

广西农田养分循环与平衡分析^{*}

Nutrient Circulation and Balance of Farm Land in Guangxi

谭宏伟 周柳强 谢如林

Tan Hongwei Zhou Liuqiang Xie Rulin

(广西农业科学院土肥研究所 南宁 530007)

(Institute of Soil and Fertilizer, Guangxi

Academy of Agricultural Sciences, Nanning, 530007)

摘要 以广西合浦县(桂南)、贺州县(桂东北)、来宾县(桂中)、大化县(桂西北)和田阳县(桂西)共 5 县 30 村 150 户及广西有关农业生产资料(1997 年)分析广西农田养分循环状况。结果表明:广西农田施肥年亏缺氮肥 280 412.3 t, 钾肥 507 856.6 t; 盈余磷肥 241 098.23 t。水田盈余氮肥 51 954.3 t, 磷肥 139 590.25 t, 亏缺钾肥 4 372.4 t, 盈余的氮肥已对水体造成污染;旱地盈余磷肥 36 067.79 t, 亏缺氮肥 321 372.63 t 和钾肥 503 484.13 t。水田增施钾肥才能维持水田养分平衡;旱地增施氮、钾肥才能有效促进作物(如甘蔗)增产、增收。在目前产量情况下,需增施 N 280 412.3 t, K₂O 507 856.6 t, 才能实现广西农田养分平衡。

关键词 农田 养分循环 营养平衡

中图法分类号 S 282

Abstract The status of nutrient circulation in the farm land of Guangxi was analysed in terms of the agricultural information from 150 households of 30 towns of 5 counties across Guangxi which are Hepu (south), Hezhou (northeast), Laibin (middle), Dahua (northwest) and Tianyang (west). The results are as follows. There are 280 400 tons of nitrogen fertilizer and 507 900 tons of potassium fertilizer deficient each year in the farm land, with 311 300 tons of phosphorus fertilizer surplus. For paddy fields, there are 51 900 tons of nitrogen fertilizer and 139 600 tons of phosphorus fertilizer surplus each year, with lacking of 4 400 tons of potassium fertilizer. The surplus nitrogen is giving rise to the pollution of waters. For dry land, there are 36 100 tons of phosphorus fertilizer surplus each year, but lacking 321 400 tons of nitrogen fertilizer and 503 500 tons of potassium fertilizer. Potassium is responsible to keep the equilibrium of nutrient in paddy fields. The dry land needs to invest more nitrogen and potassium fertilizers in order to increase outputs of crops effectively. In the current situation, 280 400 tons of nitrogen and 507 800 tons of potassium fertilizers are required to maintain the nutrient circulation in Guangxi region.

Key words farm land, nutrient circulation, nutrition balance

长期以来，农业生产的巨大进步靠不断增加资金和能源的投入来实现，这种高投入农业在不少情况下可能带来一系列环境和资源问题，如：化肥、农药等化学品的大量使用会造成对水、土壤及农产品的不良影响，现已引起人们的重视。随着人类环境意识的增强，研究农田养分循环和平衡，提高肥料利用率，减少因施肥对环境的污染，有效地提高农业产出有重要意义。

1 材料与方方法

根据广西农业生产特点，选择具有代表性的合浦、贺州、来宾、大化和田阳等 5 个县（市）进行调查，每个县（市）调查两个乡（镇），共计 10 个乡（镇）；每乡（镇）调查 3 个村，共计 30 个村；每个村调查 5 户，共计 150 户，同时，收集省、县（市）、乡、村有关农业生产统计资料。

贺州市代表桂东北农业区，以种植水稻、蔬菜、烟草为主；来宾县代表桂中农业区，以种植水稻、甘蔗、玉米、大豆和花生为主；合浦县代表桂南农业区，种植水稻、薯类、甘蔗、花生和热带果树等作物为主；大化县代表桂西北石山农业区，以种植玉米、大豆、薯类等作物为主；田阳县代表桂西农业区，种植水稻、冬季蔬菜、甘蔗、香蕉和 果等。

