KKU Journal for Public Health Research
Vol.7 No.3 September - December 2014

วารสารวิจัยคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ปีที่ 7ฉบับที่ 3 เดือนกันยายน – ธันวาคม 2557

บทความพิเศษ

สถานที่ฝังกลบมูลฝอยแหล่งแพร่ละอองชีวภาพแขวนลอยสู่บรรยากาศ
Landfill site as the bioaerosols to the ambient air

พรพรรณ สกุลคู[1], ศราวุฒิ แสงคำ[2] และจำลอง อรุณเลิศอารีย์[3]

วันที่ได้รับต้นฉบับ: 23 กรกฎาคม 2557
วันที่ตอบรับการตีพิมพ์: 12 พฤศจิกายน 2557

*(1)**ผู้รับผิดชอบบทความ:** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์อนามัยสิ่งแวดล้อม คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น (โทรศัพท์: 043-347057, E-mail: spomp@kku.ac.th)*
(2) นักศึกษาหลักสูตรสาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
(3) รองศาสตราจารย์ ดร. คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ศาลายา

บทคัดย่อ

ละอองชีวภาพแขวนลอย (Bioaerosols) จากบริเวณสถานที่ฝังกลบมูลฝอยถือว่าเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่สำคัญของมลพิษทางอากาศทางชีววิทยาที่ประกอบด้วยสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กตั้งแต่ที่สามารถมองเห็น และไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า เช่น เชื้อรา แบคทีเรีย ไวรัส และละอองเรณู เป็นต้น ที่ส่งผลต่อสุขภาพมนุษย์ โดยเฉพาะหากได้รับสัมผัสปริมาณความเข้มข้นสูง อนุภาคขนาดเล็ก ชนิดของละอองชีวภาพ รวมถึงสารพิษจากเชื้อรา (Mycotoxin)และสารพิษจากแบคทีเรีย (Endotoxin) สามารถส่งผลต่อโรคระบบทางเดินหายใจ ภูมิแพ้ และหอบหืดได้ ปัจจุบันหลายประเทศในแถบยุโรป อเมริกา ออสเตรเลีย และเอเชียตะวันออก ให้ความสนใจศึกษาแหล่งกำเนิด และการแพร่กระจายละลองชีวภาพแขวนลอยในอากาศบริเวณสถานที่ฝังกลบมูลฝอย เชื่อว่าเป็นแหล่งที่มีผลต่อคุณภาพอากาศ (ทั้งภายในและนอกอาคาร) ซึ่งเป็นภัยเงียบที่คุกคามต่อสุขภาพ และความเป็นอยู่ของมนุษย์ แต่ในประเทศไทยยังมีข้อมูลการวิจัยทางละอองชีวภาพแขวนลอยในอากาศค่อนข้างที่จำกัด และยังไม่มีการกำหนดหรือบังคับใช้มาตรฐานจุลินทรีย์ในอากาศภายนอกอาคารที่ชัดเจน บทความวิชาการนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อการแลกเปลี่ยนองค์ความรู้เกี่ยวกับแหล่งการแพร่กระจายละอองชีวภาพแขวนลอยจากสถานที่ฝังกลบมูลฝอยเป็นส่วนใหญ่ ผลกระทบต่อสุขภาพจากการรับสัมผัสละอองชีวภาพ ปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อละอองชีวภาพแขวนลอยในอากาศ นิยามคุณภาพอากาศทางชีววิทยาที่ดีภายนอกอาคารและบทสรุป

ความรู้เกี่ยวกับละอองชีวภาพ

ละอองชีวภาพ (Bioaerosol) หมายถึง ศาสตร์หนึ่งทางวิทยาศาสตร์ชีวภาพที่ศึกษาเกี่ยวกับอนุภาคแขวนลอยที่มีอากาศเป็นสื่อ (Airborne particles) ประกอบไปด้วย แบคทีเรีย เชื้อรา ไวรัส และละอองเรณู เป็นต้น ที่มีลักษณะเป็นทั้งของเหลวหรือของแข็ง ซึ่งมีความแตกต่างกันทั้งองค์ประกอบและขนาดทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น ชนิดของละอองชีวภาพขนาดอนุภาค ละอองน้ำ และฝุ่นที่มีจุลินทรีย์แขวนลอยเกาะติดอยู่ โดยมีขนาดตั้งแต่ 0.02-100 ไมโครเมตร และขนาดอนุภาคภายใต้กล้องจุลทรรศน์มีเส้นผ่านศูนย์กลางอยู่ในช่วงขนาดน้อยกว่า 0.01 ไมโครเมตรจนถึงมากกว่า 100 ไมโครเมตร (ACGIH, 1999) ส่วนใหญ่มีขนาดเฉลี่ย ประมาณ 5 ไมโครเมตร สามารถจำแนกชนิดของละอองชีวภาพออกตามขนาด เป็น 3 ชนิด คือ มีขนาดเล็กกว่า 0.1 ไมโครเมตร (Nuclei mode) เช่น ไวรัส และแบคทีเรีย ส่วนขนาดระหว่าง 0.1-2.0 ไมโครเมตร (Accumulation mode) และขนาดใหญ่กว่า 2.0 ไมโครเมตร (Coarse mode) เช่น สปอร์ของเชื้อรา ชิ้นส่วนของขนสัตว์ เป็นต้น (เบญจภรณ์ ประภักดี, 2551) ซึ่งละอองชีวภาพ (Bioaerosol) ที่มีการแพร่กระจายในอากาศแบ่งเป็น 2 แหล่งใหญ่ๆ ที่ส่งผลต่อบรรยากาศภายนอกอาคารได้ คือ 1) ตามธรรมชาติ เช่น ลมที่พัดพาละอองชีวภาพจากดินขึ้นไปสู่บรรยากาศ ฝน หิมะ พายุทราย เป็นต้น และ 2) กิจกรรมของมนุษย์ เช่น ระบบการระบายอากาศ เกษตรกรรม และพื้นที่กำจัดของเสียต่างๆ เป็นต้น ดังแสดงในภาพที่ 1

