

农业源头污染对我国农产品质量安全的影响

瞿哈屹, 张 吟, 彭亚拉 *

(中国人民大学农业与农村发展学院, 北京 100872)

摘 要: 通过分析影响农业源头污染的主要因素——化肥污染、农药污染、畜禽粪便污染以及饲料污染等对我国农产品质量安全产生的不利影响, 说明我国农业源头污染问题已不容忽视, 发展绿色、可持续发展农业应重视预防以及治理源头污染问题。

关键词: 农业源头污染; 农产品; 质量安全; 化肥农药污染; 粪便污染; 饲料污染

Influence of Agricultural Non-Point Source Pollution on the Quality and Safety of Agricultural Products

QU Han-yi, ZHANG Yin, PENG Ya-la*

(School of Agricultural Economics and Rural Development, Renmin University of China, Beijing 100872, China)

Abstract: Major factors for agricultural non-point source pollution such as fertilizer pollution, pesticide pollution, poultry and animal fecal pollution have negative effects on the quality and safety of agricultural products. Therefore, agricultural non-point source pollution can not be ignored. Developing green and sustainable agriculture is important for the prevention and management of these problems.

Key words: agricultural non-point source pollution; agricultural products; quality and safety; chemical fertilizer and pesticide pollution; fecal pollution; feed pollution

中图分类号: S-01

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2012)17-0331-05

在全球呼吁发展绿色农业的今天, 农业污染问题越来越受到关注。一方面, 随着工业化进程的不断推进, 用于住房、工业等设施的土地征用数量不断增加, 从2000年的2470.9万 hm^2 升至2008年的2691.6万 hm^2 。可耕种土地资源越来越少, 耕地面积已从2000年的12824.3万 hm^2 减至2008年的12171.6万 hm^2 ^[1]。另一方面, 人口的持续增长和膳食结构的改善, 使得粮食需求量不断增加, 同时居民对农产品及食物的品种及质量要求也逐渐提高。因此为了保障我国的粮食安全并满足消费者对产品品质的需求, 各种有利于农作物产量提高和质量改善的措施都在发挥着积极的作用, 例如化肥的施用、农药和农膜的使用、养殖业的规模化发展等。事实上, 在过去的50多年里, 中国粮食产量持续不断地增加, 其中一个主要的因素就是化肥、农药等农业生产资料的投入, 然而这些农资带来的污染也是不容小窥的。化肥、农药等大量施用 in 提高作物产量的同时却是以环境牺牲为代价, 造成了诸如土壤污染、水污染以及空气污染等, 不仅长期影响到作物的生长及产品质量, 也严重影响到周围居民的生活环境和生命健康。同时我国也一

直倡导农业的绿色发展及可持续发展计划, 因此现今看来我国绿色农业的发展还有很长的一段路要走, 尽量减少农业污染带来的危害以支持和保障农产品安全将是一条必经的发展之路。

1 现代农业导致的污染

不同于传统农业, 现代农业生产过程中的农药和化肥的不合理使用、畜禽粪便的排放、农田废弃物的处置等, 造成了农业系统中水体、土壤、大气的立体交叉污染^[2]。农业污染的立体交叉特性, 对农业生产活动和农产品质量安全均产生巨大影响。

1.1 化肥污染对农产品安全的影响

我国自1901年开始使用氮肥以来, 化肥对农业的发展就发挥着巨大的作用。虽然我国耕地面积不足世界的1/10, 但氮肥使用量却占世界的1/3, 过量施肥的现象十分严重。在农民的生产投资中, 化肥的投入约占全部生产性支出的50%。目前, 我国与世界各国相比化肥消费量和进口量都高居首位, 而生产量也位列第二。

