

陕西苹果主产区果实农药残留水平及其评价

梁俊¹, 赵政阳^{1*}, 樊明涛², 郭碧云¹, 袁景军¹, 王雷存¹

(¹ 西北农林科技大学园艺学院, 陕西杨凌 712100; ² 西北农林科技大学食品科学与工程学院, 陕西杨凌 712100)

摘要: 2003~2005年连续3年对陕西20个苹果基地县的农药残留状况采用GC和HPLC方法进行了监测, 并以国家规定的苹果农药最大残留限量进行了评价。结果表明, 陕西苹果的农药检出率为48.6%, 样品农药检出率为93.6%。检出率2%以上的农药依次为多菌灵(89.5%)、甲氰菊酯(18.7%)、六六六(16.7%)、氯氰菊酯(15.7%)、氰戊菊酯(13.4%)、乐果(11.5%)、溴氰菊酯(11.2%)、滴滴涕(9.0%)、三氟氯氰菊酯(6.7%)、百菌清(5.8%)、异菌脲(5.3%)、毒死蜱(3.8%)、敌敌畏(2.3%)、氟氯氰菊酯(2.2%)和克菌丹(2.1%)。超标的农药有多菌灵(9.50%)、敌敌畏(1.54%)、辛硫磷(0.77%)和氰戊菊酯(0.75%)。经单项农药污染指数、污染指数 ≥ 0.5 的样品比率、检出率、超标率的综合评价发现, 陕西苹果主要污染农药为杀菌剂中的多菌灵, 拟除虫菊酯类的甲氰菊酯、氯氰菊酯、氰戊菊酯、溴氰菊酯和有机磷农药中的敌敌畏。

关键词: 苹果; 农药残留; 评价; 陕西渭北

中图分类号: S 661.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 0513-353X (2007) 05-1123-06

Monitoring and Evaluation of Apple Pesticide Residues in Shaanxi

LIANG Jun¹, ZHAO Zheng-yang^{1*}, FAN Ming-tao², GUO Bi-yun¹, YUAN Jing-jun¹, and WANG Lei-cun¹
(¹ Horticulture College Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China; ² Food Science and Engineering College, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: Shaanxi is one of the most important apple production areas in China. Shaanxi apple are getting more and more concerned by people in the world. Investigating and evaluating pesticide residues in apple, making clear the key controlling pesticides is helpful to apple production and consumer's health. Apple pesticide residues of fresh apples in 20 apple production counties of Shaanxi Province were monitored by GC and HPLC methods from 2003 to 2005, and evaluated according to the standards of state unpolluted apple and unpolluted fruits. The results showed that 17 pesticide residues of 35 pesticides were detectable in fresh apples. The detectable rate of pesticide varieties is 48.6%, sample detectable rate 93.6%. The pesticides detectable rate more than 2% are carbendazim, cenpropathrin, BHC, cypermethrin, dimethoate, deltamethrin, fenvalerate, DDT, cyhalothrin, chlorothalonil, iprodione, chlorpyrifos, dichlofos, cyfluthrin, captan, their detectable rate are 89.5%, 18.7%, 16.7%, 15.7%, 13.4%, 11.5%, 11.2%, 9.0%, 6.7%, 5.8%, 5.3%, 3.8%, 2.3%, 2.2%, 2.1% respectively. Pesticides exceeding tolerances of state unpolluted apple and unpolluted fruits are carbendazim (9.50%), dichlofos (1.54%), phoxim (0.77%) and dimethoate (0.75%). After integrated evaluation through single pollution index, sample rates of half single pollution indexes, sample detectable rate, exceeding tolerance rates, the key pollution pesticides, i. e., carbendazim in fungicide, fenpropathrin, cypermethrin, fenvalerate and deltamethrin in pyrethroid, dimethoate in organophosphorus, are revealed.