แหล่งและการแพร่กระจายละอองชีวภาพแขวนลอยจากสถานที่ฝังกลบมูลฝอย

สถานที่ฝังกลบมูลฝอยถือเป็นแหล่งละอองชีวภาพที่สำคัญแห่งหนึ่ง และมีความแตกต่างกันไปตามขนาดของพื้นที่ การพัดพาของอากาศ ชนิดและปริมาณมูลฝอย โดยทั่วไปลักษณะบริเวณสถานที่ฝังกลบมูลฝอยแบบทิ้งเทกองจะเป็นแหล่งกำจัด รองรับมูลฝอยอินทรีย์ มูลของสัตว์ มูลฝอยจากสถานบริการพยาบาลจากเขตเทศบาล รวมถึงการทำปุ๋ยหมักในพื้นบริเวณสถานที่ฝังกลบเหล่านี้ล้วนเป็นแหล่งกระจายละอองชีวภาพที่สำคัญจำพวกจุลินทรีย์หรือเชื้อก่อโรค รวมถึงสารพิษจากแบคทีเรีย สปอร์ของเชื้อรา และไวรัส (Environment Agency, 2004)

มีหลายงานวิจัย รายงานว่า สถานที่ฝังกลบมูลฝอยแบบเทกองถือเป็นแหล่งกระจายความเข้มข้นของเชื้อราสู่บรรยากาศ (Lai, Emberlin, & Colbeck, 2009, Burkowska, Brezezinska, & Kalwasinska, 2011) พบว่า บริเวณสถานที่ฝังกลบมูลฝอยจะมีความเข้มข้นเชื้อราในอากาศ เท่ากับ 665.88–1,128.66 CFU/m^3 (ศราวุฒิ แสงคำ & พรพรรณ สกุลคู, 2557) ส่วนใหญ่เป็นเชื้อราประจำในถิ่นอาศัยหรือสิ่งแวดล้อมนั้นๆ พบทั้งชนิดก่อโรคและฉวยโอกาสที่มีเสี่ยงต่อสุขภาพมนุษย์ได้โดยเชื้อราที่พบสอดคล้องกับการศึกษาของ Kalwasińska, Burkowska, & Brzezinska (2013) จากบริเวณสถานที่ฝังกลบมูลฝอยในประเทศโปแลนด์ คือ *Cryptococcus* spp., *Aspergillus* spp., *Aspergillus fumigates* และ *Penicillium* spp. เป็นต้น

และพบว่า คุณภาพอากาศทางจุลชีววิทยาภายในโรงงานคัดแยกขยะในเขตชนบททางภาคกลาง และใต้ของประเทศอิตาลี ในช่วง ปี ค.ศ. 2005-2009 พบความเข้มข้นเชื้อราสูงสุดในพื้นที่ขนขยะรายวัน เท่ากับ 20,000 CFU/m^3 ส่วนบรรยากาศภายในอาคารบริเวณเก็บกัก และคัดแยกขยะซึ่งมีความเข้มข้นของเชื้อแบคทีเรีย 10,707 CFU/m^3 และรา 12,471 CFU/m^3 เมื่อเปรียบเทียบกับห้องควบคุม (Control room) พบความเข้มข้นเชื้อราในอากาศเพียง 485–967 CFU^3 (Kalwasińska, Burkowska, & Brzezinska, 2013) จำนวนรถขนขยะที่วิ่งเข้าออกบริเวณสถานที่ฝังกลบในแต่ละวันถือเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดการฟุ้งกระจายของอนุภาคได้ ซึ่งจะทำให้ละอองชีวภาพสามารถแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศและล่องลอยไปสู่สิ่งแวดล้อมและพื้นที่อยู่อาศัยใกล้เคียงได้ จากการศึกษาของศราวุฒิ แสงคำ & พรพรรณ สกุลคู (2557) และ Adamiak, Kołwzan, & Sarowska (2001) ได้ศึกษาความเข้มข้นเชื้อราในอากาศจากบริเวณโดยรอบสถานที่ฝังกลบที่ระยะ 500 เมตร

จากรายงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้นนั้น พบว่า ความเข้มข้นเชื้อราในอากาศบริเวณสถานที่ฝังกลบมูลฝอยมีระดับความเข้มข้นที่สูงเกินค่าแนะนำของ World Health Organization (2009) และ American Conference of Governmental Industrial Hygienist (1989) ซึ่งกำหนดไว้ว่าเชื้อราในอากาศภายนอกอาคารต้องไม่เกิน 500 CFU/m^3 แสดงให้เห็นว่าหากไม่มีการกำจัดมูลฝอยอย่างถูกต้องตามหลักสุขาภิบาลและระบบที่ออกแบบไว้เป็นไปได้ว่าสถานที่ฝังกลบมูลฝอยที่มีลักษณะทิ้งมูลฝอยแบบเทกองจะเป็นแหล่งแพร่กระจายเชื้อรา แบคทีเรีย ไวรัส และละอองชีวภาพชนิดอื่นๆ สู่บรรยากาศที่สำคัญ อีกแห่งหนึ่งไปสู่คนงานและชุมชนที่อาศัยอยู่ใกล้เคียงในรัศมีโดยรอบพื้นที่ฝังกลบ โดยกิจกรรมของมนุษย์กับสิ่งแวดล้อมล้วนทำให้เกิดแหล่งแพร่ละอองชีวภาพ และจุลินทรีย์ก่อโรคต่อบรรยากาศภายนอกอาคารได้ทั้งทางตรงและอ้อมดังแสดงในภาพที่ 1

ผลกระทบต่อสุขภาพจากการรับสัมผัสละอองชีวภาพ

ผลกระทบและการติดเชื้อจากละอองชีวภาพแขวนลอยอาจเกิดได้หลายเส้นทางแต่ส่วนใหญ่จะได้รับเชื้อจุลินทรีย์จากสิ่งแวดล้อมผ่านทางอากาศจากการหายใจ เช่น โรค Aspergillosis ที่เกิดจากการหายใจเอาสปอร์ของราชนิด *Aspergillus fumigatus*, *A. flavus*, *A. niger* ที่สามารถเจริญและปนเปื้อนในกองปุ๋ยหมัก และโรค Histoplasmosis ที่มีสาเหตุมาจากการได้รับเชื้อ *Histoplasma capsulatum* และโรค cryptococcosis ที่ก่อโรคติดเชื้อในปอดและระบบประสาทส่วนกลาง จากเชื้อ *Cryptococcus neoformans* และ *Cryptococcus gattii* (CDC, 2010) ที่ปนเปื้อนในมูลนกหรือ