1.1 农田养分投入量

农田养分带入与施肥、降雨和灌溉水等有关，施用厩肥养分含量采用中国农业百科全书农业化学卷 164 页的参数及多年来的田间试验数据；降雨和灌溉水采用马茂桐等^[1]（1994 年）的参数及田间数据，1992 年灌溉排水用马茂桐等^[2]（1992 年）的参数及田间试验数据。

1.2 农田养分支出量

农作物带走养分根据多年田间试验结果进行统计；农田养分淋失和肥料 N 的损失采用鲁如坤等^[3]的参数进行统计。

2 结果与分析

2.1 农业生产基本情况

据 1997 年末统计，全自治区人口 4 633 万人，其中：农业人口 3 793 万人；耕地面积 264.60 万公顷，其中：水田 151.93 万公顷，旱地 112.93 万公顷。

1997 年全区农作物总播种面积 620.3 万公顷，其中：粮食作物 373.85 万公顷，甘蔗 54.93 万公顷，其他作物 191.52 万公顷，粮食总产 1 669.11 万吨，甘蔗产量 3 242.38 万吨（详见表 1）；果园面积 66.83 万公顷，水果产量 315.52 万吨，主要水果的产量见表 2。

1997 年生猪出栏头数 3 104.09 万头，生猪存栏 2 700.51 万头；大牲畜存栏 875.8 万头，其中：牛 839.3 万头，马 34.32 万匹。

化肥施用量（折纯）146.14 万吨，其中：氮肥 58.15 万吨，磷肥 22.77 万吨，钾肥 31.40 万吨和复合肥 33.82 万吨。

2.2 农户调查情况

2.2.1 农户基本情况

农户家庭人口平均 4.8 人，平均有耕地面积 0.366 hm^2 ，其中：水田 0.34 hm^2 ，旱地 0.025 hm^2 ，主要耕作制度，水田：早稻—晚稻、早稻—晚稻—冬蔬菜、红麻—晚稻、早稻—花生；旱地：甘蔗，花生—红薯、红麻—红薯、玉米—红薯等。粮食主产区，平均每户产

粮 3 645.9 kg, 其中: 上交公粮 828.6 kg, 卖出余粮 1 263.8 kg; 施用厩肥(猪、牛、羊、马) 1 447.9 kg。

平均每户年施用化肥 766 kg, 其中: N 446 kg、 P_2O_5 223 kg、 K_2O 97 kg。

2.2.2 各种作物平均产量情况

早稻 6 419 kg/hm², 晚稻 5 060 kg/hm², 甘蔗 59 033 kg/hm², 花生 1 954 kg/hm², 红薯 1 815 kg/hm², 红麻 1 033.7 kg/hm², 玉米 2 961 kg/hm², 大豆 1 215 kg/hm²。

2.3 主要作物施用化肥现状

2.3.1 粮食作物施用化肥

1997 年全区粮食作物播种面积 373.85 万公顷, 化肥用量为 944 894 t, 占全区化肥总用量 146.14 万吨的 64.66%, 可见化肥投入主要是粮食作物。主要粮食作物平均施用量见表 3; 各种粮食作物化肥用量, 水稻施用 686 106 t, 占全区化肥总用量 46.95%; 玉米施用 173 079.23 t, 占全区化肥总用量 11.84%; 红薯施用 44 614 t, 占全区化肥总用量 3.05%; 大豆施用 41 094.4 t, 占全区化肥总用量 2.81%, 详见表 4。

2.3.2 经济作物施用化肥

调查结果统计, 1997 年全区经济作物甘蔗、花生及麻类等单位面积化肥用量见表 5。化肥消耗量为 240 432.4 t。占全区化肥总用量 16.45%; 其中: 甘蔗施用化肥为 203 072.1 t, 花生 34 823.8 t, 麻类 2536.5 t, 见表 6。