Key words: Apple; Pesticide residues; Evaluation; Weibei, Shaanxi

收稿日期: 2007-03-22; 修回日期: 2007-07-18

基金项目: 国家“十五”科技攻关计划项目(2004BA516A10); 国家“十一五”科技支撑计划项目(2006BAK02A24)

* 通讯作者 Author for correspondence (E-mail: jliang@nwsuaf.edu.cn)

中国苹果种植面积和产量均居世界第一,是我国的优势农产品,也是振兴我国农村经济的支柱产业,质量安全性是目前国内外消费者关注的焦点。国内外学者对苹果质量的评价多限于难以量化的感官评价和主要营养成分的分析以及生态条件对苹果产品质量的影响,对苹果农药残留的长期定点系统研究和评价较少,且大多以抽样调查或普查为主(李鹏琨,1991;冯建国等,1998;闫金金等,2000;孙鑫贵等,2003;Parveen et al.,2004;夏运生等,2004;聂纪云等,2005),或是集中在对检测方法和残留动态方面(朱鲁生等,1999;Adou et al.,2001;黄永春和黄土忠,2003;Rasmussen et al.,2003;梁俊等,2006)。

作者于2003~2005年连续3年研究分析了陕西渭北黄土高原苹果产区的苹果农药残留水平,并对陕西苹果的农药污染情况进行了评价,为苹果生产上农药的重点监控和污染物的控制及GAP(Good Agriculture Procedure)等操作规范的制定提供了依据。

1 材料与方法

田间试验于2003~2005年在陕西渭北苹果主产区的洛川、富县、宝塔、黄陵、宜川、白水、澄城、合阳、富平、印台、耀州、宜君、乾县、礼泉、长武、旬邑、淳化、永寿、扶风、宝鸡等20个基地县进行。每个县选择有代表的果园3~6个。品种以富士为主。每个果园选择树势基本一致的10~15株作为取样树,在正常采收季节按蛇形法采集树冠外围各个部位的果实,组成一个样品。样品采集后当天将全果匀浆后贮存于-20℃低温冰箱中。分析时经解冻后提取、净化、测定。敌百虫、敌敌畏、甲胺磷、乙酰甲胺磷、甲拌磷、二嗪磷、辛硫磷、久效磷、乐果、氧乐果、毒死蜱、甲基嘧啶磷、倍硫磷、杀螟硫磷、对硫磷、甲基对硫磷、马拉硫磷、水胺硫磷、啶硫磷、杀扑磷用GC-NPD(Varian GC3800)法分析(梁俊等,2006)。六六六、滴滴涕、甲氰菊酯、三氟氯氰菊酯、氯菊酯、氯氰菊酯、溴氰菊酯、氰戊菊酯、氟氯氰菊酯、百菌清、异菌脲、克菌丹、三唑酮、噻嗪酮用GC-ECD法分析(李海飞等,2006)。多菌灵采用液相色谱(Water 820)法分析(郭瑞刚等,2006)。在分析前均做单标样或混合标样的添加回收试验,回收率74.2%~101.7%,同时在分析过程中用已知浓度的标样进行质量控制。

苹果农药残留评价采用农药单项污染指数(Single pollution index, SPI)和污染物的实测浓度(Ci)与该污染物的最大残留限量(Si)的比(Ci/Si)。本研究中采用的是国家无公害苹果或无公害水果的最大残留限量值。对农药残留的每项指标均要求 $SPI \leq 1$,否则该苹果为不安全。

苹果安全质量按最大单因子污染指数划分为3级(最大单因子污染指数为对同一个样本所有检测农药单项污染指数的最大值): ≤ 0.5 为1级,清洁,安全; $0.5 \sim 1.0$ 为2级,标准限量内,较安全; > 1.0 为3级,超出警戒水平,不安全。