收稿日期: 2011-12-28

作者简介: 瞿哈屹(1985—), 女, 硕士研究生, 研究方向为食品科学。E-mail: quhanyi@gmail.com

* 通信作者: 彭亚拉(1961—), 女, 副教授, 硕士, 研究方向为粮食安全、食品安全与农业政策。E-mail: yala0968@sina.com

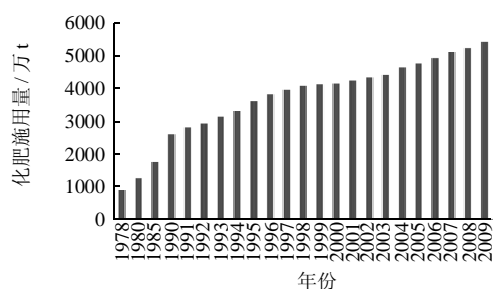


图1 1978—2009年农用化肥施用情况

Fig.1 Consumption of chemical fertilizers in agriculture during 1978—2009

2010年中国统计年鉴的数据显示(图1),我国化肥施用量呈现逐年增长的趋势,1990—2009年间的年增长率为3.97%。综合统计年鉴中的施用面积数据得到年平均单位面积化肥施用量增长率为3.61%;从1978年的0.06t/hm²增至2009年的0.34t/hm²,30年间增长了5倍多。化肥施用量的逐年增加已使我国的化肥施用量占到世界的35%,并且平均施用水平高达368kg/hm²,大大超出发达国家为防止化肥对土壤和水体造成危害所设置的225kg/hm²的安全上限。尽管化肥施用量逐年增加,但是我国的化肥利用率却越来越低。目前氮肥当季利用率仅为30%~35%,磷肥利用率仅为15%~20%,钾肥利用率也不超过65%^[3]。

过量施肥使农作物中有机化合物的代谢产生不利影响,可能积累过量的硝酸盐、亚硝酸盐。这些含氮化合物是致癌化合物N-亚硝基化合物的前体,在一定的条件下可转化为亚硝胺等致癌物。虽然这些物质在植物体内并不会对植株造成直接伤害,但其对动物和人体均有不同程度的毒性。李敏等^[4]对重庆涪陵区24种常见蔬菜硝酸盐的测量中发现,因为盲目使用化肥,90%左右的蔬菜都受到了不同程度的硝酸盐污染,其中遭受重度污染及严重污染占60%。此外,氮磷肥施用量通常会造部分地区明显的养分盈余,这些多余的氮磷养分通过淋洗和径流损失排放到水体环境中,造成水体“富营养化”,污染水资源,影响水生动植物的生存。这些水资源若用于浇灌农田,则会反复多次作用于农作物,虽然一定程度上能给作物带来养分,但超出作物的可吸收范围,则可能出现“烧苗”等现象,影响农作物的产量和质量。

过量施肥通常会造成土壤中的化肥残留,其中的有害物质如重金属可通过食物链的传递,引发食品安全事故,最终影响到人类的健康。这些重金属对蔬菜的营养品质影响较大,粗纤维、粗蛋白、还原糖等营养指标都会受其影响^[5],同时重金属富集效应带来的伤害也最终会放大到人类自身,如日本发生的“骨痛病”事件就是一个惨痛的教训。化肥中的重金属成分主要来自

于磷肥,其中最突出的是镉元素,还包括锶、氟、锆、钼等。施用磷肥过多会使土壤含镉量比一般土壤高数十倍、甚至上百倍,长期积累将造成土壤镉污染。有调查数据显示我国被镉污染的耕地高达13000hm²,涉及11个省市的25个地区^[6]。2010年第九届亚太烟草与健康会议报告指出,产自中国的13个牌子的卷烟检测出重金属超标,其中铅、砷和镉等比加拿大香烟最高超出3倍以上。同时加拿大专家认为其重金属可能来自受污染的土壤^[7]。实际上,与烟草相似的叶菜类作物也同样会受到土壤中的重金属污染。李录久^[8]、张福金^[9]等对我国部分城郊土壤和农产品(尤其是蔬菜)重金属污染现状的调研结果令人堪忧,发现土壤与蔬菜均受到了铅、镉、汞等多种重金属的污染,其中受污染的蔬菜品种主要集中在叶菜类,化肥中还含有机污染物酚类等,以致生产出含酚量较高、带有异味的农产品,严重影响农产品的质量和产量。例如大量施用石灰氮(氰化钙)可产生双氰胺、氰酸等有害物质,抑制土壤硝化作用,严重威胁着粮食生产。三氯乙醚的污染就是一个较典型的案例,它是由于施用含三氯乙醚的废硫酸生产的普通磷酸钙肥料所引起的,受害地区广、作物品种多,土壤在较长时间内难以恢复,有的田块重新播种后仍多次受害,造成很大损失^[10]。由此可见,化肥过量施用也通过土壤污染等间接方式给农产品的质量安全带来了隐患,并在短时间内难以改善。

