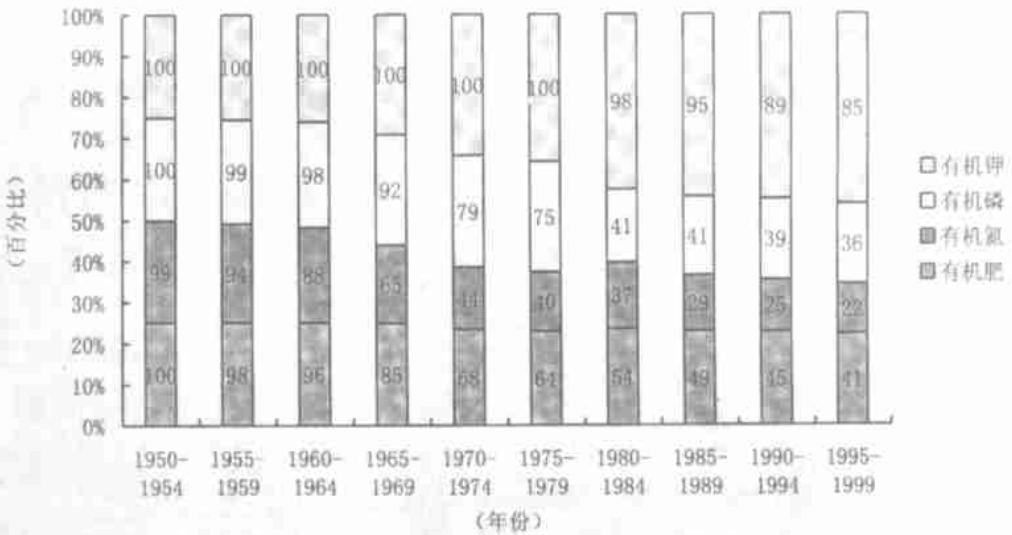


图 2 吉林省肥料结构变化情况

2.4 农田养分平衡的变化

由于肥料投入的变化,粮食产量水平的提高,导致农田养分平衡的变化。从表 3 中可以看出,我省农田养分平衡中 70 年代以前氮、磷、钾 3 种营养元素都处于亏缺状态。直到 90 年代的前期(1990~1994 年)氮素的投入和产出才基本持平,到了 90 年代的后期(1995~1999 年)由亏转为略盈;磷素在 70 年代的后期(1975~1979 年)基本持平,80 年代开始盈余,90 年代逐渐加大,这与化肥的投入情况非常相似;钾素的情况 50 年来一直处于亏缺状态,而且愈亏愈多,90 年代已达到年亏缺 6~7 万 t 的水平,但 90 年代的后期由于三元素复合肥的大量施用,亏缺状况似乎有所缓解,前期(1990~1994 年)比后期(1995~1999 年)累计亏缺量减少 19.2%。以上情况说明,我省农田养分的某些营养元素在逐年改善,尤其以磷在土壤中积累较为明显,农田中缺乏氮、磷的面积在缩小,同时也引起了氮、磷肥效的下降。钾素由于入不敷出,长期耗竭,总是处于亏缺状态。因此缺钾面积扩大,施用钾肥效果由东部向中西部延伸,由风沙土、白浆土、水稻土等个别土壤类型扩展到黑土、黑钙土等一般土壤类型,增产的效果也愈来愈明显。