评价结果按检出率、超标率、半数污染指数样品率和最大污染指数表示。

2 结果与分析

主要检测的农药包括有机氯、有机磷、菊酯类杀虫剂和杀菌剂等共35种,其中敌百虫、甲胺磷、乙酰甲胺磷、甲拌磷、二嗪磷、久效磷、氧乐果、甲基嘧啶磷、杀螟硫磷、对硫磷、甲基对硫磷、马拉硫磷、水胺硫磷、啶硫磷、杀扑磷,氯菊酯、三唑酮、噻嗪酮等18种农药未检出,百菌清、克菌丹、异菌脲、多菌灵、甲氰菊酯、三氟氯氰菊酯、氟氯氰菊酯、氯氰菊酯、氰戊菊酯、溴氰菊酯、敌敌畏、乐果、辛硫磷、倍硫磷、毒死蜱、六六六、滴滴涕等17种农药有不同程度检出,农药品种检出率48.6%,样品农药检出率93.6%。

2.1 有机氯杀虫剂残留

六六六和滴滴涕残留量检出情况见表1,按国家无公害苹果标准(NY/5011-2001)衡量,均不超

标。本研究中六六六和滴滴涕的检出率和超标率与闫金金等（2000）、李鹏琨（1991）和冯建国等（1998）对六六六和滴滴涕的结果（分别为 100%、100%；90.4%、30.6%；87.1%、67.6%，其中滴滴涕超标 10.8%）相比低了许多，但仍高于 2003 年美国的水果监测结果（0%、12%）。由此可见，虽然六六六和滴滴涕在我国已多年不用，但其在土壤中的残留依然存在，且滴滴涕的残效期比六六六更长。虽然 1983 年就禁用六六六，但直到 1997 年前后才真正在果园杜绝使用。

表 1 陕西苹果中有机氯农药残留情况

Table 1 Organochlorine residues and its detectable rate in fresh apple of Shaanxi

农药 Pesticides	最大限量 Tolerance(mg/kg)						残留量 Residues (mg/kg)	最低量 Minimum (mg/kg)	SPI _{max}	SPI≥0.5 的样本比率 SPI≥0.5(%)	检出率 Detectable rate (%)	超标率 Over tolerance rate (%)
	中国 China	日本 Japan	南韩 Korea	欧盟 Europe	CAC	FAO						
六六六 BHC	0.2	0.2	0.2	-	-	-	n. d ~0.0068	0.00025	0.034	0	16.67	0
滴滴涕 DDT	0.1	0.2	0.2	0.05	-	-	n. d ~0.0640	0.00042	0.640	1.31	9.01	0

注：表中中国最大限量指无公害苹果或果品的最大残留限量标准；-：未列出；n. d：未检出。
Note: Tolerance of China are maximum residues limited of unpolluted apple or fruits；-：Unlisted；n. d：Not detected.

2.2 有机磷杀虫剂残留

检出了 5 种有机磷农药，样本农药检出率为 25.0%。乐果检出率最高，达 11.5%。敌敌畏和辛硫磷的样本超标率分别为 1.54% 和 0.77%。表 2 结果与冯建国等（1998）对山东 45 个果园的普查结果（检出率 >60%，超标率 >3%）相比，有机磷农药检出率非常低，这一方面是因为西北黄土高原苹果用药量比山东少，另一方面说明近几年随无公害苹果生产技术的推广应用，有机磷农药已被其它农药有所取代，果农的安全用药技术也得到了一定普及（赵政阳和梁俊，2005）。

表 2 陕西苹果中有机磷农药残留情况

Table 2 Organophosphorus residues and its detectable rate in fresh apple of Shaanxi

农药 Pesticides	最大限量 Tolerance(mg/kg)						残留量 Residues (mg/kg)	最低量 Minimum (mg/kg)	SPI _{max}	SPI≥0.5 的样本比率 SPI≥0.5(%)	检出率 Detectable rate (%)	超标率 Over tolerance rate (%)
	中国 China	日本 Japan	南韩 Korea	欧盟 Europe	CAC	FAO						
敌敌畏 Dichlovos	0.2	0.1	0.1	0.1	-	0.1	n. d ~0.5748	0.00072	2.87	1.59	2.31	1.54
辛硫磷 Phoxim	0.05	0.2	0.2	0.05	-	-	n. d ~0.1290	0.01500	2.58	0.79	0.77	0.77
倍硫磷 Fenthion	0.05	-	0.2	-	-	2.0	n. d ~0.0105	0.00045	0.21	0	0.77	0
乐果 Dimethoate	1.0	1.0	1.0	1.0	-	1.0	n. d ~0.3359	0.00180	0.34	0	11.54	0
毒死蜱 Chlorpyrifos	1.0	1.0	-	0.5	1.0	1.0	n. d ~0.0657	0.01900	0.07	0	3.82	0

