

农用化学品对农业生态环境的影响及其防治

Effects of Agrochemicals on the Agricultural Ecologic Environment and Their Solutions

曾希柏

(中国农科院资源区划所, 博士、副研究员 北京 100081)

陈同斌

(中国科学院地理研究所, 博士、研究员 北京 100101)

化肥、农药和农膜是当前我国用量最大的农用化学品, 是不可或缺的农业生产资料, 它们对提高作物产量、改善农产品质量起着举足轻重的作用。也正因如此, 包括我国在内的许多发展中国家, 上述农用化学品的使用量呈急剧增加之势。部分地区还因使用量过大或使用不当等原因, 对环境产生了一定的污染, 且这种现象随农用化学品用量的不断增加而逐渐加剧。因此如何合理利用农用化学品, 在充分发挥其对农业的增产作用的同时, 防止其对农业生态环境的污染, 就显得尤为重要。

一、我国农用化学品使用状况

1. 化肥

我国从1935年起就开始生产化肥, 但到1949年化肥的年产量才达0.6万吨。新中国成立后, 我国的化肥工业飞速发展, 1997年年产量达2911万吨, 仅次于美国, 居世界第二位; 其中氮肥年产量2074.9万吨, 居世界第一位。

化肥的施用和化肥工业的发展密切相关, 建国以来, 化肥的施用大致经历了4个发展阶段, 即50年代的有机肥与氮肥配合使用阶段; 60年代的有机肥与氮、磷肥配合使用阶段; 70年代在有机肥基础上的多种营养元素配合施用阶段; 80年代以后化肥施用由补充单一的营养元素(即所谓“矫正施肥”)转入氮磷钾平衡施肥(或称配方施肥)阶段。

我国化肥施用量的变化, 如果从化肥总施用量来看, 50年代每公顷农田(按播种面积计算, 下同)用量不到4kg/hm²; 60年代为4.5~22.5kg/hm²; 70年代25.5~73.5kg/hm²; 80年代达到87.0~160kg/hm²; 90年代初为150~240kg/hm², 1997年则达到258.45kg/hm²。其中氮、磷、钾肥的施用比例从50年代初期的单纯施用氮肥到60年代以氮、磷肥为主, 氮、磷、钾三者的比例为1 0.37~0.98 0.001~

0.07; 70年代磷肥的施用比例逐年下降, 三者比例为1 0.14~0.60 0.002~0.006; 80年代磷、钾肥的施用比例变化不大, 氮磷钾肥的施用比例为1 0.15~0.26 0.002~0.004; 90年代钾肥的施用比例有所加大, 三者比例为1 0.27~0.35 0.003~0.017。可见, 我国单位面积化肥的施用量不断增加, 施用比例也相对趋于合理, 这与我国80年代起广泛推广测土配方施肥是密不可分的。

应该指出的是, 进入90年代以来, 虽然我国化肥施用中氮磷钾三者的比例有所缩小, 但与作物生长的需要相比, 磷、钾肥的施用仍然不足, 化肥施用中的结构性短缺仍然是我国今后一段时间内急需解决的问题。与发达国家比较, 我国的化肥施用量, 特别是氮肥施用量偏高, 这可能也是近年来引发我国许多环境问题的重要原因。再次, 与化肥施用量的增加形成鲜明对比的是有机肥的施用量增加很少, 甚至减少, 有机态养分在总施用养分中所占的比例明显偏低。

2. 农药

农药是一种特殊的工业品, 往往含有各种毒素, 因此, 农药的销售和售后服务成为影响农民利益及农业成败的关键环节。

我国从50~60年代起, 普遍使用DDT、六六六、艾氏剂与狄氏剂等有机氯农药。因其在环境中残留时间长、可在生物体内蓄积并对多种生物造成危害, 发达国家从70年代起就相继禁用。我国从1983年开始停用有机氯农药后, 陆续出现了一大批的所谓“取代农药”, 即有机磷与氨基甲酸酯类等。相对而言, 它们在环境中的降解速度快、残留时间短, 但毒性更强。

