

施肥复合化率及复合肥消费现状与变化分析(二)

贾可^{1,3}, 沈兵², 曲艳娣³, 王晓亮³, 李辉³

(1. 河北农业大学资源与环境科学学院 河北保定 071001;

2. 中海石油化学股份有限公司 北京 100029;

3. 中国-阿拉伯化肥有限公司 河北秦皇岛 066003)

摘要 通过跨越10年的2个时间段,对全国22个省、市、自治区70种作物、3 602家农户的施肥基本情况进行调查并对统计数据予以汇总,以掌握我国施肥复合化率水平、农户习惯施肥养分投入状况及变化规律,进而明确复合肥产业的未来发展趋势,为施肥推荐和宏观政策的制定提供理论支撑。研究表明:目前我国春玉米、夏玉米、小麦、蔬菜及果树施用的N、P₂O₅、K₂O平均复合化率分别为69.5%、92.1%、84.4%;农户习惯施肥下粮食作物玉米、小麦、水稻的N、P₂O₅、K₂O养分投入比例平均为1.00:0.37:0.30,经济作物蔬菜和果树的N、P₂O₅、K₂O养分投入比例平均为1.00:0.78:1.06;1997—2016年,我国三元复合肥施用量由1997年的7 981 kt增长至2016年的22 071 kt,年均增长704.5 kt,但近年来复合肥施用量年增长率呈下降趋势,由2007年的8.5%下降至2016年的1.4%。

关键词 复合肥;复合化率;施肥推荐;消费现状;发展趋势;宏观政策;养分投入比例

中图分类号:S143.5

文献标志码:A

文章编号:2096-7047(2020)03-0001-05

Analysis of Fertilization Compounding Rate and Compound Fertilizer Consumption Status and Change (Part II)

JIA Ke^{1,3}, SHEN Bing², QU Yandi³, WANG Xiaoliang³, LI Hui³

(1. College of Resources and Environmental Sciences, Hebei Agricultural University, Baoding, Hebei 071001, China;

2. China BlueChemical Ltd., Beijing 100029, China;

3. Sino-Arab Chemical Fertilizer Co., Ltd., Qinhuangdao, Hebei 066003, China)

Abstract Through two periods spanning 10 years, the basic situation of fertilization of 70 crops and 3 602 farmers in 22 provinces, municipalities, and autonomous regions in China has been investigated, and the statistical data have been summarized in order to grasp the level of fertilization compounding rate and status and change law of nutrient input of farmers in customary fertilization in China, and then clarify the future development trend of the compound fertilizer industry, so as to provide theoretical support for fertilization recommendation and the formulation of macro policies. The research results show that the average compounding rates of N, P₂O₅ and K₂O applied to spring corn, summer corn, wheat, vegetables, and fruit trees in China are 69.5%, 92.1% and 84.4%, respectively; according to the farmers' fertilization habits, the average input ratio of N, P₂O₅ and K₂O nutrients for food crops such as corn, wheat, and rice is 1.00:0.37:0.30. The average input ratio of N, P₂O₅ and K₂O nutrients for economic crops including vegetables and fruit trees is 1.00:0.78:1.06; from 1997 to 2016, the application amount of ternary compound fertilizer in China increased from 7 981 kt in 1997 to 22 071 kt in 2016, with an average annual increase of 704.5 kt. But in recent

years, the annual growth rate of compound fertilizer application has shown a downward trend, from 8.5% in 2007 to 1.4% in 2016.

Keywords compound fertilizer; compounding rate; fertilization recommendation; consumption status; development trend; macro policy; nutrient input ratio

2.2 农户施肥复合化率现状

2014—2016年不同作物在农户习惯施肥条件下的N、P₂O₅、K₂O复合化率如表4所示,其中:N、P₂O₅、K₂O平均复合化率分别为69.5%、92.1%、84.4%;粮食作物玉米、小麦、水稻施肥的N、P₂O₅、K₂O平均复合化率分别为47.0%、88.9%、75.0%;蔬菜和果树施肥的N、P₂O₅、K₂O平均复合化率分别为92.0%、95.4%、93.7%。经济作物施肥的复合化率高于粮食作物的,蔬菜施肥的复合化率高于果树的。蔬菜施肥的N、P₂O₅、K₂O复合化率均超过90%,果树施肥的N、P₂O₅、K₂O复合化率均超过85%,小麦施肥的P₂O₅、K₂O复合化率均超过85%。水稻施用复合肥的程度相对较低,仍有部分单质磷肥和钾肥在施用,同时尿素追肥用量大,这些因素都降低了水稻施肥的复合化率。

