

中国农用化肥氮磷钾需求比例的研究^X

陈同斌 陈世庆

(中国科学院地理研究所农业生态与环境技术试验站, 北京 100101)

徐鸿涛 黄诗铨 陈 炎

(中国国际工程咨询公司工程咨询研究所, 北京 100044)

提 要 本研究以作物能够吸收的有效养分为基础, 根据作物生长的养分吸收量计算单位播种面积上农作物的养分需要量, 逐一差减土壤和有机肥提供的养分量, 求出单位播种面积上农作物对化肥养分的需要量。在广泛查阅和搜集前人试验资料的基础上, 对搜集到的原始数据进行认真的分析、整理, 然后采用计算机模拟方法进行预测。预测结果指出, 2000 年农用化肥氮磷钾的消费比例为 1 : 0.38 : 0.25。

关键词 化肥需求比例 作物生产 有机肥 土壤养分供应 有效养分 模拟模型

1 前言

在促进农作物增产和巩固农业在国民经济中的基础地位方面, 化肥的作用是不言而喻的; 而确定适合我国国情的氮磷钾消费比例, 对工农业的发展又至关重要。在化肥的生产和施用中, 氮磷钾的消费比例之所以受到世界各国的普遍关注, 是因为它与农业和化肥工业的发展有密切的关系。比例合理, 不仅有利于土地生产潜力的发挥, 使农作物高产稳产, 为农业生产的良性循环创造良好的条件, 而且对化肥工业的产品结构调整、建设布局和进出口业务均可起到促进作用。

有关单位对我国化肥中氮磷钾的消费比例曾进行过一些研究。近 10 多年来, 也有针对年氮磷钾消费比例的预测报告和论文报道相继问世, 它们从不同的角度开展研究, 得出了一些有意义的结果。就它们提出的比例数字而言, 虽则相互间有所不同, 但根据土壤现状、农作物栽培经验和目前磷肥滞销的情况推测, 加之目前化肥总用量实际上已大大超过以前的预测结果, 且农业部门与化工部门所提出的氮磷钾比值差异较大, 因此, 有关部门对已经提出的不同氮磷钾化肥的需求量及其比值产生了疑虑。为了探求较为切合实际的比值, 以备制定“九五”计划和 2010 年远景目标时参考, 国家计划委员会于 1993 年列专项课题研究作物需要氮磷钾化肥的比例。

^X 国家计划委员会专项研究课题。本文承蒙来自化工部技术司、化工部设计规划院、国家计委原材料司、农业部土肥总站、中科院地理所、中国国际工程咨询公司、中国农科院土肥所和区划所、中国植物营养与肥料学会、北京农业大学等 10 个单位的近 20 名专家审定并提供宝贵意见。北京农业大学、中国农科院土肥所和原子能所的部分研究生和青年学者等协助搜集资料, 戎善峰等人协助资料的计算机建库工作, 特此致谢!

来稿日期: 1996-09; 收到修改稿日期: 1996-12。

2 资料来源与数据处理

本课题采用计算机处理和人工分析相结合的办法进行研究。在研究中，搜集了自 1980 年以来在《土壤肥料》、《土壤通报》等有关书刊中报道的各类试验数据^[1,2]，建立了肥料试验数据库 (FERTBASE)；同时，还从《中国农业年鉴》等资料中检索出 1949 年以后历年的有关农业统计资料^[3]，建立了统计资料数据库 (AGROBASE)。两个数据库共有 5 500 多条试验记录、10 万多个数据。为了尽可能地进行多方面的对比，以便互相验证，在数据的采集上，我们对同一类数据实行了多方面、多渠道的采集和比较分析；在运算上，对同一目标实行了多种相关分析、多种曲线回归的拟合选优，保证结果的相对可靠性。

3 研究思路

这项研究在思路上与以往的研究有较大的不同，既不是单纯地以化肥肥效的试验结果为基础，也不是以某种具体的农作物为研究对象，而是在全面总结前人试验材料的前提下，以能被作物吸收的实际有效养分（不是纯养分）为基础，采用计算机模拟的方法，求出氮磷钾的比值（图 1 和图 2）。