我国农药的使用在很大程度上带有一定的盲目性, 总用量呈逐年增加的趋势。据《中国农业统计年鉴》数据, 1991年总使用量为76.1万吨; 1995年为108.7万吨; 1997年则达到119.5万吨, 平均每公

顷农田施用量达 7.76kg(按播种面积计算)。农药的大量使用不仅对农业生态系统中的生态平衡带来严重影响,而且也农产品和环境带来严重污染,特别是我国目前所使用的农药大多毒性很强,更应引起充分注意。

3. 农膜

农膜覆盖技术自 70 年代从国外引进以来,其发展速度之快、应用作物种类之多、推广面积之大、社会经济效益之巨,是我国乃至世界农业科技推广史上所罕见的。据有关资料统计,我国农膜覆盖栽培面积 1980 年为 0.17 万公顷,1996 年为 700 万公顷,1997 年达 774.9 万公顷;农膜的使用量从 1980 年的 5.3 万吨增加到 1997 年的 101.1 万吨,农膜覆盖栽培已成为我国农业生产中增产、增收的重要措施之一。

目前,我国农膜的应用十分广泛,据统计,农膜覆盖栽培面积超过 33 万公顷的作物就有玉米(176 万公顷)、水稻育秧(60.5 万公顷)、棉花(181.6 万公顷)、花生(58.9 万公顷)、蔬菜(74.4 万公顷)、西(甜)瓜(60 万公顷)、烟草(38 万公顷)等。农膜的应用除增加作物产量和经济收入外,对促进作物早熟、提高农产品质量和农业综合生产能力等均具有十分重要的作用。但由于局部使用量大、部分使用方法不当等原因,其所产生的环境问题也日趋严重。

二、农用化学品对农业生态环境的影响

1. 对农产品质量的影响

农用化学品对农产品质量的影响虽然因其类型的不同而有所差异,但有一点是共同的,即过量或不合理施用将导致农产品质量下降,甚至造成污染,危害人类的食物安全和健康。

由于我国在 80 年代前主要使用毒性很强的有机氯农药,它们在土壤、植物乃至整个农业生态系统中的残留会持续很长时间,虽然 1983 年后已禁止使用,但至今仍可从部分地区作物收获物中分析出残留的有机氯农药或其衍生物。即使是目前使用的有机磷农药,虽然较易降解,但因其毒性强,加之部分地区施用量过大或施用方法不当,亦对农业生态环境产生较大污染。据陈同斌等的统计,我国部分地区的农产品,特别是蔬菜中农药残留量超过国家允许标准的 1~3 倍;北京市市售蔬菜中农药残留超标率达 20%左右;上海市蔬菜中杀灭菊酯等菊酯类农药残留的超标率,叶菜类达 16.6%、豆类类达 25.0%。

化肥对农产品质量的影响最为突出,其中最引人注目的是硝酸盐含量超标。因为硝酸盐还原后形成的亚硝酸盐,可与人体内血红蛋白结合形成高铁

血红蛋白,使其失去带氧能力,导致患者出现紫绀等缺氧症状,严重时甚至可使人窒息死亡;硝酸盐和亚硝酸盐同时还具有致癌作用,可以显著提高人类患癌症的几率。目前我国农业集约化程度较高的部分地区,蔬菜、水果中硝酸盐含量的超标问题较为突出,如北京市蔬菜中硝酸盐的超标率达 40%以上。

化肥对其它农产品质量的影响也十分明显,其中以氮肥最大。如过量施用氮肥,在使禾本科作物籽粒含氮量及蛋白质含量增加的同时,也将导致氨基酸含量比例发生变化,使其营养品质下降;过量施用磷肥将对蔬菜、水果中的有机酸、维生素 C 等成分的含量以及果实的大小、着色、形状、香味等带来一系列影响,同时,磷肥中的副产品还可能对农产品带来污染。

相对而言,农膜对农产品质量的影响要小得多。这一方面是因为农膜的使用较农药和化肥集中,使用范围相对较小;另一方面,农膜本身又不能直接被作物所吸收。应该引起注意的是,由于生产技术等方面的原因,农膜中所含的微量环境荷尔蒙物质如联苯酚、邻苯二甲酸酯、聚乙烯、PCB 聚氯联苯等也可能对农产品带来污染,并可能因此危害人类的健康,但我国相应的研究目前还是空白。