注：表中中国最大限量指无公害苹果或果品的最大残留限量标准；-：未列出；n. d：未检出。
Note: Tolerance of China are maximum residues limited of unpolluted apple or fruits；-：Unlisted；n. d：Not detected.

2.3 拟除虫菊酯杀虫剂残留

7 种菊酯农药中有 6 种被检出（表 3），样本农药检出率 >10% 的有甲氰菊酯、氯氰菊酯、氰戊菊酯和溴氰菊酯。超标的农药只有氰戊菊酯，其超标率为 0.75%。单项污染指数（SPI）≥0.5 的农药有甲氰菊酯、三氟氯氰菊酯和氰戊菊酯。与冯建国等（1998）1996 ~1997 的检测结果相比，检出的拟除虫菊酯农药由 1 种（溴氰菊酯）增加到了 6 种，这是因为随无公害苹果生产技术的推广和大量有机磷农药的禁止使用，除杀螨剂之外，拟除虫菊酯类农药已经成为果农首选的杀虫剂，这与作者的调查结果一致，与 2003 ~2004 年聂继云等（2005）的普查结果也基本一致。表 3 结果中拟除虫菊酯农药高的样本检出

率和相对较大的污染指数,应该引起重视,拟除虫菊酯有可能成为今后苹果生产上除杀螨剂外重点监控的农药,其中主要是甲氰菊酯、氯氰菊酯、氰戊菊酯和溴氰菊酯。

表3 陕西苹果中菊酯类农药残留情况

Table 3 Pyrethroid residues in fresh apple of Shaanxi

农药 Pesticides	最大限量 Tolerance (mg/kg)						残留量 Residues (mg/kg)	最低量 Minimum (mg/kg)	SPI _{max}	SPI≥0.5 的样本比率 SPI≥0.5 (%)	检出率 Detectable rate (%)	超标率 Over tolerance rate (%)
	中国 China	日本 Japan	南韩 Korea	欧盟 Europe	CAC	FAO						
氯氰菊酯 Cypermethrin	2.0	2.0	2.0	1.0	2.0	-	n. d ~0.0150	0.00240	0.008	0	15.67	0
溴氰菊酯 Deltamethrin	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1	-	n. d ~0.0395	0.00230	0.395	0	11.19	0
氰戊菊酯 Fenvalerate	0.2	2.0	2.0	0.05	2.0	-	n. d ~0.2284	0.00220	1.140	0.75	13.43	0.75
三氟氯氰菊酯 Cyhalothrin	0.2	0.4	0.2	1.0	-	-	n. d ~0.1048	0.00023	0.525	0.75	6.72	0
甲氰菊酯 Fenpropathrin	-	5.0	5.0	-	5.0	-	n. d ~0.2474	0.00120	0.049	2.99	18.66	0
氟氯氰菊酯 Cyfluthrin	1.0	1.0	0.5	0.2	0.5	0.5	n. d ~0.0037	0.00038	0.004	0	2.24	0

注:表中中国最大限量指无公害苹果或果品的最大残留限量标准;-:未列出;n. d:未检出。

Note: Tolerance of China are maximum residues limited of unpolluted apple or fruits; -: Unlisted; n. d: Not detected.

