

DOI: 10.3969/j.issn.2095-1787.2012.03.003

农用化学品污染及预防建议

于成明, 徐静伟, 何邦令*, 刘会香*

山东农业大学植物保护学院, 山东省林业有害生物防控工程技术研究中心, 山东 泰安 271018

摘要: 农用化学品是农业生产的重要组成部分,其安全问题也成为人们关注的焦点。农用化学品可分为化肥、农药、农膜3类。化肥主要用于提高土壤肥力,增加农作物产量,不合理使用则会改变土壤性质,降低土壤肥力,并且对生态环境以及人类健康造成不可忽视的危害。农药主要用于杀菌、杀虫、除草等,在促进和保障农作物健康生长中发挥重要作用,但农药的滥用造成农药事故频发,农药的毒性富集作用以及残留问题越发引起人们的关注。农膜主要用于农膜覆盖栽培技术,农膜的原料主要是聚乙烯树脂等高分子化学物质,在土壤中很难降解,造成的环境污染问题日益突出。各种农用化学品的不合理使用,可降低农产品的质量,使其在出口贸易中受到极大限制,造成巨大的经济损失。本文在肯定农用化学品在现代化农业生产中的巨大贡献的同时,深入分析了其污染状况及危害,总结了当前国际上对于化肥、农药、农膜的研究进展以及所取得的成果,最后提出了科学使用农用化学品的建议。

关键词: 农业生产; 农用化学品; 安全性; 危害

Agricultural chemical pollution and prevention suggestion

Cheng-ming YU, Jing-wei XU, Bang-ling HE*, Hui-xiang LIU*

Shandong Forestry Harmful Biological Control Engineering Technology Research Center, College of Plant Protection,
Shandong Agricultural University, Taian, Shandong 271018, China

Abstract: Agricultural chemicals, such as fertilizers, pesticides and polymers, are an indispensable component in the modern agricultural production but their safety for human health is becoming a major concern. This paper reviews the various types of agricultural chemicals and their impacts on the environment. Fertilizers are used for improving soil fertility and increase production. However, unreasonable use can lead to reduction in soil fertility and degradation and contamination of the ecosystem. Pesticides are mainly used for control of insects, weeds or fungi. They help maintain the crops healthy and high agricultural production. Abuse however can lead to human poisoning or contamination of the environment. Attention has been more on pesticides than fertilizers. Agricultural polymers have been increasingly used to control weeds, reduce water or soil loss. However, they are difficult to degrade in the soil and can lead to environmental pollution. Studies have shown that soil fertility can decrease over time. This review argues that unreasonable use of agricultural chemicals can reduce soil and crop qualities and cause important economic loss. and the review summarizes the current international research on these chemicals and puts forward suggestions and measures to improve the science of agricultural chemicals.

Key words: agricultural production; agricultural chemicals; safety; damage

我国是一个农业大国,总人口占全世界的 1/5,而耕地面积只占全世界耕地总面积的 7%,要用 7% 的耕地养活世界 1/5 的人口,我国农业生产面临巨大压力。为了达到增产增收的目的,人们大量使用各种农用化学品来防治病虫害。然而,农用化学品的使用,在促进农业增产、推进农业现代化建设的同时,也带来了严重的污染问题,除了直接对

土壤、大气和水体造成污染外,还会通过食物链在生物体内富集,对生物特别是人类健康造成严重危害(方晓航等,2002)。同时,农用化学品的不合理使用直接或间接地改变了土壤的理化性质,使土壤肥力下降。因此,农用化学品进入了一个大剂量使用—环境污染—农业危害—再大剂量使用的恶性循环。

收稿日期(Received): 2012-06-12 接受日期(Accepted): 2012-07-11

作者简介: 于成明,男,硕士研究生。研究方向: 植物病害检测鉴定

* 通讯作者(Author for correspondence), E-mail: hebangling@126.com; E-mail: hxliu722@126.com