มูลค้างคาวพบมากในพื้นที่ที่ทิ้งมูลฝอยแบบเทกอง และพบจำนวนเชื้อรา ประมาณ 60-61 เปอร์เซ็นต์ ส่วนHeterotrophic bacteria และ actinomycetes ประมาณ 30 และ 8-9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งจะพบแบคทีเรียรูปกลม (Cocci) จำนวนมากถึง 68 เปอร์เซ็นต์ และแบคทีเรียรูปท่อน (Bacilli) 15-16 เปอร์เซ็นต์ (Małecka-Adamowicz, Kaczanowska, & Donderski, 2007) หากได้รับสัมผัสความเข้มข้นเชื้อราในอากาศ มากกว่า 10^4 CFU/m^3 และระหว่าง 10^3-10^6 spores/m^3 ในคนงานคุ้ยขยะ (Waste workers) สามารถทำให้เกิดอาการระบบทางเดินหายใจ คลื่นไส้ และปวดศีรษะ เป็นต้น และอาการดังกล่าวจะเพิ่มขึ้นเมื่อสัมผัสความเข้มข้นเชื้อราในอากาศ 2,000 CFU/m^3 ภายในอาคารและ 1,000 spores/m^3 ในอากาศทั่วไปภายนอกอาคารในชุมชน อีกทั้งยังสามารถส่งผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจและอาการที่ไม่พึงประสงค์เมื่อได้รับสัมผัสความเข้มข้นเชื้อรามากกว่า 350 CFU/m^3 จากอากาศภายในครัวเรือน (IOM, 2008) ดังนั้นคนงาน และชุมชนที่อาศัยอยู่ใกล้เคียงสถานที่ฝังกลบมูลฝอยมีโอกาสได้รับสัมผัสเชื้อราในระดับความเข้มข้นที่สูงกว่าชุมชนที่อยู่ห่างไกลออกไป เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ควบคุมที่ไม่มีสถานที่ฝังกลบมูลฝอยใกล้เคียงกับชุมชน (ศราวุฒิ แสงคำ & พรพรรณ สกุลคู, 2557) โดยพบว่าหากคนที่ทำงานในบริเวณสถานที่ฝังกลบที่มีลักษณะทิ้งมูลฝอยแบบเทกองจะมีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคติดเชื้อเป็น 6 เท่า และเสี่ยงต่อการเป็นโรคภูมิแพ้ระบบทางเดินหายใจถึง 2.6 เท่าในประเทศเดนมาร์ก ส่วนในประเทศสวิตเซอร์แลนด์ พบมีความเสี่ยงเป็นโรคหลอดลมอักเสบเรื้อรัง 2.5 เท่า (World Health Organization, 2004) หากได้รับการสัมผัสเชื้อรา หรือละอองชีวภาพชนิดอื่นๆ ในอากาศที่แพร่กระจายจากการทิ้งมูลฝอยแบบเทกองในระดับความเข้มข้นที่สูงพบมีความสัมพันธ์กับผลกระทบต่อสุขภาพ เช่น อาการระบบทางเดินหายใจ หอบหืด และภูมิแพ้ (Wouters et al., 2002; Kummer & Thiel, 2008) และยังทำให้สมรรถภาพปอดของคนทำงานในสถานที่ฝังกลบมูลฝอยลดลง ร้อยละ 62 (Athanasiou, Makrynos, & Dounias, 2010) และมีความเสี่ยงต่อการเป็นโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง (Chronic obstructive pulmonary disease, COPD) ได้ ซึ่งพบว่า เบต้ากลูแคน (beta-glucans) จะพบมากในผนังเซลล์เชื้อรา และแบคทีเรียบางชนิด โดย beta-1,3-D-glucans ส่วนใหญ่จะพบในเชื้อราไฟลั่ม basidiomycetes (Rop, Mlcek, & Jurikova, 2009) เบต้ากลูแคนเป็นพอลิเมอร์ของน้ำตาลที่มีองค์ประกอบด้วยโซ่วงแหวนของ Glucopyranosyl ซึ่ง beta-1,3-D-glucans สามารถเป็นตัวกระตุ้นทำให้เกิดAntitumor รวมถึงปล่อยสารพิษแบบ Endotoxin ในระดับเซลล์ได้ (ACGIH, 1999) และมีบทสำคัญในการพัฒนาอาการระบบทางเดินหายใจที่มีสัมพันธ์กับการสัมผัสอากาศที่ปนเปื้อนเชื้อรา และยังทำให้สมรรถภาพการทำงานของปอดลดลง (Douwes, 2005)

สรุป ดังนั้นการรับสัมผัสและการติดเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคที่มาจากละอองชีวภาพแขวนลอยในอากาศขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น ความไวหรือระบบภูมิคุ้มกันของผู้ได้รับเชื้อด้วย (Mendell et al., 2011) รวมถึงระยะเวลา ความเข้มข้นที่ร่างกายได้รับเข้าไป ความรุนแรงของเชื้อก่อโรค (Virulence) แต่ละชนิด และอัตราการหายใจ เป็นต้นโดยขนาดอนุภาคของเชื้อราจะมีขนาดเล็กมากทำให้สามารถเกาะติดกับฝุ่นละอองขนาดเล็กซึ่งจะมีความอันตรายต่อสุขภาพมากกว่าการรับสัมผัสโดยการหายใจเอาเฉพาะเชื้อราหรือฝุ่นละอองอย่างเดียวเข้าไป หากบริเวณสถานที่ฝังกลบมีที่ตั้งใกล้เคียงกับชุมชนที่มีเด็กเล็ก ผู้สูงอายุหรือผู้ที่มีระบบภูมิคุ้มกันบกพร่อง เช่น โรคเอดส์ ภูมิแพ้ เป็นต้น ถือว่าเป็นกลุ่มบุคคลที่มีความเปราะบางคือมีความไวต่อการรับสัมผัสและตอบสนองอาการได้เร็วกว่าบุคคลที่มีสุขภาพร่างกายปกติ ดังนั้นหน่วยงานด้านการแพทย์และสาธารณสุขที่เกี่ยวข้องควรให้ความสำคัญและดำเนินการตรวจสุขภาพประจำปีให้แก่กลุ่มคนดังกล่าวอย่างต่อเนื่องเพื่อให้คุณภาพชีวิตที่ดี

ปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อละอองชีวภาพแขวนลอยในอากาศ

ชนิดและความเข้มข้นของละอองชีวภาพในอากาศขึ้นอยู่กับปัจจัยสภาวะแวดล้อมทางกายภาพและเคมีของบรรยากาศ เนื่องจากปัจจัยเหล่านี้มีผลต่อการเจริญ การแขวนลอยในอากาศ และการรอดชีวิตของจุลินทรีย์ โดยทั่วไปปัจจัยทางกายภาพและเคมีของบรรยากาศจะมีความไม่เหมาะสมต่อการเจริญของจุลินทรีย์ ดังนั้น จุลินทรีย์ส่วนใหญ่จึงไม่สามารถดำรงชีวิตและรอดชีวิตอยู่ในบรรยากาศได้เป็นเวลานานแต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสามารถในการปรับตัวของจุลินทรีย์แต่ละกลุ่มในสภาวะอากาศที่มีความแตกต่างกัน ปัจจัยทางกายภาพที่มีผลต่อการเจริญและรอดชีวิตของจุลินทรีย์ในบรรยากาศ ได้แก่ ความชื้น อุณหภูมิ ความดันบรรยากาศ และปริมาณก๊าซออกซิเจน เป็นต้น ซึ่งพบว่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์มีความสำคัญอย่างมากต่อการอยู่รอดของเชื้อราในอากาศ (Abdel Hameed et al., 2012) โดยสภาวะที่ความชื้นลดลงอุณหภูมิจะสูงขึ้นทำให้เกิดอัตราการระเหยน้ำเพิ่มมากขึ้นจะทำให้เชื้อราเกิดการสูญเสียน้ำ (Hydration) ส่งผลต่อการรอดชีวิตของเชื้อราในอากาศ (Jones & Harrison, 2004) และพบว่าเชื้อราในอากาศบริเวณสถานที่ฝังกลบแบบทิ้งแบบเทกองและพื้นที่ใกล้เคียงพบจะมีความคงทนต่อสภาพแวดล้อมกลางแจ้งที่มีรังสียูวีได้มากกว่าแบคทีเรีย (Frączek & Ropek, 2011) เนื่องจากในสภาวะสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเชื้อราจะเปลี่ยนการดำรงชีวิตอยู่ในรูปของสปอร์ได้ และแบคทีเรียบางชนิด เช่น *Bacillus* spp. และ *Clostridium* spp. เป็นต้น และมูลฝอยส่วนใหญ่จะประกอบไปด้วยสารอินทรีย์อนินทรีย์ และมีอุณหภูมิบริเวณสถานที่ฝังกลบมูลฝอยแบบทิ้งเทกองที่เหมาะสมจึงเอื้อต่อการเจริญของจุลินทรีย์และเชื้อราได้เป็นอย่างดีอีกทั้งลักษณะความแตกต่างการเคลื่อนที่ของทิศทางลมก็มีความสำคัญต่อการแพร่กระจายและปริมาณละอองชีวภาพ

ในอากาศได้โดยจะมีความเข้มข้นสูงในทิศใต้ลม (Downwind) เนื่องจากอยู่ใต้แหล่งมลพิษ ส่วนทิศเหนือลม (Upwind) จะมีความเข้มข้นที่ต่ำกว่าเนื่องจากอยู่เหนือแหล่งมลพิษ ส่วนใหญ่นักวิจัยจึงนิยมใช้ทิศเหนือลม (Upwind) เป็นจุด Control ทิศทางลมจึงใช้เป็นปัจจัยสนับสนุนเพื่อดูว่าแหล่งมลพิษมีการแพร่กระจายเอาละอองชีวภาพจากสถานที่ฝังกลบออกไปยังบริเวณโดยรอบโดยลมหรือไม่และถือเป็นปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาที่มีผลต่อการแพร่กระจายละอองชีวภาพโดยตรง

สรุป ปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ เช่น อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ (Kaarakainen et al., 2008) ปัจจัยทางชีวภาพ-เคมี ได้แก่ เศษอาหาร สารอินทรีย์ และอนินทรีย์ และปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ ทิศทางลม ความเร็วลม และฤดูกาลเป็นต้น ปัจจัยเหล่านี้ล้วนมีผลต่อระดับความเข้มข้นและชนิดของละอองชีวภาพในอากาศภายนอกอาคารได้จึงเป็นปัจจัยที่ใช้เป็นหลักเกณฑ์ในการควบคุมความผันแปรของละอองชีวภาพแขวนลอยในอากาศ ซึ่งมีความสำคัญอย่างมากในการศึกษา ติดตาม และตรวจสอบคุณภาพอากาศจากบริเวณแหล่งแพร่กระจายและพื้นที่ใกล้เคียงได้ การศึกษาหรือการเก็บตัวอย่างละอองชีวภาพหรือเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศจึงมีความจำเป็นต้องจดบันทึกลักษณะของพื้นที่ กิจกรรมต่างๆ ปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา และสภาวะบรรยากาศทั่วไปบริเวณพื้นที่ศึกษาทุกครั้ง

