植物营养与肥料学报 2000,6(4):363～369
Plant Nutrition and Fertilizer Science

我国耕地土壤养分变化与肥料投入状况

高祥照[1], 马文奇[2], 崔　勇[1], 王蓉芳[1], 张福锁[3]
(1. 全国农业技术推广服务中心,北京 100026;2. 河北农业大学农学院,保定 071001;3. 中国农业大学植物营养系,北京 100094)

摘要:根据全国耕地地力监测点10余年监测结果,分析了我国耕地土壤养分变化与肥料投入状况。结果表明,有机肥投入量有逐渐减低的趋势,而化肥投入量稳中有升;常规施肥区土壤有机质、速效氮、速效钾年度间基本稳定,而速效磷稳中有升;空白区土壤有机质、速效氮基本稳定,速效磷、速效钾有下降趋势。养分收支平衡分析表明,氮磷盈余、钾亏缺。氮盈余量北方旱地、南方旱地和水田随年度稳中有升,而北方水田逐渐下降;磷盈余均稳中有升;钾亏缺南方水田在缓解,而其他农田在逐渐加大。

关键词:土壤养分;肥料投入;耕地
中图分类号:S158;S147.2　　**文献标识码**:A　　**文章编号**:1008-505X(2000)04-0363-07

土壤养分含量状况是农田土壤肥力的重要标志。定点监测农田肥料投入和土壤养分含量水平,不仅可以用来指导周围农田的肥料施用,而且长期监测的结果还可以了解土壤肥力演变趋势,分析当地农田施肥存在的问题,为宏观决策提供依据。农业部原土肥总站从1985年开始进行全国耕地地力监测,到1997年底,连续3年以上的国家级监测有效点数为147个,分布在16个省、自治区、直辖市80个县,涉及16个土类。按熟制分,一熟区34个、二熟区84个、三熟区29个。本文根据10余年监测结果分析讨论我国耕地土壤养分变化与肥料投入状况[3],并对今后肥料施用提出了建议。

1　材料与方法

1.1　土壤肥力监测点的设计

监测点一般设在永久性耕地上有代表性的地块,其分布充分考虑各地区的主要耕作制度、土壤类型、分布面积、生产能力、地理位置、管理水平、技术投入等因素。设置不施肥处理(空白区):旱地小区面积60m^{2}以上,用设置保护行、垒区间小埂等方法隔离;水稻田小区面积30～70m^2,用高0.6～0.8m,厚0.05m水泥板或其它材料作隔板,埋深0.3～0.5m,露出地面0.3m,以防止肥、水渗透;常规措施处理(常规区)面积不小于300m^{2}或直接用大田定点观测。各监测点以当地主要种植制度和种植方式为主,耕作、栽培和施肥等管理措施,能代表当地一般水平。

1.2　调查测定内容和方法

主要监测内容包括:气象记载、土壤基础性状、剖面特征、农田管理措施调查纪录,进行测产,每年采集土壤样品和植株样品分析养分含量。

土壤样品是在每年度最后一季作物收获后,在监测地块的常规施肥区采集。水稻田、旱地只采集耕层,蔬菜地采集耕层和亚耕层土样。每个样要求有20个以上取样点采土混合。分析方法:有机质,重铬酸

收稿日期:2000-02-15
作者简介:高祥照(1963—),男,江苏扬州人,博士,高级农艺师,处长,主要从事肥料与施肥技术研究与推广工作。
本研究是全国农业技术推广服务中心和原全国土壤肥料总站组织全国土肥系统共同完成的,在此表示衷心感谢。

钾滴定法;全氮,硫酸-硫酸钾-硫酸铜消煮蒸馏滴定法;碱解氮,扩散法;有效磷,碳酸氢钠浸提-钼锑抗比色法;速效钾,醋酸铵浸提-火焰光度计法。

选择主要作物的主栽品种,每种作物在每季作物收获前采集常规施肥区有代表性的植株样本。大行距作物取5株以上,小行距作物20株以上。果实与茎叶分别分析。分析方法:全氮,过氧化氢消煮蒸馏法或扩散法;全磷,过氧化氢消煮钼锑抗比色法;全钾,过氧化氢消煮火焰光度计法。

