



Exposición laboral a hongos y bacterias ambientales en una planta de selección de residuos de envases

Xavier Solans¹, Rosa María Alonso¹, Angelina Constans¹ y Alfonso Mansilla²

¹Centro Nacional de Condiciones de Trabajo, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Barcelona. ²Departamento de Prevención Grupo CESP, Dirección General de Servicios Ferroviario, Barcelona

Resumen

Distintos estudios han mostrado una asociación entre la actividad laboral en plantas de tratamiento de residuos y la aparición de distintos síntomas en los trabajadores, como irritación de piel, ojos y membranas mucosas, trastornos gastrointestinales y respiratorios, y el síndrome tóxico por polvo orgánico. Estos síntomas se han asociado con la exposición a bioaerosoles. El objetivo de este trabajo es determinar la exposición laboral a agentes biológicos en una planta de selección de envases procedentes exclusivamente de la recogida selectiva de residuos sólidos urbanos. Las muestras ambientales se obtuvieron por el método de impactación en placa con el equipo M Air T de Millipore. Se determinó la concentración de hongos totales, bacterias totales y bacterias gramnegativas y, en cada caso, se identificaron los géneros fúngicos y bacterianos obtenidos. Los microorganismos mayoritarios han sido los hongos, con recuentos superiores a 12.000 ufc/m³, y las bacterias gramnegativas, que se han determinado en concentraciones ambientales entre 1.395 y 5.280 ufc/m³. En ambos casos, estas concentraciones han sido muy superiores a las halladas en la muestra de referencia obtenida en el exterior de la planta. Entre los hongos, los géneros mayoritarios han sido *Penicillium* y *Cladosporium*, mientras que entre las bacterias gramnegativas se identificaron los géneros *Escherichia*, *Enterobacter*, *Klebsiella* y *Serratia*. En conclusión, los trabajadores de una planta de selección de envases procedentes de la recogida selectiva de residuos sólidos urbanos pueden estar expuestos a agentes biológicos, especialmente en forma de hongos y bacterias gramnegativas.

Palabras clave

Selección de residuos de envases, Agentes biológicos, Exposición laboral, Bioaerosoles.

Dirección para correspondencia:

Dr. Xavier Solans Lampurlanés
Centro Nacional de Condiciones de Trabajo
Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo
C/ Dulcet, 2-10
08034 Barcelona, España
Tel.: (+34) 93 280 01 02
Fax: (+34) 93 280 36 42
E-mail: xaviers@mtas.es

Aceptado para publicación el 29 de noviembre de 2006

©2007 Revista Iberoamericana de Micología
Apdo. 699, E-48080 Bilbao (Spain)
1130-1406/01/10.00 €

Occupational exposure to airborne fungi and bacteria in a sorting source-separated packages household waste plant

Summary Several studies have showed an association between the work in waste treatment plants and occupational health problems such as irritation of skin, eyes and mucous membranes, pulmonary diseases, gastrointestinal problems and symptoms of organic dust toxic syndrome (ODTS). These symptoms have been related to bioaerosol exposure.

The aim of this study was to investigate the occupational exposure to biological agents in a plant sorting source-separated packages (plastics materials, ferric and non-ferric metals) household waste.

Airborne samples were collected with M Air T Millipore sampler.

The concentration of total fungi and bacteria and gram-negative bacteria were determined and the most abundant genera were identified.

The results shown that the predominant airborne microorganisms were fungi, with counts greater than 12,000 cfu/m³ and gram-negative bacteria, with an environmental concentration between 1,395 and 5,280 cfu/m³. In both cases, these concentrations were higher than levels obtained outside of the sorting plant.

Among the fungi, the predominant genera were *Penicillium* and *Cladosporium*, whereas the predominant genera of gram-negative bacteria were *Escherichia*, *Enterobacter*, *Klebsiella* and *Serratia*.

The present study shows that the workers at sorting source-separated packages (plastics materials, ferric and non-ferric metals) domestic waste plant may be exposed to airborne biological agents, especially fungi and gram-negative bacteria.

Key words Sorting source-separated packages, Biological agents, Occupational exposure, Bioaerosol exposure.

Los residuos sólidos urbanos están formados por distintos materiales que constituyen cada una de las fracciones en las que se pueden clasificar: a) materia orgánica: procedente de alimentos principalmente; b) papel y cartón: periódicos, revistas, bolsas o embalajes; c) plásticos: procedentes de envases y embalajes; d) vidrio: formado por botellas, frascos, etc.; e) metales: fracción que puede contener latas, botes, etc.