1 农用化学品的使用

1.1 农用化学品的分类

农用化学品可分为化肥、农药、农膜 3 类(张中一等,2003)。化肥是化学肥料的简称,指用化学和(或)物理方法制成的含有一种或几种农作物生长需要的营养元素的肥料,主要用于提高土壤肥力,增加单位面积的农作物产量。最常见的是氮肥、磷肥、钾肥,这是植物需求量较大的化学肥料。农药是指为促进、保障农作物健康成长而使用的各种杀菌、杀虫、除草等药品。农膜主要用于覆盖栽培技术,对农业增产增收、生产反季节作物贡献巨大(徐玉宏,2003)。

1.2 各类农用化学品的使用情况

1.2.1 化肥的使用 我国是化肥生产和使用大国。20 世纪 80 年代以来我国化肥施用量迅速增长,1980~2009 年,我国的化肥施用总量由 1269.4 万 t 增加到 5404.4 万 t,增长了近 3.3 倍。其中,氮肥施用量由 934.2 万 t 增加到 2329.9 万 t,磷肥施用量由 273.3 万 t 增加到 797.7 万 t,钾肥施用量由 34.6 万 t 增加到 564.3 万 t,复合肥的施用量由 27.2 万 t 增加到 1698.7 万 t(国家统计局农村社会经济调查司,2009; 中华人民共和国国家统计局,2010),分别是原来的 2.5、2.9、16.3 和 62.5 倍(孙秀敏等,2011)。据统计,每年我国的化肥消耗量为世界化肥生产总量的 27.5%。但有效利用率仅为 30%,致使每年约有 1800 万 t 化肥流入环境,20 世纪 90 年代后,化肥的增产效果已远不及过去明显,甚至在某些地区出现了减产。数据显示,苏南地区水稻平均氮肥用量已达 $300\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$,甚至超出 $350\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$,但水稻产量却基本没有变化(陈荣业等,1983; 李伟波等,1997)。此外,我国化肥产业存在严重的结构不合理现象,即化肥使用量不断上升,有机肥用量日趋减少。各种营养元素搭配不科学,农民为获得较高的产量,任意施用化肥来满足作物对养分的需求,这样就引起土壤有机质含量下降、结构破坏、养分失衡、肥力下降、农产品产量和质量均难以保证(王海燕等,2007)。根据“最小养分定律”和“报酬递减率”原则,必须以科学的态度合理配比各种营养元素才能获得最大产出效益。

1.2.2 农药的使用 我国是最早发现和使用农药的国家之一,在农作物的生产过程中,病虫害害是

最为严重的危害因子,对病虫害害的防治已成为农业生产最为重要的部分,使用农药防治病虫害害是最快速、经济、有效的手段。近年来,我国农药的使用量已位居世界第一(杜江,2009)。20 世纪 50 年代起,每年仍因各种病虫害鼠害损失粮食 1600 多万 t、棉花 6000 t、油料 140 万 t 以上,几乎是 1 亿人口一年的口粮(曹雅忠等,2000)。DDT、六六六等有机氯农药的使用,每年可为我国挽回粮食损失 1500 万 t,但是这类农药在环境中残留时间长,并且可在生物体内富集,给环境和人类生活均带来无法预知的危害,因此,1983 年被宣布禁用,继而转向发展可降解、残留时间较短、毒性更强的有机磷和氨基甲酸酯类农药。

1.2.3 农膜的使用 农膜技术给蔬菜、作物及温室大棚等种植带来了较高的效益。塑料农膜以人工合成的高分子化合物为原料,早期使用的农膜多为聚氯乙烯(PVC)膜。20 世纪 80 年代以后,PVC 膜逐步被聚乙烯(PE)农膜取代,主要包括线性低密度聚乙烯(LLDPE)和低密度聚乙烯(LDPE)等材料(徐刚等,2005)。目前,我国是世界上最大的农膜生产和使用国。

