

陕西苹果产区大气质量水平及评价研究

梁俊¹, 赵政阳¹, 鲁玉妙¹, 程向东²

(1.西北农林科技大学园艺学院, 陕西 杨凌 712100, 2.陕西省农业环境监测站, 陕西 西安 710003)

摘要:在1997-2004 年对陕西省 11 个苹果主产县(市)大气环境质量进行的监测过程中,大气中 SO₂ 采用甲醛吸收-盐酸副玫瑰苯胺光度法测定,NO_x 采用盐酸萘乙二胺光度法测定,总悬浮物采用中流量滤膜法采样-重量法测定,氟化物采用挂片法采样-氟离子电极法测定。大气质量的评价采用单项污染指数法和综合污染指数法。结果表明,陕西苹果产区的 SO₂、NO_x、总可悬浮颗粒物和氟化物分别为 0.021 8±0.012 1、0.011 1±0.048、0.130±0.087 mg·m⁻³ 和 0.51±0.34 μg·m⁻³, 111 个监测果园或区域的 4 项大气质量指标中,仅 5 个果园的可悬浮物超过《绿色食品产地环境与技术条件》限值。评价结果表明了产地环境条件完全能够满足食品安全(绿色食品、无公害食品苹果)的生产要求,可悬浮颗粒物为无公害食品苹果生产大气质量关键控制因子,可悬浮颗粒物、氟化物为绿色食品苹果生产大气质量关键控制因子,污染物的相关性分析表明可悬浮颗粒物关键污染因子不是来自工业污染。为降低大气可悬浮物、氟化物,减少对苹果果面的污染,提出增加果园植被覆盖,禁止或限制在果区采石、建水泥厂等对策。

关键词:陕西; 苹果产区; 大气质量; 监测与评价; 绿色食品

中图分类号:X823 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-2043(2005)06-1208-04

Environmental Quality and Evaluation of Apple Production Area in Shaanxi Province

LIANG Jun¹, ZHAO Zheng-yang¹, LU Yu-miao¹, CHENG Xiang-dong²

(1. College of Horticulture, Northwest A&F University, Yangling Shaanxi 712100, China; 2. Agriculture Environment Monitoring station of Shaanxi Province, Xi'an Shaanxi 710003,China)

Abstract: The aim of the research is to make clearly key pollution factors of apple production area in Shaanxi Province by monitoring and evaluation of atmosphere quality. In the research, sulfur dioxide, nitro-oxides, total suspended particulates and fluoride were measured by an integrated method with formaldehyde absorbing-pararosaniline spectrophotometry, Saltzman spectrophotometry, gravimetric method, the method of filter sampling and fluorine ion-selective electrode analysis respectively. Through monitoring atmosphere quality of 111 orchards in apple production area in Shaanxi Province since 1997 to 2004, the results showed that average values of sulfur dioxide, nitro-oxides, total suspended particulates and fluoride in apple production area in Shaanxi Province were 0.0218±0.0121 mg·m⁻³, 0.0111±0.048 mg·m⁻³, 0.130±0.087 mg·m⁻³ and 0.51±0.34μg·m⁻³, respectively, 4.5% apple orchards or areas among 111 monitored orchards were above the mark of "green food apple production environmental and technical condition" in total suspended particulates. Compared with the standard for green food production, the single polluting indexes of sulfur dioxide, nitro-oxides, total suspended particulates and fluoride in apple production area in Shaanxi Province were 0.15, 0.11, 0.43, 0.28 respectively. The results demonstrated that apple production area in Shaanxi Province can be used as apple safe production (environmental friendly apple production and green food apple production) area, and indicated that the total suspended particulates in atmosphere was the key controlling polluter for environmental friendly apple production, the total suspended particulates and fluoride in atmosphere were key controlling pollutants for green food apple production. The analysis of Pearson correlation showed that the key controlling factor, the total suspended particulates, was not resulted from factories, which was consistent with the rare factories in apple production area in Shaanxi Province, it was mainly come from the wind. Author proposed to sow grass or to cover grass in orchard to increase matted vegetation, forbid quarrying and building cement factories, to decrease total suspended particulates and fluoride in the atmosphere in apple production area in Shaanxi Province.