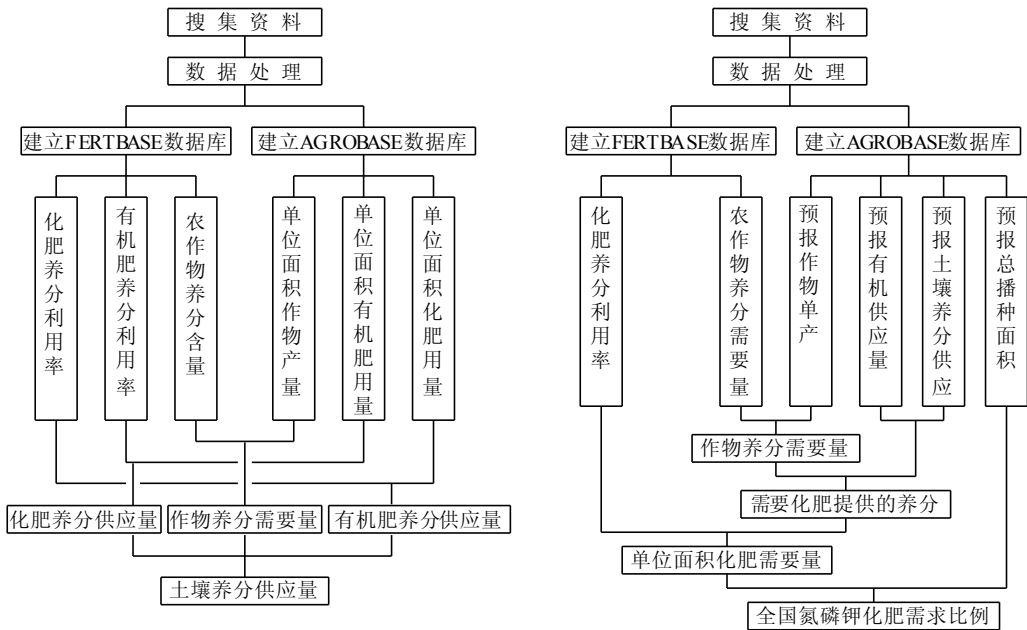


图1 预测农业土壤中养分供应量的计算框图 图2 预测中国未来农用化肥消费数量和比例的计算框图
Fig.1 Flow chart for prediction of nutrient supply from agricultural soil Fig.2 Flow chart for prediction of amounts and ratios of N, P and K fertilizer consumptions in agricultural production in China

作物对化肥的需要量，主要是由农作物对养分的需求、土壤供应养分的能力和有机肥补给养分的多少决定的，也就是前一项减去后两项之和。首先，根据测定资料算出农作物

对养分的需求量。农作物种类繁多，不可能一一对应，也不便以某一种为代表；可行的办法是，拟定一种既能代表全体农作物、又方便计算的“模拟农作物”，以此为基础，求出单位面积“模拟农作物”对养分的需求量（实际上，就是各种大宗农作物对养分需求的加权平均值）。其次，综合前人研究中农作物养分吸收量的试验资料，推算出土壤对“模拟农作物”提供的养分量。再次，通过各种有机肥的养分含量、养分利用率和有机肥利用系数，求得有机肥提供的养分量，最后求出各值的代数和，算出比例。

4 2000 年氮磷钾需求比例的预测

4.1 农作物播种面积的预测

为了预测氮磷钾需求量，首先还得预测出 2000 年农作物播种面积。在预测中先推算出 2000 年全国粮食的平均单产，然后算出粮食的播种面积，最后反求农作物总播种面积。

4.1.1 粮食平均单产 从 1952 年~1991 年的时间序列较长，样本数较多，但 50 年代后期及整个 60 年代大起大落，数据可靠程度较差；80 年代改革开放后的数据较有代表性，然而联产承包后政策性生产力产生的效应很大，粮食的增产幅度较大¹，以此趋势外推，亦欠周妥。因此，在粮食平均单产的预测中，分别采用两种时间序列，进行 12 种回归曲线的拟合择优，然后分别求出 2000 年的平均单产，然后再取其平均值。