表 3 吉林省不同时期农田养分平衡状况

万 t, a

时 期	N			P ₂ O ₅			K ₂ O		
	输入	输出	盈亏	输入	输出	盈亏	输入	输出	盈亏
1950~1954	33.67	66.63	-38.12	23.66	29.58	-5.92	54.65	72.87	-18.22
1955~1959	32.38	61.03	-34.07	21.98	27.19	-5.21	50.39	67.16	-16.77
1960~1964	31.06	54.50	-29.25	19.36	23.75	-4.39	44.00	58.66	-14.66
1965~1969	54.01	70.51	-30.22	26.80	30.95	-4.15	56.28	75.04	-18.76
1970~1974	102.75	89.75	-19.78	38.10	37.44	0.66	68.59	91.16	-22.56
1975~1979	129.21	103.54	-16.94	44.19	41.44	2.74	76.61	101.74	-25.13
1980~1984	199.05	145.99	-14.61	110.65	56.91	53.74	107.84	141.49	-33.65
1985~1989	252.42	181.35	-20.76	126.27	69.31	56.96	138.70	175.45	-36.74
1990~1994	382.92	239.54	-0.18	177.36	91.35	86.01	194.17	231.37	-37.19
1995~1999	480.61	268.91	27.69	211.19	102.28	108.91	228.11	258.16	-30.05
50 年累计	1 698.08	1 281.75	-176.25	799.56	510.20	28 9.35	1 019.34	1 273.10	-253.73

注:化肥氮肥按 45% 损失,有机氮肥按 15% 损失,磷、钾肥损失不计。输入量=化肥+有机肥,输出量=作物携出养分量。

3 结论与对策

吉林省农田养分状况总的看来正朝着好的方向发展,但各种营养元素不平衡。若以平衡系数指标来衡量(平衡系数 $K = \text{实现输入量} / \text{实际输出量}$),划分为“过量”(K 值 > 1.2)、“适中”(K 值为 $0.9 \sim 1.2$)和“不足”(K 值 < 0.9)^[6],则“九五”期间我省农田养分氮的平衡系数为 0.93,属“适量”水平,磷为 2.06,属“过量”水平,钾为 0.88,属“不足”水平。因此,在今后施肥实践中,氮肥要做到深施,提高氮肥的利用率,减少挥发、硝化和反硝化所造成的损失。磷肥的情况比较复杂,从养分平衡角度看,应适当减少投入,我们曾在全省 5 个土壤类型开展了减磷试验。结果表明,减少现行施肥用量的 15%~45% 并不影响产量,但考虑到磷肥有抗低温冷害作用和建立土壤“磷库”的目的,磷肥施用应维持在现有水平,同时要改进施肥方法,注意口肥的施用。我省土壤钾素亏缺严重,50 年累计亏了 253 万 t,钾肥的肥效也日渐明显。今后钾肥要加大推广力度,以有机肥为主,辅之以化肥。

有机肥是农田养分输入的重要组成部分。目前我省有机肥年施用量为 7 030.8 万 m³ (不包括秸秆和根茬还田,1999 年调查数),有机养分占肥料总投入的 41%,比全国同期水平(37%)高了 4 个百分点^[7],而有机肥仍是钾肥的主要来源。今后有机肥建设一是要贯彻《基本农田保护条例》,在政策上引导和扶持农民施用有机肥;二是要大力推广秸秆还田,农机和农艺部门应相互配合解决秸秆粉碎还田过程中土壤失墒、争氮、保全苗难的问题;三是要坚持传统的有机肥堆沤办法,引进微生物快速腐熟技术,提高有机肥的堆沤质量;四是要有有机肥工厂化,使有机肥生产逐步商品化。

参考文献:

- [1] 中国农业科学院土壤肥料研究所·中国化肥区划[M]·北京:中国农业出版社,1986.
- [2] 沈善敏·中国土壤肥力[M]·北京:中国农业出版社,1998.
- [3] 鲁如坤,史陶钧·农业化手册[M]·北京:科学出版社,1982.
- [4] 张 宽·吉林省肥料演变及提高化肥效益的重要措施[J]·吉林农业科学,1989,(3).
- [5] 谢建昌·钾与中国农业[M]·南京:河海大学出版社,2000.
- [6] 严 红,等·黑龙江省农田生态系统氮磷钾盈亏平衡的研究[J]·东北农业大学学报,1996,27(3):219-222.
- [7] 李庆远,等·中国农业持续发展中的肥料问题[M]·南昌:江西科学技术出版社,1998.