Keywords: apple production area in Shaanxi, atmosphere quality, monitoring and evaluation, green food apple

收稿日期:2005-01-25

基金项目:“十五”国家科技攻关重大专项(2001BA804A28, 2004BA516A10);陕西省攻关计划(2004K09-G2)

作者简介:梁俊(1963—),男,硕士,在职博士,副教授,主要从事果树栽培、营养和食品安全技术研究工作。E-mail:strongca@163.com

绿色食品是当今世界农业生产发展的方向,产地环境质量是影响绿色食品质量最基础因素之一。随着人们食品安全意识的增强,对绿色、无公害食品生产技术及对产地环境评价越来越受到重视^[1-4],我国先后颁布了绿色果品产地环境与技术条件^[5]和无公害食品苹果产地环境条件^[6],这对促进我国苹果安全生产具有十分重要意义。大气质量是绿色食品苹果和无公害食品苹果产地环境要求监测的重要指标。有关大气质量质量监测和评价,国内外主要集中在城市及区域环境大气污染监测和治理方面^[7-9],对农产品产地大气环境监测和评价,国内仅在近些年在个别区域以基地认证为目的做了少量工作^[2-4,10-13],如张素平等^[3]对河北富岗的无公害苹果产地大气、土壤、水进行了分析和评价,李其林等^[10]、熊建新等^[13]分别对重庆市和乌鲁木齐市蔬菜基地大气质量进行了评价,但总体来讲监测点少,数据较少且缺乏长期监测。

苹果是陕西省的优势农产品,栽培面积已发展到40万hm²以上,居全国第一,是振兴陕西农村经济的支柱产业。目前苹果生产中的核心问题之一是质量安全性,这也是陕西苹果产业能否优化升级,走向国际市场的关键问题之一。为了掌握陕西苹果主产区的大气质量状况,弄清其关键污染因子,为苹果的优质、高效、安全生产提供基础保障,1997—2004年,在陕西苹果主产区黄土高原渭北地区对11个县(市)111个果园或区域的4项大气质量指标进行了监测和评价。

1 材料与方法

1.1 布点原理和方法

根据陕西省苹果主产区的自然环境状况(地理位置、地形、地貌、土壤类型、气候条件等)和苹果生长情况,参照《无公害苹果产地环境条件》^[6]和《绿色食品产地环境与技术条件》^[5]要求布设大气监测果园或区域。自1997年以来,在白水、澄城、合阳、韩城、蒲城、富平、洛川、富县、黄陵、彬县、宝鸡等11个县(市)共监测果园或区域111个。

1.2 采样方法

大气质量监测采样按NY/T397执行。时间在苹果生长季节进行,每个采样点连续采样2d,每天4次,时间一般为8:00~9:00,11:00~12:00,14:00~15:00,17:00~18:00。SO₂采用甲醛吸收法,NO_x采用盐酸萘乙二胺吸收法采样。总悬浮物采用中流量滤膜法,氟化物用挂片法采样78d。

1.3 分析方法

大气中SO₂采用盐酸副玫瑰苯胺光度法,NO_x采用盐酸萘乙二胺光度法测定,总悬浮物采用重量法测定,氟化物采用离子电极法测定。

1.4 大气质量评价

大气环境质量分析评价分为两类,即严格环境控制指标和一般环境控制指标。严格环境控制指标超过1项即视为不合格;一般控制的环境污染指标1项或多项超标,则还需要进行综合污染指数评价,且综合污染指数不得超过1,否则视为不合格。

单项污染指数: $P_i=C_i/S_i$ ^[2]

式中 P_i 为 i 污染物的污染指数, C_i 为空气中 i 污染物的测定值, S_i 为空气中 i 污染物的标准限定值,对绿色食品和无公害食品苹果标准限值不同^[5,6]。

SO₂和NO_x为严控指标,如果其中之一的 P 值>1,则可判定为大气质量不合格;如果所有指标均<1,则判定为大气质量符合要求;如果SO₂和NO_x的 P 值均<1,但氟化物和或总悬浮物的 P 值>1,则还需要应用如下的综合污染指数进一步判断。

综合污染指数(采用大气质量指数法公式^[2])

$$I=\sqrt{(\max(C_1/S_1, C_2/S_2, \dots, C_k/S_k)) \cdot 1/n \cdot \sum_{i=1}^n C_i/S_i}$$