La recogida selectiva de residuos de envases en origen permite obtener las diferentes fracciones en las que el ciudadano ha separado sus residuos de envases (plásticos, briks y metales). Posteriormente, estos residuos se envían a una planta de selección o clasificación donde se procederá a separar los distintos envases recogidos: 1) plásticos, separando polietileno de alta densidad, de baja densidad, tereftalato de polietileno, cloruro de polivinilo, plásticos tipo film (bolsas de supermercado) y plásticos mixtos (tipo yogurt, margarina); 2) briks, y 3) metales, separando los férricos de los no férricos.

Distintos estudios han mostrado una relación entre la actividad laboral en plantas de tratamiento de residuos y la aparición de distintos síntomas en los trabajadores: irritación de la piel, ojos, membranas mucosas y tracto respiratorio superior, síndrome tóxico por polvo orgánico (con una sintomatología característica: tos, disnea y síntomas similares a los producidos por la gripe tales como escalofríos, fiebre, dolor muscular, dolor de articulaciones, fatiga y dolor de cabeza), trastornos gastrointestinales (náuseas y diarrea) y respiratorios (bronquitis crónica, alveolitis alérgica, asma) [3,5,7,17,19-21,24,28].

Esta sintomatología se ha asociado con la exposición de los trabajadores a elevadas concentraciones de microorganismos y endotoxinas que, en el transcurso de las operaciones o actividades realizadas, pueden pasar al

ambiente de trabajo en forma de bioaerosol (suspensión de partículas en el aire compuestas o derivadas de organismos vivos) [8,10,18,23,29].

En el caso concreto de plantas de selección de envases, se ha observado un incremento en la aparición de náuseas en los trabajadores de estas instalaciones y, de forma menos concluyente, diarrea [11].

La exposición ambiental a agentes biológicos se ha evaluado principalmente en plantas de compostaje y vertederos [1,4,8,20,26] así como en plantas de selección de residuos no separados previamente [12,14-16]. En todos estos casos los residuos manipulados contienen una elevada fracción de materia orgánica.

Sin embargo, y a diferencia de las anteriores, en las actividades en las que se manipulan residuos ya seleccionados en origen (papel, plástico y vidrio) la cantidad de materia orgánica que incorporan es, en principio, muy baja.

El objetivo de este estudio es determinar la exposición laboral a agentes biológicos en una planta de selección de envases procedentes exclusivamente de la recogida selectiva de residuos sólidos urbanos y en la que, al recibir un residuo ya separado en origen, la fracción de materia orgánica es mucho menor que en el caso de residuos no seleccionados en origen.

Material y métodos

Planta de selección de envases. La planta recibe residuos de envases procedentes de la recogida selectiva de residuos sólidos urbanos. Los envases, una vez descargados, pasan a la nave de selección, donde se realizan la totalidad de operaciones necesarias para su clasificación, empleando sistemas de separación por tamaño, sistemas

densimétricos, sistemas de aspiración, separación magnética, separación inductiva por corrientes de Foucault y clasificación manual, operación ésta que se realiza en el interior de una cabina cerrada. Finalmente, las distintas fracciones seleccionadas son compactadas, mediante prensas, para su posterior transporte al tratador final del residuo.

Todo este proceso de selección se ubica en el interior de una nave cerrada provista de ventilación natural.

Muestras ambientales. Las muestras ambientales se obtuvieron por el método de impactación en placa, utilizando el equipo M Air T de Millipore, en tres puntos de la planta: 1) la playa de descarga de los residuos, 2) en el interior de la cabina de selección manual y 3) en el centro de la nave de selección (debajo de las cintas transportadoras con los residuos de envases). Asimismo, se obtuvo también una muestra en el exterior de la planta, como referencia de la contaminación ambiental general de la zona.

A fin de determinar la concentración de hongos totales, bacterias totales y bacterias gramnegativas, se emplearon los medios de cultivo RBC (Rosa Bengala Clo-ranfenicol) (Millipore, EE.UU.), Agar TSA (Trypticase Soja Agar) (Millipore) y Agar MacConkey (Difco, EE.UU.), respectivamente. El volumen de aire captado en las distintas operaciones analizadas varió entre 25 y 50 l.