其一，将 1952 年~1991 年的 40 年中全国历年粮食平均单产^[3]Y，与年份序号 X（从 1952 年算起）进行回归优选出方程（4-1）：

$$Y = 780.30 + 73.212X \quad (R = 0.959^{XX}, n = 40) \tag{4-1}$$

当 2000 年（X= 49 时），Y= 4 367.8 kg/hm²。

其二，将 1981 年~1991 年的 11 年中全国历年粮食平均单产^[3]Y，与年份序号 X（亦从 1952 年算起）进行回归优选出方程（4-2）：

$$Y = 370.95 + 90.273X \quad (R = 0.911^{XX}, n = 11) \tag{4-2}$$

当 2000 年（X= 49）时，Y= 4 794.3 kg/hm²。

用上述两段时间序列（即方程（4-1）和（4-2））预测 2000 年粮食的平均值为 4 581.1 kg/hm²。这与有关农业专家估算的 4 545.0 kg/hm²相当吻合^o，故后面的预测以 4 581.1 kg/hm²作为 2000 年时的全国粮食平均单产。

4.1.2 粮食播种面积与农作物总播种面积 按农业部门提供的目标产量，到 2000 年时全国的粮食总产量为 5×10¹¹ kg，如平均单产为 4 581.1 kg/hm²，则粮食播种面积应为 1.093×10⁸ hm²。用 1981 年~1991 年全国历年经济作物播种面积及其他作物播种面积之和 Y(10⁴hm²)，与年份序号 X 进行回归得：

$$Y = 2 950.5 + 62.474X \quad (R = 0.904^{XX}, n = 11) \tag{4-3}$$

当 2000 年时，这两大类作物的播种面积约为 0.420×10⁸ hm²。届时农作物的总播种面积应为 1.093+ 0.420= 1.513×10⁸hm²。

¹ 只在单产上影响较大，故其余的计算均以 80 年代的时间序列为基础。

^o 2000 年农用化肥氮磷钾消费比例》课题咨询评审会，1993 年 9 月。

4. 2 农作物对养分的需求量

4. 2. 1 农作物种类的选择和“模拟农作物” 我国粮食作物的播种面积约占全部农作物播种面积的 75%，经济作物播种面积约占 15%，余下为其他作物^[3]。粮食作物中，除水稻、小麦、玉米外，大豆亦属大宗作物；经济作物则以棉花、油料为代表。从 1990 年和 1991 年两年的平均值来看，以上 6 种作物的播种面积共占农作物总播种面积的 87. 4%，因此，选定这 6 种作物作为主要农作物，基本上可以说明问题。

为了使预测工作更加方便、合理，在计算中引入了一个“模拟农作物”的概念。它所吸收的养分和单产在数量上等于我们选定的几种主要农作物（或称代表性农作物）的加权平均值（表 1）。

“模拟农作物”的单产量等于每种主要农作物的单产与各自占播种面积合计的比例之积的总和，其数学表达式为：

$$Q_m = \sum_{i=1}^n (Q_i \cdot p_i)$$

(4-4)

式中 Q_m ——“模拟农作物”的单产， kg/hm^2 ； Q_i ——每种主要农作物的单产， kg/hm^2 ； p_i ——权重系数，在此等于每种农作物播种面积占 6 种农作物播种面积合计的比例； i ——农作物种类的代号； n ——主要农作物种类数。

将表 1 中的数值代入方程 (4-4) 后，求得 1990 年和 1991 年两年“模拟农作物”的平均单产为 $3\,823.5\,kg/hm^2$ 。

根据《中国农业年鉴》提供的资料，1990 年和 1991 年两年的粮食平均单产为 $3\,960\,kg/hm^2$ 。因此，“模拟农作物”的平均单产与粮食的平均单产之间的换算系数为： $3\,823.5 \div 3\,960.0 = 0.966$ 。那么，到 2000 年粮食平均单产为 $4\,581.1\,kg/hm^2$ 时，相应的“模拟农作物”平均单产则为： $4\,581.1 \times 0.966 = 4\,425.3\,kg/hm^2$ 。