式中: I 为综合污染指数; $\max(C_1/S_1, C_2/S_2, \dots, C_k/S_k)$ 为各单项污染物指数的最大值; $\sum_{i=1}^n C_i/S_i$ 为各单项污染物指数之和。

2 结果及讨论

2.1 不同区域大气质量水平

陕西省苹果主产县大气质量水平见表1。全省大气各污染物含量由高到低的顺序为氟化物>总悬浮物(TSP)>SO₂>NO_x,监测区域SO₂、NO_x、TSP、氟化物的变异系数分别为其平均值的56%、43%、67%和67%。在全部数据中,SO₂最高值为0.093mg·m⁻³,最低为0.007mg·m⁻³;NO_x最高0.026mg·m⁻³,最低0.005mg·m⁻³;TSP最高0.491mg·m⁻³,最低0.023mg·m⁻³;氟化物最高1.61μg·m⁻³,最低0.14μg·m⁻³。除5个监测点的TSP超过绿色食品和无公害苹果环境标准外,其它所有数据均低于绿色食品和无公害食品标准环境质量限值。

SO₂值黄陵县最高,彬县最低,黄陵县与白水县、合阳县、洛川县、宝鸡县、富县、富平、彬县之间按Duncan多范围检验在5%水平有显著差异,渭南市的澄城县与韩城市、蒲城县、白水县、合阳县之间没有显

表 1 陕西省苹果主产区大气质量水平

Table 1 Atmosphere quality of apple production district in Shaanxi

取样地点	SO ₂ * /mg·m ⁻³	NO _x * /mg·m ⁻³	TSP /mg·m ⁻³	氟化物 /μg·m ⁻³
黄陵	0.033 38a	0.014 9b	0.117cde	0.23d
澄城	0.030 38ab	0.008 9def	0.172c	0.65bc
韩城	0.027 13ab	0.011 6cd	0.069ef	0.57bcd
蒲城	0.025 50ab	0.012 3bc	0.084ef	0.31cd
白水县	0.025 03b	0.009 8de	0.106de	0.41cd
合阳	0.022 75bc	0.009 0def	0.079ef	0.80b
洛川县	0.021 5bc	0.022 4a	0.150cd	0.36cd
宝鸡	0.014 13cd	0.008 6ef	0.055f	0.73b
富县	0.011 38d	0.014 8b	0.237b	0.23d
富平	0.009 88d	0.006 9f	0.302a	1.18a
彬县	0.009 25d	0.007 3f	0.124cde	0.39cd
平均值**	0.021 8±0.012 1	0.0111±0.048	0.130±0.087	0.51±0.34
无公害苹果标准 NY5013-2001	0.15	0.12	0.30	7.0
绿色食品标准 NY391-2000	0.15	0.10	0.30	1.8

注: * 为严控指标; ** 平均值和标准偏差, $n=111$; 同一序列中标相同字母者, 表示在方差分析 (Duncan 多范围检验) 中在 5% 水平时无显著差异。

著差异。NO_x 以洛川县最高, 富平县最低, 且洛川县与其他各县均存在显著性差异, 富县和黄陵县没有显著差异。这可能与洛川苹果产区大多处于国道、省道等交通要道, 汽车尾气的排放造成 NO_x 含量较高有关, 但与无公害苹果产地环境条件^[9]和绿色食品产地环境与技术条件^[9]相比, SO₂ 和 NO_x 均远低于标准限值。

大气中可悬浮物, 富平县最高, 宝鸡县最低, 较高的 3 个县富平、富县、澄城县之间均存在显著性差异, 而且超过了 50% 的苹果食品安全环境条件限值^[5, 9], 富平县还略微超过了食品安全标准对大气环境可悬浮物的限值。大气中可悬浮物较高是西北黄土高原苹果产区共有的特点, 这主要是因为绝大部分果园采用清耕制度作业, 黄土高原苹果产区海拔大多在 800~1200 m, 苹果生长季节多为干旱多风 (风力一般在 3~4 级), 加之道路等基本建设跟不上, 刮风常造成大气中可悬浮物较高。富平、富县、澄城县 3 个苹果产区大气中可悬浮物较高, 除上述共同原因外, 其他原因各不相同: 富平主要还与水泥厂、石灰窑等较多有关 (氟化物较高也支持了这一观点); 澄城县可能还与煤矿等企业的污染有关; 而富县纯粹是由大风扬尘引起。因此, 除对个别污染源采取有针对性治理外, 加强果区道路等基础设施建设, 在苹果生产上重点推广果园种草、果园覆草等技术, 以提高果园土壤的植被覆盖, 降低大气中可悬浮物^[14, 15]。