Las placas de TSA y MacConkey se incubaron a 37 °C durante 24 h, mientras que las placas de RBC se incubaron a 25 °C durante cinco días. Tras el periodo de incubación se realizó el recuento de las colonias obtenidas. El resultado de la concentración ambiental se expresa como unidades formadoras de colonias por metro cúbico (ufc/m³).

Los distintos géneros fúngicos obtenidos se identificaron por observación al microscopio óptico de las formas reproductoras; los géneros bacterianos se identificaron mediante aislamiento de las colonias, tinción Gram y análisis con el sistema de identificación BBL Crystal (Becton Dickinson EE.UU.), basado en la utilización y degradación microbiana de sustratos específicos detectados por varios sistemas indicadores.

Resultados

La concentración ambiental de hongos varió entre las 1.060 ufc/m³ obtenidas en el interior de la cabina de selección manual y las más de 12.000 ufc/m³ obtenidas en el interior de la nave de selección (Tabla 1). Esta concentración fúngica es muy superior a la determinada en el exterior de la instalación (750 ufc/m³).

El género mayoritario fue *Penicillium* (79% del total de ufc/m³ obtenidas en la playa de descarga y el 40% en el caso del interior de la cabina de selección), hongo que no se halló en la muestra de referencia obtenida en el exterior de la planta; en una menor concentración, también se identificó *Cladosporium*.

En el caso de las bacterias (Tabla 2), la concentración ambiental más elevada también se obtuvo en la nave de selección (6.960 ufc/m³), mientras que en los otros dos puntos analizados, playa de descarga de los residuos e interior de la cabina de selección manual, se obtuvieron unas concentraciones de 1.520 y 1.340 ufc/m³ respectivamente, inferiores a la concentración hallada en la muestra de referencia (3.830 ufc/m³).

La determinación ambiental de bacterias gramnegativas (Tabla 3) muestra que la concentración más elevada se obtuvo en la nave de selección (5.280 ufc/m³) y en el interior de la cabina de selección manual (1.395 ufc/m³), con valores muy superiores en ambos casos a la concentración obtenida en el exterior (85 ufc/m³).

Tabla 1. Concentración ambiental (unidades formadoras de colonias por metro cúbico ufc/m³) de hongos obtenida en una planta de selección de envases procedentes de recogida selectiva de residuos sólidos urbanos.

Punto de obtención de muestras ambientales	Hongos totales (ufc/m ³)	Identificación (% sobre el total de ufc/m ³)
Exterior (referencia)	750	<i>Cladosporium</i> (73%) <i>Acremonium</i> (11%) <i>Alternaria</i> (11%)
Playa descarga residuos	2.800	<i>Penicillium</i> (79%) <i>Cladosporium</i> (16%) <i>Alternaria</i> (1%) <i>Rhizopus</i> (1%) <i>Mucor</i> (1%)
Interior cabina selección manual de envases	1.060	<i>Penicillium</i> (40%) <i>Cladosporium</i> (34%) <i>Mucor</i> (4%) <i>Alternaria</i> (2%)
Nave de selección de envases*	>12.000	

* No se ha podido realizar la identificación de los distintos géneros fúngicos en este punto.

Tabla 2. Concentración ambiental (unidades formadoras de colonias por metro cúbico ufc/m³) de bacterias grampositivas obtenida en una planta de selección de envases procedentes de recogida selectiva de residuos sólidos urbanos.

Punto de obtención de muestras ambientales	Bacterias totales (ufc/m ³)	Identificación (% sobre el total de ufc/m ³)
Exterior (referencia)	3.830	<i>Staphylococcus</i> (54%) <i>Corynebacterium</i> (25%) <i>Micrococcus</i> (18%)
Playa descarga residuos	1.520	<i>Streptococcus</i> (29%)
Interior cabina selección manual de envases	1.340	<i>Micrococcus</i> (12%)
Nave de selección de envases*	6.960	

* No se ha podido realizar la identificación de los distintos géneros bacterianos en este punto.

Tabla 3. Concentración ambiental (unidades formadoras de colonias por metro cúbico ufc/m³) de bacterias gramnegativas obtenida en una planta de selección de envases procedentes de recogida selectiva de residuos sólidos urbanos.