表4 2014—2016年不同作物在农户习惯施肥条件下的N、P₂O₅、K₂O复合化率 %

作物	N		P ₂ O ₅		K ₂ O	
	基肥/ 追肥	复合 化率	基肥/ 追肥	复合 化率	基肥/ 追肥	复合 化率
春玉米	2.3	67.2		98.5		78.5
根茎类蔬菜	0.2	91.5	0.4	98.1	0.2	96.1
果菜类蔬菜	0.6	92.5	0.6	94.4	0.3	92.3
叶菜类蔬菜	4.0	96.5	4.0	98.5	3.0	97.5
果树	0.8	87.6	0.9	90.5	0.9	88.9
夏玉米	0.7	47.3		90.5		79.3
冬小麦	0.4	45.5		89.5		88.5
水稻	0.7	27.9	2.6	77.1	1.0	53.9

在基肥与追肥的比例上,除了叶菜类蔬菜和春玉米外,其他作物通过追肥投入的N量均高于通过基肥的投入量;根茎类蔬菜、果菜类蔬菜和果树通过追肥投入的P₂O₅和K₂O量均高于通过基肥的投入量,这主要与复合肥大量使用有关;春玉米和冬小麦的追肥以尿素为主,基本不施用复合肥,因此通过追肥投入的P₂O₅和K₂O量可以忽

略不计;夏玉米由于一次性施肥和种肥同播比例的提高,使追肥使用复合肥的比例降低,通过追肥投入的P₂O₅和K₂O量也可以忽略不计。

从养分上看,P₂O₅的复合化程度最高,N的复合化程度最低,K₂O居中。这主要是由于尿素作为单质氮肥被广泛用于粮食作物,在经济作物上也有少量农户采用尿素配合复合肥施用;P₂O₅的复合化形态除了三元复合肥外,磷酸铵系列产品的施用也提高了P₂O₅的复合化率;单质钾肥在基肥和追肥中均有少量农户使用,复合化程度较P₂O₅略低。从农资市场上看,尿素在肥料销售点普遍有售,单质钾肥(如氯化钾、硫酸钾)偶尔有销售,北方地区单质磷肥(如过磷酸钙、钙镁磷肥等)已基本消失,也间接反映了农户施肥复合化率的现状。

2.3 农户施肥养分投入量现状与变化分析

2014—2016年农户习惯施肥情况下的养分投入量如表5所示。随着复合肥被广泛使用,磷肥和钾肥投入量得到了大幅提高,N、P₂O₅、K₂O施用比例也趋向合理。粮食作物玉米、小麦、水稻施肥的N、P₂O₅、K₂O养分平均投入量分别为270.1、100.0、80.6 kg/hm²,平均比例为1.00:0.37:0.30;蔬菜施肥的N、P₂O₅、K₂O养分平均投入量分别为358.2、289.4、385.2 kg/hm²,果树施肥的N、P₂O₅、K₂O养分平均投入量分别为499.8、357.1、509.0 kg/hm²,蔬菜和果树合计N、P₂O₅、K₂O养分投入平均比例为1.00:0.78:1.06,蔬菜和果树的K₂O投入量大幅提高,均已大于N投入量。这些都说明我国N、P₂O₅、K₂O施用比例已经接近或超过其他国家,与20世纪80年代相比已经有了彻底改观^[7]。

2004—2006年和2014—2016年农户习惯施肥情况下四类主要粮食作物的养分投入量变化情况如图6所示,其中:N1、P₂O₅1和K₂O1分别表示2014—2016年N、P₂O₅和K₂O养分投入量;N2、P₂O₅2、K₂O2分别表示2004—2006年N、P₂O₅和K₂O养分投入量。四类主要粮食作物10年后

