

农用化学品在蔬菜生产中的使用及对地下水水质的影响

——以河北省曲周县蔬菜生产区为例

何 英¹, 李 季², 刘 畅², 段慧锋³

(1.农业部环境保护科研监测所, 天津 300191; 2.中国农业大学资源环境学院, 北京 100094;
3.北京市皮革工业学校, 北京 100083)

摘 要:采用农户问卷调查、现场采样及测试分析等方法,研究了农用化学品在蔬菜生产中的使用及对地下水的影响。结果表明,2002 年曲周县蔬菜生产中平均使用量为 1 650.4 kg·hm⁻²,其中来自化肥的养分投入为 1 126.7 kg·hm⁻²,农药使用量为 22.73 kg·hm⁻²。蔬菜生产中过量施用氮肥较严重,同时农药滥用现象也普遍,高毒农药甲胺磷、氧化乐果仍在大量使用。从 2002 年 10 月到 2003 年 4 月,对该区地下水的硝酸盐污染进行了 3 次取样监测,结果是地下水硝酸盐超标率为 9.3%。本研究为规范蔬菜种植区的农用化学品施用提供了基础数据。

关键词:农用化学品; 地下水; 硝酸盐; 蔬菜

中图分类号:X839.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-2043(2005)03-0548-04

Contamination of Nitrate in Groundwater in Vegetable Production Area ——A Case Study in Quzhou County, Hebei Province

HE Ying¹, LI Ji², LIU Chang², DUAN Hui-feng³

(1. Agro-Environmental Protection Institute, Ministry of Agriculture, Tianjin 300191,China;2. College of Resource and Environment Science, China Agriculture University, Beijing 100094; 3. Beijing Leather Industry Institute, Beijing 100083,China)

Abstract: As little information available on pesticide and fertilizer uses and they impacts on groundwater quality in vegetable production areas to provide science-based guidance in formulating regulations and nutrient management strategies that address risks to human health and the environment, we have conducted a survey in vegetable fields in Quzhou County, North China Plain from 2002 to 2003. The data of fertilizer and pesticide uses on production of vegetables were collected from 120 farmers randomly using questionnaires. 299 groundwater samples were taken from wells in the region. In 2002, fertilizer application rate was 1 650.4 kg·hm⁻², with application rate for chemical fertilizer was 1 126.7 kg·hm⁻². Pesticide application dose was 22.73 kg·hm⁻². Agrochemical use-frequency and quantities among farmers were discussed, and pesticide types and quantities were displayed in the present paper. Of the groundwater samples, 9.3% had the nitrate-N concentration higher than 10 mg·L⁻¹ exceeding the drinking water standard established by official authorities, but mean nitrate concentrations were found to be 4.04 mg·L⁻¹. The results showed that high fertilization rates in the vegetable production areas resulted in increasing nitrate contamination of groundwater and good farming practices for the agrichemical use should be formulate later.

Keywords: agro-chemicals; groundwater; nitrate; vegetable

20 世纪 90 年代以来,我国农区的蔬菜生产发展

很快,到 2000 年全国蔬菜播种面积在 6 666.7 hm² 以上的县达 850 多个^[1]。在这些集约化蔬菜生产区普遍存在着水肥和农药的高投入,不仅可能造成地下水的硝酸盐污染,还可能导致蔬菜中的农药残留和硝酸盐超标,对人产生危害。许多国家都对农用化学品的使用和农区地下水的硝酸盐展开了研究^[2-6],我国在这方

收稿日期:2004-08-26

基金项目:河北省十五课题:绿色食品粮菜安全生产关键技术及产业化示范研究(01220931D);国家九五课题:国家“九五”攻关曲周试区“综合农业持续发展研究”(96-004-01-01)

作者简介:何 英(1977—),女,硕士,主要从事农业非点源污染研究。
E-mail:heyngcau@sohu.com

面的研究处于初期阶段^[7],尤其在蔬菜生产中的农药和肥料使用情况方面还缺乏大量可靠的数据。

为给农用化学品的合理使用提供决策支持,本研究选取一个蔬菜生产县,对蔬菜中农用化学品的使用情况和该蔬菜生产区的地下水硝酸盐污染现状进行了调查分析。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

曲周县位于华北黄淮海平原,经度 36°35′43″~36°57′56″,纬度 114°50′22.3″~115°13′27.4″,属暖温带、半湿润、大陆性季风气候区。年平均气温为 13.1℃,年降水量为 570 mm 左右。全县的地下水位埋深近些年在 2.55~18.97 m 范围内变动,平均为 9.81 m^[8]。

蔬菜生产区主要集中在两个地区:城南的塔寺桥乡蔬菜生产区,种植历史较为久远,普遍为 10~30 a;城北的曲周镇蔬菜生产区,自 1998 年开始规模化蔬菜生产。当地的种植模式为春茬中棚,主要种植甘蓝、西葫芦,秋茬露地,大面积种植菜花、白菜,茬口为十字花科的蔬菜与其他蔬菜轮作。

1.2 材料与方法

1.2.1 农户问卷调查

在两大蔬菜生产区各选 3 个村,每村各随机抽取 20 户蔬菜种植户,共计 120 户。分别在 2002 年 5 月和 2002 年 11 月对春茬蔬菜和秋茬蔬菜的农用化学品施用情况进行问卷调查。

1.2.2 地下水取样

采用 GPS 对蔬菜生产区浅层灌溉井进行随机取样和定位,分别于 2002 年 10 月(秋茬露地蔬菜的追肥灌溉期)、2003 年 2 月(春茬中棚蔬菜定植时的灌溉)、2003 年 4 月(春茬中棚蔬菜的追肥灌溉期)取样 3 次,共采集 319 个样品。