Punto de obtención de muestras ambientales	Bacterias gramnegativas (ufc/m ³)	Identificación (% sobre el total de ufc/m ³)
Exterior (referencia)	85	<i>Acinetobacter</i> (24%) <i>Pseudomonas</i> (12%) <i>Brevundimonas</i> (12%)
Playa descarga residuos	840	<i>Enterobacter</i> (26%) <i>Brevundimonas</i> (14%) <i>Klebsiella</i> (7%)
Interior cabina selección manual de envases	1.395	<i>Enterobacter</i> (48%) <i>Klebsiella</i> (48%) <i>Proteus</i> (4%)
Nave de selección de envases	5.280	<i>Escherichia</i> (31%) <i>Serratia</i> (30%) <i>Enterobacter</i> (22%)

Los géneros bacterianos identificados corresponden, entre las bacterias grampositivas, a *Streptococcus* y *Micrococcus*, aunque han sido minoritarios respecto al total de bacterias determinadas; las bacterias mayoritarias en el interior de la planta de selección corresponden a géneros gramnegativos, donde destacan *Escherichia*, *Enterobacter*, *Klebsiella* y *Serratia*. Estos resultados contrastan con los obtenidos en la muestra de referencia, donde han sido mayoritarias las bacterias grampositivas (*Staphylococcus*, *Corynebacterium* y *Micrococcus*) y minoritarias las bacterias gramnegativas (*Acinetobacter* y *Pseudomonas*).

Discusión

Distintos trabajos han valorado la exposición a agentes biológicos durante la selección de residuos, pero la mayoría se han realizado con residuos urbanos no separados en origen o en operaciones de selección manual previas al proceso de compostaje, a fin de separar los residuos no compostables; estas actividades implican la recepción y manipulación de residuos con un elevado contenido en materia orgánica, que pueden favorecer la aparición y proliferación de microorganismos.

En el caso de residuos urbanos no separados en origen, durante su selección se han obtenido concentraciones ambientales de 10^3 - 10^5 ufc/m³ para hongos, 10^3 - 10^4 ufc/m³ para bacterias totales y valores de 10^3 ufc/m³ para bacterias gramnegativas [18,23]. Concentraciones similares, o incluso algo superiores, 10^4 - 10^5 ufc/m³ para bacterias y hongos totales y de 10^3 - 10^4 ufc/m³ para bacterias gramnegativas, se han obtenido en el estudio realizado por Kiviranta et al. [13].

En las plantas de selección de residuos procedentes de recogida selectiva, los residuos que se reciben contienen una cantidad mucho menor, o muy baja, de materia orgánica, lo que las diferencia del conjunto de actividades anteriores. Sin embargo, la concentración ambiental de agentes biológicos obtenida ha sido sólo ligeramente inferior a las halladas en actividades en las que se manipulan residuos con una fracción importante de materia orgánica.

En una planta de selección de papel, la concentración de bacterias totales en aire fue de 10^3 ufc/m³ [27], mientras que durante la separación de las fracciones mezcladas de papel, envases y vidrio, se obtuvieron concentraciones bacterianas de hasta 10^4 ufc/m³ [15,23]. Asimismo, Gladding y Coggins [6], en dos plantas de selección donde se recibían residuos ya seleccionados en origen, principalmente papel, vidrio, metales y plásticos, hallaron concentraciones de hongos y bacterias totales de hasta 10^4 ufc/m³, no hallando prácticamente contaminación por bacterias gramnegativas.

Los resultados obtenidos en este trabajo siguen esta tendencia, hallando concentraciones de hasta 10^4 ufc/m³ para hongos y de 10^3 ufc/m³ para bacterias totales. Por otro lado, si bien los hongos han sido también los agentes biológicos mayoritarios, en el caso de las bacterias la contaminación se produce de forma prácticamente exclusiva por bacterias gramnegativas, en concentraciones de hasta 5.280 ufc/m³, siendo minoritarias las bacterias grampositivas.

Al comparar estos valores con los obtenidos en la muestra de referencia, se observa que la concentración de agentes biológicos en la planta de selección de envases es mucho más elevada que la obtenida en el exterior de la instalación, es decir, se ha producido una amplificación de los microorganismos, sobre todo para hongos totales, y bacterias gramnegativas. Considerando la muestra obtenida

en el centro de la nave de selección, la concentración de hongos es 16 veces superior a la obtenida en el exterior, 1,8 veces superior para bacterias totales y 62 veces superior en el caso de bacterias gramnegativas.