1.2 农药污染对农产品安全的影响

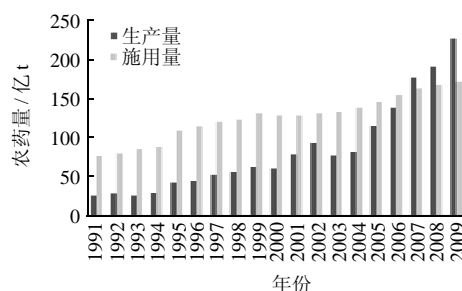


图2 1991—2009年我国农药生产量和施用量

Fig.2 1991—2009 production and consumption of agricultural agent in China

世界粮食生产产量每年因虫害损失14%、病害损失11%、鼠害损失20%,而化学农药防治可挽回15%~30%的产量损失^[11]。中国是农药生产和使用大国,使用量居世界首位^[12],然而滥用却使农产品中的农药残留对人类健康造成的负面影响日益凸显。农药可以通过多种途径长期存留在土壤、水体以及农作物中,一般只有10%~20%的农药附着在农作物上,而80%~90%则流失到土壤、水体和空气中。因此环境中的农药能够通过食物链传递富集,对人体健康造成急性、慢性以及

特殊毒性(致癌、致畸、致突变)等危害^[13]。我国农药污染主要集中在高毒农药等对农产品质量安全的长期影响以及农药残留引起的短期影响。

图2显示了我国从1991—2009年的农药生产量和施用量情况,两者都呈现增长趋势,且生产量的变化更明显。资料^[14]显示,我国农药生产量早在2001年前就位居世界第二,并于2007年跃居为世界第一,占据着全球1/3的市场。表1也显示了我国近10年来杀虫剂、杀菌剂和除草剂的生产量变化,虽然杀菌剂在2010年和2011年的年生产量均低于2009年,但其他种类的农药生产量均逐年增加。10年间,杀菌剂和除草剂增幅较大,分别从6.7万t、13.8万t增长到16.7万t、1050万t,增幅分别为149%和661%。

由于历史、经济和技术原因,目前我国高毒农药产量占相当大的比例,品种也比较多,主要是杀虫剂、杀鼠剂和杀菌剂。近年来,由于虫鼠菌等有害生物的抗性作用,农药用量继续加大。杀虫剂类农药约占总用量的70%以上,其中高毒杀虫剂有机磷又占杀虫剂总用量的70%以上,且对水稻、棉花、水果、蔬菜的单位面积用量逐渐增加。这些农药直接作用于农产品,残留在作物体内,通过食物摄入作用于人类,影响人体健康,例如有机氯农药会对内分泌、生殖发育以及免疫系统产生影响,并且具有致癌作用。虽然我国于1983年4月1日起停止了有机氯农药的生产和使用,但30多年来,我国共累计施用滴滴涕约40万t,六六六约490万t,分别占全球同期生产总量的20%和33%^[15]。由于其不易降解,半衰期长等特点,再加上个别滥用的情况,在水、土壤和动植物中仍有残留。南淑清等^[16]2009年测定了不同典型农业生产功能区土壤中有机氯农药农药残留,六六六、滴滴涕各同分异构体均有不同程度检出。

农药残留对农产品的污染主要有直接和间接两种途径。其中直接污染时农药的受体为作物的食用部位(如蔬菜),因此农药会直接附着或渗入作物内部。2010年发生的“海南毒豇豆”事件即为典型的农药直接污染引起,豇豆中检测出超标的甲胺磷、水胺硫磷等高度农药残留。此类污染引起的食品安全事件具有集中突发性,并且通常后果比较严重。资料^[17]显示,全国因食

用农药污染的食品而发生农药中毒的人数年均近20万人,约占食物中毒总人数的1/3。间接污染则是指由作物根系从土壤中吸收或渗入茎、叶的农药随体液在作物体内传导而在农产品内富集形成农药残留,往往这类污染持续时间长、影响范围广,难于治理。

因此可以看出农药污染对农产品的影响不仅以农药残留的形式直接作用于农作物自身,而且还会参与到土壤、水体、大气等污染中,构成错综复杂的立体污染,多次对农作物的生长产生不利影响。