对处理区的每季作物分别进行籽实与茎叶产量的测定。籽实产量测定去边行后实打实收或随机取样测定,全田块取5个以上,面积为1~2m²(小麦等小行距作物)、5~10m²(玉米等大行距作物)的样方测产(为便于取样,把面积换算成穴数或米垄数)。茎叶产量根据小样本进行籽实与茎叶重量比的考种数据换算。保证有足够的单株数量,一般穴播作物考种取10穴;条播细秆作物取1米垄;条播粗秆作物取5~10米垄(棉花分籽棉和秸秆测产,并把籽棉折成皮棉)。

2 结果与分析

2.1 肥料投入状况

从全国136个监测点养分投入状况看:有机肥与化肥比,北方旱地两者相近,在200kg/hm²(纯养分,以下同)左右波动,其余类型农田均是化肥高于有机肥。年度之间比较,有机肥投入量均有逐渐减低的趋势,以北方水田最为明显,而化肥投入量稳中有升。不同类型农田比较,有机肥投入量以北方旱地最多,在200kg/hm²左右,其余均在100kg/hm²左右;化肥投入量水田高于旱地,南方高于北方,以北方旱地最少。按氮磷钾养分来看,有机肥带入的钾最多,其次是氮,磷最少;而化肥中,氮最多,4种农田均在200kg/hm²左右,近年稳中有升,磷和钾相近,每公顷不足100千克(图1,2)。

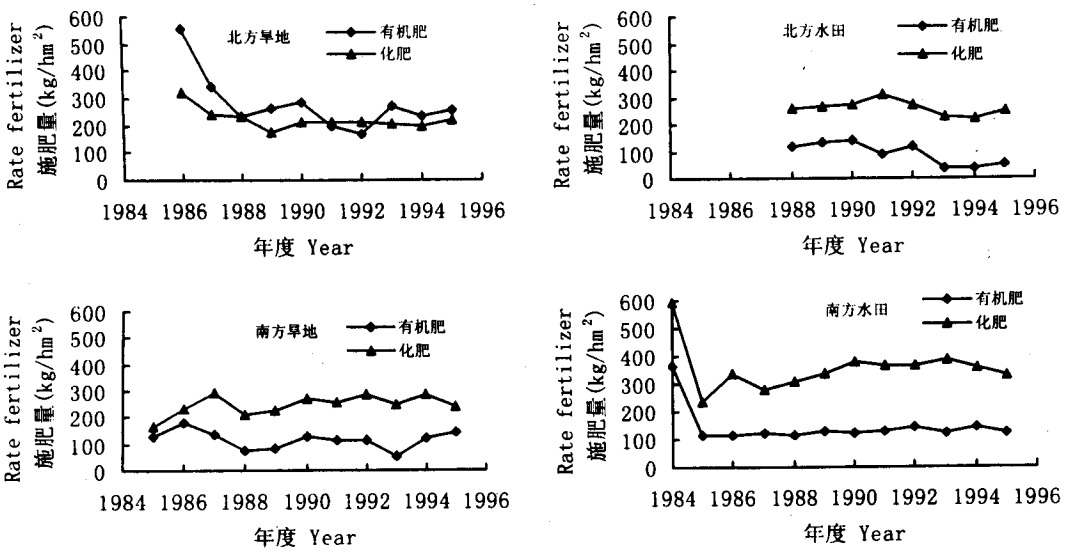

图1 不同类型农田肥料投入量随年度的变化

Fig.1 Changes of fertilizer and manure rates in different fields from 1984 to 1995

(北方旱地 n=34,水田 n=19;南方旱地 n=26,水田 n=57,下同)