表 1 主要农作物和“模拟农作物”的产量、播种面积及其所占比例^x

Tab. 1 Yields and sowing acreages of the major crops selected and the simulated crop, and their contribution to the total crops in China

作物种类	播种面积		作物经济产量		单产 (kg/hm^2)
	数量	占播种面积合计	数量	占产量合计的	
	(10^8hm^2)	的比例 (%)	(10^8t)	比例 (%)	
水 稻	3 282. 7	29. 9	18 955. 0	45. 2	5 775
小 麦	3 085. 1	28. 1	9 799. 6	23. 4	3 180
玉 米	2 148. 8	19. 6	9 982. 6	23. 8	4 650
大 豆	730. 0	6. 7	1 049. 4	2. 5	1 440
油料作物	1 121. 5	10. 2	1 625. 7	3. 9	1 455
棉 花	606. 3	5. 5	509. 1	1. 2	840
合 计	10 974. 4	100	41 921. 4	100	—
模拟农作物	10 974. 4	100	41 921. 4	100	3 823. 5

X 表中数据是根据《中国农业年鉴》1991 年~1992 年统计资料^[3]重新计算的结果。

4. 2. 2 农作物对氮磷钾养分的需要量 根据肥料试验数据库(FERTBASE)中统计到的大

量试验数据和其他文献中的资料^[1, 2, 5, 7~16]，通过进一步的统计分析求得 6 种主要农作物每生产 100 kg 经济产量所需的养分量 (表 2)。

表 2 主要农作物和“模拟农作物”生产 100 kg 经济产量所需养分量

Tab. 2 Nutrients required to produce 100 kg of economical yields for the selected major crops and the simulated crop

	生产 100 kg 经济产量的养分需要量 (kg) ^X			权重系数 ^{XX}
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
水 稻	3. 03	1. 31	3. 14	0. 452
小 麦	3. 03	1. 13	2. 26	0. 234
玉 米	3. 53	1. 48	2. 30	0. 238
大 豆	2. 03 ^{XXX}	1. 80	3. 07	0. 025
油料作物	7. 19	2. 03	5. 48	0. 039
棉 花	4. 81	1. 70	4. 41	0. 012
模拟农作物 (即加权平均值)	3. 307	1. 354	2. 839	

X 生产 100 kg 经济产量的养分需要量是指茎叶和经济产量两部分的养分需要量之和。
X X 此处的权重系数为表 1 中“亩产量合计的比例 (%)”栏中的数值。
X X X 生产 100 kg 大豆的需氮量为扣除根瘤菌共生固氮量 (约占总吸氮量的 6%) 的数值。

由表 2 的数值和前面计算出的 2000 年时“模拟农作物”的平均单产, 可以求算出 2000 年“模拟农作物”单产 (即以 6 种代表农作物加权平均的单产) 所需的氮磷钾养分量为: N 146. 130 kg、P₂O₅ 59. 835kg、K₂O 125. 460kg。

4. 3 有机肥的用量及其养分供应量

4. 3. 1 有机肥的总施用量 计算有机肥的供应量是将 1981 年~1991 年逐年的全国有机肥用量^[4] (纯养分含量) Y 与年份序号 X 之间进行回归, 从 12 种曲线回归的拟合选优中 (根据近年来有机肥施用量增长速度减慢的实际情况, 选择增长速率递减的曲线方程) 确定出两者之间的数学表达式为:

$$Y= 1\,399.68 \tilde{0} X^{0.108\,4}$$

(R = 0.932^{XX}, n = 11)

(4-5)