2.4 杀菌剂残留

共检测了生产中使用较多的6种杀菌剂,其中有4种被检出(表4)。多菌灵最大污染指数达1.76,检出率高达89.5%,超标率9.5%,有21.5%的样本多菌灵单项污染指数≥0.5。这主要有三个原因,一是多菌灵和甲基硫菌灵是除代森锰锌系列杀菌剂外,在苹果生产中使用最普遍、使用次数最多的有机硫杀菌剂,特别是采收前近乎唯一选择的比较廉价的杀菌剂;二是多菌灵也是甲基硫菌灵降解过程中的主要代谢产物,因此检测的多菌灵实际上是多菌灵和甲基硫菌灵代谢产物量的总和;三是我国无公害标准对该药最大残留限量要求很严(0.5 mg/kg),而欧盟、韩国的标准均为2.0 mg/kg,FAO、CAC和其它发达国家(美国、日本、加拿大等)均无标准,如若按欧盟和韩国标准来评价,多菌灵的最大污染指数只有0.440,单项污染指数≥0.5的样品比率为0,这至少说明我国在苹果多菌灵最大残留限量标准制定中的盲目性。

表4 陕西苹果中杀菌剂的残留情况

Table 4 Fungicide residues in fresh apple of Shaanxi

农药 Pesticides	最大限量 Tolerance (mg/kg)						残留量 Residues (mg/kg)	最低量 Minimum (mg/kg)	SPI _{max}	SPI≥0.5 的样本比率 SPI≥0.5 (%)	检出率 Detectable rate (%)	超标率 Over tolerance rate (%)
	中国 China	日本 Japan	南韩 Korea	欧盟 Europe	CAC	FAO						
克菌丹 Captan	5.0	5.0	5.0	3.0	25.0	25.0	n. d ~0.0201	0.00600	0.004	0	2.1	0
百菌清 Chlorothalonil	1.0	2.0	1.0	1.0	-	-	n. d ~0.0958	0.00070	0.096	0	5.8	0
多菌灵 Carbendazim	0.5	-	2.0	2.0	-	-	n. d ~0.8800	0.00030	1.760	21.50	89.5	9.5
异菌脲 Iprodione	-	10.0	-	10.0	5.0	10.0	n. d ~0.1663	0.00320	0.016	0	5.3	0

注:表中中国最大限量指无公害苹果或果品的最大残留限量标准;-:未列出;n. d:未检出。

Note: Tolerance of China are maximum residues limited of unpolluted apple or fruits; -: Unlisted; n. d: Not detected.

2.5 农药单项污染指数分布

通过对苹果的主要污染农药六六六、滴滴涕、乐果、氯氰菊酯、溴氰菊酯、氰戊菊酯、三氟氯氰

菊酯、甲氰菊酯和多菌灵单项污染指数的统计分析, 100% 样品六六六和甲氰菊酯的污染指数 < 0.05 , 95% 以上样品的滴滴涕、三氟氯氰菊酯单项污染指数 < 0.05 , 90% 以上样品乐果、氯氰菊酯、溴氰菊酯、氰戊菊酯的单项污染指数 < 0.05 , 15% 多菌灵样品的污染指数 < 0.05 (图 1)。由此说明, 陕西渭北黄土高原苹果生产上的关键控制农药为多菌灵、氯氰菊酯、溴氰菊酯、氰戊菊酯和乐果。

从图 1 和表 4 还可以看出, 多菌灵污染指数分布比较分散, 有近 80% 的样品多菌灵污染指数 < 0.5 , 有近 10% 的苹果样品多菌灵残留超标 (单项污染指数 > 1.0)。