2. 对土壤质量的影响

土壤质量退化是当前影响人类生存的十大环境问题之一。化肥、农药、农膜等农用化学品对土壤的污染,被认为是农田土壤退化的最重要的原因。

化肥对土壤质量的影响是多方面的。首先,从对土壤物理性质的影响来看,单独施用化肥,将导致土壤结构变差、容重增加、孔隙度减少;其次,施用化肥可能使土壤有机质上升速度减缓甚至下降、部分养分含量相对较低或养分间不平衡,不利于土壤肥力的发展;再次,单独施用化肥将导致土壤中有益微生物数量甚至微生物总量减少;第四,由于部分化肥中含有污染成分,过量施用(其中特别是磷肥)将对土壤产生相应的污染。目前我国大部分耕地质量退化,对化肥的依赖性愈来愈强,主要是由于大量施用化肥的后果。

农药对土壤质量的影响主要是污染土壤,使土壤中农药残留量及其衍生物含量增加。如我国 70 年代大量使用的有机氯农药,目前还可从土壤中检测到 DDT、六六六等的残留物或衍生物;虽然 80 年代后期广泛使用有机磷与氨基甲酸酯类等农药,其在土壤中较易被分解,但从许多监测结果来看,由于部分地区用药量大等原因,土壤中的残留量仍十分惊人。据陈同斌等人的统计,我国目前受农药污染的耕地面积已超过 1 300~1 600 万公顷。

与化肥、农药对土壤的污染相比,农膜对土壤的污染主要是物理性的。由于大量使用农膜,且回

收率低,导致其在土壤中残留,影响土壤的通气透水等物理性质,使土壤中养分的迁移受到阻碍,并因此影响作物的生长发育和产量。

3. 对水体环境的影响

部分发达国家为防止化肥对水体污染而设置的化肥施用的安全上限为 $255\text{kg}/\text{hm}^2$,但我国还没有类似的规定,多数地区施肥尚带有很大的盲目性,施肥量远远超过上述指标。众所周知,我国江河湖泊的富营养化十分严重,水体中氮、磷的含量超过规定标准几倍甚至更多,大多数湖泊均出现了不同程度的富营养化。有关研究表明,在所有因素中由施肥所导致的富营养化占 40% 左右;在北方地区,地下水的污染,特别是硝酸盐污染问题十分突出,部分地区硝酸盐含量超过饮用水标准 ($\text{NO}_3^- - \text{N}$ $11.3\text{mg}/\text{L}$) 的 5~10 倍,基本上不能饮用。

农膜对水体的污染主要以物理污染为主,由于农膜残留物体积大、重量轻,在水体中一般会漂浮在水面或停留在水体中,严重破坏水体的环境。而且,残膜在水体中的裂化、降解速度甚至比在空气中还要慢得多,因而水体中的残片更难以自净,若不用人工或机械方法将其捞出,越积越多,会导致水面污染。残膜还可能堵塞排灌设施,使水利工程遭到破坏。

4. 对大气环境的影响

化肥对大气环境的影响中最令人关注的是 N_2O 与全球气候变暖,在氧化还原交替状态下,土壤中的硝态氮易被还原为 N_2O 。虽然我国目前还没有人对 N_2O 排放量与全球气候变暖之间的关系作十分深入系统的研究,但从已有的研究结果来看, N_2O 的排放量与氮肥施用量、温度、土壤水分状况等密切相关,我国氮肥的当季利用率一般仅 30~50%,损失的氮素中无疑有相当部分要以 N_2O 的形式排放到大气中。

农膜对大气环境的影响有两个方面:一是直接污染,二是来自农膜焚烧所产生的污染。农膜之类的塑料薄膜对大气环境的直接污染目前可能主要是来自其它途径,真正来自农用方面的还不多;主要方式是薄膜残片在空中漂浮,使大气中固体残留物量增加。农膜焚烧在我国多数地区均有发生,其所产生的化合物(如 PCB 焚烧时产生类似二恶英的物质)不仅污染环境,而且对人类健康的危害极大。

