

关于氮磷钾化肥分配施用问题的探讨

刘宗衡

(河北省植保土肥研究所)

现代化农业生产,增施化肥是提高单位面积产量最迅速、有效的措施之一。根据有关资料,1950—1970年间,世界粮食增产量的78%来自提高单产,增施化肥是增产的主要手段和原因。

一些资料指出:世界化肥用量,从1912年到1970年增加16倍,其中氮肥42倍,钾肥14倍,磷肥8倍。以1950年与1960年比较,10年间化肥用量提高了一倍,以后每过7—8年提高一倍。由于大量化肥参与物质循环,使农业生产中营养元素的平衡状况发生了根本的变化。欧洲国家的谷类作物平均产量从50年代的15公担/公顷,到70年代已提高到30公担/公顷以上,在1965—1974年的10年中,世界作物增产幅度小麦为32.9%,黑麦52.4%,甜菜为22.3%。美国估计,一吨化肥的增产效果相当于扩大耕地20—40亩,同时还可节省120—600个工时。英国著名农业化学家G. W. 柯克,根据洛桑试验站上百年的肥料定位试验得出的结论是:如果不施肥,英国谷类作物的产量将只有该国近年来产量的25%,而中耕作物则只有10%。英国从1970年到2000年,氮肥用量将增加两倍,磷钾肥增加一倍,到时产量可以达到洛桑试验站的水平,即小麦987斤/亩,大麦897斤/亩。

在我国,1952年全国按耕地平均每亩施用化肥仅0.4斤(标准化肥——下同),到1979年达到70.3斤/亩,27年增加175倍多,粮食产量由3.278亿斤增加到6.642亿斤,即增加了一倍。如按纯养分计算,则每亩耕地仅14斤。而西欧国家平均施用的养分元素为24.5,日本为54斤,荷兰达101斤。按1978年粮食产量计算,只能提供所需氮素的50%,磷素的10%,钾素的0.2%左右。

当然提供养分不能不把有机肥料考虑进去。据1970年资料,南美、亚洲国家有机肥提供的N PK占肥料总提供量的70—90%,中美、北美为40%,西欧不超过25%。化肥用量最多的荷兰,每亩施用有机肥约3,000斤,日本稻田每亩用有机肥2,000—3,000斤,美国的秸秆大部归田,土壤有机质保持在2—5%。

有人统计,世界上1970年—1971年度谷物总产量为134,500万吨,籽粒秸秆携走的营养物质为8,360万吨(氮3,770万吨,磷1,430万吨,钾3,160万吨),全部栽培作物携走量为17,000万吨左右,再加上牧草等携走量为5,000万吨,共22,000万吨。这一期间的化肥消费量为6,800万吨(N PK比为1:0.6:0.5),而有机肥提供的养分(N PK)为7,400万吨(标准牲畜头数为136,100万头,每一标准头牲畜可提供厩肥40吨共544,400万吨)。

增施化肥促进了作物增产,人畜粪便和秸秆厩肥也相应增多,说明了有机肥与化肥

是相互促进的。据西欧长期的试验说明,单施化肥的地,土壤有机质逐年下降,平均每年下降0.03% (西德单施化肥23年,土壤有机质由2.6%降至1.9%),而每年补充一定量厩肥的地可以保持土壤肥力。厩肥结合施用化肥可以提高土壤肥力,东德试验,厩肥加NPK肥,使土壤腐植质比单施厩肥增加10%。我所的长期定位试验资料,也说明了这一点(见“土壤肥料”1980年第2期)。

增施化肥须注意氮磷钾比例。一般说来,多数作物吸收氮磷比例约为1:0.3—0.5;而氮钾比的差别则较大,块根作物为1:1.8,禾本科是1:1;棉花的氮磷钾比为3:1:3。根据我国部分氮磷钾比例试验结果,以1:0.5:0.5的经济效果最大。但按我国生产水平和资源情况,似以1:0.5—0.6:0.2较好(这是按土壤需要补充的氮磷钾的情况估算的)。1978年我国化肥实际用量的比为1:0.29:0.002,按有效成分计算磷钾所占比值就更低。在国外,发达国家如日本为1:1:1;美国1977年为1:0.5:0.5;苏联为1:0.7:0.7。