2.4 主要作物施用有机肥现状

有机肥包括: 厩肥和作物秸秆。

2.4.1 施用厩肥

调查结果统计, 全区有牛 839.3 万头, 排泄量为 6 546.77 万吨; 马 34.32 万匹, 排泄量为 181.9 万吨; 猪 2 700.51 万头, 排泄量为 2 565.48 万吨; 羊 257.38 万只, 排泄量为 64.35 万吨。全区年使用厩肥量为 9 358.5 万吨, 厩肥带入农田养分 N 491 209.8 t, P_2O_5 192 102.4 t, K_2O 441 652.8 t, 见表 7; 各种作物施厩肥情况见表 8。

表 1 1997 年广西主要农作物播种面积和产量统计

作物	播种面积 ($\times 10^4$ hm ²)	产量 ($\times 10^4$ t)	单位面积产量 (kg/hm ²)
早稻	115.62	742.21	6 419
晚稻	114.35	578.69	5 060
玉米	56.11	166.12	2 961
大豆	26.75	32.46	1 214
薯类	33.14	60.15	1 815
花生	21.67	42.35	1 954
油菜籽	13.34	12.30	922
芝麻	0.88	0.59	670.5
黄红麻	0.89	1.84	2 067
苧麻	0.13	0.32	2 462
甘蔗	54.93	3 242.83	59 033
烤烟	3.99	6.69	1 677
木薯	27.33	129.53	4 739.5

表 2 1997 年广西主要水果产量

种类	产量 ($\times 10^4$ t)	种类	产量 ($\times 10^4$ t)
蕉类	83.95	菠萝	7.95
沙田柚	15.20	龙眼	13.76
柑桔橙	100.70	荔枝	16.20

表 3 主要粮食作物平均施化肥量

作物	施肥量(kg/hm ²)		
	N	P_2O_5	K_2O
水稻	159.65	62.53	76.17
玉米	169.31	68.98	70.17
薯类	54.19	43.86	36.57
大豆	53.10	52.89	47.12

表 4 粮食作物的化肥消耗量

作物	化肥消耗量(t)			
	N	P_2O_5	K_2O	合计
水稻	367139.7	143790.3	175176.0	686106.0
玉米	95000.9	38704.1	39374.3	173079.3
薯类	17958.9	14535.9	12120.0	44614.8
大豆	14203.1	14147.4	12763.9	41094.4

表 5 主要经济作物化肥施用量

作物	施肥量(kg/hm ²)		
	N	P_2O_5	K_2O
甘蔗	168.47	85.85	115.37
花生	52.98	55.33	53.22
麻类	120.00	75.00	90.00

2.4.2 作物秸秆还田

1997 年总产早稻秸秆 890.65 万吨, 70% 还田计 623.46 万吨; 晚稻秸秆还田占 20%, 计 138.9 万吨; 玉米秸秆产量 277.42 万吨, 20% 还田计 55.48 万吨; 大豆秸秆产量 58.43 t, 30% 还田计 17.53 万吨; 花生秸秆产量 88.94 万吨, 30% 还田计 26.68 万吨; 这些作物秸秆还田带入养分 N 47 198.7 t, P_2O_5 5 778.3 t, K_2O 72 542.2 t, 详见表 9。

红薯茎叶主要用于饲料, 经牲畜过腹还田; 甘蔗叶片主要用做燃料。

2.5 降雨和灌溉水带来养分及农田养分损失

每年每公顷农田降雨带来 N、 P_2O_5 和 K_2O 分别为 10.13 kg、0.20 kg 和 6.83 kg。

对水田而言, 灌溉水也能给稻田带来一定养分, 每公顷每季灌溉水可带来 N 3.3kg、 P_2O_5 0.03 kg 和 K_2O 4.8 kg。

水田养分渗漏和迳流损失, 每年每公顷损失 N 8.25 kg, P_2O_5 0.075 kg 和 K_2O 11.55 kg。

2.6 农田养分收支平衡

根据调查和研究各项收支参数, 计算出广西农田养分循环与平衡情况见表 10。从表 10 可见氮(N)、钾(K_2O)年亏缺分别为 280 412.3 t 和 507 856.6 t, 磷 (P_2O_5) 盈余 241 098.23 t, 这不包括菜园、果园和林地的施肥。