表5 2014—2016年农户习惯施肥情况下的养分投入量

作物	N/(kg·hm ⁻²)		P ₂ O ₅ /(kg·hm ⁻²)		K ₂ O/(kg·hm ⁻²)		N:P ₂ O ₅ :K ₂ O
	平均投入量	投入量变化幅度	平均投入量	投入量变化幅度	平均投入量	投入量变化幅度	
春玉米	253.6	94.3~438.6	103.1	39.1~256.5	89.8	0.0~256.5	1.00:0.41:0.35
根茎蔬菜	396.1	60.0~841.5	333.2	22.5~750.0	417.8	67.5~963.7	1.00:0.84:1.05
果菜蔬菜	422.7	48.0~1 680.0	348.1	24.0~1 770.0	448.7	51.0~2 055.0	1.00:0.82:1.06
叶菜	255.8	60.0~529.5	186.9	54.0~409.5	289.1	78.7~553.5	1.00:0.73:1.13
果树	499.8	96.0~960.0	357.1	36.0~787.5	509.0	0.0~1 087.5	1.00:0.71:1.02
夏玉米	259.6	165.0~444.0	72.0	0.0~138.0	90.0	0.0~165.0	1.00:0.28:0.35
冬小麦	327.5	135.0~550.0	135.5	75.0~455.0	72.5	0.0~225.0	1.00:0.41:0.22
水稻	239.6	67.5~361.5	89.4	36.0~142.5	70.2	0.0~148.5	1.00:0.37:0.29

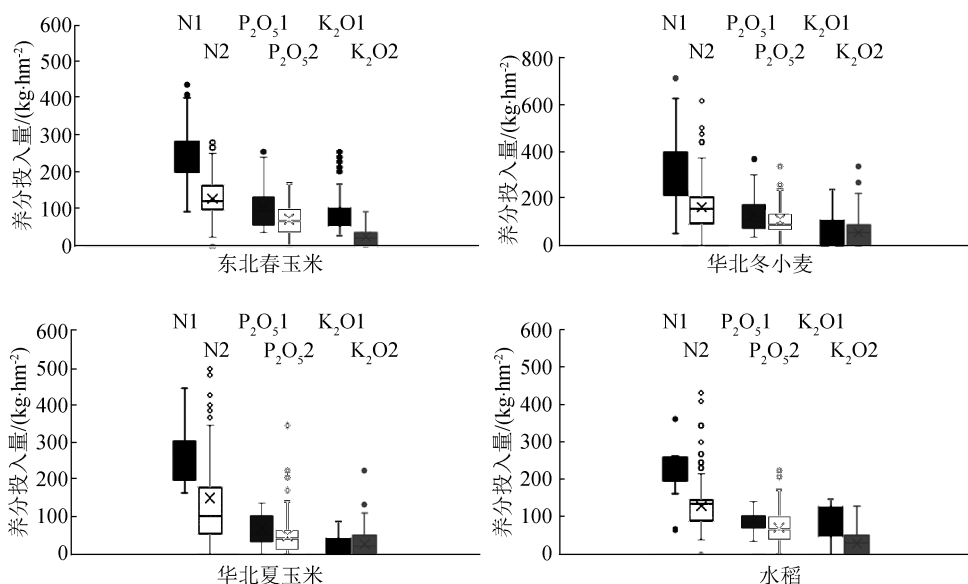


图6 2004—2006年和2014—2016年农户习惯施肥情况下四类主要粮食作物的养分投入量变化情况

养分投入量增幅情况不尽相同:春玉米养分投入量增幅最大的是K₂O, N、P₂O₅和K₂O增幅分别为94.4%、38.3%和215.6%;冬小麦养分投入量增幅最大的是N, N、P₂O₅和K₂O增幅分别为98.4%、23.1%和29.4%;夏玉米养分投入量增幅最大的是K₂O, N、P₂O₅和K₂O增幅分别为71.0%、40.6%和218.0%;水稻养分投入量增幅最大的是K₂O, N、P₂O₅和K₂O增幅分别为84.0%、23.4%和133.2%。

通过10年的发展,农户习惯施肥情况下四类主要粮食作物的养分投入量均大幅增加,平均增幅最大的是K₂O, N、P₂O₅和K₂O平均增幅分别为87.0%、31.4%和149.0%。

2.4 宏观复合肥消费现状与变化分析

根据《中国统计年鉴》统计^[10]:1997—2016年,

全国三元复合肥施用量由1997年的7 981 kt增长至2016年的22 071 kt,年均增长704.5 kt;增幅最快的是2000—2007年,年均增幅均超过4.0%;2007年以后,增幅逐年下降,由2007年的8.5%下降至2016年的1.4%(图7)。这说明经过近20年的快速发展,复合肥施用量增长率于2007年以后开始下滑,从2016年开始进入“平台期”,复合肥施用量增幅降至历年最低。