นิยามคุณภาพอากาศทางชีววิทยาที่ดีภายนอกอาคาร

“คุณภาพอากาศทางชีววิทยาที่ดีภายนอกอาคาร หมายถึง สภาวะอากาศภายนอกอาคารที่มีละอองชีวภาพ (เชื้อรา แบคทีเรีย ไวรัส และละอองเรณู) เจือปนอยู่ในระดับความเข้มข้นไม่มากพอที่จะทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพอนามัย และการดำรงชีวิตของมนุษย์”

บทสรุป

สถานที่ฝังกลบมูลฝอยเป็นแหล่งแพร่กระจายเชื้อราและแบคทีเรียรวมถึงละอองชีวภาพแขวนลอยชนิดอื่นๆ ที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพอากาศได้ โดยเฉพาะบริเวณสถานที่ฝังกลบมูลฝอยแบบทิ้งเทกองซึ่งจะทำให้ง่ายต่อการฟุ้งกระจายละอองชีวภาพ (เชื้อรา และแบคทีเรีย)โดยมีปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา เช่น ความเร็วและทิศทางลม ที่ทำให้เกิดแพร่กระจายละอองชีวภาพไปยังบริเวณโดยรอบสถานที่ฝังกลบมูลฝอย และหากบริเวณสถานที่ฝังกลบมีที่ตั้งใกล้เคียงกับชุมชนที่มีเด็กเล็ก ผู้สูงอายุ และผู้ที่มีระบบภูมิคุ้มกันบกพร่องอาศัยอยู่ เช่น โรคเอดส์ ภูมิแพ้ ซึ่งถือว่าเป็นกลุ่มบุคคลที่มีความเปราะบางที่มีความไวต่อการรับสัมผัสและตอบสนองอาการได้เร็วกว่าบุคคลที่มีสุขภาพร่างกายปกติความรุนแรงของอาการจากการได้รับสัมผัสละอองชีวภาพแขวนลอยนั้นขึ้นอยู่กับความไวหรือระบบภูมิคุ้มกันอัตราการหายใจของผู้ได้รับเชื้อ ระยะเวลา ชนิด และความเข้มข้น เป็นต้นซึ่งหากร่างกายได้รับเข้าไปในระดับความเข้มข้นที่สูงจะมีความเสี่ยงต่อสุขภาพได้ เช่น โรคระบบทางเดินหายใจ เกิดการติดเชื้อ และโรคภูมิแพ้ เป็นต้น ดังนั้นหน่วยงานทางด้านการแพทย์และสาธารณสุขที่เกี่ยวข้องควรดำเนินการตรวจสุขภาพประจำปีให้แก่ประชาชนที่อาศัยอยู่ใกล้เคียงกับสถานที่ฝังกลบอย่างต่อเนื่องเพื่อให้คุณภาพชีวิตที่ดี และควรให้ความสำคัญในการตรวจวัดและเฝ้าระวังละอองชีวภาพแขวนลอยในอากาศจากบริเวณสถานที่ฝังกลบมูลฝอยเพื่อให้ทราบถึงอุบัติการณ์ และความสัมพันธ์กับอาการเจ็บป่วยของประชาชนที่ทำงานและอาศัยอยู่ใกล้เคียงสถานที่ฝังกลบมูลฝอยต่อไป

เอกสารอ้างอิง

เบญจภรณ์ ประภักดี. (2550). **จุลชีววิทยาสิ่งแวดล้อม.** นครปฐม: คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

ศราวุฒิ แสงคำ, & พรพรรณ สกุลคู. (2557). ความเข้มข้นและขนาดอนุภาคของเชื้อราในอากาศบริเวณสถานที่ฝังกลบมูลฝอยเทศบาลนครขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น. ใน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. **การประชุมวิชาการเสนอผลงาวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาครั้งที่ 15: 50 ปี มข. กับการอุทิศเพื่อสังคม.** (หน้า 1329-1339). ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

Abdel Hameed, A. A., Khoder, M. I., Ibrahim, Y. H., Saeed, Y., Osman, M. E., & Ghanem, S. (2012). Study on some factors affecting survivability of airborne fungi. **Science of the Total Environment,** (414), 696–700.

Abdel Hameed, A. A., Khoder, M. I., Yuosra, S., Osman, A. M., & Ghanem, S. (2009). Diurnal distribution of airborne bacteria and fungi in the atmosphere of Helwan area, Egypt. **Science of the Total Environment,** (407), 6217-6222.

Adamiak, W., Kołwzan, B., & Sarowska, J. (2001). Qualitative assessment of the bioaerosol in the surroundings of Maślice landfill in Wrocław. **JournalEnvironmental Protection Engineering, 27**, 27-42.

American Conference of Governmental Industrial Hygienist. (1999). **Bioaerosol: Assessment and control.** Cincinnati, OH: Kemper Woods Center.

Athanasiou, M., Makrynos, G., & Dounias, G. (2010). Respiratory health of municipal solid waste workers. **Journal Occupational Medicine, 60**(8), 618–623.