2.6.1 水田养分平衡

稻田养分投入 N 525 469.6 t, P_2O_5 187 847.1 t, K_2O 334 086.6 t, 在 N 的投入中, 化肥投入占 69.87%, 有机肥投入占 18.16%, 秸秆还田占 7.25%, 种子带入占 1.05%, 降雨和灌溉水带入占 3.67%; 在 N 的输出中, 水稻收获带走占 57.76%, 化肥损失占 31.01%, 有机肥 N 损失占 9.22%, 稻田渗漏损失占 2.01%; 全区稻田 N 素投入与输出之差, 年盈 51 954.3 t。同样, 磷 (P_2O_5) 年盈 139 590.2 t, 钾 (K_2O) 年亏缺 4 372.4 t, 施钾不足影响稻田产量提高, 见表 11。

2.6.2 旱地养分平衡

根据调查结果统计, 广西主要旱地作物化肥用量为: N 232 252.2 t, P_2O_5 127 201.8 t 和 K_2O 139 966.9 t, 较水田化肥施用量低。见表 12。

旱地氮素投入 538 786.12 t, 其中: 化肥占 43.11%、厩肥占 36.47%、秸秆还地占 1.69%, 固氮占 17.52%、种子带入占 1.00%, 降雨带入占 0.21%。氮素支出 860 158.75 t, 其中: 作

表 6 广西主要经济作物化肥消耗量

作物	化肥消耗量 (t)			
	N	P_2O_5	K_2O	合计
甘蔗	92540.9	47156.3	63374.9	203072.1
花生	11480.4	11990.6	11532.8	34823.8
麻类	1068.0	667.5	801.0	2536.5

表 7 厩肥带入农田养分 (t)

种类	N (t)	P_2O_5 (t)	K_2O (t)
猪	138535.9	82865.0	170091.3
羊	5855.9	2651.2	3269.0
牛	335194.6	102129.6	259252.1
马	11623.4	4456.6	9040.4
合计	491209.8	192102.4	441652.8

表 8 各种作物施肥厩肥量

作物	厩肥用量 ($\times 10^4$ t)	平均用量 (t/hm ²)	占总厩肥量 (%)
水稻	1 817.7	7.9	20
玉米	1 403.78	25.0	15
花生	467.93	21.6	5
甘蔗	935.9	17.0	10
大豆	467.93	17.5	5
薯类	467.93	14.1	5
菜园	1 403.78	—	15
果园	1 403.78	21.0	15
其它作物	935.9	20.5	10

表 9 作物秸秆还田带来养分

作物	N (t)	P_2O_5 (t)	K_2O (t)
早稻秸秆	31173	3865.5	49876.8
晚稻秸秆	6945	1111.1	11112
小 计	38118	4976.6	60988.8
玉米秸秆	3051.6	443.8	7822.7
大豆秸秆	2760.7	157.8	2068.5
花生秸秆	3268.4	200.1	1662.2
合 计	47198.7	5778.3	72542.2

物带走占 82.35%、化肥氮损失占 10.80%、有机肥氮损失占 6.85%。收支相抵,氮素年亏缺 321 372.63 t。

旱地 P_2O_5 投入 210 508.99 t, 其中: 化肥占 60.34%, 厩肥占 36.50%, 秸秆还地占 2.74%, 种子带入占 0.32%, 降雨带入 0.01%。 P_2O_5 支出 174 441.2 t, 主要是作物收获带走。收支相抵, 年盈余 36 067.79 t。

旱地 K_2O 投入 331 547.77 t, 其中: 化肥占 42.22%, 厩肥占 53.28%, 秸秆还地占 3.48%, 种子带入占 0.78%, 降雨带入占 0.23%。 K_2O 支出 835 031.9 t, 主要是作物收获带走。收支相抵, 年亏缺 503 484.13 t。