2 农用化学品的污染

2.1 化肥

随着化肥用量的增大,化肥对农业土壤的污染日趋加重(Cokortb,1992)。大量的化肥流失,使得化肥中的有害物质及过剩的氮、磷等营养元素对土壤造成污染,从而恶化土壤的理化性质(解金瑞,1994)。长期过量施用化肥,会改变土壤的酸碱性,使土壤酸化或碱化,直接影响作物的正常生长发育(罗奇祥,1994);同时,施肥过量或不当会使土壤微生物受到不良影响,造成土壤有机质减少,肥力衰退(屈宝香,1994; 杨华等,1997; Stone *et al.*, 1992)。化肥中氮肥约占 80%,磷肥约占 20%,而资料显示,施入农田的氮肥利用率仅为 30%~35%(肖顺勇等,2006),磷肥利用率仅为 10%~20%(刘方等,2001)。因此,对环境污染最严重的是氮肥。大量使用氮肥,使得土壤中氮肥残留积累,在土壤的硝化作用下转化成硝酸盐和亚硝酸盐被植物吸收,各种作物、蔬菜和牧草中的硝酸盐、亚硝酸盐含量大大增加。硝酸盐含量高的饲料可引起牲畜疾病或死亡;硝酸盐也可在人体内被还原成亚硝酸盐,

再与二级胺生成致癌物质亚硝胺;亚硝酸盐的浓度达到一定程度会引发高铁血红元血症,使人呼吸困难,严重者可窒息致死(高梁,1992)。此外,过量的化肥还会通过地表径流、淋溶进入地表水和地下水,造成湖泊、江河、水库等水体富营养化。

2.2 农药

农药在农业生产中发挥着积极的作用,在植物病虫害综合防治中占有重要的地位。但在农药使用过程中,大多施药者不能合理用药,导致农药利用率降低,滥用农药现象普遍,药害事故频发,环境污染严重,农产品残留高,严重影响了农产品质量和效益。据统计,在利用农药进行病虫害防治的过程中,只有 25% ~ 30% 能够喷到防治靶标上,喷到靶标害虫上的农药所占比例则不足 1%,对害虫起作用的部分还不到全部用药量的 0.03%,足见农药的利用率之低(孙明海,2004);其余的则会有 20% ~ 30% 进入大气和水体,50% ~ 60% 残留在土壤中(米长虹等,2000)。近些年来,农药产业发展突飞猛进,其品种不断增多,高毒、剧毒农药层出不穷,使用范围不断扩大,使用量不断增大。人们所面临的农药污染问题越发严重,如何降低农产品和环境中的农药残留已成为世界各国的研究热点(陈少华等,2009)。

2.2.1 农药对土壤的影响 农药对土壤的危害主要体现在其对土壤肥力、植物生长发育和植物病虫害相联系的微生物种类、数量和活性的影响。这些影响有直接或间接的、抑制或促进的、暂时或持久的、可逆或不可逆等。如杀虫剂和除草剂的大量使用会杀死土壤微生物或抑制其活动。土壤杀菌剂和熏蒸剂则影响土壤微生物体系间的平衡关系。农药通过对土壤微生物产生影响,进而影响土壤中酶的活性及营养物质的转化,改变农业生态系统营养循环的效率和速度,使土地持续生产力下降(刘英东,2006)。同时,土壤中的农药残留还会造成重金属污染,土壤一旦遭受重金属污染将很难恢复(王塞妮等,2007)。

2.2.2 农药对害虫及其天敌的影响 在自然界中,害虫和天敌是相辅相成的,大量的施药使得害虫自身含药量居高不下,天敌捕食害虫后在生物富集作用下其体内农药大量聚积,最终中毒死亡。同时,天敌体内聚积的农药可毒害其后代,使得后代天敌发生各种病变甚至死亡,造成害虫天敌大量减少甚

至灭绝,加之害虫自身的抗药性使害虫种群急剧增长,对农作物的危害大大加重。目前使用的杀虫剂多数具有广谱杀虫活性,在杀灭害虫的同时给非靶标昆虫也带来了灭顶之灾。据调查,在日本东北地区,苹果园中使用化学杀虫剂使害虫种类迅速减少,仅仅 10 年时间,害虫种类由原来的 130 ~ 180 种急剧减少到几种。同时,有 40 多种害虫天敌灭绝,造成环境生态失衡。