Esta elevada concentración de bacterias gramnegativas hace suponer la presencia de una elevada concentración también de endotoxinas en ese ambiente de trabajo, ya que se ha observado una correlación entre la presencia de bacterias gramnegativas y la de endotoxinas en ambientes laborales [25].

El género fúngico mayoritario identificado en el interior de la planta ha sido *Penicillium*, mientras que en la muestra de referencia el género mayoritario ha sido *Cladosporium*. Este resultado sigue la tendencia observada en plantas de selección de papel [2,27] y en plantas de selección de papel, plástico, metal y vidrio [6], donde *Penicillium* constituyó el 75-100% y el 80-95% respectivamente de la contaminación fúngica hallada; por otro lado, ocasionalmente también se obtuvieron *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Trichoderma* y *Paecilomyces*. Asimismo, durante la actividad de la recogida de residuos, *Penicillium* también fue el género mayoritario [22]. Sin embargo, en las actividades en que el residuo contiene una elevada fracción de materia orgánica, la flora fúngica ambiental se halla formada mayoritariamente por distintas especies del género *Aspergillus* (*Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus niger* y *Aspergillus flavus*) [1,4,8,12,14] que no se han observado en las distintas muestras ambientales obtenidas en el proceso de selección de residuos de envases.

Los géneros bacterianos mayoritarios corresponden a bacterias gramnegativas, destacando *Escherichia*, *Enterobacter*, *Klebsiella* y *Serratia* que, por otro lado, no se han hallado en la muestra de referencia; entre las bacterias grampositivas, se han determinado *Streptococcus* y *Micrococcus*. Esto indica que, además de un cambio a nivel cuantitativo, también se ha producido una variación a nivel cualitativo, con la amplificación de determinados géneros fúngicos y bacterianos.

A fin de conseguir reducir la concentración ambiental de agentes biológicos, las medidas preventivas deben ir encaminadas a evitar la generación de polvo, ya que se ha observado que esta contaminación biológica está muy ligada a la presencia de polvo en el ambiente (polvo orgánico) [2,5,18,26]. La adopción de medidas (procedimientos) para evitar la generación de polvo, un adecuado sistema de ventilación y una correcta limpieza de las instalaciones pueden permitir reducir de forma muy significativa los niveles de polvo en el ambiente y, paralelamente, producir una reducción significativa de los niveles de contaminación por bacterias gramnegativas [18], a la vez que una reducción de los niveles de endotoxinas en aire.

Como conclusión, los trabajadores que desarrollan su actividad en una planta de selección de residuos de envases procedentes de la recogida selectiva en origen pueden estar expuestos a elevadas concentraciones ambientales de agentes biológicos, básicamente en forma de hongos y bacterias gramnegativas.