大气中的氟化物, 富平县最高, 陕北的富县、黄陵县最低, 富平县与其他各县间均存在显著性差异。经

调查, 富平县部分果园属高氟区, 土壤和地下水含氟均较高, 并且由于生石灰和青石等的采挖, 水泥厂的污染等, 果园道路大多为土路或沙石路, 机动车的行驶造成较大的扬尘, 使得大气中氟和可悬浮物较高。但总体来看, 所有果园大气中氟含量均低于国家无公害苹果标准和绿色食品标准。杨雪梅等^[16]的研究表明, 绿色植物对大气中的污染物氟和硫有很强的吸收和富集作用, 由此可导致氟对果品的污染, 因此对于大气中氟化物含量较高的果园应采取措施进行治理, 以避免因多年生果树的富集而污染果品。

2.2 大气污染指数

果园大气污染物单项污染指数和综合污染指数见表 2。

监测的 111 个果园或区域大气 SO₂、NO_x、氟化物单项污染指数均 <1, 不需要再进行综合污染指数评价。111 个果园或区域仅有 5 个果园的总悬浮物污染指数 >1 (其中有 4 个处于生石灰或水泥厂生产区), 其余所有均 <1, 但总悬浮物为非严控质量指标, 根据大气质量评价标准, 按照综合污染指数评价, 其 P_{TSP} 值 0.84 <1。由此判定陕西省监测区域的苹果园其大气质量符合绿色食品和无公害食品苹果的生产要求。

大气各污染物单项污染指数从高到的低的顺序为总悬浮物、氟化物、SO₂、NO_x, 其中 SO₂ 的平均单项污染指数高于河北富岗 (0.024)^[3], 低于重庆市蔬菜生产基地 (0.52)^[10]; NO_x 的平均单项污染指数略低于河北富岗 (0.042, 无公害标准评价)^[3], 远低于重庆市蔬

表 2 陕西省苹果园大气污染物单项污染指数和综合污染指数

项目	SO ₂	NO _x	总悬浮物	氟化物
综合污染指数	—	—	0.84	—
平均单项污染指数	0.15	0.11 (0.040*)	0.43	0.28(0.07*)
最大值	0.62	0.26 (0.042*)	1.64	0.89(0.23*)
最小值	0.05	0.05 (0.093*)	0.08	0.08(0.02*)
标准差	0.08	0.05 (0.042*)	0.29	0.19(0.05*)

注：* 按无公害苹果标准评价的污染指数^{〔6〕}。

菜基地 (0.37)^{〔10〕}；总悬浮物的平均单项污染指数达 0.43，高于河北富岗 (0.24)^{〔3〕}，低于重庆市蔬菜基地 (0.66)^{〔10〕}，单项污染指数≥0.5 的果园或区域占到全部监测区域的 28.8%，≥0.9 的占到全部监测区域的 7.2%；氟化物的平均单项污染指数为 0.28(按绿色食品标准)(按无公害食品苹果标准为 0.07)，低于河北富岗(0.123,无公害标准评价)^{〔3〕}，单项污染指数≥0.5 的果园或区域占全部监测区域的 15.1%(按无公害食品苹果标准评价为 0)，≥0.8 的占到全部监测区域的 3.8%，且均处于高氟区；SO₂ 和 NO_x 单项污染指数≥0.5 的果园或区域分别占到监测区域的 0.9%和 0。