从方程 (4-5) 可以求出, 到 2000 年 (X = 20) 时有机肥的用量为 1 936. 9×10⁸t 纯养分。

4. 3. 2 有机肥提供的养分量 根据 1990 年和 1991 年两年中全国各种有机肥的用量, 用表 3 中的参数求出各种有机肥含有的养分量比值为 N : P₂O₅ : K₂O = 1 : 0. 532 : 0. 988。假定 2000 年有机肥的养分构成仍与这两年的构成相同, 则届时有机肥中的养分含量为 768. 6×10⁸ t N、408. 9×10⁸ t P₂O₅、759. 4×10⁸ t K₂O。

按照表 3 给出的利用系数, 以及南北方、城市与乡村、农区与牧区等的不同, 可将上述有机肥中的氮磷钾含量换算成农作物能吸收利用的有效养分, 它们的值分别为 397. 3×10⁸ t N、224. 5×10⁸ t P₂O₅ 和 360. 0×10⁸ t K₂O。若将它们除以农作物总播种面积, 则可得到 2000 年每公顷播种面积上有机肥可提供能被作物吸收利用的养分量, 分别为 26. 265 kg N、14. 850 kg P₂O₅ 和 23. 820 kg K₂O。

表 3 主要有机肥在农业生产中的利用系数及其为农作物提供养分数量^[5~13]

Tab.3 Utilization coefficients and the contributions of major organic manures to the total crop nutrients in agricultural production

有机肥种类	有机肥为农作物提供养分的数量（定额）				有机肥 利用系数
	单位	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
大牲畜粪尿	kg/头·年	37.9	16.8	37.4	0.625
猪粪尿	kg/头·年	8.26	6.92	7.27	0.70
羊粪尿	kg/只·年	6.37	3.07	6.16	0.345
人粪尿	kg/人·年	3.93	1.20	1.88	0.408 ^X
秸秆还田	%	0.559	0.28	0.925	0.361 ^{XX}
绿肥	kg/hm ²	112.5	22.5	67.5	13.5

X 此数值为南方地区的人粪尿利用系数。北方（包括华北、东北、西北）地区人粪尿中的利用率为 0，由加权平均则求得人粪尿利用系数为南方地区人粪尿利用系数的 52.9%，即北方地区人粪尿的利用系数为 0.216^[5]。直辖市的人粪尿利用系数也按此值估算。

XX 此数值为农区秸秆还田的利用系数（即秸秆还田率）。对牧区和半农半牧区秸秆还田的利用系数分别按农区的 50% 和 80% 计算^[5]，即利用系数为 0.181 和 0.289。根据《中国农业年鉴》（1992 年）各地农牧生产情况统计资料，将青海、新疆、宁夏、甘肃、西藏 5 省（自治区）划为牧区，内蒙古为半农半牧区。

4.4 土壤的养分供应量

土壤为农作物提供的养分可以用差减法计算得到。根据《中国农业年鉴》中提供的 1980 年~1991 年全国各省（自治区、直辖市）12 年的粮食单产、农作物总播种面积、绿肥播种面积、大牲畜年末存栏数、猪年末存栏数、羊年末存栏数、人口数量、氮肥用量、磷肥用量、钾肥用量、复合肥用量等资料，用方程（4-6）推算出每年各省（自治区、直辖市）每公顷播种面积的土壤所提供的养分量：

$$S_i = \sum (C_i - O_i - F_i)$$

(4-6)

式中 S_i ——土壤供应的养分，kg/hm²； C_i ——农作物吸收的养分，kg/hm²； O_i ——有机肥供应的养分，kg/hm²； F_i ——化肥供应的养分，kg/hm²； i ——养分种类（氮、磷或钾）的代号。

在条件得到满足的情况下，农作物吸收的养分（ C_i ）与农作物对养分的需要在数量上是相等的。在计算化肥供应的养分时，除统计氮磷钾单质化肥之外，还将复合肥中每种养分的数量分别计入。根据《中国有机肥料》中的资料^[14]，我国复合肥中氮磷钾的平均含量分别为 15%、15% 和 14%。另外，在计算化肥的利用率时采用了表 4 的数据。