Burkowska, A., Brezezinska., M. S., & Kalwasinska, A. (2011). **Impact of the Municipal landfill site on microbiologicalcontamination of air**. (Contemporary problems of management and environmental protection “someaspects of environmental impact of waste dump” No.9). Toruń: Department of Environmental Microbiology and Biotechnology, Nicolaus Copernicus University.

Centers for Disease Control and Prevention [CDC]. .(2010). **Fungal Diseases.** Retrieved February 19, 2014 from http://www.cdc.gov/healthypets/diseases/crptococcus.htm

Douwes, J. (2005). (1-->3)-Beta-D-glucans and respiratory health: A review of the scientific evidence. **Journal of Indoor Air, 15**(3), 160-169.

Environment Agency. (2004). **Monitoring of particulate matter in ambient air around waste facilities: Technical Guidance Document (Monitoring) M17.** Bristol, UK: University of Luton Bristol.

Fang, Z., Ouyang, Z., Zheng, H., & Wang, X. (2008). Concentration and size distribution of culturable airborne microorganism in outdoor environment in Beijing, China. **Journal of Aerosol Science & Technology, 42**, 325-334.

Flannigan, B., Samson R. A., & Miller, J. D. (2001). **Microorganism in home and indoor work environment.** New York: Taylor & Francis.

Frączek, K. & Ropek, D. (2011). Municipal waste dumps as the microbiological threat to the natural environment. **Journal of Ecological chemistry and engineering, 18**(1), 93-110.

Heo, Y., Park, J., Lim, A. I., Hur, H. G., & Kim, D. (2010). Park K. Size-resolved culturable airborne sampled in rice field, sanitary landfill, and waste incineration sites. **Journal of Environmental Monitoring, 12**, 1619-1624.

Huang, C. Y., Lee, C. C., Li, F. C., Ma, Y. P., & Jenny, H. J. (2002). The seasonal distribution of bioaerosols in municipal landfill sites: A 3-yr study. **Journal of Atmospheric Environment, 36**(27), 4385-4395.

Jones, A. M., & Harrison, R. M. (2004) The effects of meteorological factors on atmospheric bioaerosol concentrations: A review. **Journal of Science of the Total Environment, 326**, 151–180.

Kaarakainen, P., Meklin, T., Rintala, H., Hyvärinen, A., Kärkkäinen, P., Vepsäläinen, P. et al. (2008). Seasonal Variation in Airborne Microbial Concentrations and Diversity at Landfill, Urban and Rural Sites. **Journal of Clean, 36**(7), 556-563.

Kalwasińska, A., Burkowska, A., & Brzezinska, M. S. (2013). **Exposure of workers of municipal landfill site to bacterial and fungal aerosol.** KGaA, Weinheim: Wiley-VCH Verlag.

Kumar, P., Mahor, P., Goel, A. K., Kamboj, D. V., & Kumar, O. (2011). Aero-microbiological study on distribution pattern of bacteria and fungi during weekdays at two different locations in urban atmosphere of Gwalior, Central India. **Journal of Scientific Research and Essays, 6**(25), 5435-5441.

Kummer, V., & Thiel, W. R. (2008). Bioaerosols-sources and control measures. **International Journal of Hygiene and Environmental Health, 211**(3-4), 299–307.

Lai, K. M., Emberlin, J., & Colbeck, I. (2009). Outdoor environments and human pathogens in air. **Journal of Environmental Health, 8**(Suppl 1), S15.

Łukaszuk, C. R., Krajewska-Kułak, E., & Kułak, W. (2011). Effect of fungi air pollution on human health. **Journal of Progress in Health Sciences, 1**(2), 156-164.

Małecka-Adamowicz, M., Kaczanowska, J., & Donderski, W. (2007). The impact of a landfill site in żółwin-wypaleniska on the microbiological quality of the air. **Polish Journal of Environmental Studies, 16**(1), 101-107.

Mansour, F. A., El-Dohlob, S. M., Abdel Hameed, A. A., Kamel, M. M., & El-Gendy, S. A. (2012). Microorganisms in the air over a bio-solid waste landfill in Egypt. **Journal of American Science, 8**(4), 573-579.

Mendell, M. J., Mirer, A. G., Cheung, K., Tong, M., & Douwes, J. (2011). Respiratory and Allergic Health Effects of Dampness, Mold, and Dampness-Related Agents: A Review of the Epidemiologic Evidence. **Journal of Environmental Health Perspectives, 119**(6), 748-756.

Ray, M. R., Roychoudhury, S., Mukherjee, G., Roy, S., & Lahiri, T. (2005). Respiratory and general health impairments of workers employed in a municipal solid waste disposal at an open landfill site in Delhi. **International Journal of Hygiene and Environmental Health,208**, 255-262.