因此,综合考虑,大气中可悬浮物和氟化物虽然为非严控环境指标,但应为今后陕西苹果产区重点监控和治理的目标之一。

2.3 大气污染物的相关性

大气各污染物的相关分析见表 3。表 3 结果表明,除氮氧化物与总悬浮物几乎没有相关性,其他各大气污染物之间均表现出了一定的相关性,并且所有污染物之间的污染系数均存在显著性差异 ($P<0.005$)。总悬浮物与氮氧化物相关性不大及与二氧化硫、氟化物的负相关表明:作为陕西苹果产区关键控制因子的可悬浮颗粒污染物不是主要来源于工业污染,这与陕西苹果产区工业极少的事实相一致。

3 讨论

监测区域的大气质量水平符合食品安全(绿色食品和无公害食品苹果)的产地环境要求,特别是 SO₂ 和 NO_x 含量大大低于绿色食品苹果产地环境与技术条件^{〔5〕},这与陕西苹果优生区内,工业欠发达,工业“三废”污染较少的实际情况相一致。但是,陕西苹果优生区内大气中可悬浮物相对较高,氟化物亦较高,这 2 项指标虽为非严控指标,但其可直接影响苹果的外观质量和商品性。因此,生产无公害食品苹果应将大气

表 3 陕西省苹果园大气各污染物的相关系数
Table 3 Correlation coefficients for atmosphere quality of Shaanxi apple production base

项目	NO _x	总悬浮物	氟化物
SO ₂	0.273a	-0.446b	-0.304c
NO _x		-0.002c	-0.593c
总悬浮物			0.307b

注:相关性水平为 a: $P<0.005$;b: $P<0.001$;c: $P<0.000\ 5$ 。

中可悬浮物确定为今后陕西苹果产区的大气关键控制因子,生产绿色食品苹果应将可悬浮物和氟化物同时确定为大气关键控制因子。

在基础设施方面,陕西苹果产区应加大果园道路的沥青化和水泥化。在苹果生产方面,通过果园种草、覆草等措施增加植被覆盖,限值和禁止在果区采石、加工生石灰等,以降低大气中可悬浮物,提高苹果的商品性和优质果率。

参考文献:

[1] 花 蕾,刘炳辉,刘秋会.渭北优质无公害苹果生产技术研究[J]. 西北农业大学学报,1998,26(3)21-26.
[2] 梁 俊,赵政阳.无公害苹果生产基地环境质量评价[J]. 西北农业学报,2003,12(4):128-131.
[3] 郭素平,李保国.富岗绿色鲜苹果产地环境质量评价[J]. 河北农业大学学报,2003,26(3):37-39.
[4] 梁 俊,赵政阳,王雷存,等.陕西白水縣无公害苹果园环境质量评价[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版),2004,32(8):13-17.
[5] NY391-2000,绿色食品苹果产地环境与技术条件[S].
[6] NY5013-2001,无公害食品苹果产地环境条件[S].
[7] 徐肇忠,蔡继祥,王 玲.城市大气环境质量的超标加权评价方法[J]. 武汉测绘科技大学学报,1994,19(3):259-264.
[8] 张 涛,林松红,麦洁萍.深圳特区不同功能区大气微生物污染调查[J]. 中国环境监测,2003,17(2):23-26.
[9] 李 莉,李朝颐.上海市氮氧化物污染与气象条件关系特征分析[J]. 安全与环境学报,2004,14(1):36-39.
[10] 李其林,黄 昀,李传义,等.重庆市蔬菜基地大气质量评价及污染特征[J]. 四川环境,2004,23(1):75-77.
[11] 马祥爱,白中科,冯两蕊.区域绿色食品产地土壤质量监测与评价——以山西省临汾市为例[J]. 山西农业大学学报(自然科学版)2004,24(3):293-296.
[12] 张林森,梁 俊,武春林,等.陕西苹果园土壤重金属含量水平及其评价[J]. 果树学报,2004,21(2):103-105.
[13] 熊建新,前 池,石 晓,等.乌鲁木齐市无公害蔬菜生产基地环境质量评价[J]. 新疆农业大学学报,2004,27(4):56-59.
[14] Greenham D W P. The environment of the fruit tree, Managing fruit soils [J]. Hort Sci, 1995, 12:25-31.
[15] Buter J D. Grass interplanting in horticulture cropping systems [J]. Hort Sci, 1986,21(3):394-397.
[16] 杨雪梅,许亚洲.植物对氟和硫的积累及其评价功能研究[J]. 信阳师范学院学报(自然科学版),2004,17(1):61-63.