3 小结

全区农田养分平衡分析结果指出, 施用氮、钾肥不能满足作物生长养分平衡, 分别出现亏缺 280 412.3 t 和 507 856.6 t, 磷盈余 241 098.23 t; 但是, 分水田和旱地来分析农田养分平衡, 水田施肥出现氮和年磷盈余分别为 51 954.3 t 和 139 590.25 t, 钾年亏缺 4 372.4 t, 水田过剩施用氮肥对水体污染问题不可忽视。旱地

施肥出现磷年盈余 36 067.79 t, 氮和钾年亏缺 321 372.63 t 和 503 484.13 t。

根据农田养分平衡结果, 水田增施钾肥才能维持水田养分平衡, 也是实现平衡施肥, 促进水稻增产的有效措施。而旱地作物, 如甘蔗, 生长量大, 由于氮、钾不足限制了产量的提高, 增施氮、钾肥能有效促进旱地作物增产、增收。

表 10 广西农田养分循环与平衡

项 目	N (t)	P_2O_5 (t)	K_2O (t)	
养分输入	化 肥	599391.9	270992.1	315142.9
	有机肥	291891.5	192102.4	262443.3
	秸 杆	47198.7	5778.3	72542.2
	共生固氮	94419		
	种子带入	10909.3	2972.5	3696.0
	降雨和灌溉水	20445.3	322.83	11809.9
合 计	1064255.6	472168.13	665634.3	
养分支出	作物收获带走	987372.7	230253.2	1160136.8
	化肥损失	239756.8		
	有机肥损失	107999.9		
	渗漏损失	9538.65	816.7	13354.1
	合 计	1344667.9	231069.9	1173490.9
	平 衡	-280412.3	241098.23	-507856.6

注: 表内数据不包括菜园、果园和林地的施肥。

表 11 稻田养分收支平衡

项 目	N (t)	P_2O_5 (t)	K_2O (t)	
养分输入	化 肥	367139.7	143790.3	175176.0
	有机肥	95407.6	37312.0	85782.2
	秸秆还田	38118	4976.6	60988.8
	种子带入	5503	1468	1101
	降雨和灌溉水	19301.3	300.2	11038.6
	合 计	525469.6	187847.1	334086.6
养分支出	水稻收获带走	273478.8	47440.2	325104.9
	化肥损失	146855.9		
	有机肥损失	43642		
	渗漏损失	9538.65	816.7	13354.1
	合 计	473515.3	48256.9	338459.0
	平 衡	+51954.3	+139590.2	-4372.4

表 12 广西主要旱地作物养分循环的平衡

项 目	N (t)	P_2O_5 (t)	K_2O (t)	
养分输入	化 肥	232252.2	127201.8	139966.9
	厩 肥	196483.92	76840.96	176661.12
	秸 杆	9080.7	5778.3	11553.4
	固 氮	94419		
	种子带入	5406.32	665.34	2595.04
	降 雨	1143.98	22.59	771.31
合 计	538786.12	210508.99	331547.77	
养分支出	作物收获带走	708312.7	174441.2	835031.9
	化肥损失	146855.9		
	有机肥损失	92900.88		
	合 计	860158.75	174441.2	835031.9
	平 衡	-321372.63	+36067.79	-503484.13

(上接第 86 页 Continue from page 86)

随着平衡施肥技术的进一步推广,在目前产量情况下,需增加施 N 280 412.3 t, K₂O 507 856.6 t, 才能实现广西农田养分平衡,农业可持续生产。

参考文献

- 1 马茂桐,等.柳州地区降雨中营养元素含量.土壤,1994,26(6):322~324.
- 2 马茂桐,等.柳州市郊县灌溉水养分元素含量.灌溉排水,1992,11(2):14~17.
- 3 鲁如坤,等.我国典型地区农业生态系统养分循环和平衡研究.土壤通报,1996,27(4):145~151.

(责任编辑:邓大玉)