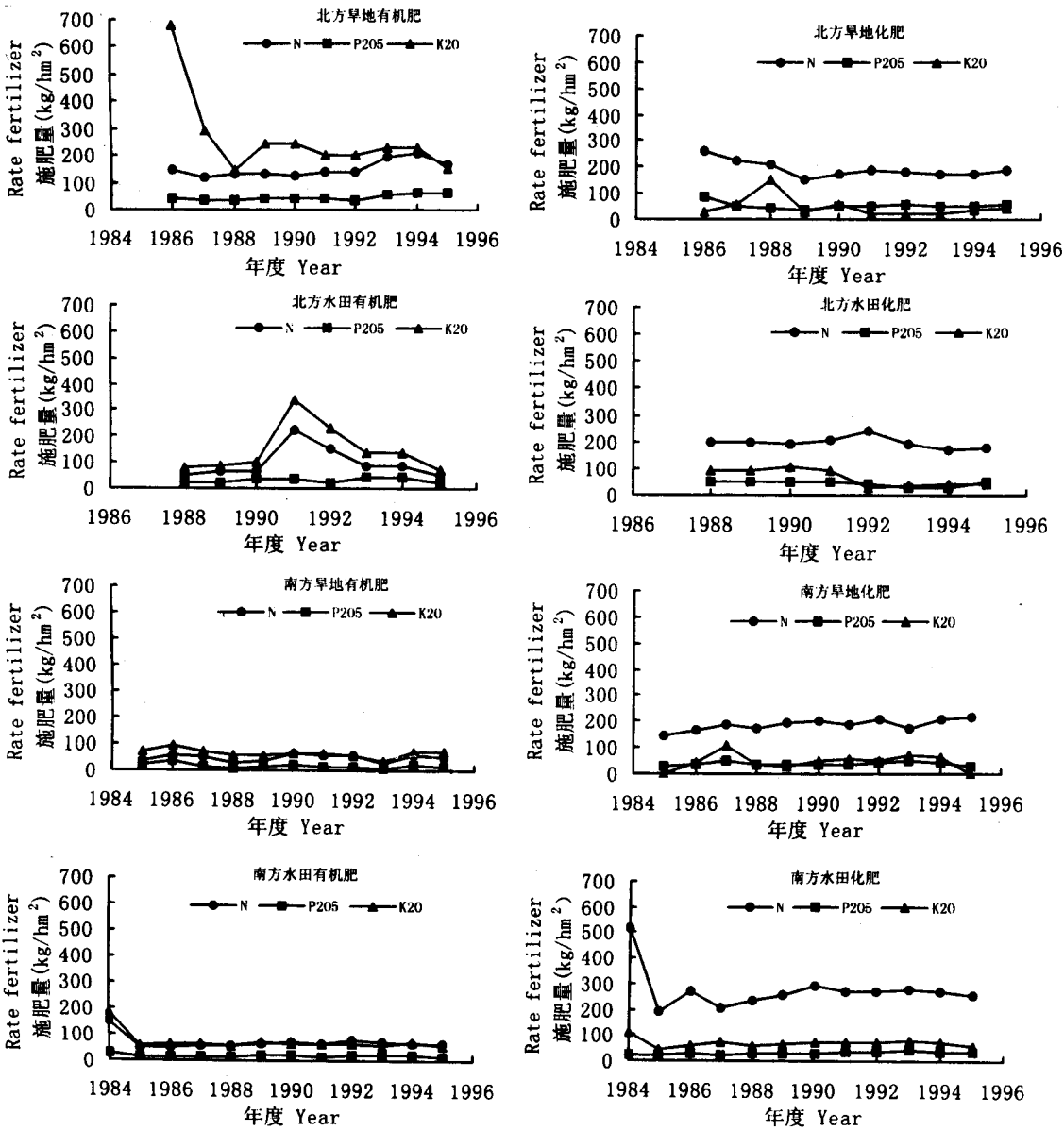

图 2　不同类型农田氮磷钾养分投入量随年度的变化

Fig.2　Changes of NPK rates in different fields from 1984 to 1995

2.2　土壤养分变化状况

从常规施肥区来看，土壤有机质、速效氮、速效钾年度间基本稳定，而速效磷稳中有升；空白区土壤有机质、速效氮基本稳定，速效磷、速效钾有下降趋势。不同类型农田比较，土壤有机质水田高于旱地、南方水田稳中有升，其它基本稳定；速效氮水田高于旱地、南方水田高于北方水田、南北方旱地相近；速效磷 4 种农田相差不大；速效钾北方高于南方，旱地高于水田。常规施肥区与空白区相比，差距正在逐渐加大(图 3)。