2 规模化养殖业的污染

规模化养殖场也逐渐成为重要的污染源,演变为另一个影响农产品品质的重要因素。有关测算显示,我国农副产品因污染每年经济损失约160多亿元,其中相当大一部分是由集约化养殖造成的。养殖业造成的源头污染主要集中在粪便污染以及饲料污染等。

2.1 粪便污染对农产品安全的影响

畜禽养殖的固体粪便污染和养殖污水中不仅含有化学需氧量(COD)、五日生化需氧量(BOD₅)、氨氮、总磷的概念污染物,还含有大量的病原微生物、寄生虫卵,直接威胁到环境和人类健康。在美国,最近15年间卡罗莱纳州就因为大力发展养猪行业,而粪便处理不当变成污染最严重的州之一^[18]。早在1993年,美国就经历了近代史上规模最大的突然蔓延的腹泻症,受感染者超过了40万人,起因是威斯康星州密尔沃基市的城市供水受到了农场动物粪便原生寄生虫的污染^[19]。

逐渐扩大的集约化养殖规模使畜禽粪便的排放量逐年增加,已成为一个不可忽视的关注点。2003年中国畜禽粪便产生总量为31.88亿t,而同期的工业固体废物为10亿t左右,并且预测2020年中国畜禽粪便总量将达到42.44亿t^[20]。一般认为畜禽粪便对土地总体负荷警戒安全值以0.4为宜,而我国总体水平已经达到4.9,对生态环境构成明显的威胁态势^[21]。事实上,2007年5月太湖蓝藻大爆发的起因也跟粪便污染密切相关。这次事件导致无锡市70%的自来水厂水质污染,水体恶臭难当,不可直接饮用,影响了200万人口的生活用水。戴网成等^[22]认为,未来30年内难以根治蓝藻的危害,养殖污染付出了巨大的环境成本。另据2007年统计,全

表1 2001—2010年我国农药产量情况
Table 1 Pesticide production in China during 2001—2010

万t

农药种类	年份										
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
杀虫剂	41.2	45.9	47.8	42.5	43.4	50.5	60.0	—	67.9	74.5	70.9
杀菌剂	6.7	7.5	8.0	9.1	10.5	11.2	13.7	—	23.0	16.7	15.0
除草剂	13.8	20.2	21.1	23.0	29.7	28.7	56.2	69.0	81.6	105.0	117.47

注:—未找到相应数据。

国43个湖泊中,有27个处于富营养化状态,太湖、巢湖、滇池处于重度富营养状态。其中周边的畜禽养殖业带来的粪便污染严重影响了流域水质,包括地表水和地下水^[23]。

畜禽粪便中含有的大量有机质对农作物和土壤、水体等造成了危害。国家环保总局在全国23个省市进行的调查^[24]发现,全国90%的规模化畜禽养殖场未经过环境影响评价,60%的养殖场缺乏必要的污染防治措施。养殖中畜禽对蛋白质饲料利用不充分,其中50%~70%的氮以粪氮和尿氮的方式排出体外,磷也存在利用率不高的问题。因此畜禽粪便中含有大量的氮磷有机质,与化肥过量施用对环境造成的影响相似,一方面,会引起水体变黑、发臭,产生 H_2S 、 NH_3 、硫醇等恶臭物质,并导致藻类等水生植物的爆发式生长等“富营养化”现象,严重威胁鱼类、贝类的生存;另一方面,这些物质也会转化形成亚硝酸盐等致癌物,直接影响人类的饮食安全。

畜禽粪便中含有大量的有害微生物、致病菌、寄生虫及寄生虫卵等有害物质。其中有些病原菌也是人类传染病的病原菌,它们通过土壤、水体、大气及农畜产品来传染疾病^[25-28]。刘艳丰等^[29]研究新疆养殖基地的污水成分显示大肠杆菌每毫升含有30万个以上,超出国家标准的3倍。随意堆放未处理的畜禽粪便会对养殖场内及周边环境造成影响,导致蚊蝇孳生,臭气熏天。同时,利用畜禽粪便浇灌的农作物,尤其是蔬菜类作物,容易直接受到这些有害微生物污染,降低农产品品质,危及人类健康。