2.2.3 农药对农产品的污染 应用化学农药防治各种病虫害后,使植物本身吸附大量农药,且通过渗透进入植物内部,造成农药在作物体内高残留,进而对农产品产生污染,尤其是蔬菜类产品农药残留将直接危害人类身体健康。常见的农药残留主要有有机磷和氨基甲酸酯类农药,如氧化乐果、乐果、马拉硫磷、甲胺磷、久效磷、倍硫磷、百克威、抗蚜威和西维因等。其中,剧毒的有机磷类农药年使用量约占 70%,而毫克级的有机磷类农药即可致人畜死亡。当农药残留在人体内达到一定的数量,不为人体所分解时,将不可避免地发生各种病变。近年来,在各种食物中毒中,由农药残留引起的食物中毒所占比例越来越高,由农药引起的中毒死亡人数占总中毒死亡人数的 20% 左右(李成杰,2010)。此外,在农作物的进出口环节,我国农作物因农药残留量超标致使其在国际上的竞争力大大下降,直接造成经济损失。

2.2.4 农药的生物放大作用 在食物链的自然规律下,生物会从环境介质或食物中不断吸收有毒物质并逐渐在体内积累浓缩。在整个生态系统中,农药通过生物富集与食物链的传递,逐级浓缩、放大,而人类处于食物链的最顶端,受害最为严重(刘英东,2006)。农药的不合理使用最终会影响到生物的发育,诱发胚胎畸形、变异(Di Renzo *et al.*, 2011)。此外,残存在土壤中的农药还会通过挥发、扩散、迁移、转化进入大气和水体。水体和土壤中的农药既会与大气中的农药发生交换,即挥发与沉降,又可经过植物的吸收进入植物体内(代凤玲等,2009;吴瑞娟等,2002)。

2.3 农膜

农膜对农产品质量的影响相对于化肥、农药而言要小得多,但农膜的主要成分含有联苯酚、邻苯二甲酸酯、聚乙烯、PCB 聚氯联苯等物质,这些物质的分子结构非常稳定,很难在自然条件下进行光解

和热降解,也不易通过细菌和酶等生物方式降解,这必然会使田间的塑料残留日益增多(赵素荣等,1998; Moiler *et al.*, 2001)。据统计,我国农膜年残留量高达35万t,残膜率达42%,即近50%的农膜残留在土壤中(杨晓涛,2000)。由于农膜在土壤中不能降解,加之地膜回收工作一直未很好落实,造成的环境污染也相当严重。

未降解的农膜埋入土壤中,会对土壤的物理性质产生不良影响,将直接影响土壤内物质和能量的传递,抑制微生物生长,改变土壤特性。残留农膜使耕层土壤容重显著降低,总孔隙度、非毛管孔隙显著增大;耕层土壤分散系数增大,结构系数降低;试验显示,耕层土壤紧结态碳占总腐碳的百分数在整个生育期明显降低,这表明覆膜处理消耗了耕层土壤中的有机碳,直接导致土壤肥力下降;残膜积累还阻滞上升水流补充到根层(文启帆等,1992; 向振今等,1992; 赵素荣等,1998)。残留覆膜使耕层土壤性状变劣,直接影响了后茬作物的生长。另外,塑料在自然环境中分解后会生成有害物质,对土壤造成直接危害,有害物质流入水体也可造成不可估量的危害。研究表明,连续使用农膜2年以上的麦田,每ha残留农膜达103.5 kg,小麦减产9%;连续使用5年的麦田,每ha残留农膜达375 kg,小麦减产26%(胡其飞等,1998; 徐玉宏,2003)。

3 科学使用农用化学品

3.1 加大科学使用农用化学品知识的宣传

针对当前广大农民对农用化学品知识匮乏的现状,应大力宣传相关科学知识,增强人们对农用化学品的认识,深入贯彻科教兴农的政策,做到科学种田、准确及时防治病虫害,特别是基层部门要加强农民系统学习,让农民充分认识到农用化学品的最佳施用时间和施用技巧。

3.2 加强病虫害的预测

有关部门应加强病虫害的预测预报,做到提前预报、及早预防,针对每次病虫害的发生尽早做好相应预警和防治措施。争取做到每次病虫害发生时,用最有效的方法、最低的用量达到最佳的防治效果。