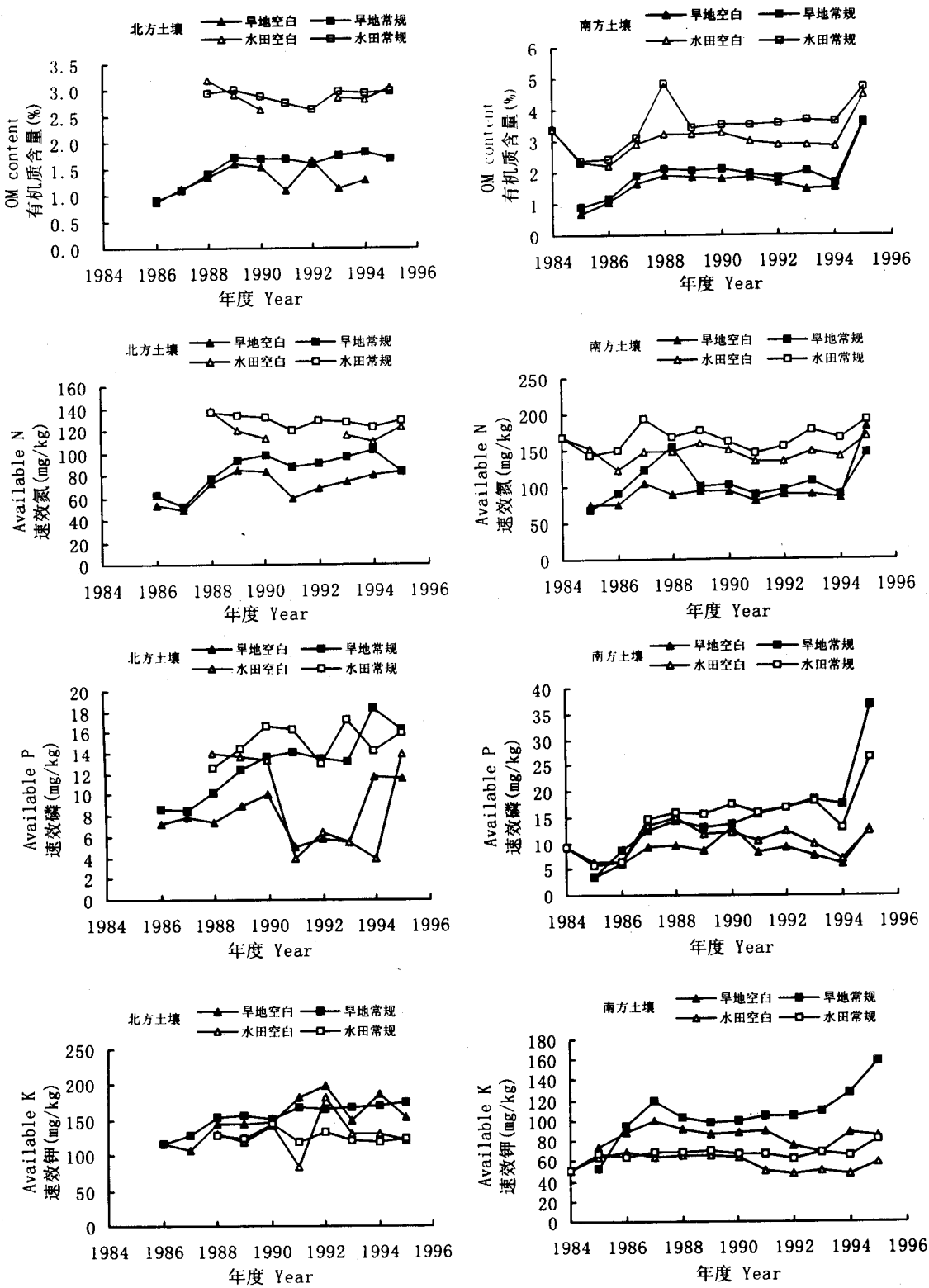

图 3 不同类型农田监测点常规施肥和空白区土壤养分年度变化

Fig.3 Changes of nutrient contents in different fields from 1984 to 1995

2.3　土壤养分收支平衡状况

1984 年以来，土壤肥力监测点常规施肥区氮磷钾养分投入产出平衡状况的统计分析表明，在 11 年总共 1179 个数据中，氮磷钾投入产出达到平衡的点数分别有 786、709 和 333 个，分别占各自总点数的 67%、60%和 28%；70%以上的点钾表现亏缺。

从监测点养分平衡状况看，氮磷均达到平衡，钾为亏缺。4 种农田比较，水田收支差别比旱地大，氮磷盈余和钾亏缺均是水田高于旱地。从不同地块肥力水平的养分平衡看，氮均表现盈余，其中北方旱地低产田多于高产田，北方水田和南方旱地中产田最多，而南方水田高产田多于中产田和低产田。磷除了北方水田高产田和南方水田中产田表现亏缺外，其余均是盈余，盈余量以北方旱地中低田高于高产田，而南方水田高产田高于低产田。钾均为亏缺，高产田比低产田严重，以北方水田高产田亏缺最为严重，达 200mg/kg 左右，其次是南方旱地高产田，除南方水田，高产田钾的亏缺多于中低产田(图 4)。