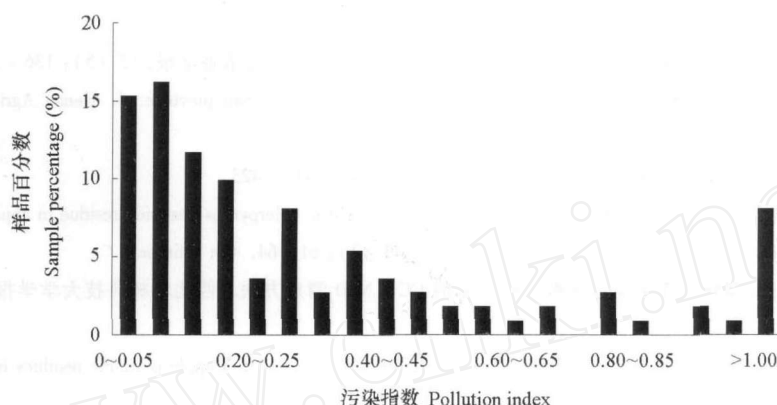


图 1 多菌灵农药不同污染指数范围的样品百分数

Fig. 1 Sample percentages at different single pollution indexes of carbendazim

3 讨论

除杀螨剂外, 有机磷和拟除虫菊酯是非常广谱的杀虫剂。本研究的结果表明, 有机磷农药的检出率比以前文献 (冯建国 等, 1998) 报道值低了许多, 而拟除虫菊酯农药的检出率却增加, 这是因为随着无公害苹果生产技术的推广应用, 大量有机磷杀虫剂已被拟除虫菊酯代替。

通过连续 3 年对苹果农药残留状况的监测, 弄清了陕西苹果主产区目前主要使用的农药品种和农药残留水平, 提出了关键污染农药, 为苹果生产进一步优化农药品种结构和安全合理使用农药, 制定苹果生产的良好农业操作规范和规程, 为管理部门对农资市场的监管指明了方向。

欧美和许多发达国家高度重视苹果等食品农药残留监测, 坚持每年监测, 每年发布监测报告, 以唤起生产者的重视和消费者的明白消费, 国外农药检出率一般很少超过 50% (乔雄梧, 2000; 聂纪云 等, 2005), 超标率也非常低 (2% 以下)。陕西虽然近几年苹果农药残留水平已在很大程度上有所降低, 苹果上使用农药的品种结构也有了很大改善, 但农药检出率与发达国家相比仍然较高。

本研究结果同时还说明了我国过去在制定农药残留最大限量标准上没有充分考虑生产实际, 也未与国际接轨, 存在一定的盲目性。本研究可为我国制定或修订有关苹果农药最大残留限量标准提供借鉴。

杀螨剂是另一类使用量较大的杀虫剂, 本研究没有涉及, 今后应着重监测其使用和污染情况, 以更全面了解和评价杀虫剂对苹果安全质量的影响。

References

- Adou K, Bontoyan W, Sweeny P J. 2001. Multiresidue method for the analysis of pesticides residues in fruits and vegetables by ASE and Capillary GC. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 49: 4153 - 4160.
- Feng Jian-guo, Tao Xun, Zhang An-sheng, Yu Yi. 1998. The pollution of pesticides and heavy metal in apple orchards and its control counter-measures. *Chinese Agriculture Science Bulletin*, 14 (3): 29 - 31. (in Chinese)