2.2 饲料污染对农产品安全的影响

规模化养殖业的蓬勃发展同饲料的大量使用密不可分。饲料的广泛使用促进了现代集约化式养殖业的发展,但同时饲料的使用也给保障农产品质量带来了极大的安全隐患。

近年来,饲料以及复合饲料的应用显著地提高了畜禽的生产能力,但是由于其中对添加剂的不合理使用,致使畜禽产品以及粪便中残留大量的抗生素和重金属,甚至如二噁英等有害物质,不仅对肉蛋奶等畜产品质量、畜禽安全造成影响,而且直接影响人类的生命安全和身体健康。

规模化畜禽养殖往往会在饲料中添加维生素、激素等添加剂,以及抗生素等兽药,以此来促进畜禽的生长以及疾病预防。饲料中由于超量和长期添加抗生素等药物成分的情况在我国普遍存在且非常严重,直接导致了动物性食品兽残超标事件的发生,影响人们的正常生活饮食安全,如2011年3月份发生的双汇瘦肉精猪肉事件。另外,大量的超标使用添加剂和兽药,动物使用后会以原型或者代谢物的形式随着粪尿等排泄物排出体

外,未经处理则残留于环境中。这些物质可能被生物修复、降解,但也可在土壤中日积月累,如磺胺类药物和四环素类药物在环境中稳定性好,作物容易通过富集作用吸收累积,威胁人类健康。

在饲料中添加高铜和高锌可以促进断奶仔猪的生长,所以大多饲料中都添加高铜、高锌。高铜、高锌添加剂不仅造成畜禽动物肝脏中含铜、含锌量增高,人食用后危害健康,而且95%以上的铜、锌会随粪便排出体外,导致土壤被其污染。而饲料中添加砷、锡等后饲喂效果可观,但同时也给畜禽产品的质量以及人体健康带来危害。据预测,一个万头猪场按美国食品药品监督管理局(FDA)允许使用的砷制剂剂量推算,若连续使用含砷药物饲料,5~8年之后将可能向猪场周边排放近1t砷。16年后土壤中砷含量则可翻一番,同时地下水中的砷含量也将相应升高。另据报道^[30],土壤中砷含量每升高1mg/kg,甘薯块根中砷含量即上升0.28mg/kg,按此计算,不出10年该地所产甘薯中砷含量会全部超过国家食品卫生标准,这片耕地只能废弃或种其他作物。目前不少规模化养殖场集中在城镇郊区,如此长年累月地使用含砷的加药饲料,最终将次生性地导致人畜砷中毒发生是可以预见的。

3 结 语

农业源头污染已经给农产品质量安全带来了严重的不利影响,化肥过度施用、农药滥用和残留问题以及规模化养殖带来的畜禽粪便和饲料污染等通过对农产品产生直接污染作用外,还通过对周围土壤、大气、水体等污染持续影响农产品质量安全,并且这个趋势日益严重,威胁到人类健康。因此,保障农产品的质量安全,农业源头污染的预防以及治理等刻不容缓。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国国家统计局. 全国历年土地利用情况(2000—2008年)[EB/OL]. [2008-12-31]. <http://www.google.com.hk/search?hl=zh-CN&newwindow=1&safe=strict&client=aff-maxthon-newtab&affdom=maxthon.cn&channel=t6&q=%E5%85%A8%E5%9B%BD%E5%8E%86%E5%B9%B4%E5%9C%9F%E5%9C%B0%E5%88%A9%E7%94%A8%E6%83%85%E5%86%B5%282000-2008%E5%B9%B4%29&btnG=Google+%E6%90%9C%E7%B4%A2>.
- [2] 王文生, 章力建, 郭曼. 信息技术在农业立体污染防治中的作用与展望[J]. 农业网络信息, 2005(12): 4-7.
- [3] 邹芳玉. 大连市土壤中化肥污染现状及防治措施[J]. 现代农业科技, 2010(9): 294-297.
- [4] 李敏, 张清燕. 重庆涪陵区市售蔬菜硝酸盐和亚硝酸盐含量及食用安全性评价[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(34): 19477-19479.
- [5] 米艳华. 青花菜对重金属铅、镉吸收与积累特性研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2010.
- [6] 周国华. 被污染土壤的植物修复研究[J]. 物探与化探, 2003, 27(6):