Reinthaler, F.F., Haas, D., Feierl, G., Schlacher, R., Pichler-Semmelrock, F.P., Köck, M. et al. (1999). Comparative investigations of airborne culturable microorganisms in selected waste treatment facilities and in neighbouring residential areas. **International Journal of Hygiene and Environmental Medicine, 202**(1), 1-17.

Rop, O., Mlcek, J., & Jurikova, T. (2009). Beta-glucans in higher fungi and their health effects. **Nutrition Reviews, 67**(11), 624-631.

Institute of Occupational Medicine [IOM]. (2008). **Exposure-response relationships for bioaerosol emissions from waste treatment processes.** Scotland: IOM Consulting.

Swan, R. M., Kelsey, A., Crook, B., & Gilbert, E. J. (2003). **Occupational and environmental exposure to bioaerosols from composts and potential health effects: A critical review of published data.** Norwich, UK: Her Majesty's Stationery Office.

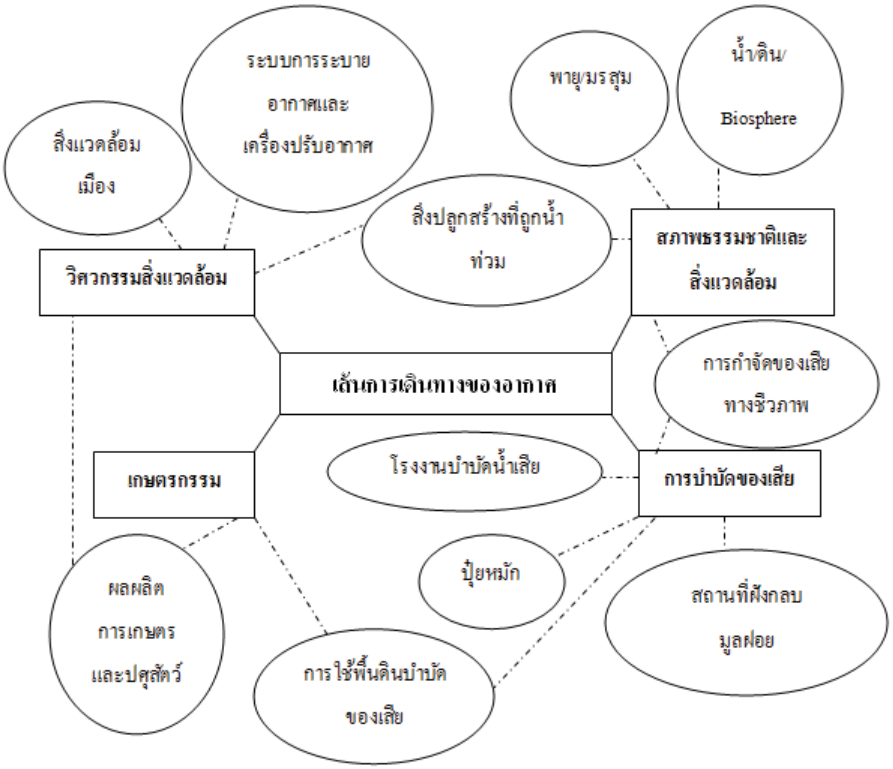
United Nations Environment Programme [UNEP]. (2005). **Training modules: Closing of an open dumpsite and shifting from open dumping to controlled dumping and to sanitary landfilling.** Geneva: International Environmental Technology Centre.

U.S. Department of Health and Human Services. (2005). **Procedures for the recovery of legionella from the environment.** Atlanta, GA: Public Health Service, Centers for Disease Control and Prevention (CDC).

World Health Organization. (2009). **WHO guidelines for indoor air quality dampness and mold**. Publication WHO regional office for Europe.

World Health Organization. (2004). **Review of health impacts from microbiological hazards in health-care wastes.** Geneva: Department of Blood Safety and Clinical Technology & Protection of the Human Environment World Health Organization.

Wouters, I. M., Hilhorst, S. K., Kleppe, P., Doekes, G., Douwes, J., Peretz, C. et al. (2002). Upper airway inflammation and respiratory symptoms in domestic waste collectors. **Occupational and Environmental Medicine, 59**(2), 106-112.



ภาพที่ 1 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของแหล่งกำเนิดละอองชีวภาพ และจุลินทรีย์ก่อโรคต่อบรรยากาศภายนอกอาคาร(Lai, Emberlin, & Colbeck, 2009)



ภาพที่ 2 สถานที่ฝังกลบมูลฝอยที่มีลักษณะการทิ้งแบบเทกอง (ก) คนงานคุ้ยขยะกำลังขนขยะใส่รถยนต์ไปขาย (ข) ลักษณะมูลฝอยที่บรรจุภายในถุงที่ได้จากการคัดแยก (ค) [ถ่ายเมื่อวันที่ 21 ธันวาคม พ.ศ. 2556]