河北省1979年平均耕地亩施化肥73斤,其纯N:P₂O₅,为1:0.2。根据各县资料统计,亩施化肥在140斤以上的有16个县(主要在石家庄地区,另有唐山、廊坊等地区的部分高产县),100—140斤的有21个县(主要分布在京广、京山沿线),60—100斤的有49个县,30—60斤的有43个县,施用量小于30斤的有20个县,主要分布在坝上,滨海及黑龙港的低洼盐碱地区。从氮磷比看,京广沿线各地县化肥用量较高,氮磷比大多在2—3之间(N:P₂O₅ 1:0.5~0.33);唐山地区部分化肥用量高的县其氮磷比高,一般达到4—7。个别高产县市氮磷比严重失调,如兴隆县化肥用量为每亩140斤以上,其N:P₂O₅达191.8;平泉、承德亩施化肥60—100斤,N:P₂O₅为314.7;保定市化肥用量每亩在100斤以上,N:P₂O₅为13.6;沧州市化肥用量在60斤左右,氮磷比为15.1。因此,可以认为,我省氮磷比例与全国或世界水平比较均有很大差距,尤其是北部山区及东部沿海地区,其氮磷比大得惊人。实践证明,氮磷比失调,阻碍了氮肥效果的发挥,使产量停滞不前,这在中产地区,氮肥用量激增,磷肥未能推广的情况下,尤为突出。关于各地不同土壤、不同作物最适宜氮磷比例问题,目前还不够明确,亟须多点定位进行试验,逐步解决。

关于化肥品种,全国氮肥总产量中碳铵占47.5%,氨水占16.5%,尿素占26.0%,其他为硫酸铵、硝酸铵、氯化铵等。磷肥主要是过磷酸钙,而且相当多是地方产的低质磷肥。因此我国化肥的有效成分已从1965年的平均20.5%,下降到1978年的16%,这个水平还够不上工业先进国家40年代的水平。例如1938年美国化肥有效成分为24.4%;而1975年化肥有效成分,美国为43.1%,英国41.3%,法国37.4%,苏联37.0%。我国小化肥厂生产的碳铵和氨水,有效成分在13%左右,磷肥有效磷在10%左右(不少在5%以下)。另一个问题是价格政策,大中型磷肥厂生产的磷肥,含有效磷14—18%,每吨销售价140元,而地方小磷肥厂的产品含有效磷仅5—10%,销售价也相同(120—160元);再如小化肥厂生产的碳铵,每公斤售价1.15元,而大厂生产的尿素仅为0.98元。这无异是把地方小厂经营不善、技术落后的负担不合理地转嫁到农民身上。小氮肥厂生产的碳铵在60年代及70年代对促进我国农业发展曾起过重要作用,目前我省氮肥中碳铵约占60%。碳铵性质不稳定,容易挥发损失,因此必须提倡深施复土,通常深施6cm

即可大大提高肥效，一斤碳铵可以较撒施在地面多增产粮食 1—1.5 斤。目前我省大部分地区都已普及碳铵深施技术，对仍旧采取地面撒施的社队，应该加强宣传，改进提高施肥技术。至于碳铵的生产则亟须降低消耗，提高质量，降低成本及销售价格，才能继续存在下去，否则，农民要尿素，不要碳铵，很难维持生产。尿素肥料在我省也占有一定的比重，并将逐步成为主要氮肥品种。尿素是一种低分子有机化合物，在土壤中极易分解转化，挥发损失。