3.3 开展新型农用化学品研究

努力开发新型产品,对可回收产品加大回收力度,以低毒、高效、绿色、安全为前提,倡导绿色农业

和可持续农业。目前,缓/控释肥料作为一种新型化肥备受青睐,被称为21世纪的理想肥料,具有环境污染少、肥料效果好、经济效益高的特点。新型农药的开发已经转向低毒、低残留、专一性高、不带附属伤害的方向;植物源农药、微生物农药、卫生农药等已经开始应用于农业生产。针对农膜污染,20世纪70年代以来,美国、日本等提出的“降解塑料”概念成为人们的研究热点,且已取得显著成果并投入应用,如光降解农膜、生物降解农膜、纤维素农膜等。

3.4 引进和推广新技术

新型技术的推广不仅在于提高农民的田间劳作效率,以及农产品的产量和质量,而且能够快速合理地施用农用化学品,大大减少各农用物资的浪费,降低成本,以最少的用量取得最大收益。此外,应开展检测技术研究,规范检测程序,大力推广普及快速检测技术和方法。

3.5 完善法律制度、加强市场监管

我国应加强立法,建立与国际接轨的质量标准体系,加大监察力度,杜绝高毒、剧毒产品,规范农用化学品公司,从源头上杜绝危害大的农用化学品流入市场,进而建立一个适合我国国情的检测监察体系。

4 展望

未来农用化学品仍然是农业生产中的重要构成部分,随着人们生活水平的提高和对农业生态环境的重视,农用化学品的安全问题将成为各国的研究热点。新型化肥/绿色化肥的研究、开发和利用,特别是包膜技术缓/控释化肥成为研究重点。此外,生物肥料、商品有机肥料、多功能肥料也是未来开发研究的核心;开发高效、低毒、低残留的新型农药,运用分子生物学、基因工程技术研制新的专一性强、高效的基因工程农药也是未来农药研究的主流方向;开发生物降解膜、植物纤维膜等可降解新型农膜将成为未来农膜研究的重点。随着科技的进步、人们认识的提高以及研究的深入,各种农用化学品的安全性问题必将逐步得到解决,构建绿色农业将指日可待。

参考文献

曹雅忠, 陈万权, 郑斐能, 倪汉祥. 2000. 农作物生物灾害防御亟待加强. 科技导报, (4): 58-59.
陈荣业, 李秀廷, 李阿秀. 1983. 苏州高产稻区氮肥的经济