如图8所示,2010—2017年国内8家主流复合肥生产企业在18个省的总销量变化趋势与图7反映的规律一致,虽然总销量逐年上升,但销量增幅逐年下降(2015年增长率突然升高是由于复合肥征收增值税所致,非农业因素),由2011年的19.6%下降至2017年的0.8%,这与全国复合肥施用量增幅放缓有直接关系。

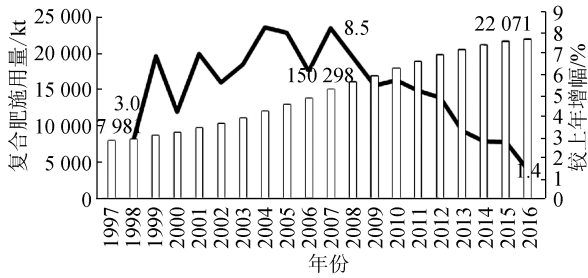


图7 全国复合施用量年际变化趋势

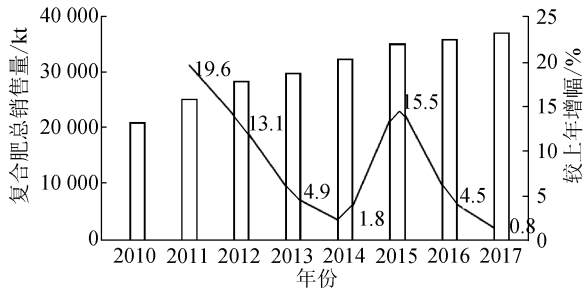


图8 2010—2017年国内8家主流复合肥生产企业在18个省的总销量变化趋势

如图9所示:进口复合肥销量在2010—2013年快速上升,由2010年的523 kt增长至2013年的817 kt;2014年后销量逐渐下降,由2014年的828 kt下降至2017年的782 kt。

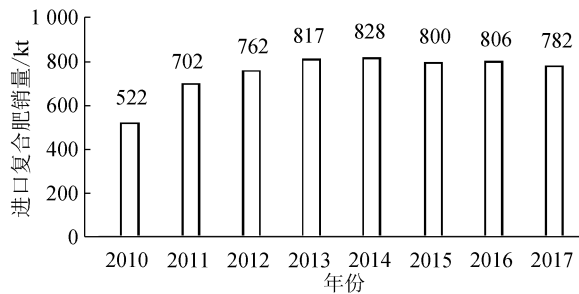


图9 进口复合肥销量变化趋势

由以上分析可得:

(1) 2004—2016年,各类作物复合肥施用比率均有所提升,平均提高31.2%;除水稻外,各类作物复合肥施用比率均超过85.0%,经济作物复合肥施用比率均超过90.0%。随着复合肥施用比率的提高,我国作物施肥的养分复合化率随之提高,目前主要作物施肥的N、P₂O₅、K₂O平均复合化率分别是:粮食作物(玉米、小麦、水稻)47.0%、88.9%和75.0%,蔬菜93.5%、97.0%、95.3%,果树87.6%、90.5%、88.9%。

(2) 2004—2016年,随着施肥复合化率的提高,在作物上投入的养分数量和比例也发生了根本改变:四类主要粮食作物在农户习惯施肥情况下,养分投入量均大幅增加,N、P₂O₅、K₂O平均增幅分别为87.0%、31.4%和149.0%;粮食作物玉米、小麦、水稻施肥的N、P₂O₅、K₂O养分投入比例平均为1.00:0.37:0.30,经济作物蔬菜和果树施肥的N、P₂O₅、K₂O养分投入比例平均为1.00:0.78:1.06;K₂O增加幅度最大,在粮食作物上增幅达149.0%,蔬菜和果树施肥的K₂O投入量已经超过N和P₂O₅投入量。

(3) 从宏观消费上看,截至2016年,无论是复合肥施用量还是复合肥生产企业的销量,虽然绝对数量仍然保持增加趋势,但增长率逐年下降,产业快速发展的高峰期已经过去,复合肥产业的发展即将由数量型向质量型转变。