三、防止农用化学品对农业生态环境影响的技术对策

1. 广泛宣传,全社会重视

虽然农药对农业生态环境的影响已开始受到重视,化肥的影响也由于湖泊的富营养化而开始引

起注意,但从总体来说,重视程度还远远不够,多数人还没有充分认识到农用化学品污染对农业生态环境和人类健康所带来的危害,另外,农膜的污染问题似乎还极少有人注意。

要防止农用化学品对农业生态环境的污染,首先必须全社会重视。因此,有必要加大宣传力度,使广大群众认识到农用化学品污染的严重性,认识到这种污染直接与人民的生存环境及身体健康紧密相连。只有做到了这一点,才能使防止上述污染变成每一个公民的自觉行动。

2. 从法律上制止农用化学品,特别是化肥和农药的过量投入

农用化学品的污染在很大程度上是由于过量投入和不合理使用造成的。为此许多国家制定了相应的法律,如部分西方国家已开始对化肥施用量从法律上进行限制;对农药的生产、销售和使用更是如此,如美国国家环保局 1972 年对原有的“联邦农药管理法”进行了修改,定名为“联邦农药环境管理法”,1984 年再度修改后沿用至今,其中不仅对农药品种,而且对其推广和使用等环节都有严格的规定,对其在各种农产品中的含量亦有相应的标准;对农膜质量等同样有严格的标准。

与国外相比,我国有关的法律、法规还不很完善,1997 年颁发的《农药管理条例》主要限于农药的生产、经营与使用,部分条款很难严格遵守执行。此外污染监测方面的制度还很不健全。以农药为例,我国目前生产的农药品种有 200 多个、加工制剂 500 多种,但对其在长期、大量使用过程中给生态环境造成的危害却未进行过全面、系统的调查和研究,对农药进入环境后的监督与管理方面的研究更是空白。在农药销售上,虽然国家有规定,但实际销售体制还存在许多混乱现象。进一步完善有关法律条款,从制度上防止农用化学品对环境的污染是很有必要的。

3. 加强对农用化学品污染及其防治的研究

农用化学品对环境的污染包括生产和使用两个方面。从生产方面来说,一是限制产品中污染物的含量;二是在新产品(特别是新农药)的开发上应严格把关,对新产品应用可能带来的问题应进行全面、系统的研究和分析。但目前我国在上述两方面的研究和监测都很不够。

在农用化学品施用与污染的研究上,我国与国外的差距则更大。在污染的途径、影响因素、控制及防治对策等方面,目前均缺少深入、系统的研究,已有研究结果虽然可在一定程度上说明问题,但也只是局部性的,没有对全局起指导作用的研究,因此,有关方面的研究还必须大力加强。

4. 积极推广平衡施肥、生态农业等农业新技术

(下转第 59 页)

态调控技术,主要研究农作物抗病虫性、抗除草剂品种(或基因)的合理布局和栽培控害配套措施;(4)重大害虫化学信息调控技术,主要突破昆虫信息素及植物它感化合物的分离、鉴定与合成;(5)重大有害生物抗药性监测和治理技术,着重研究开发抗药性早期诊断技术和大吨位药剂、转基因抗病虫植物的风险评估技术;(6)环境友好的新农药研制及其应用技术,重点在高活性、无公害生物农药的产业化和作物良种包衣新技术上突破;(7)危险性有害生物检疫、检验及处理技术,重点研究突破检疫措施的规范化和标准化;(8)有害生物成灾机理的基础研究,重点研究解析有害生物——寄主植物——有益生物之间相互作用的群体遗传和分子基础,以及有害生物暴发成灾的生态学机理。

3. 加速科技推广,促进社会综合减灾

自然灾害频发是我国的国情,综合减灾是我国的一项国策。农作物生物灾害防御工作是一项专业性和实践性很强的社会活动,必须把社会发展与减灾工作紧密地结合起来,加强植保科技成果的推广和科学普及宣传工作,提高全民族的防灾减灾意识和水平。首先是要加强“科研、教学、生产”和“试验、示范、推广”两个三结合,建立健全植保科技推广服务体系;其次是要加强科学普及工作,创办以农民为中心、以田间为课堂、以提高识别病虫灾情和运用防御技术能力为目标的“农民田间学校”。