表 4 化肥中的养分利用率

Tab.4 Utilization coefficients of N、P、K fertilizers

	氮肥 (N)	磷肥 (P ₂ O ₅)	钾肥 (K ₂ O)
利用率 (%) ^X	35.0	19.5	47.5

X 根据文献 [1, 2, 5, 7~14] 中的大量数据求出的平均值。表中的数据是综合文献资料和专家意见后确定的。

由于求算土壤养分供应量的计算过程相当复杂，因此，先通过计算机将各省（自治区、直辖市）每年的 S_i （即 S_N 、 S_P 和 S_K ）求出，然后分别将其与对应的“模拟农作物”单产 Y 进行 12 种曲线的回归拟合，通过拟合选优得出下述方程：

氮: $Y = 1\,115.85 + 711.031\,5S_N \quad (R = 0.941^{xx}, n = 340)$ (4-7)

磷: $Y = 1\,120.05 + 1\,435.207\,5S_P \quad (R = 0.973^{xx}, n = 340)$ (4-8)

钾: $Y = 790.35 + 641.203\,5S_K \quad (R = 0.988^{xx}, n = 340)$ (4-9)

当 2000 年“模拟农作物”平均单产 $Y = 4\,419.0\text{ kg/hm}^2$ 时，全国每公顷播种面积的土壤对农作物提供的养分量分别为：

$S_N = 69.690\text{ kgN}$ 、 $S_P = 34.485\text{ kgP}_2\text{O}_5$ 、 $S_K = 84.885\text{ kgK}_2\text{O}$

4.5 化肥需求量及氮磷钾比例

4.5.1 化肥需求量 根据上面计算的每公顷“模拟农作物”对养分的需要量、有机肥提供的养分量、土壤的养分供应量，可以计算出 2000 年每公顷播种面积对化肥的需要量。计算数值列于表 5。

表 5 2000 年每公顷播种面积的养分供应量和需要量^x

Tab.5 The supply and requirement of the nutrients predicted in the present study for 1 hm² of the simulated crop in the year of 2000

	养分供应量 (kg/hm ²)			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	合计
需要靠化肥提供的养分量	50.175	10.500	16.755	77.430

X 表中的数据均为有效养分（可吸收部分）的数值。

将表 5 中单位播种面积上需要通过化肥提供的各种养分量分别除以各种化肥的利用率（即氮为 0.35，磷为 0.195，钾为 0.475），即可求得 2000 年时每公顷播种面积上的化肥需要量。它们分别为 143.355、53.850、35.280，其比值为 1：0.38：0.25。

5 讨论

本研究提出，到 2000 年我国农用化肥氮磷钾消费比例应为 1：0.38：0.25。这项结果在 K₂O 与 N 的比例上与以往的研究是接近的^[7]，而在 P₂O₅ 与 N 的比例上则较以往要小。

以前较为权威的研究认为，我国氮肥与磷肥的比例应提到 1：0.5，而在实际的市场销售上磷肥又存在滞销现象，除农民对国产磷铵抱有不信任的态度外，本研究得出的氮磷化肥比例应为 1：0.38 这一结果，也可以说明磷肥与氮肥的比例不必达到国际上的 1: 0.5 这一比值。

从发展中国家的化肥消费比例来看（表 6），本研究的预测结果与其大体相近（特别是 P₂O₅）。因此，从这一角度考虑，N：P₂O₅：K₂O= 1：0.38：0.25 也是基本符合我国所处的发展水平的。从 FAO 的统计资料（表 7）可以发现，美、加等北美国家的磷钾消费比例比发达国家的平均值低，而这些国家的氮磷钾化肥生产量分别比实际施用量高 38%、123% 和 78%。也就是说，其肥源非常丰富，不会存在象我国那样因磷钾肥生产不足而导致磷钾消

费比例偏低，只能认为是它们在生产中不宜施用太多的磷钾肥的缘故。因此，我国在制订未来的化肥消费比例时，是否有必要达到国际上氮磷消费的平均比例（即 1：0.5），这仍是一个值得很好探讨的问题。