3 结语

综上所述,作物施肥的N、P₂O₅、K₂O平均复合化率分别为69.5%、92.1%、84.4%;经济作物施肥的复合化率高于粮食作物的,蔬菜施肥的复合化率高于果树的;蔬菜施肥的N、P₂O₅、K₂O复合化率均超过90%,果树施肥的N、P₂O₅、K₂O复合化率均超过85%,小麦施肥的P₂O₅和K₂O复合化率均超过85%。据张福锁等^[9]统计:2000年欧洲施肥的N、P₂O₅、K₂O平均复合化率为21.04%、87.49%、67.38%。另据欧盟化肥工业协会统计,欧盟施肥的N、P₂O₅、K₂O复合化率为25%、83%和67%^[9]。由此可见,我国施肥复合化率已超过欧洲水平。

随着农户施肥量大幅提高,产生了P₂O₅和K₂O过量施用的问题。以磷肥为例,廖文华等^[11]计算河北省小麦-玉米轮作中土壤磷素平衡时发现,当P₂O₅施用量为201.0 kg/hm²时,磷肥表观平衡率为193.1%;在菜地上,当P₂O₅施用量为465.0 kg/hm²时,P₂O₅盈余362.6 kg/hm²。本研究统计的根茎类蔬菜、果菜类蔬菜、果树的N、P₂O₅、K₂O投入量均超过300 kg/hm²,养分过剩问题比较严重。

2004—2006年经济作物商品有机(微生物)肥施用比率较低,这一方面与农家肥施用比率较

高、商品有机(微生物)肥市场发展不成熟有关;另一方面也与化肥增产效果显著,而商品有机(微生物)肥肥效不明显有关。2014—2016年,商品有机(微生物)肥施用比率大幅提升,平均增幅351.7%,其中果树和果菜施用比率均超过40%,说明随着化肥肥效下降和科学施肥知识的普及,农户施肥结构也趋向科学合理,商品有机(微生物)肥应该是今后我国科学施肥推广工作值得关注的重要方面。

经济作物上复合肥用作追肥的比率提高,其原因是复合肥能够满足经济作物生育后期对养分多样性的需求,因其肥效明显,得到大量应用。夏玉米和水稻上复合肥用作追肥的比率提高与施肥方式改变有关:由于夏玉米只追1次肥的比例在增加,农户将基肥中的复合肥转移至追肥上使用;水稻直播田增加和南方三季稻改双季稻,这都使农户将原来仅用作基肥的复合肥部分转移至追肥上施用。春玉米追肥仍然以单质氮肥为主,2004—2016年没有明显变化,这与春玉米生育后期对磷钾肥需求量较少、复合肥肥效不明显有关。一次性施肥比例略有提高,一方面是由于一次性施肥节省劳力,普遍为农户所选择,另一方面2004—2006年间一次性施肥在东北地区使用比例已经较高,受土壤和地形条件限制,进一步增加的空间有限。

根据《中国统计年鉴》的统计^[10],2016年我

国化肥消费量较2015年下降385 kt,氮肥、磷肥和钾肥消费量分别下降511、131、54 kt。经过近20年的快速发展,复合肥施用量增长率于2008年开始下滑,从2016年开始进入“平台期”,复合肥施用量将不再增加,甚至开始减少。

欧洲化肥消费经历了由快速增长到增幅放缓,再到下降的过程。2013年,欧洲氮肥、磷肥和钾肥总消费量从2004年的15 400 kt下降到2013年的14 100 kt,氮肥、磷肥和钾肥消费量分别减少5.1%、14.1%和11.8%,与历史最高消费量相比分别下降了23%、60%和50%^[12]。参照欧洲化肥施用发展的历史,不难看出我国化肥消费的“拐点”已经到来,我国化肥和复合肥施用量已经进入“收缩期”,发展模式必将由“数量型”向“质量型”转变。

参考文献

- [10] 中华人民共和国国家统计局.中国统计年鉴[M/OL].北京:中国统计出版社,2018[2020-03-15].<http://www.stats.gov.cn/tjsj/ndsj/2017/indexch.htm>.
- [11] 廖文华,刘建玲,黄欣欣,等.潮褐土上蔬菜产量和土壤各形态磷变化对长期过量施磷的响应[J].植物营养与肥料学报,2017,23(4):894-903.
- [12] 卓懋白,胡云才,SCHMIDHALTER U.欧盟农业和环境政策对化肥消费和生产的影响[J].磷肥与复肥,2004(2):11-14.

(收到修改稿日期 2020-04-24,续完)