近几年，陕西、宁夏、新疆、内蒙古、黑龙江、江苏等省的农业科研单位对尿素的施用方法进行了一系列的研究。在北方旱地上开沟施用尿素比撒施增产。例如：陕西在棉花上试验，条施或穴施，每斤 N 增产皮棉 4.3—7.7 斤，而撒施仅增产 0.5 斤；青海省试验，每亩施用尿素 10—25 斤，沟施比地面施增产 4.61—10.88%；宁夏农科所 1976 年总结，在该地区地势低洼，通透性差，肥力低，施肥水平不高的情况下，深施比地面施增产；土壤肥力高，大量施用有机肥、化肥，则深施效果不显著。但是为了减少尿素转化成氨后的挥发损失，除了深施以外，在水浇地上，撒尿素后随即浇水，效果怎样，损失大小，我所及外省一些单位曾进行研究，结论基本一致。例如：黑龙江农垦大学的研究指出，施用尿素结合喷灌，效果较好。江苏徐州地区农科所试验指出：尿素在撒施后立即浇水效果较好，如果先浇水后撒肥则挥发量大，效果不好。根据我所的试验：在壤质土表面撒施尿素随之浇透水，16 小时后可以随水移动到 10—20cm 土层，时间增长，尿素向下施动的深度可以加大到 20—30cm、30—40cm 土层，7 天后氮素又能从下层随毛管水向上移动到 10—20cm 土层，供作物吸收利用，这样就可以使尿素转化为氨的过程在土层下进行，从而减少挥发损失。多次田间试验以及采用同位素 N^{15} 进行的盆栽试验均说明，与尿素深施相比较，撒施尿素后浇水的处理，产量差异大多在 5% 左右。结合外地的经验，我们认为：尿素可以推广深施，但在有浇水条件的土地上，除沙质土外，可以推广撒施尿素后随即浇水的措施，既可起到深施复土减少肥分损失的作用，也可节省劳动力降低生产成本。

我省 1979 年磷肥用量为 86 万吨，平均每亩约 17 斤，这些磷肥大多是县社小厂的产品，质量普遍较低。据唐山地区对 10 个县 18 个产品的分析，有效磷在 10% 以上的（最高为 12.5%）仅占 27.8%，5—10% 占 38.9%，低于 5% 的占 33.3%。绝大部分均低于国家规定的最低标准（12%）。因此必须提高产品质量。关于磷肥的分配，全省是极不平衡的，在中、低产地区磷肥效果最明显，但是磷肥用量极少，片面增施氮肥，生产成本增加很快，产量却上升很慢。因此磷肥的分配应根据地力而定。通常高肥力地块，土壤中氮磷含量均较高，应该注意适量施用氮肥，每年施少量磷肥或隔几年施一次磷肥；中等肥力地块，氮多、磷少，氮磷比失调，必须做到氮磷配备施用（亩产小麦 500—600 斤，施标准氮肥，磷肥各 60—80 斤）。贫瘠土壤，氮磷都缺，氮肥、磷肥要配合施用（亩产小麦 300—400 斤，施标准氮肥、磷肥各 30—50 斤）。长期施用磷肥，土壤中磷素会有明显的积累。许多发达国家多年大量施用磷肥，一百多年来土壤中磷的含量达到了相当高的水平。因此英国、苏联等国提出，高肥力土壤隔几年施一次磷肥或每年施用少量磷肥，维持土壤有效磷在 3—4 mg/100 克土（30—40 ppm），即可保证作物高产所需要的养分。苏联资料，一次施磷肥 180—300 公斤/亩（ P_2O_5 24~40 斤/亩）可以使土壤在

五年内保持 3—4 mg/100克土,这对我省在高肥力土壤上如何施用磷肥是很好的借鉴。年年大量施用磷肥于生产无补,徒徒增加成本,浪费劳力,还减少收益。在磷肥品种方面,我省曾经试用过钙镁磷肥,磷矿粉等,这些品种在我省石灰性土壤上效果较差,不宜推广应用(南方酸性土壤上效果好),也不宜盲目发展生产。

关于磷肥的施用方法,在有效磷低或磷素固定严重的土地,可以条施或做种肥,这样可以减少固定,提高肥效。有效磷高的地可以撒施。磷肥深施在干旱时期有一定作用,这有利于促进根部向深处吸收养分。但对过去施磷多,土壤有效磷高的土壤,或土壤表层有足够水分的情况下,深施是没有作用的。

磷的利用率仅仅为施入肥料的10~30%。其主要原因是磷酸盐易与土壤中钙结合成弱溶性物质,而酸离子,在土壤中很难扩散,所以难以被作物根系充分吸收。如果土壤潮湿,温暖,根系伸展比较长而快,这时土壤溶液中磷的数量也会增加,容易被植物根系吸收。在这种情况下,施磷肥的效果就比较小。我所的长期定位试验也说明了这一点,即磷肥在气候条件恶劣的情况下,效果比较显著。