- 使用. 土壤学报, 20(4): 373–385.
- 陈少华, 罗建军, 林庆胜, 胡美英. 2009. 农药残留降解方法研究进展. 安徽农业科学, 37(1): 343–345.
- Cokorth O A. 1992. 氮肥施用的生态观点. 土壤学进展, 20(1): 19–22.
- 代凤玲, 闫慧琴. 2009. 土壤中农药的迁移转化规律及其影响在土壤中残留、降解的环境因素. 内蒙古环境科学, 21(6): 181–184.
- 杜江. 2009. 转型期中国农业增长与环境污染问题研究. 武汉: 华中农业大学.
- 方晓航, 仇荣亮. 2002. 农药在土壤环境中的行为研究. 土壤与环境, 11(1): 94–97.
- 高粱. 1992. 土壤污染及其防治措施. 农业环境保护, 11(6): 272–273.
- 国家统计局农村社会经济调查司. 2009. 中国农村统计年鉴—2009. 北京: 中国统计出版社.
- 胡其飞, 吴鸿强. 1998. 废旧塑料综合利用技术及前景. 环境保护, (9): 37.
- 黄土忠, 李治祥, 陈国光, 张俊亭. 1990. 农药的环境问题及发展趋向. 国外农业环境保护, (2): 21–23.
- 解金瑞. 1994. 长期施用化肥之效果. 土壤学进展, 22(1): 54–55.
- 李成杰. 2010. 探讨蔬菜农药残留问题解决之途径. 科教论坛, (5): 241.
- 李伟波, 吴留松, 廖海秋. 1997. 太湖地区高产稻田氮肥使用与作物吸收利用的研究. 土壤学报, 34(1): 67–72.
- 刘方, 黄昌勇, 何腾兵, 刘元生, 钱晓刚. 2001. 不同类型黄壤旱地的磷素流失及其影响因素. 水土保持学报, 5(2): 37–40.
- 刘英东. 2006. 化学农药对环境的危害及其防止对策的探讨. 中国环境管理干部学院学报, 16(1): 84–86.
- 罗奇祥. 1994. 施用氮肥环境后果. 土壤学进展, 22(2): 29–32.
- 米长虹, 黄土忠, 王继军, 李建农, 崔海东. 2000. 农药对农田土壤的污染及防治技术. 农业环境与发展, 17(4): 23–25.
- 屈宝香. 1994. 农业中的化肥使用与环境影响. 环境保护, (8): 41–44.
- Stone D L R and Whtne D A. 1992. 长期施用氮肥对土壤理化性质的影响. 土壤学进展, 20(5): 56.
- 孙明海, 顾士莲, 孔德生, 惠祥海, 孙振国. 2004. 当前农药使用存在的问题及解决对策. 内蒙古农业科技, (S2): 141–143.
- 孙秀敏, 郑培忠, 万旗东, 沈健英. 2011. 农用化学品污染及其控制技术. 现代农药, 10(5): 4–11.
- 王海燕, 杜一新, 梁碧元. 2007. 我国化肥使用现状与减轻农业面源污染的对策. 现代农业科技, (20): 135–136.
- 王塞妮. 2007. 我国农药使用现状、影响及对策. 现代预防医学, 34(20): 3853–3855.
- 文启帆, 刘玉兰, 杨广碧, 赖忠盛, 赵乃安, 刘锡吾, 石书兵. 1992. 残膜积累对土壤理化性状与后茬作物产量影响的研究. 干旱区资源与环境, 6(4): 71–78.
- 吴瑞娟, 金卫根, 邱峰芳. 2002. 化学农药在土壤中的迁移转化. 河北农业科学, 12(3): 122–123.
- 向振今, 李秋洪, 刘林森. 1992. 农田土壤中残留地膜污染对玉米生长和产量影响的研究. 农业环境保护, 11(4): 179–180.
- 肖顺勇, 唐建初, 刘钦云, 黄新, 蒲莉芳, 吴耀龙. 2006. 湖南省农业面源污染分析及其防治对策. 农产品质量安全, (5): 23–25.
- 徐刚, 杜晓明, 曹云者, 汪群慧, 许瑞平, 卢桂兰, 李发生. 2005. 典型地区农用地膜残留水平及其形态特征研究. 农业环境科学学报, 24(1): 79–83.
- 徐玉宏. 2003. 我国农膜污染现状和防治对策. 环境科学动态, (2): 9–11.
- 杨华, 周国彬, 沈劲凡. 1997. 化肥污染与肥料改良. 环境保护, (7): 24–25.
- 杨晓涛. 2000. 农膜污染的防治对策. 农业环境与发展, 17(1): 28–29.
- 张中一, 施正香, 周清. 2003. 农用化学品对生态环境和人类健康的影响及其对策. 中国农业大学学报, 8(2): 73–77.
- 赵素荣, 张书荣, 徐霞, 徐立超, 张栋河, 张新民, 王金凤, 徐立功, 齐瑛. 1998. 农膜残留污染研究. 农业环境与发展, 15(3): 7–10.
- 中华人民共和国国家统计局. 2010. 中国统计年鉴—2010. 北京: 中国统计出版社.
- Di Renzo F, Bacchetta R, Sangiorgio L, Bizzo A and Menegola E. 2011. The agrochemical fungicide triadimefon induces abnormalities in *Xenopus laevis* embryos. *Reproductive Toxicology*, 4: 486–493.
- Moller K and Gevert T. 2001. Arne Holmstrom. Examination of a low density polyethylene (LDPE) film after 15 years of service as an air and water vapour barrier. *Polymer Degradation and Stability*, 73: 69–74.

(责任编辑: 彭露)