Bibliografía

1. Beffa T, Staib F, Lott Fischer J, Lyon PF, Gumowski P, Marfenina OE, Dunoyer-Geindre S, Georgen F, Roch-Susuki R, Gallaz L, Latge JP. Mycological control and surveillance of biological waste and compost. *Med Myco* 1998; 36(Suppl. 1): 137-145.
2. Breum NO, Würtz H, Midtgaard U, Ebbehoj N. Dustiness and bio-aerosol exposure in sorting recyclable paper. *Waste Manag Res* 1999; 17: 100-108.
3. Clark CS, Bjornson HS, Schwartz-Fulton J, Holland JW, Gartside PS. Biological health risk associated with the composting of wastewater treatment plant sludge. *J Water Pollut Control Fed* 1984; 56: 1269-1276.
4. Clark CS, Rylander R, Larsson L. Levels of Gram-negative bacteria, *Aspergillus fumigatus*, dust, and endotoxin at compost plants. *Appl Environ Microbiol* 1983; 45: 1501-1505.
5. Dutkiewicz J. Bacteria and fungi in organic dust as potential health hazard. *Ann Agric Environ Med* 1997; 4: 11-16.
6. Gladding T, Coggins P. Exposure to microorganisms and health effects of working in UK materials recovery facilities - A preliminary report. *Ann Agric Environ Med* 1997; 4: 137-141.
7. Gladding T, Thorn J, Stott D. Organic dust exposure and work-related effects among recycling workers. *Am J Ind Med* 2003; 43: 584-591.
8. Heida H, Bartman F, van der Zee SC. Occupational exposure and indoor air quality monitoring in a composting facility. *Am Ind Hyg Assoc J* 1995; 56: 39-43.
9. Herr C, Nieden A, Stilianakis N, Eikmann TF. Health effects associated with exposure to residential organic dust. *Am J Ind Med* 2004; 46: 381-385.
10. Ivens UI, Breum NO, Ebbehoj N, Nielsen BH, Poulsen OM, Würtz H. Exposure-response relationship between gastrointestinal problems among waste collectors and bioaerosol exposure. *Scand J Work Environ Health* 1999; 25: 238-245.
11. Ivens UI, Ebbehoj N, Poulsen OM, Skov T. Gastrointestinal symptoms among waste recycling workers. *Ann Agric Environ Med* 1997; 4: 153-157.
12. Jager E, Eckrich C. Hygienic aspects of biowaste composting. *Ann Agric Environ Med* 1997; 4: 99-105.
13. Kiviranta H, Tuomainen A, Reiman M, Laitinen S, Navalainen A, Leisivuori J. Exposure to airborne microorganisms and volatile organic compounds in different types of waste handling. *Ann Agric Environ Med* 1999; 6: 39-44.
14. Lavoie J, Alie R. Determining the characteristics to be considered from a worker health and safety standpoint in household waste sorting and composting plants. *Ann Agric Environ Med* 1997; 4: 123-128.
15. Lavoie J, Guertin S. Evaluation of health and safety risks in municipal solid waste recycling plants. *J Air Waste Manag Assoc* 2001; 51: 352-360.
16. Lembke LL, Kniseley RN. Airborne microorganisms in a municipal solid waste recovery system. *Can J Microbiol* 1985; 31: 198-205.
17. Lundholm M, Rylander R. Occupational symptoms among compost workers. *J Occup Med* 1980; 22: 256-257.
18. Malmros P, Sigsgaard T, Bach B. Occupational health problems due to garbage sorting. *Waste Manag Res* 1992; 10: 227-234.
19. Malmros P. Occupational health problems owing to collection and sorting of recyclable materials from industrial and household waste. Proceeding from the XIII World Congress on Occupational Safety and Health 1993.
20. Marchand, G, Lavoie J, Lazure L. Evaluation of bioaerosols in a municipal solid waste recycling and composting plant. *J Air Waste Manag Assoc* 1995; 45: 778-781.
21. Marth E, Reinthaler FF, Schaffler K, Jelovcan S, Haselbacher S, Eibel U, Kleinhapfl B. Occupational health risks to employees of waste treatment facilities. *Ann Agric Environ Med* 1997; 4: 143-147.
22. Nielsen EM, Nielsen BH, Breum NO. Occupational bioaerosol exposure during collection of household waste. *Ann Agric Environ Med* 1995; 2: 53-59.
23. Poulsen OM, Breum NO, Ebbehoj N, Hansen AM, Ivens UI, van Lelieveld D, Malmros P, Matthiasen L, Nielsen BH, Nielsen EM, Schibye B, Skovt T, Stenbaek EI, Wilkins CK. Sorting and recycling of domestic waste. Review of occupational health problems and their possible causes. *Sci Total Environ* 1995; 168: 33-56.
24. Sigsgaard T, Hansen J, Malmros P. Biomonitoring and work related symptoms among garbage handling workers. *Ann Agric Environ Med* 1997; 4: 107-112.
25. Su HJ, Chen H, Huang C, Lin C, Li F, Milton DK. Airborne fungi and endotoxin concentrations in different areas within textile plants in Taiwan: a 3-year study. *Environ Res* 2002; 89: 58-65.
26. Van Tongeren M, Van Amelsvoort L, Heederik D. Exposure to organic dusts, endotoxins and microorganisms in the municipal waste industry. *Int J Occup Environ Health* 1997; 3: 30-36.
27. Würtz H, Breum NO. Exposure to microorganisms during manual sorting of recyclable paper of different quality. *Ann Agric Environ Med* 1997; 4: 129-135.
28. Yang CY, Chang WT, Chuang HY, Tsai SS, Wu TN, Sung FC. Adverse health effects among household waste collectors in Taiwan. *Environ Res Section A* 2001; 85: 195-199.
29. Zuskin E, Schachter EN, Kanceljak B, Mustajbegoric J, Witek TJ. Immunological and respiratory reactions in workers exposed to organic dust. *Int Arch Occup Environ Health* 1994; 66: 317-324.