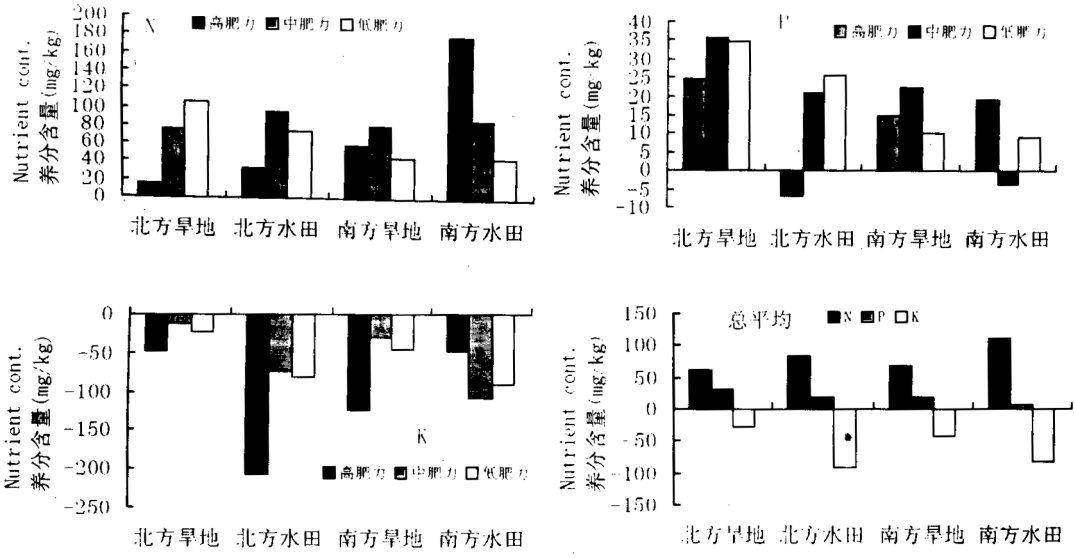

图 4　不同类型农田不同地力水平下土壤养分收支平衡状况

Fig.4　Nutrient balance in various fertility levels of different fields

从不同年度的养分平衡状况看(表 1)，近几年养分亏缺状况有所改观，1991 年之后氮磷钾盈余的点数占总点数的比例高于前几年，所有年度均是氮高于磷，且显著高于钾。表 2 看出，氮盈余量随年度变化北方旱地、南方旱地和水田稳中有升，而北方水田逐渐下降；磷盈余北方旱地和南方水田稳中有升，南方水田则由亏缺转为盈余；钾亏缺南方水田正在缓解，而其他农田则正逐渐加大。

3　讨论

我国化肥施用与粮食增长的关系是人们普遍关心的问题[1]，近年人们注意到我国化肥消费量增加的速度大大快于粮食增产的速度[2]，原因何在还难于回答。主要是因为我国目

表 1 各年度土壤肥力监测点中养分盈余占总点数的比例(%)

Table 1 The sites of nutrients surplus account to % of total sites in different years

项目 Item	年度 Year											
	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
N	100.0	50.0	54.5	63.6	72.1	63.8	63.1	69.8	68.6	70.0	63.9	69.3
P	—	38.9	51.5	44.2	55.9	60.3	56.0	65.5	65.7	63.8	63.9	66.3
K	100.0	16.7	30.3	28.6	26.5	24.8	24.1	33.1	27.9	33.1	24.6	33.7

表 2 不同类型农田各年度土壤氮磷钾收支平衡状况

Table 2 The input and output balance of NPK in different fields from 1984 to 1995

项目 Item		年度 Year										
		1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
北方												
旱地	N	—	86.2	67.1	87.8	44.6	37.2	56.2	32.8	79.8	54.8	103.0
	P	—	34.6	19.4	15.9	24.8	30.2	30.9	25.3	38.9	32.7	58.4
	K	—	198.9	42.4	-52.5	-6.9	-6.3	-47.2	-72.0	-21.1	-61.0	-38.1
水田	N	—	—	—	77.4	95.5	85.8	79.5	121.9	84.2	47.5	55.6
	P	—	—	—	33.6	27.7	42.3	11.2	-5.7	6.2	2.1	26.7
	K	—	—	—	-128.4	-99.7	-71.1	-60.7	-89.0	-93.1	-101.9	-94.7
南方												
旱地	N	-6.0	17.9	77.0	41.7	57.5	80.0	77.9	90.0	45.9	91.7	88.6
	P	8.3	27.5	32.1	12.2	14.3	23.4	13.8	19.8	18.9	21.3	4.5
	K	-59.8	-30.4	10.6	-51.8	-56.6	-49.9	-46.9	-40.7	-53.7	-25.4	-65.9
水田	N	27.9	72.8	63.8	72.2	58.9	96.2	144.3	143.2	166.4	134.7	146.5
	P	-10.4	-10.7	-7.2	-1.0	-0.6	-0.7	11.9	16.5	27.2	13.4	17.5
	K	-104.8	-110.7	-73.2	-103.7	-125.1	-128.9	-55.4	-73.8	-50.7	-58.0	-46.1