表 6 近年世界及部分地区的氮磷钾消费比例^x

Tab.6 The tendency of ratios of fertilizer consumption in the world and in some developing and developed countries

年 份	氮磷钾消费比例 (N：P ₂ O ₅ ：K ₂ O)			
	全世界	发达国家	发展中国家	北美国家
1985	1：0.485：0.365	1：0.58：0.55	1：0.35：0.14	1：0.42：0.47
1986	1：0.485：0.361	1：0.58：0.54	1：0.34：0.16	1：0.41：0.46
1987	1：0.485：0.361	1：0.58：0.54	1：0.38：0.17	1：0.41：0.46
1988	1：0.476：0.352	1：0.58：0.54	1：0.38：0.17	1：0.40：0.44
1989	1：0.472：0.340	1：0.57：0.54	1：0.38：0.15	1：0.405：0.45
平均	1：0.48：0.35	1：0.58：0.54	1：0.37：0.16	1：0.41：0.46

X 据《Fertilizer Yearbook》(FAO, 1990 年和 1989 年) 的资料^[17]。

表 7 1986～1989 年北美国家主要化肥产量及消费量^x

Tab.7 Production and consumption of fertilizers in Northern American from 1986 to 1989

年 份	化肥产量 (×10 ⁴ t)				化肥消费量 (×10 ⁴ t)			
	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
1986	13 643	9 449	8 250	1：0.69：0.60	10 406	4 262	4 777	1：0.41：0.46
1987	149 241	9 712	9 132	1：0.65：0.61	10 690	4 380	4 917	1：0.41：0.46
1988	15 728	10 043	9 202	1：0.64：0.59	10 770	4 349	4 745	1：0.40：0.44
1989	15 402	10 064	8 116	1：0.65：0.53	11 244	4 555	5 080	1：0.40：0.45
平均	14 926	9 802	8 675	1：0.65：0.58	10 779	4 386	4 880	1：0.41：0.45

X 据《Fertilizer Yearbook》(FAO, 1990 年) 的资料^[17]。

我国氮磷比例达到 1：0.5 这一比值，主要是参考当时国外的氮磷消费比例提出来的，并没有很好地考虑我国的国情。我国的土壤、作物种类及其管理、施肥（尤其是有机肥）情况等都有其特殊性，因此，直接照搬发达国家的或全世界的平均消费比例都是不合适的，应针对我国的农业生产情况来制定化肥消费比例。随着磷肥施用年份的增多和磷肥累积效应（后效）的不断被公众所认识等多种原因，国际上磷氮的消耗比例也在不断下降，已从 70 年代的 1：0.5 下降到 80 年代的 1：0.4 左右（表 7）。因此，最佳氮磷消费比例，不仅在不同国家会有相当大的差异，而且随着时间的变化也会发生改变。

在有机肥的施用方面，我国不仅是世界上具有悠久历史的国家，而且其施用量也很大。在补充作物养分中，有机肥起着很大的作用，特别是磷钾养分（表 8），分别占作物所需养分的 25% 和 19%，大于化肥中磷钾养分（分别为 18% 和 13%）的供应量。

表 8 2000 年每公顷作物的养分供需量和比例

Tab. 8 Average supplies and requirements of N, P, K nutrients for 1 hm² of crop in China

	氮 (N)		磷 (P ₂ O ₅)		钾 (K ₂ O)	
	数量 (kg)	比例 (%)	数量 (kg)	比例 (%)	数量 (kg)	比例 (%)
作物需求	146.130	100	59.835	100	140.460	100
有机肥供应	26.265	18	14.850	25	23.820	19
土壤供应	69.690	48	34.485	57	84.885	68
化肥供应	50.175	34	10.500	18	16.755	13