- 473-476.
- [7] 王君平. 中国部分烟草重金属超标? 最高超出加拿大香烟三倍[EB/OL]. (2010-10-07) [2011-10-04]. <http://shipin.people.com.cn/GB/12886086.html>.
- [8] 李录久, 吴萍萍, 杨自保, 等. 城郊菜地土壤和蔬菜重金属污染状况研究[C]. 2010年学术年会论文集(第四卷). 北京: 中国环境科学学会, 2010: 3810-3813.
- [9] 张福金, 尤美云, 刘建平, 等. 内蒙古城郊菜地土壤重金属污染状况分析[J]. 内蒙古农业科技, 2008 (5): 74-75; 88.
- [10] 张北赢, 陈天林, 王兵. 长期施用化肥对土壤质量的影响[J]. 中国农学通报, 2010, 26(11): 182-187.
- [11] 张红艳, 杜风沛, 周志强. 农药残留与食品安全: 由中日间的“毒饺子”事件引发的思考[J]. 大学化学, 2009, 24(1): 33-37.
- [12] 王茂起, 王竹天, 包大跃, 等. 中国2000年食品污染状况监测与分析[J]. 中国食品卫生杂志, 2002, 14(2): 3-7.
- [13] 丁琼, 余立凤, 田亚静, 等. 某农药生产场地中特征 POPs 的环境风险研究[J]. 环境科学研究, 2010, 23(12): 1528-1534.
- [14] 我农药产量位于世界第二 氮肥产量已跃居全球首位[J]. 广东化工, 2001, 28(1): 35.
- [15] 林建新. 我国土壤中残留有机氯农药的研究[J]. 价值工程, 2010, 27: 225.
- [16] 南淑清, 周培疆, 戎征. 典型农业生产功能区土壤中六六六、滴滴涕类农药残留及其异构体分布[J]. 中国环境监测, 2009(6): 81-85.
- [17] 胡建成, 宋卫烈, 张岩, 等. 浅析“菜篮子”里的隐形污染及预防对策[J]. 河南预防医学杂志, 2001, 12(4): 252.
- [18] ANEJA V P, CHAUHAN J P, WALKER J T. Characterization of atmospheric ammonia emissions from swine waste storage and treatment lagoons[J]. Journal of Geophysical Research, 2000, 105(9): 11535-11545.
- [19] CORSO P S, KRAMER M H, BLAIR K A, et al. Cost of illness in the 1993 waterborne cryptosporidium outbreak, Milwaukee, Wisconsin[J]. Emerging Infectious Diseases, 2003, 9(4): 426-431.
- [20] 张福琐. 中国养分资源综合管理策略和技术[C]// 2006年中国农学会学术年会论文集. 北京: 中国农学会, 2006: 371-374.
- [21] 高定, 陈同斌, 刘斌, 等. 我国畜禽养殖业粪便污染风险与控制策略[J]. 地理研究, 2006, 25(2): 311-319.
- [22] 戴网成, 沈晓昆. 畜禽粪便污染现状与治理新法[J]. 养殖与饲料, 2011 (2): 58-59.
- [23] 魏梦佳, 沈翀. 每年20个湖泊消亡, 未来我们何处取水? [EB/OL]. (2009-11-17)[2011-10-04]. http://news.xinhuanet.com/focus/2009-11/17/content_12400473.htm.
- [24] 中国环境保护总局. 2000年中国环境状况公报[J]. 环境保护, 2001 (7): 3-9.
- [25] 朱凤连, 马友华, 周静, 等. 我国畜禽粪便污染和利用现状分析[J]. 安徽农学通报, 2008, 14(13): 48-51.
- [26] 张学峰, 田占辉, 丁瑜, 等. 畜禽粪便对环境的污染及解决途径[J]. 吉林畜牧兽医, 2010(10): 12-17.
- [27] ZHAI Q, COYNE M S, BARNHISEL R I. Mortality rates of fecal bacteria in subsoil amended with poultry manure[J]. Bioresource Technology, 2005, 54(2): 165-169.
- [28] CHANDLER D S, FARRAN I, CRAVEN J A. Persistence and distribution of pollution indicator bacteria on land used for disposal of piggery effluent[J]. Applied and Environmental Microbiology, 1981, 42(3): 453-460.
- [29] 刘艳丰, 玛依拉·艾尼, 唐淑珍, 等. 畜禽粪便污染现状及其治理[J]. 草食家畜, 2010(4): 47-49.
- [30] 黄冠庆, 安立龙. 运用营养调控措施降低动物养殖业环境污染[J]. 家畜生态, 2002, 23(4): 29-33.