此外,在石灰性土壤上磷的回收率更低,据Sharif等研究,每英亩(0.4公顷,合6市亩)45公斤 P_2O_5 与20吨农家肥(合每市亩 P_2O_5 15斤,农家肥7000斤)预先混合,然后使用,可提高磷肥肥效30—40%。其作用是:①过磷酸钙颗粒包上一层农肥,可减少土壤中因直接暴露而被固定的磷素。②高浓度有机阴离子(柠檬酸,草酸,酒石酸,丙二酸等)可以使Ca沉淀,减少 H_2PO_4 转化为不溶性钙磷酸盐。③石灰性土壤中,最初24小时磷酸一钙大部转化成溶性较低或不溶性磷酸二钙、八钙和磷灰石,过磷酸钙预先与农肥混合,则弱酸溶性磷酸盐的转化较慢(磷酸八钙,在它转化为磷灰石以前的很长时期,是石灰性土中很重要的中间状态)。

混合的方法有将过磷酸钙垫入圈中的。通常按每头牛每天加入2磅(1.8市斤)于每次换置垫草时加入。

我省在60年代大力推广磷肥与农家肥料发酵后施用,也提倡磷肥垫圈,效果均很好。

钾肥的问题在我省尚未明确。根据土壤分析资料,如:栾城县土壤速效钾 <100 ppm (K_2O) 的土壤仅占总面积的5%以下,其他地区的土壤速效钾含量也比较高,而钾肥的效果通常只有在土壤含速效钾 60—80 ppm 以下时才能显示出来。在国内,特别是我省由于土壤富钾,再加上施用农家肥料,所以施钾的效果大多不明显。但今后随着产量的提高,氮磷肥数量不断增加,钾的效果也会逐步显示出来。钾素在土壤中以离子状态被土壤吸附,但钾的扩散速度比磷酸快100倍,因此气候条件对钾的影响不大。西德资料指出:轻质土壤施用少量钾肥,效果比较明显,粘质土壤则需施用大量钾肥,才能见效,他们在冬小麦上每公顷施用300公斤 K_2O (40斤/亩)略有增产,施600及900公斤(80—120斤/亩)才显著增产。这是因为粘土矿物需用大量的K才能饱和(满足其吸附),只有施用高量的钾肥,才能造成高水平的代换性钾及土壤溶液中适当的钾浓度,钾肥的效果才能显示出来。这一点对于我们考虑粘土地施用钾肥是非常有用的。

(下转82页)

7、应考虑到蓄水多少直接影响来水调度，这是保证工农业用水的有力措施，要做到大、中、小结合和点、面结合。

8、为了确保南水北调的实现，更好的解决河道输水与通航能力问题，以及输水管理问题，提高调水效果，必须建立统一管理和调度机构。

参 考 文 献

〔1〕长江流域规划办公室水文水利计算室编，《河流综合利用水文水利计算》1960年，水利电力出版社。

〔2〕B.B.列别捷夫著，青岛工学院水能利用教研组译，《水文学及水文测验学习题集》1957年，高等教育出版社。

〔3〕郭敬辉等《关于中国河川径流动态类型及其分区的初步研究》地理集刊，1979年，科学出版社。

〔4〕J.A.Cole, Design and operation of water Resource Syetems, Hydrological sciences bulletin des sciences Hydrologiques, vol.21, No.1. March 1976.



(上接第33页)

参 考 文 献

1、G. W. COOKE, FERTILIZING FOR MAXIMUM YIELD, Crosby Lockisood E Son Ltd, 1972。

2、TENNESSEE VALLEY AUTHORITY(TVA) FERTILIZER CONFERENCE, August 23—24 1979。

3、郭金如，《我国化肥问题探讨》，中国农科院资源区划所，1980年9月。

4、刘宗衡、罗亦云，氮磷钾化肥长期定位试验初报，《土壤肥料》1981年2期。

5、刘宗衡等，尿素在土壤中分解、转化、移动规律的研究《土壤肥料》1980年3期。

6、刘雨坤、陈开盛，《大力增施化肥是加速实现我省农业现代化的关键措施》，东北农业现代化学术讨论会材料，1979年。