但是由于有机肥及其所含养分的复杂性等原因,在以往的化肥消费比例预测中,所依据的数据主要来自于没有配施有机肥的、单纯的化肥试验结果,同时又没有考虑有机肥对养分供应的影响。大量田间试验已经充分证实,有机肥能为作物提供大量养分和提高土壤的速效氮磷钾水平,尤其是有机肥中的钾很易被作物利用。显然,从方法学角度来分析,这些预测结果较难真实地反映我国农业施肥的实际情况。在本研究中,虽然大部分基础数据也是来自于不施有机肥的化肥试验结果,但通过考虑全国的有机肥施用情况来扣除了有机肥对化肥消费(和比例)预测的影响,因此其预测方法比较科学。

本研所得氮磷和氮钾化肥需求比值均比以前的数值要高,其中一项很重要的原因是考虑了有机肥对化肥养分的补充,尤其是对钾肥的补充(表 5)。

参 考 文 献

1 土壤肥料, 1980 (1)~1993 (3).

2 土壤通报, 1980 (1)~1993 (3).

3 农业出版社编. 中国农业年鉴. 北京: 农业出版社, 1980~1992, 共 13 册.

4 刘更另主编. 中国有机肥料. 北京: 农业出版社, 1991. 256.

5 中国农业科学院土壤肥料研究所. 中国化肥区划. 北京: 中国农业科学技术出版社, 1986.

6 寿孝鹤主编. 中国省市自治区手册. 北京: 社会科学文献出版社, 1990.

7 贺维农编. 农业常用数据资料. 北京: 农业出版社, 1981.

8 季克颂编. 农业常用数字资料手册. 石家庄: 河北人民出版社, 1983.

9 中国技术经济研究会主编. 技术经济手册(农业卷). 沈阳: 辽宁人民出版社, 1986.

10 牛若峰, 刘天福主编. 农业经济手册. 北京: 农业出版社, 1989.

11 农业部农业司编. 配方施肥. 北京: 农业出版社, 1989.

12 王义华, 金玉岭, 张凤林编. 农业数据手册. 吉林: 吉林人民出版社, 1980.

13 农业技术经济编委会. 农业技术经济手册(修订本). 北京: 农业出版社, 1983.

14 中国土壤学会土壤农业化学专业委员会、土壤生物和生物化学专业委员会编. 我国土壤氮素研究工作的现状与展望. 北京: 科学出版社, 1986.

15 农业部科学技术司编. 中国南方农业中的钾. 北京: 农业出版社, 1991.

16 农牧情报研究(2000 年科技规划中化肥的生产与施用专集). 1983(13).

17 FAO. Fertilizer Yearbook. 1989 and 1990.

作 者 简 介

陈同斌, 33 岁, 博士后, 研究员, 主要从事土壤肥料与土壤环境保护研究。在国内外刊物发表论文 67 篇、论著和文集 3 册, 获部级奖 2 项。

SIMULATION STUDY ON RATIOS OF NITROGEN, PHOSPHORUS AND POTASSIUM FERTILIZERS REQUIRED IN THE CROP PRODUCTION IN CHINA

Chen Tongbin Chen Shiqing

(Institute of Geography, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101)

Xu Hongtao Huang Shikeng Chen Yan

(Institute of Engineering Consultation, China International Consulting Company for Engineering, Beijing 100044)

Key words requirement of chemical fertilizer, crop production, manure, soil nutrient supply, available nutrients, simulation model

Abstract

Based on the mass balance of available nutrients and the all experimental results published later after 1980, the present study simulated nutrient uptake, and nutrient supplies from soils, applied chemical fertilizers and manures in the whole China; and then predicted the optimal ratios of N, P, K fertilizers required for crop production in the country. It is predicted that the optimal ratios of N : P₂O₅ : K₂O would be 1: 0.38: 0.25 for N, P, K fertilizers in the year of 2000.

It is indicated that chemical fertilizers and manures contributed 34% and 18% to the total crop N demand, 18% and 25% to the total crop P demand, 13% and 19% to the total crop K demand, respectively, while the other percentages were occupied by soil supplies. Manures which are traditionally employed as main fertilizers in China supplied a large quantities of nutrients, especially K and P, to crop production. Therefore, the application of manures had great effects on the prediction of demands and ratios of chemical fertilizers although little attention on this disturbance has been paid to the prediction of fertilizer demands until now.