4. 增加投资力度,推进植保科技革命

随着生命科学、信息科学、材料和能源科学等领域的重大突破,以及生物技术、信息技术等在农业上的加速应用,世纪之交正孕育着一场新的农业科技革命。世界上许多发达国家正在为迎接这场新的“绿色革命”加紧制定规划,积极筹措巨资,集中

顶尖人才,抢占科技制高点。植保科技是现代农业的重要组成部分,对实现农业可持续发展具有不可替代的作用。现代科学技术在农作物灾害防御中的诱人前景,为植保科技革命拉开了序幕,其内涵应包括:细胞工程、基因工程、发酵工程、酶工程、空间技术、信息遥感技术和系统工程等技术在植保领域的拓展应用,获得抗病虫害、抗除草剂的农作物生物工程品种,无病种苗、防病治虫的遗传工程微生物和高活性、无公害生物农药,以及改善和提高灾害性生物的诊断、判别及监测预警的时效性、准确率等。农业的发展一靠政策、二靠科技、三靠投入,要实现植保科技的飞跃,必须依靠强大的高科技队伍和资金投入作保障。唯其如此,在2000年后实现“四个一千”的增产途径中,依靠控制病虫草鼠害挽回10%粮棉产量的战略设计才有可能实现。

主要参考文献

- [1] 中国农业科学院植物保护研究所主编. 中国农作物病虫害(第二版). 北京:中国农业出版社,1995
- [2] 国家科学技术委员会编. 中国农业科学技术政策背景资料. 北京:中国农业出版社,1997
- [3] 牛德水主编. 农业生物学研究与农业持续发展. 北京:科学出版社,1997
- [4] 陈晓峰等主编. 生态环境研究与可持续发展. 北京:中国环境科学出版社,1997
- [5] 程登发等主编. 植物保护21世纪展望. 北京:中国科学技术出版社,1998
- [6] 吕飞杰. 改革我国农业科技体制,建设国家农业科技创新体系. 中国科技月报,1999(1):8-10
- [7] 朱鑫泉. 生物技术在植物保护上的应用. 植保技术与推广,1993(1):26-27
- [8] 路甬祥. 加强农业科技创新. 光明日报,1998-11-10,第五版 (责任编辑 王宏章)

(上接第54页)

当前,配方施肥技术在防止化肥对农业生态环境的污染及提高作物产量和品质等方面起到了十分明显的作用;而且,配方施肥更符合作物生长的需要,既可节约施肥成本,又可提高单位面积的增产效应,可以说是一举多得。但由于受许多客观原因的影响,我国的配方施肥还不十分普及,手段也较落后,推广配方施肥还大有潜力可挖。

同时,生态农业是适应中国国情特点的农业可持续发展模式,是把农业生产、农村经济发展和生态环境治理与保护、资源培育和高效利用融为一体的新型综合农业体系,应努力实施生态农业技术。

5. 加大对农产品质量的监督力度

当前,我国部分农产品的质量令人堪忧。首先,由于监测结果主要是来自研究单位,在一定程度上还缺乏代表性,很难引起有关部门和全社会的足够重视。其次,在农产品价格方面,产品质量与价格几

乎没有任何关系。因此,我们建议对农产品质量进行长期、经常性的监测,实行优质优价;禁止质量低劣的农产品在市场销售或就地销毁处理。

6. 鼓励和积极开发有利于环境保护的化肥、农药新品种

目前我国在开发化肥新品种的方面力度不够,市场通用的化肥品种较少,复合肥虽然近年来有了较大的发展,且品种较多,但大多是混配复肥,真正适合不同地区土壤条件和作物生长需要的高浓度复合肥很少。在农药方面,虽然新品种不少,但部分产品并未经过严格的药效和毒理试验,新农药的研制和开发以杀死害虫为目的,很少将环境效应考虑进去,故大多毒性很强,对环境的负面效应较大。此外,我国农膜质量相对低劣,部分产品中有毒物质含量较高。因此,开发这些方面的高效“绿色产品”已是当务之急。(责任编辑 孙立明)