前有关化肥消费的统计一般只有总量,而没有各种作物的分配情况,因此,很难对粮食作物上化肥施用及其多年来的增长情况作出可靠的统计。全国土壤监测点虽然只有147个,但涉及范围广、代表性好,多数是粮田,设置的常规施肥处理区的施肥状况代表了当地的一般水平,因此,其施肥情况的变化在一定程度上可以反映粮食作物施肥变化情况。监测结果表明,近十几年粮食作物上单位面积施肥量增长较慢,说明增加的化肥用到粮食上的比例较小,这与一些学者的估计是一致的[1,2]。

施用有机肥是培肥土壤的有效措施,从监测点施肥情况看,有机肥投入量均有逐渐减低的趋势。其结果虽然在土壤有机质、速效氮含量上还没有表现明显降低,但从长远看,这可能是全局性的问题,将影响我国农业生产的稳定性。

氮磷钾养分投入产出平衡状况决定土壤养分含量的升降。氮由于施入土壤后的去向多,简单的计算收支平衡还难于反映土壤氮素含量的升降;磷盈余量的增加已经反映在速效磷含量的逐年增加上;钾的亏缺北方在加重,而南方在减缓,这也与土壤速效钾含量变化基本一致。有机肥是土壤钾的重要来源,有机肥用量的逐年减少将加剧钾的亏缺,这也是需要

重视有机肥施用的重要原因。

针对这些情况，在今后的肥料管理和使用中需要注意以下几个问题：

1．钾素的亏缺已是一个近乎全国性的严重的问题，重视钾的研究和钾肥的施用势在必行。

2．有机肥施用量的减少没有造成土壤有机质降低，但对土壤肥力的其他性状，诸如土壤结构、土壤微生物区系、土壤微生态环境的影响还需要进一步研究。

3．农民施肥的重心已从大田粮食作物向果树、蔬菜等经济作物转移。在注重大田作物施肥技术研究和应用推广的同时，目前应重视果树、蔬菜等经济作物施肥技术研究和应用推广。

4．氮肥的过量施用在一些地区已引起重视。从监测结果来看，在不少地区磷肥的过量施用和磷素的积累可能带来的影响也须研究和引起足够的重视。

参 考 文 献：

[1] 李庆逵，朱兆良，于天仁．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，1988．

[2] 林葆．中国化肥的使用现状与需求展望——中、微量营养元素问题探讨[C]．中国农业发展中肥料战略研讨会，1995年10月，北京．

[3] 王蓉芳，高祥照，崔勇．全国土壤监测资料集(1984～1991)[M]．北京：中国劳动出版社，1993．

Changes of soil nutrient contents and input of nutrients in arable of China

GAO Xiang-zhao[1], MA Wen-qi[2], CUI Yong[1], WANG Rong-fang[1], ZHANG Fu-suo[3]

(1. *National Agro-technical and Service Center, MOA, Beijing* 100026; 2. *College of Agron., Hebei AU, Baoding* 071001; 3. *Dept. of Plant Nutrition, CAU, Beijing* 100094)

Abstracts: The changes of soil nutrient contents and input of nutrients in arable of China were analyzed according to the results of long-term measure of soil nutrient and recordation of fertilization in fixed location (National Soil Fertility Monitoring) from 1985 to 1997. The results showed that the rate of manure was decreased and the rate of chemical fertilizers was increased slightly. From 1985 to 1997, in fertilization plot, the contents of soil organic matter, available N and K were stable, available P was increased slowly, but in control plot, the contents of soil available P and K were decreased. The input and output balance of N and P was positive, but K was negative. From 1985 to 1995, the surplus of N was stable in dry land and south paddy field, and decreased in north paddy field, the surplus of P was increased slowly, and the negative balance of K was decreased in south paddy field, but increased in other fields.

Key word: soil nutrient; fertilizers input; arable.