采集水样在 2~3 d 时间内完成,放置在内置有冰冻冷冻液的保温箱内冷却,12 h 内冷冻保存。

1.3 数据分析

问卷数据统计化肥使用量以养分的折纯量计算,

农药以有效活性成分计算。地下水水样中 NO₃⁻-N 含量采用自动流动分析仪进行测定。采用方差分析对两大蔬菜生产区的硝酸盐污染程度进行比较,由于硝酸盐浓度数据是非正态分布,在方差分析之前,对数据进行了以 10 为底的对数转换。水样测定结果以 Archview GIS 3.2a 软件(ESRI 公司,2000)和 SPSS 11.50 (Inc, USA) 进行分析。

2 结果与讨论

2.1 肥料和农药施用量

通过调查分析发现,当地市场上销售约 15 个品牌的化肥、32 个品牌的杀菌剂,18 种品牌的杀虫剂,和 12 种品牌的生长调节素。该县种植约 13 种蔬菜,但 60%~70%的蔬菜种植面积为甘蓝、白菜和菜花、其余为茄子、芸豆和菠菜等,蔬菜生产中的肥料施用量为 1 650.4 kg·hm⁻²,氮肥的投入量 1 039.9 kg·hm⁻²,见表 1。而蔬菜作物对氮的营养需求量一般在 300~500 kg·hm⁻² 之间,所以在蔬菜生产区中存在着大量氮素的损失。

2002 年农户在春茬蔬菜上主要施用了 3 种杀菌剂和生物制剂 BT,农药施用量为 7.37 kg·hm⁻²,农药主要施于西葫芦、茄子,黄瓜这几种蔬菜上。在种植面积达 60%的甘蓝上,仅 7%的农户在占地生长期使用 1~2 次 BT 杀虫剂。秋茬蔬菜上施用了 20 种农药,包括 17 种杀虫剂和 3 种杀菌剂,该茬农药施用量为 15.36 kg·hm⁻² 杀虫剂。春秋两茬农药总施用量为 22.73 kg·hm⁻²。图 1 为各种农药施用量所占农药总施用量的份额,通过图 1 可以看出,蔬菜生产中禁止使用的高毒、高残留农药甲胺磷、氧化乐果仍在大量使用。

2.2 农户施用行为分析

通过对调查数据的分析,农户在化肥投入水平上有很大的差异:在一茬蔬菜中化肥的最少施用量为 128.0 kg·hm⁻²,最高施用量为 3 623.0 kg·hm⁻²,其中化肥施用量在 800.0 kg·hm⁻² 以上的农户占到了样本总体的 61%。总体水平化肥的施用量偏高(见表 2)。

表 1 春茬蔬菜和秋茬蔬菜生产中肥料投入表(kg·hm⁻²)

Table 1 The application rates of fertilizer in vegetables cultivated in Spring and Autumn

项目	总施用量	氮(全氮)		磷(P ₂ O ₅)		钾(K ₂ O)	
		有机养分	来自化肥	有机养分	来自化肥	有机养分	来自化肥
春茬蔬菜	1 907.2	213.8	1 009.4	193.7	276.3	169.7	44.3
秋茬蔬菜	1 393.6	174.1	682.5	157.7	204.7	138.3	36.3
肥料施用量		194.0	845.9	175.7	240.5	154.0	40.3
合计	1 650.4	N: 1 039.9		P ₂ O ₅ : 416.2		K ₂ O: 194.3	

酸盐浓度在 $0.00\sim 50.20\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 之间,超标率为 9.3%,蔬菜生产过程中大量农用化学品和畜禽粪便投入已经对当地地下水水质产生了严重影响。

研究结果也表明,农户在蔬菜生产中存在着滥用农药和肥料的行为,尤其是高毒禁用的甲胺磷、氧化乐果的滥用已对食品安全构成了威胁。

参考文献:

- [1] 张真和. 蔬菜产业可持续发展对策. 中国蔬菜, 2004(1): 1-3.
- [2] Morihiro M, B Zhao, Y Ozaki and T Yoneyama. Nitrate leaching in an Andisol treated with different types of fertilizers[J]. *Environmental Pollution*, 2003, 121: 477-487.
- [3] Costa J L, H Massone and D. Martine. Nitrate contamination of a rural aquifer and accumulation in the unsaturated zone[J]. *Agricultural Water Management*, 2002, 57: 33-47.
- [4] Rahman S. Farm-level pesticide use in Bangladesh: determinants and awareness[J]. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 2003, 95: 241-252.
- [5] McLay C D A, R Dragten, G Sparling and N Selvarajah. Predicting

groundwater nitrate concentrations in a region of mixed agricultural land use: a comparison of three approaches[J]. *Environmental Pollution*, 2001, 115: 191-204.

- [6] Thorburn P J and J S Biggs. Nitrate in groundwater of intensive agricultural areas in coastal Northeastern Australia[J]. *Agriculture, Ecosystem and Environment*, 2002, 94: 49-58.
- [7] 李季, 靳乐山, 崔玉亭, 韩纯儒. 南方水田农用化学品投入水平及分析[J]. 农业环境保护, 2001, 20(5): 333-336, 334.
- [8] 秦耀东, 李保国. 应用析取克里格法估计区域地下水埋深分布[J]. 水利学报, 1998, (8): 28-33.
- [9] 马成云, 马淑梅, 张学哲. 白菜三大主要病害发生危害及防治对策[J]. 北方园艺, 2003, (4): 64-65.
- [10] Haag D and M Kaupenjohann. Landscape fate of nitrate fluxes and emissions in Central Europe: A critical review of concepts, data, and models for transport and retention[J]. *Agriculture Ecosystem & Environment*, 2000, 86: 1-21.

致谢: 曲周实验站工作人员谢希章在数据收集中提供了大量的帮助, 在此表示衷心感谢!