- 冯建国, 陶 训, 张安盛, 于 毅. 1998. 苹果园农药和重金属污染及其治理对策. 中国农学通报, 14 (3): 29-31.
- Guo Rui-gang, Fan Chong-hui, Zhao Zheng-yang, Liang Jun. 2006. Determination of the residues of carbendazin and degradation trends in apple by HPLC. Chinese Agriculture Science Bulletin, 22 (9): 63-65. (in Chinese)
- 郭瑞刚, 范崇辉, 赵政阳, 梁 俊. 2006. HPLC 法对苹果中多菌灵残留及其消解动态的测定. 中国农学通报, 22 (9): 63-65.
- Huang Yong-chun, Huang Shi-zhong. 2003. Residual dynamics of cartap on apple and soil. Journal of Agro-environmental Science, 22 (1): 113-115. (in Chinese)
- 黄永春, 黄土忠. 2003. 杀螟丹在苹果上残留动态研究. 农业环境科学学报, 22 (1): 113-115.
- Li Hai-fei, Zhao Zheng-yang, Liang Jun. 2006. Determination of cyhalothrin pesticide residue in apple by GC-ECD. Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica, 15 (5): 136-139. (in Chinese)
- 李海飞, 赵政阳, 梁 俊. 2006. 苹果中三氟氯氰菊酯残留 GC-ECD 测定. 西北农业学报, 15 (5): 136-139.
- Li Peng-kun. 1991. Evaluation of present situation of pesticide pollution (EPSPP) in Henan province. J. Henan Agricultural University, 25 (4): 415-423. (in Chinese)
- 李鹏琨. 1991. 河南省农药污染现状评价. 河南农业大学学报, 25 (4): 415-423.
- Liang Jun, Li Hai-fei, Zhao Zheng-yang. 2006. Study on the determination method of chlorpyrifos pesticide residue in apple by GC-NPD. Jour. of Northwest Sci-Tech Univ. of Agri. and For. (Nat. Sci. Ed.), 34 (7): 61-64. (in Chinese)
- 梁 俊, 李海飞, 赵政阳. 2006. 苹果中毒死蜱农药残留的 GC-NPD 测定方法. 西北农林科技大学学报 (自然科学版), 34 (7): 61-64.
- Nie Ji-yun, Cong Pei-hua, Yang Zhen-feng, Li Jing, Zhang Hong-jun. 2005. Primary report of apple pesticide residues in China. Chinese Agricultural Science Bulletin, 21 (10): 88-90. (in Chinese)
- 聂继云, 丛佩华, 杨振锋, 李 静, 张红军. 2005. 中国苹果农药残留研究初报. 中国农学通报, 21 (10): 88-90.
- Parveen Z, Khuhro M I, Rafiq N, Kausar N. 2004. Evaluation of multiple pesticide residues in apple and citrus fruits, 1999-2001. Bull. Environ. Contam. Toxicol, 73 (2): 312-318.
- Qiao Xiong-wu. 2000. Oversea pesticide residue monitoring in food. Pesticide Science and Administration, 21 (2): 11-15, 32. (in Chinese)
- 乔雄梧. 2000. 国外食品农药残留监测概况. 农药科学与管理, 21 (2): 11-15, 32.
- Rasmussen R R, Poulsen M E, Hansen H C B. 2003. Distribution of multiple pesticide residues in apple segments after home processing. Food Addit. Contam., 20 (11): 1044-1063.
- Sun Xin-gui, Wu Guo-hua, Xue Ying, Zhao Xu-dong, Zhao Jie, Meng Juan, Cui Xiao-qing, Zhang Zheng. 2003. Survey of organophosphorus pesticide residues in vegetables and fruits in Beijing. Chinese Journal of Food Hygiene, 15 (6): 536-538. (in Chinese).
- 孙鑫贵, 吴国华, 薛 颖, 赵旭东, 赵 婕, 孟 娟, 崔晓青, 张 正. 2003. 北京市蔬菜、水果中有机磷农药残留现状调查. 中国食品卫生杂志, 15 (6): 536-538.
- Xia Yun-sheng, He Jiang-hua, Wan Hong-fu. 2004. Analysis of the status of farm produce pollution in Guangdong province. Ecology and Environment, 13 (1): 109-111. (in Chinese)
- 夏运生, 何江华, 万洪富. 2004. 广东省农产品污染状况分析. 生态环境, 13 (1): 109-111.
- Yan Jin-jin, Yuan Fang, Wu Shi-juan. 2000. Detection of organochlorine in apple. Occupation and Health, 16 (8): 60-61. (in Chinese).
- 闫金金, 袁 方, 吴世卷. 2000. 检测苹果中有机氯农药残留. 职业与健康, 16 (8): 60-61.
- Zhu Lu-sheng, Mu Wei, Fan De-fang. 1999. Residue of fenprothrin phoxim and its mixture on apple. Chinese Journal of Pesticide Science, 1 (1): 69-73. (in Chinese)
- 朱鲁生, 慕 卫, 樊德方. 1999. 甲氰菊酯和辛硫磷混合剂在苹果中的残留降解. 农药学报, 1 (1): 69-73.